

CARACTERIZAÇÃO DE PATOLOGIAS RECORRENTES NA CONSTRUÇÃO ALGARVIA

Roberto Laranja^{1*}, António André¹ e Alfredo Braga¹

1: Departamento de Engenharia Civil
Instituto Superior de Engenharia
Universidade do Algarve
Campus da Penha – 8005 139 Faro
e-mail: rlaranja@ualg.pt, web: <http://www.ise.ualg.pt>

Palavras-chave: Reabilitação, inspeções, ensaios “in-situ”

Resumo. O Laboratório de Construção e Estruturas (LCE) do Departamento de Engenharia Civil (DEC) do Instituto Superior de Engenharia da Universidade do Algarve realizou ao longo dos últimos anos, diversas peritagens técnicas a edifícios na região algarvia. Contam-se por várias dezenas as construções examinadas e são as ilações daí retiradas que constituem a base deste artigo. As peritagens têm sido realizadas nos vários tipos de construções, sobretudo a edifícios construídos nas décadas de 80 e 90 do séc. XX e providos duma estrutura reticulada de betão armado. A utilização da estrutura e equipamentos do LCE, tem permitido, através da realização de ensaios, quer “in situ” quer em laboratório, proceder a uma avaliação objetiva das patologias existentes. Entre as anomalias mais difundidas, refere-se as deficiências de projeto (sobretudo na omissão de pormenorização), manifestações de fissuração e humidade, e a deterioração do betão armado. As manifestações mais disseminadas de patologia são a ocorrência de fissuração, sobretudo de origem não estrutural e o aparecimento de humidades, que se traduz pela manifestação de eflorescências (e criptoflorescências), bolores, enodoamentos e desprendimentos de pintura. A nível estrutural também se identificaram alguns casos de fendilhação, embora o aspeto mais sintomático seja a deterioração do betão armado. Enquanto as anomalias anteriormente referidas serão comuns a edifícios, qualquer que seja a respetiva zona de implantação, a degeneração do betão armado tem uma particular incidência na zona costeira, sempre que a respetiva proteção não é suficientemente acautelada e a qualidade de construção não é a desejável. A agressividade ambiental que se faz sentir sobre a generalidade dos edifícios, assume especial relevância nas povoações costeiras de Monte Gordo, Quarteira, Albufeira, Armação de Pêra e Portimão, onde a construção para segunda habitação foi muito intensa e em alguns casos de qualidade duvidosa. Os ensaios realizados em edifícios localizados nessas povoações evidenciaram, além de profundidades de carbonatação muito elevadas, reveladoras da falta de compacidade e deficiência qualitativa do betão, teores de iões cloreto elevados, pelo ambiente marinho a que se encontram expostos. As peritagens técnicas que serviram de base a esta apresentação, constituem uma forma de apoio à comunidade, providenciando uma avaliação objetiva das deficiências construtivas e constituem um estímulo para melhorar o nível qualitativo da construção na região. Por outro lado, possibilitam a apresentação aos alunos do DEC (salvo a necessária garantia de confidencialidade) de casos de estudo reais, algumas vezes através da observação “in loco”, constituindo assim uma mais valia para a sua formação.

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo foi elaborado com base na atividade do Laboratório de Construção e Estruturas (LCE) do Departamento de Engenharia Civil (DEC) do Instituto Superior de Engenharia da Universidade do Algarve. Ao longo dos últimos anos, o LCE realizou diversas peritagens técnicas a edifícios na região algarvia, sendo atualmente um importante elo de ligação entre a universidade e a comunidade. Nas equipas de peritagens tem existido a colaboração de alunos do DEC/ISE, que no âmbito das suas teses ou estágios têm desenvolvido atividade científica dentro do LCE. As peritagens têm sido uma fonte útil de informação várias vezes utilizada pelos docentes do DEC na transmissão de conhecimento aos alunos com a apresentação de diversos casos práticos, sobretudo nas disciplinas ligadas à construção, reabilitação e manutenção de edifícios.

O LCE tem efetuado peritagens em edifícios antigos (anteriores ao betão-armado) e edifícios recentes (com estrutura em betão-armado). Se no primeiro caso, e salvo pontuais exceções, a maioria das anomalias/patologias são decorrentes do (normal) envelhecimento dos materiais, no segundo caso elas têm causas diversas, nomeadamente erros de conceção, erros de execução, inadequabilidade de materiais aplicados, etc.

A utilização da estrutura e equipamentos do LCE, tem permitido, através da realização de ensaios, quer “in situ” quer em laboratório, proceder a uma avaliação objetiva das patologias existentes.

As anomalias mais comuns detetadas são a ocorrência de fissuração, sobretudo de origem não estrutural e o aparecimento de humidades, que se traduz pela manifestação de eflorescências (e criptoflorescências), bolores, enodoamentos e desprendimentos de pintura. A nível estrutural também se identificaram alguns casos de fendilhação em alvenaria resistente e em elementos de betão armado, embora o aspeto mais sintomático seja a deterioração do betão armado.

No caso dos edifícios recentes, sobre os quais este artigo se focaliza e nos quais têm sido realizadas a maioria das peritagens efetuados pelo LCE, as solicitações têm-se concentrado em edifícios construídos nas décadas de 80 e 90 do séc. XX e providos numa estrutura reticulada de betão armado. Neste tipo de edifício, têm sido detetadas patologias com diversas origens, nomeadamente deficientes impermeabilizações, inexistência de isolamento térmico ou existência de abundantes áreas de ponte térmica, deficiente ventilação dos compartimentos, juntas de dilatação executadas com materiais inadequados, a não verificação dos estados limite de utilização (principalmente à deformação), a utilização de materiais estruturais diferentes dos preconizados em projeto, etc.

Enquanto as anomalias anteriormente referidas são comuns a vários edifícios e qualquer que seja a respetiva zona de implantação, verificou-se que a degeneração do betão armado tem uma particular incidência na zona costeira. De facto, verifica-se que em zonas que estiveram sujeitas a uma grande atividade imobiliária nas décadas de 80 e 90, nomeadamente Monte Gordo, Quarteira, Albufeira, Armação de Pêra e Praia da Rocha, a qualidade da construção é inferior ao que seria “desejável”, verificando-se que ao nível do betão estrutural diversas são as causas para a sua degeneração. Enumeram-se as mais comuns: classe de resistência do betão baixa, recobrimentos inadequados, utilização de areias marinhas não lavadas (ricas em cloretos), baixa compacidade, ou deficiente vibração.

Assim, pretende-se apresentar a amostra de peritagens e as respetivas anomalias que serviram de base ao presente artigo, analisando-se causas e efeitos, sendo que no que concerne à degeneração do betão apresentam-se resultados dos vários ensaios realizados in situ e em laboratório que permitiram retirar ilações que se apresentam nas conclusões deste artigo. Dum total de aproximadamente 160 peritagens efetuadas pelo LCE, considerou-se uma amostra de 138 peritagens a edifícios correspondentes àquelas realizadas pelos autores.

2. IDENTIFICAÇÃO DAS ANOMALIAS

No conjunto das peritagens efetuadas, foram detetadas diferentes anomalias com especificidades próprias, como é natural, dada a diversidade de situações existentes, nomeadamente materiais, mão-de-obra e processos construtivos, conceção e apresentação dos projetos, e fiscalização de obra.

Dentro dessa diversidade, apresentam-se unicamente as anomalias com uma incidência mais generalizada, evitando-se recorrer a situações pontuais, nalguns casos bastante interessantes, mas fora do âmbito deste artigo.

As principais anomalias de origem não estrutural consistem na presença de humidade e na ocorrência de fissuração. Ocorrem na generalidade dos edifícios analisados, consequentemente em edifícios antigos de alvenaria resistente de pedra ou terra e igualmente em edifícios modernos de estrutura reticulada de betão armado.

Relativamente à patologia estrutural, constatou-se nos edifícios antigos a ocorrência de fendilhação, bem como manifestações de deformação em elementos estruturais. No caso dos edifícios modernos, verifica-se, também, a existência de fissuras e deformações. No entanto, constata-se ser a degradação do betão armado a anomalia mais disseminada.

2.1. Fissuração

O aparecimento de fissuração pode corresponder quer a uma origem estrutural, quer não estrutural. No que respeita à de proveniência não estrutural, as anomalias mais comuns são a fissuração em rebocos e na ligação entre materiais distintos.

A fissuração em rebocos, manifesta-se principalmente em argamassas de cimento e areia, sendo praticamente inexistentes em argamassas cujo ligante seja a cal aérea. Apresentam usualmente uma orientação aleatória, uma extensão limitada, a inexistência de desnivelamento e uma abertura reduzida. O excessivo teor de ligante e a secagem superficial acelerada por ação do sol ou do vento são as causas mais frequentes da ocorrência.

No caso da ligação entre diferentes materiais, o diferente comportamento destes face a condições ambientais diversas, designadamente a variações térmicas e higrométricas, provoca o desligamento entre eles e a consequente fissuração que, nestas circunstâncias, apresenta uma orientação perfeitamente definida, normalmente horizontal ou vertical, correspondente à ligação entre os materiais (por exemplo entre betão armado e alvenaria).



Figura 1. Fissuração não estrutural na interface entre materiais diferentes (betão e alvenaria) e em rebocos.

As fissuras de origem estrutural, apresentam usualmente uma orientação característica, muitas vezes em extensões significativas, com existência de desnivelamento entre os respetivos bordos

e aberturas relevantes.

Na maior parte dos casos resultam de assentamentos diferenciais a nível da infraestrutura e de abatimentos. Para além das condições do terreno, também resultam, por vezes, de deficiência de construção e/ou de projeto.



Figura 2. Fissuração de origem estrutural em alvenarias e rebocos.

Dos edifícios analisados verificou-se que esta patologia (estrutural e/ou não estrutural) é bastante frequente, existindo em 50,7% dos casos. No caso da fissuração de origem estrutural, corresponde a 21% dos casos. Estas patologias aparecem indiferenciadamente em edifícios mais antigos e mais recentes, não sendo relacionável com a idade das construções, ou com a distribuição geográfica.

2.2. Presença de humidade

A origem do aparecimento de humidade é variada. As manifestações mais graves ocorrem por ascensão capilar a partir do terreno, afetando sobretudo, as zonas inferiores das paredes exteriores. Noutros casos as infiltrações ocorrem através das coberturas ou de causas acidentais de fácil resolução. No caso das coberturas, a incidência é maior em coberturas planas, devido a deficientes procedimentos construtivos ou por natural envelhecimento dos sistemas de impermeabilização.

Também as juntas de dilatação, devido à forma incorreta como são executadas, designadamente, por utilização de materiais inapropriados para selagem, proteção e preenchimento da junta, constituem um ponto privilegiado de infiltrações.

Relativamente à presença de humidade o LEC utiliza dois equipamentos para a sua identificação instantânea e quantificação expedita, através de ensaios não destrutivos, um higrómetro Tramex CRH e uma câmara termográfica Flir B335. Em casos onde se torna necessária uma avaliação exata do teor de humidade, recorre-se à extração de amostras e posterior colocação em estufa no laboratório.

Entre os efeitos mais significativos referem-se as eflorescências, as criptoflorescências, os bolores, o desenvolvimento de vegetação parasitária, o enodoamento e o destacamento da pintura.

Verificou-se que 41,1% dos edifícios peritados apresentam problemas relacionados com a presença de humidade. Esta anomalia, apesar de identificada em edifícios antigos e recentes e com causas diversas, tem maior incidência nos primeiros, atendendo ao normal envelhecimento dos materiais.



Figura 3. Diversas manifestações de humidade (eflorescências, bolores, levantamento do revestimento, vegetação parasitária).

2.3. Anomalias específicas das estruturas de betão armado

Para além da fendilhação que, como se referiu atrás, afeta genericamente qualquer tipo de construção, as estruturas de betão armado apresentam problemas específicos. A degradação do betão armado revela-se através da ocorrência de fissuração, delaminação e destacamento, acompanhados por manifestações de ferrugem na superfície dos elementos estruturais, indiciando a corrosão das armaduras através da sua oxidação e afetando o desempenho estrutural destes elementos.

Cerca de 31,5% dos edifícios de betão armado analisados apresentaram sinais de degradação. Este conjunto de patologias mostrou ser dependente da idade dos edifícios, sendo mais comum nas estruturas mais antigas.



Figura 4. Deterioração de elementos estruturais de betão armado.

Apresentam-se de seguida os aspetos frequentemente analisados, nomeadamente a carbonatação do betão, a presença excessiva de iões cloreto e a insuficiência de recobrimento.

2.3.1. Profundidade de carbonatação

Denomina-se carbonatação do betão, o fenómeno químico que consiste na reação do dióxido de carbono atmosférico com os hidróxidos alcalinos e alcalino-terrosos presentes na pasta de cimento, de que resulta o carbonato de cálcio.

A avaliação deste fenómeno é efetuada através do aspergimento com solução alcoólica de fenolftaleína, que, de forma expedita permite determinar a camada carbonatada e a consequente possibilidade de despassivação das armaduras, e consequente criação de condições favoráveis à corrosão.



Figura 5. Aplicação de indicador para determinação da profundidade de carbonatação.

As principais causas estão geralmente relacionadas com deficientes processos de fabrico e colocação do betão, que originam falta de compacidade, dosagens inadequadas de cimento e/ou elevadas relações de água/cimento.

Em 30% dos edifícios de betão armado detetou-se uma profundidade de carbonatação superior à espessura de recobrimento, implicando o envolvimento das armaduras por betão contaminado.

Este processo de degradação do betão faz parte de um envelhecimento normal do material, que poderá ser mais ou menos acelerado, dependendo dos aspetos acima mencionados.

2.3.2. Teor em cloretos

Sendo a presença de sais agressivos determinante na falta de qualidade do betão armado, é particularmente importante a presença de iões cloreto. Para tal, procede-se à recolha de amostras para determinação posterior, em laboratório, do teor em cloretos.

Na regulamentação atual, designadamente na NP EN 206-1 [1], preconiza-se um teor máximo de 0.2 %, para betão armado, nas condições ambientais em que se encontram os edifícios na proximidade da orla costeira, classe de exposição ambiental XS, correspondente a betão em contacto com cloretos provenientes da água do mar ou exposto ao ar transportando sais marinhos.

Constatou-se de forma generalizada um teor de cloretos que excede o limite máximo admissível. Nalguns casos, não se assinalou qualquer influência significativa da profundidade de extração do betão, o que indicia uma presença intrínseca desses iões na própria constituição do betão, desde

a sua aplicação, provenientes eventualmente dum agregado utilizado. Constatou-se, mesmo, a presença de conchas marinhas no interior de elementos de betão armado.

Noutros casos, o teor de cloretos diminuía com a profundidade de extração das amostras, o que revela uma penetração após aplicação do betão em obra, principalmente em elementos exteriores da periferia dos edifícios, particularmente nas fachadas expostas a Sul.



Figura 6. Extração de betão e presença de conchas marinhas.

2.3.3. Recobrimento

A escassez de recobrimento, com valores praticamente nulos, associada à manifesta variabilidade de espessuras na mesma estrutura, evidencia, em alguns casos, o pouco cuidado na colocação das armaduras. Noutras situações é a inadequada definição da respetiva espessura na fase de projeto que contribui para a existência de recobrimentos insuficientes. Estas situações conduzem a uma ineficiente proteção, em termos físicos e químicos, do aço.

Analisaram-se alguns projetos de estabilidade em que não eram mencionados os recobrimentos mínimos a respeitar. Desde 1983, que as espessuras mínimas de recobrimento estão regulamentadas no R.E.B.A.P. [2], e, posteriormente, na especificação LNEC E 464 [3] e também na norma europeia NP EN 206-1 [1]. Mais recentemente, na NP EN 1992-1-1:2010 [4], referente a estruturas de betão, preconizam-se condições idênticas visando a durabilidade das estruturas, sobretudo em condições ambientais desfavoráveis.



Figura 7. Existência de recobrimentos insuficientes.

Também a existência de recobrimentos excessivos, em particular nas armaduras superiores das lajes, constitui uma situação frequente, originando uma redução, em muitos casos significativa, da altura útil efetiva destes elementos estruturais. Em consequência a resistência mecânica é fortemente penalizada e a deformação, sobretudo a longo prazo, aumenta significativamente.



Figura 8. Existência de recobrimentos com espessuras elevadas.

3. DEFICIÊNCIAS DE PROJETO

Tal como já foi referido, a ausência de indicação do recobrimento nos diferentes elementos estruturais, quer nas peças escritas, quer nas peças desenhadas, é um dos erros recorrente nos projetos analisados. No caso das peças desenhadas, trata-se de um aspeto especialmente grave por serem estes elementos os que, usualmente, são utilizados em obra.

Mais genericamente, constata-se em grande parte dos projetos, a ausência de pormenorização, sendo apenas apensos desenhos tipo. Verifica-se ainda, em alguns casos, que os elementos de projeto são simplesmente retirados do programa de cálculo e impressos diretamente, sem qualquer verificação ou compatibilização.

Embora não envolvendo as anomalias descritas, ao nível da conceção, encontram-se projetos em que a ação sísmica é mencionada mas não é efetivamente considerada. Em alguns casos chega-se ao ponto de indicar que se prescindiu de considerar a ação sísmica.

Ainda ao nível da conceção, constata-se que é comum a não consideração da verificação dos estados limites de utilização. Em obra, este facto é bem perceptível pela deformação, mesmo a curto prazo, de alguns elementos estruturais, de que resultam por exemplo, empenamentos das caixilharias ou fissuras nas alvenarias.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Duma forma geral, e da amostra considerada neste estudo, que contempla um total de 138 construções, sendo 130 com estrutura de betão armado e 8 com estrutura em alvenaria resistente, verifica-se que as patologias mais recorrentes são as manifestações de fissuração e de humidade e a degradação do betão. Esta última, existe com grande incidência nas construções mais próximas da linha costeira, tendo-se verificado que cerca de 53,7% dos edifícios peritados apresentam esta patologia. Em particular, nas povoações de Monte Gordo, Quarteira, Albufeira, Armação de Pêra e Praia da Rocha, praticamente todos os edifícios, com

estrutura de betão armado analisados, apresentam esta anomalia, atingindo uma taxa de incidência cerca de 93%,

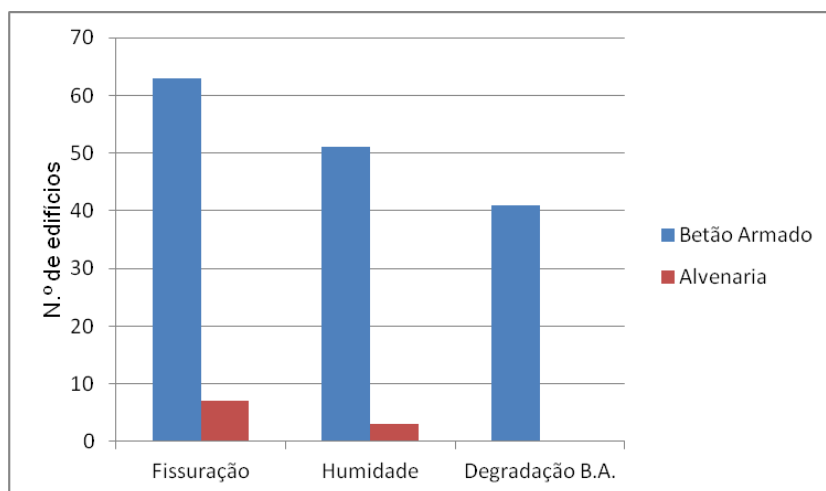


Figura 9. Distribuição de patologias.

No que diz respeito às causas associadas às anomalias e patologias descritas, são apontados três grandes grupos de causas principais: erros de projeto, erros construtivos e envelhecimento dos materiais.

Nos edifícios com estrutura de betão armado, em geral mais recentes, as causas com maior incidência são os erros construtivos, a que se seguem os erros de projeto.

Já nas construções com estrutura de alvenaria resistente, por norma mais antigas, as patologias encontradas estão principalmente associadas ao envelhecimento dos materiais.

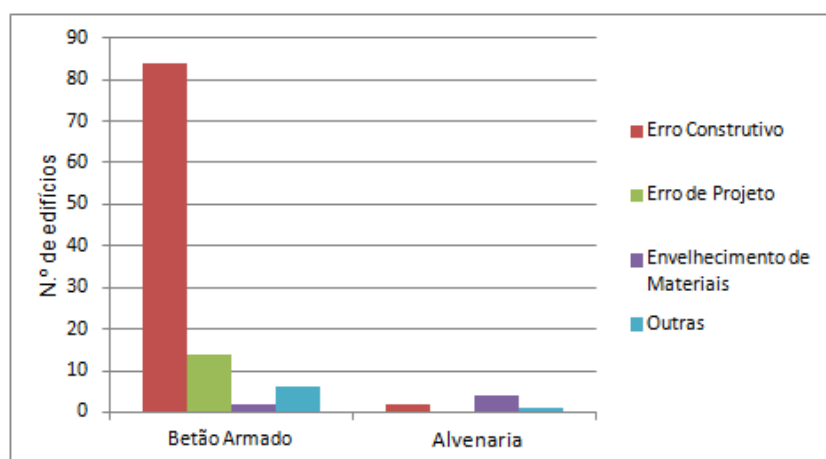


Figura 10. Causas por tipologia construtiva.

Para além das principais causas já referidas, foram identificadas outras, nomeadamente provenientes de inadequada utilização dos edifícios, do trânsito rodoviário, de construções adjacentes, ou intervenções clandestinas.

5. CONCLUSÕES

- As peritagens que têm sido solicitadas ao LCE nos últimos anos, têm permitido o registo dos tipos mais correntes de anomalias existentes na construção algarvia, sobretudo na que tem sido executada nas últimas décadas, com estruturas de betão armado.
- Verifica-se que as patologias mais correntes são a manifestação de fissuração e de humidades e a degradação dos elementos estruturais de betão armado.
- A degradação do betão armado constitui uma das anomalias mais graves, pelas consequências que lhe estão associadas.
- Esta patologia é mais frequente nos edifícios construídos junto à costa, e manifesta-se com regularidade em edifícios multifamiliares de grande dimensão, o que constitui uma situação de elevado risco.
- Constata-se, ainda, uma elevada incidência em edifícios localizados em povoações que estiveram sujeitas a forte pressão imobiliária nas últimas décadas.

REFERÊNCIAS

- [1] NP EN 206-1:2007. Betão - Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade, IPQ, 2007
- [2] REBAP: Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado; Decreto-Lei nº349-c/83, de 30 Julho e Decreto-Lei nº 128-99, de 21 Abril, Porto Editora, 2004
- [3] LNEC E 464: Metodologia prescritiva para vida útil de projeto de 50 e de 100 anos face às ações ambientais, LNEC, 2007
- [4] NP EN1992-1-1: Dimensionamento de estruturas de Betão: Parte 1.1 – Regras Gerais e regras para edifícios, Janeiro 2008