

## **Durabilidade de edifícios com estrutura reticulada de betão armado associada a paredes de alvenaria de preenchimento**



**J. L. Miranda  
Dias<sup>1</sup>**

### **RESUMO**

A utilização da solução de estrutura de betão armado em edifícios, associada em geral a paredes de alvenaria de preenchimento, vulgarizou-se a partir do final da década de quarenta do século passado, vindo-se tornar dominante.

Porém, a par da expansão dessa solução, tem-se constatado situações, em número crescente, de anomalias construtivas e funcionais nesse tipo de edifícios recentes. As anomalias em paredes de alvenaria e nos elementos da estrutura de betão armado, traduzem-se na redução da sua durabilidade e, nos casos de significativa gravidade, comprometem a vida útil prevista dos edifícios.

Justifica-se, assim, a análise que se pretende efectuar sobre o estado de conservação dos edifícios recentes de betão armado no contexto do parque edificado nacional existente, tendo essencialmente por base os dados estatísticos disponíveis, através da identificação das características construtivas mais comuns desses edifícios, e da apreciação da gravidade das anomalias observadas nos mesmos, e do modo como estas afectam a vida útil destes edifícios e impõem nestes diferentes níveis de necessidade de reparação. Pretende-se, ainda, abordar os aspectos relevantes, relativos à durabilidade desses edifícios, designadamente das paredes de alvenaria e dos elementos de betão armado confinantes.

### **PALAVRAS-CHAVE**

Paredes de alvenaria; Estrutura de betão armado; Durabilidade; Edifícios; Vida útil.

<sup>1</sup> Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), 1700-058 Lisboa, Portugal. [mirandadias@lnec.pt](mailto:mirandadias@lnec.pt)

## **1. INTRODUÇÃO**

A tipologia construtiva dos edifícios até ao início do século XX estava essencialmente baseada em paredes resistentes, baseadas em pedra aparelhada ou irregular ou em blocos cerâmicos. Porém, com o surgimento do betão como material de construção, com características de excelência no tocante à possibilidade de produção mecanizada e utilização em larga escala com fins estruturais, a construção de edifícios experimentou a partir do final do 2º quartel do século XX uma fase de expansão, com a construção em massa de edifícios com estrutura reticulada de betão armado e com porte variável.

Por outro lado, a construção com base em alvenaria resistente de blocos cerâmicos, sofreu doravante uma gradual perda de implantação, a par da utilização crescente e sistemática de alvenarias no preenchimento das malhas de estrutura reticulada e sem fins estruturais, designadamente na envolvente dos edifícios e na compartimentação interior de edifícios. Com efeito, a utilização da solução de estrutura de betão armado em edifícios, associada em geral a paredes de alvenaria de preenchimento, vulgarizou-se a partir do final da década de quarenta do século passado, [1 a 5], vindo-se tornar dominante de forma tal que, de acordo com o IV Recenseamento Geral da Habitação realizado em 2001 pelo Instituto Nacional de Estatística (INE - Censos de 2001, [3]), cerca de um terço do total de edifícios existentes no final do século apresentava estrutura de betão armado; esta parcela de edifícios tem sido vulgarmente enquadrável na designação convencional de edifícios recentes. Porém, a par da expansão dessa solução, tem-se constatado situações, em número crescente, de anomalias construtivas e funcionais nesse tipo de edifícios recentes, [6 a 10]. Das anomalias atrás referidas, são predominantes, em paredes de alvenaria, as situações relativas a fendilhação e a presença de humidade.

Justifica-se, assim, a análise que se pretende efectuar sobre o estado de conservação dos edifícios recentes de betão armado no contexto do parque edificado nacional existente. Pretende-se, ainda, abordar os aspectos relevantes, relativos à durabilidade desses edifícios, designadamente das paredes de alvenaria e dos elementos de betão armado confinantes.

## **2. DESCRIÇÃO GERAL DO PARQUE EDIFICADO**

De acordo com o Censos 2001 [3], do total de 5.044.919 alojamentos correspondentes a um total de 3.160.043 edifícios existentes no País, em 2001, cerca de 11% estavam vagos e destinados a demolição ou a venda/aluguer. Segundo os dados do referido recenseamento, globalmente, o perfil do parque habitacional apresenta algumas assimetrias no que se refere à sua localização e porte, sendo a zona litoral fortemente povoada e com elevada concentração urbana. Do total nacional, cerca de 96% de alojamentos estavam localizados no Continente, enquanto 18% destes estavam concentrados na Região da Grande Lisboa. No Grande Porto, esse valor era um pouco inferior, cifrando-se em cerca de 11%. Na zona de Lisboa, a percentagem dos edifícios de apartamentos era, em 2001, da ordem de 65%, (a maior parte dos quais eram edifícios com estrutura de betão armado), ao passo que nas pequenas povoações e cidades do interior, essa percentagem era significativamente menor, sendo as moradias claramente maioritárias. Como exemplo refira-se o caso do Alentejo onde a percentagem de moradias era, em 2001, da ordem de 78%.

Segundo o Censos 2001, os edifícios construídos antes de 1945, designados aqui por edifícios antigos, eram da ordem de 20% do total (fig. 1), os quais claramente correspondem a uma fase anterior ao advento do betão armado. Do total dos edifícios existentes em 2001, cerca de 70% tinham sido construídos depois de 1960, vivendo nestes, aproximadamente, 80% do total de habitantes, o que atesta o forte crescimento, nas últimas décadas do parque habitacional nacional e a redução do respectivo índice de envelhecimento, embora menos expressiva na zona interior do país; grande parte destes edifícios era de médio porte e com estrutura de betão armado, representando por conseguinte, essa parcela do edificado, no contexto nacional, um relevante valor social e económico.

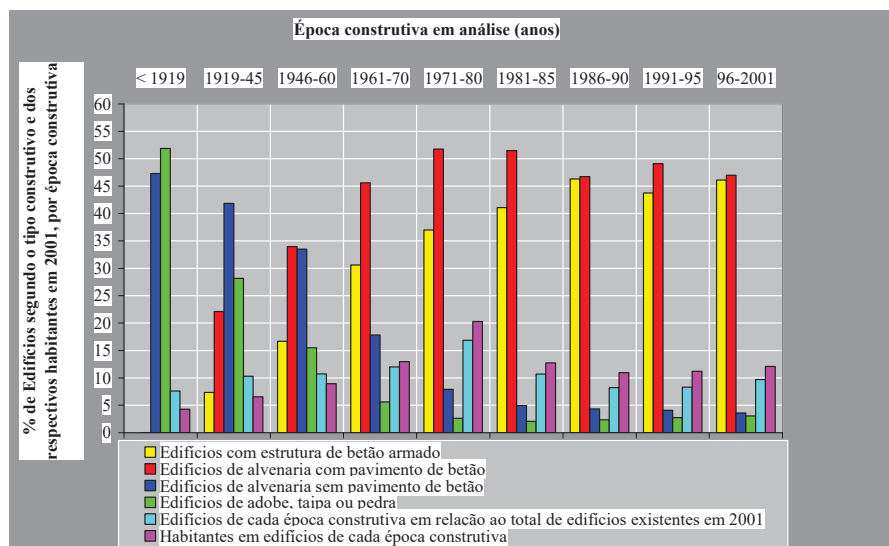


Fig. 1 - Percentagem de edifícios segundo o tipo construtivos existentes em cada época em relação ao total de edifícios dessa época. (exceptua-se o caso da parcela em relação ao total de edifícios em 2001); % e dos habitantes dos edifícios dessa época construtiva em relação ao total de habitantes

No que se refere ao envelhecimento do parque habitacional, era no interior, que este se revelava mais acentuado, em contraposição com a região litoral, particularmente junto de grandes centros urbanos, zona na qual se concentrou nos últimos anos, com maior intensidade, a actividade de construção (designadamente de habitações novas). Por conseguinte, o parque habitacional apresentava-se menos envelhecido e associado a um acréscimo populacional resultante de fenómenos de migração das zonas rurais para as urbanas. Por outro lado, entre 2001 e 2008, de acordo com as estatísticas da construção e habitação, [4] o número edifícios cresceu aproximadamente para 3455800 (extrapolação sem demolições), o que significou um aumento da ordem dos 9 %. Por outro lado, o parque de habitação social era em 2009 constituído por cerca de 22 mil edifícios e 97 mil fogos, [5], 36% dos quais pertenciam aos municípios de Lisboa e Porto (respectivamente 22 315 e 12 682 fogos); os edifícios construídos após 1946 correspondem a cerca de 93% do total, dos quais uma significativa parcela é propriedade municipal e foi construída depois de 1980 (12 173 edifícios, sendo 4 816 após 2000).

Não existe uma estimativa dos edifícios não-habitacionais existentes, sendo contudo possível obter uma estimativa da relação entre os edifícios habitacionais e não habitacionais nas últimas décadas, a qual variou entre 72% em 2002 e 66% em 2008 [4].

### 3. IDENTIFICAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS MAIS COMUNS DO PARQUE EDIFICADO RECENTE

Pretende-se de seguida detectar algumas das características construtivas dominantes do parque edificado nacional recente. Refira-se que, por parque edificado recente, se está a pretender englobar o conjunto de edifícios convencionalmente designados por “recentes” e caracterizados por apresentarem estrutura de betão armado, tal como atrás se definiu, ou seja, os edifícios construídos, em geral, a partir da segunda metade do século passado. A construção de edifícios de betão de pequeno porte em conjunto com os edifícios com estrutura clássica de betão armado tem vindo a crescer, em

### *Durabilidade de edifícios com estrutura reticulada de betão armado associada a paredes de alvenaria de preenchimento*

percentagem do total, desde a década de 40, em contraponto com o decréscimo gradual dos edifícios de alvenaria com e sem placa de betão armado. Quanto à época construtiva, de acordo com esse Recenseamento, do total dos edifícios existentes no País, cerca de 38% foram construídos entre 1971 e 1990, e, aproximadamente, 20% dos mesmos foram construídos após 1991, sendo este período correspondente a um claro domínio do betão armado. Acresce, ainda, que cerca de 10% do total de edifícios existentes terão sido construídos entre 1935 e 1955, com estrutura baseada, essencialmente, em alvenaria resistente e pavimentos de betão. Saliente-se que, de acordo com o Censos 2001, do total de edifícios existentes nessa data, uma parcela da ordem de 30 % apresentava estrutura de betão armado. Refira-se que não se está a considerar neste último tipo de estrutura os edifícios com base em alvenaria resistente associada a pavimentos de betão armado, cujo número respectivo é, aliás, muito significativo (da ordem dos 40 % do total dos edifícios existentes).

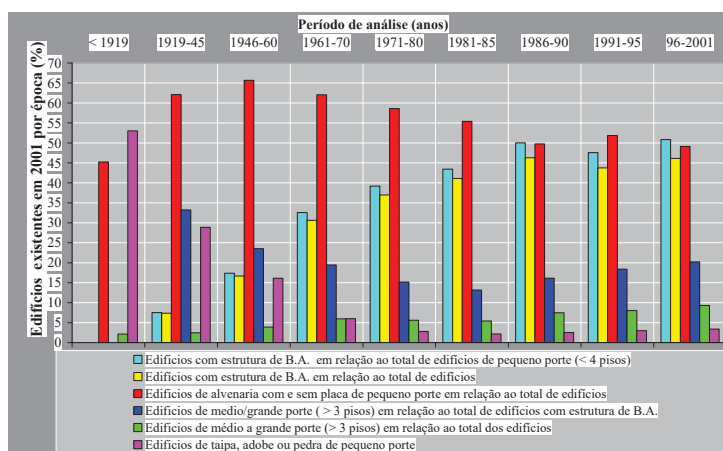


Figura 1 – Percentagem de edifícios existentes em 2001, por época construtiva

Utilizando-se, na avaliação dessas características, as estatísticas do INE, [1] e [2], relativas à construção de edifícios verificada no período de 1970-1990 (na óptica da análise dos edifícios concluídos em cada ano, independentemente de esses edifícios actualmente existirem ou não), no que se refere ao tipo de solução construtiva, constata-se que a parcela dos edifícios com estrutura de betão armado, é, a partir do final da década de 70, claramente superior à dos restantes tipos de edifícios, sendo a respectiva percentagem, em geral, superior a 60% (fig. 2). Verifica-se que, desde meados da década de 80, a solução construtiva com base em alvenaria resistente de tijolo ou de blocos de cimento em edifícios apresenta uma clara regressão em termos de utilização, isto a par do crescimento da percentagem de edifícios de betão armado. No entanto, uma parcela muito significativa do total dos edifícios existentes em Portugal integra paredes de alvenaria, cuja importância é, no contexto do edifício global, quase sempre primordial, em qualquer das principais tecnologias construtivas correntemente utilizadas nesses edifícios.

No que se refere ao número de pisos dos edifícios, elemento indicativo do respectivo porte em altura, de acordo com o Censos 2001, cerca de 85 % dos edifícios têm um ou dois pisos (ou seja, são moradias onde a estrutura pode ser de alvenaria resistente ou de betão armado), enquanto a percentagem dos edifícios com 3 a 7 pisos (edifícios de médio porte maioritariamente com estrutura de betão armado) é da ordem de 14 %; em termos de ocupação, tal corresponde, respectivamente, a cerca de 59 % (1 a 2 pisos) e a 33 % (3 a 7 pisos) do total dos habitantes dos edifícios.

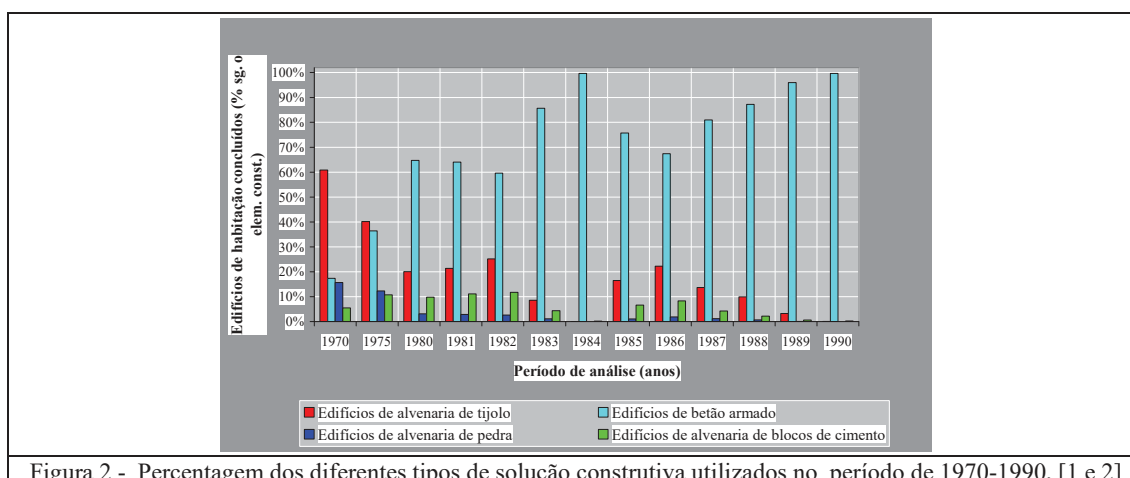


Figura 2 - Percentagem dos diferentes tipos de solução construtiva utilizados no período de 1970-1990, [1 e 2]

#### 4. APRECIÇÃO DA GRAVIDADE DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO PARQUE EDIFICADO E DAS NECESSIDADES DE REPARAÇÃO

Existe uma parcela considerável do parque edificado recente, em especial destinado à habitação, cujo estado de conservação denota significativas deficiências. Deste conjunto destacam-se os edifícios construídos nas décadas de 50 e 60, atendendo a que uma parcela dos mesmos se encontra em fase de degradação progressiva e exibe condições de habitabilidade deficientes. De acordo com o Censos 2001 realizado pelo INE, estima-se que 38% dos edifícios, num total de cerca de 3,2 milhões de edifícios existentes no País, precisem de obras de reparação (fig. 3). Uma parte considerável destes edifícios, cerca de 10%, necessita de obras de reparação profundas. Aproximadamente, 3% dos edifícios encontram-se muito degradados e carecem de obras de reabilitação ou de reconstrução completa para se evitar a simples demolição dos mesmos. Cerca de 9% dos edifícios necessita de obras urgentes, correspondentes a reparações médias a muito grandes, enquanto 37% dos edifícios apresenta a estrutura degradada, pelo que necessitam de significativas obras de reparação caso se pretenda manter a sua utilização.

Nos edifícios de betão armado da primeira geração, constata-se que existe uma parcela destes que apresenta sinais de degradação avançada, muito embora possa ser considerada baixa quando comparada com a parcela de edifícios antigos (anteriores a meados da década de 40) com problemas na respectiva estrutura de alvenaria resistente. No entanto, nos edifícios recentes, os problemas de elevada degradação tem uma incidência muito maior sobre as paredes e caixilharia exterior, bem como sobre as coberturas, podendo-se considerar que atinge os edifícios de toda a segunda metade do século XX, embora com severidade decrescente à medida que se aproxima do final do século (fig. 3). Dos edifícios muito degradados constata-se o elevado valor correspondente ao período 46-60 que se cifra em 3.5%. Verifica-se que, desde a fase inicial de construção dos edifícios de betão armado (década de 40) até ao final do século 20, se situa no período de 45-60 o registo da maior percentagem de edifícios que requerem reparações médias a muito grandes na estrutura, o que pode ser um indício de que os fenómenos associados à corrosão das armaduras e de degradação do betão já se manifestam com apreciável intensidade. As estatísticas disponíveis apresentam valores da relação entre a nº de edifícios ou fogos reabilitados e os da construção nova, mas não os diferenciam em termos da tipologia construtiva, o que torna problemática a avaliação da incidência das acções de reabilitação sobre tipos de construção específicos, em resultado de problemas de anomalias construtivas. Por outro lado, o estado de conservação dos edifícios reflectido nos resultados estatísticos atrás referidos não permitem deduzir qual o tipo de anomalia mais significativa, apenas sendo possível identificar se tal ocorre com

*Durabilidade de edifícios com estrutura reticulada de betão armado associada a paredes de alvenaria de preenchimento*

maior incidência em determinados elementos primários e sobre a estrutura. Consta-se, ainda, que o potencial de reabilitação e conservação no ano de 2001 era muito elevado, quando se compara o total de edifícios existentes com as correspondentes necessidades de reparação (na fig. 3 contabilizam-se as necessidades médias a muito grandes), quer relativas ao total dos edifícios, quer respeitantes ao universo de edifícios construídos após 1960 (ou seja correspondente à geração de edifícios que incorporam na estrutura elementos de betão armado), em particular a parcela de elementos da estrutura e das paredes e caixilharias externas com necessidades de reparação. Porém, a evolução das actividades de reabilitação desde 2001 até 2008 tem sido moderada a baixa (fig. 4), considerando-se que tal não permitiu aliviar essa situação de carência de acções de conservação e de reabilitação, [4].

O número de obras concluídas em edifícios (reabilitações do edificado e construções novas) sofrem no país, desde de 2003, uma lenta e progressiva diminuição, a qual se deve a uma clara redução do número de construções novas a par de uma quase estagnação do número de obras concluídas de reabilitação do edificado, sendo que o peso destas últimas face ao total de obras concluídas nos últimos quinze anos foi sempre inferior a 25%. (variou entre 24,2% em 1996 e 15,8% em 2002), sendo, nos últimos anos, o ligeiro crescimento da sua importância, relativamente à construção nova, atribuível à quebra progressiva desta última em valores absolutos. Refira-se contudo que, sobretudo nestas duas últimas décadas, se avançou com programas de recuperação de áreas habitacionais degradadas, tais como bairros clandestinos e bairros de habitação social muito degradados (fig. 4).

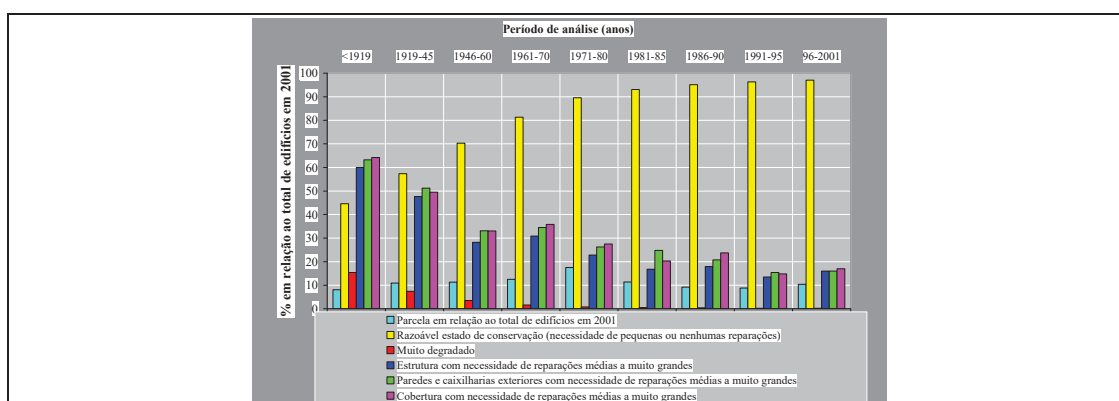


Figura 3 – Percentagem de edifícios existentes em 2001 de acordo com a respectiva idade, o estado de degradação e a conseqüente necessidade de reparação

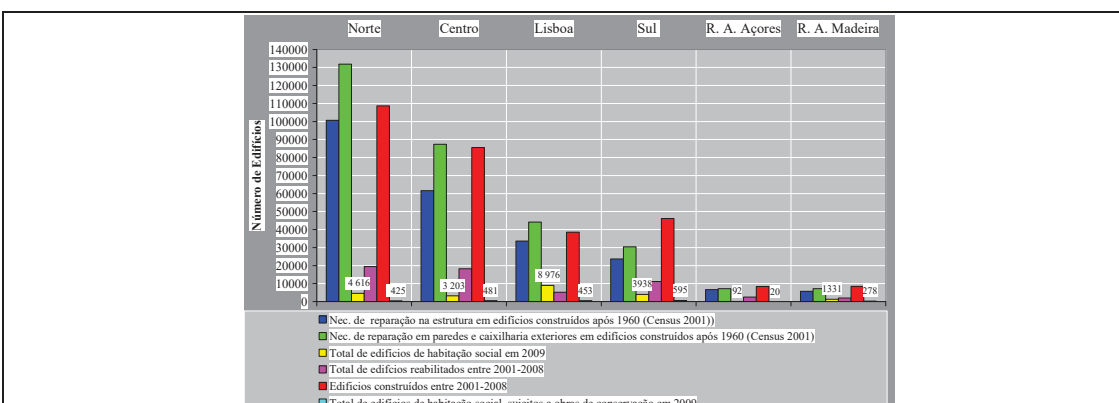


Figura 4 – Dados gerais sobre o número de edifícios com necessidade de reparação e número de edifícios construídos e reabilitados nas principais zonas do País (o número de edifícios de habitação social, existentes e sujeitos a conservação em 2009, encontra-se anotado na figura)

## **5. AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE DAS PAREDES DE ALVENARIA E DOS ELEMENTOS DE BETÃO ARMADO CONFINANTES**

### **5.1 - A vida útil e a durabilidade dos edifícios recentes condicionada pela redução do desempenho face às exigências essenciais**

A durabilidade do conjunto das paredes de alvenaria e dos elementos de betão armado refere-se aqui à sua capacidade em garantir ao longo do tempo um desempenho que satisfaça as exigências essenciais da construção. Porém, convém salientar que o conceito de durabilidade está, na acepção corrente, particularmente associado a processos de deterioração dos materiais ao longo do tempo, embora, como se torna evidente na definição anterior, seja relevante incluir a análise da evolução ao longo do tempo das deficiências construtivas ou funcionais provocadas por acções previstas no projecto (peso próprio, sobrecargas, e acção do vento e dos sismos com intensidade moderada, etc.), que se traduzem no incumprimento de uma ou várias das exigências essenciais das obras; compreensivelmente, por dificuldades práticas, se exclui deste conceito de durabilidade, a capacidade do edifício em fazer face a acções extremas imprevisíveis (vento excepcional, e sismos de elevada magnitude e proximidade, inundações catastróficas, etc.). No entendimento da Directiva dos Produtos da Construção (DPC – Directiva 89/106/CEE), a aptidão ao uso dos produtos de construção passa pela satisfação, durante um prazo economicamente razoável, de exigências estabelecidas como as essenciais, as quais se referem especificamente às obras onde o produto venha a ser incorporado. No âmbito da DPC estabeleceram-se seis exigências essenciais da construção (EEC): resistência mecânica e estabilidade; segurança em caso de incêndio; higiene, saúde e protecção do ambiente; segurança na utilização; protecção contra o ruído; isolamento térmico e economia de energia (adiciona-se ainda a exigência de durabilidade).

Da situação de incerteza que recai sobre a avaliação da durabilidade desses edifícios, designadamente das paredes de alvenaria e dos elementos de betão armado confinantes, deriva a necessidade de se atender ao carácter probabilístico das acções agressivas do meio ambiente, das características dos materiais constituintes dos elementos construtivos e dos respectivos processos de degradação. No que refere à estrutura de betão armado dos edifícios, a respectiva avaliação da durabilidade envolve a determinação da probabilidade de ocorrência de um dado acontecimento, o qual representa o final da vida útil da estrutura. Este acontecimento pode ser descrito como uma função de estado limite  $G(x,t)$ , em que  $x$  representa o vector das variáveis básicas e  $t$  o tempo (sendo  $G(x,t)$  obtida com base na diferença entre a função das variáveis de resistência,  $R(t)$ , e a função das variáveis de carga,  $S(t)$ , ambas dependentes do tempo), [12]. Esta função  $G(x,t)$  caracteriza-se por apresentar um valor negativo quando o acontecimento ocorre. No que respeita aos elementos constituintes das estruturas de betão armado, vale a pena referir que as causas de deterioração mais frequente no betão são diversas, destacando-se as devidas aos seguintes efeitos (EN 1504-9:2008): mecânicos (ex.: carga excessiva, deformações relativos a assentamentos); químicos (ex.: reacção alkali-agregado, acção biológica); e físicos (ex.: acções térmicas, cristalização dos sais, etc.). Por outro lado as causas mais comuns da corrosão de armaduras são relativas à carbonatação; e aos contaminantes corrosivos na mistura (sais de cloreto), ou relativos ao ambiente exterior (ex.: água do mar).

Das anomalias em paredes de alvenaria, são predominantes as situações relativas a fendilhação e a presença de humidade associada a infiltrações de água, e a deficiências funcionais associadas a insuficiência de isolamento térmico e acústico. Nos casos de fendilhação das paredes de alvenaria, tal é frequentemente devida a deformação excessiva dos suportes de betão armado, [9], e a acentuadas deformações induzidas nas paredes, e nos elementos estruturais confinantes, por efeito térmico, [7], em alguns casos potenciada pela utilização de argamassas fracas, associadas a deficientes características de durabilidade (a norma EN 1996-1:2005, preconiza a utilização, em geral, de argamassas da classe superior ou igual a M1 –  $f_{ck}=1$  MPa). Este efeito térmico tem estado relacionado, com frequência, com a aplicação de soluções inadequadas de melhoria do isolamento térmico da envolvente a que se associa a um deficiente comportamento mecânico de paredes de alvenaria. Essa



### *Durabilidade de edifícios com estrutura reticulada de betão armado associada a paredes de alvenaria de preenchimento*

fendilhação que, em ambos os casos, tem um carácter de progressivo agravamento ao longo tempo, para além do deficiente aspecto estético, pode afectar as condições de estanquidade de elementos das fachadas, [8], o que se reflecte de forma negativa na vida útil dos edifícios.

#### **5.2 – Definição de níveis de intervenção e soluções correctivas para garantia da vida útil de edifícios**

Na prática real, a redução gradual do desempenho do edifício recente no que se refere a algumas das exigências essenciais pode processar-se em simultâneo com a verificação de um nível de desempenho satisfatório face a outras exigências essenciais, até que essa redução atinge um limiar a partir do qual as referidas exigências deixam de ser satisfeitas, ou que, devido a uma acção imprevista (ex.: acção do vento excepcional, inundações, sismos, etc.), o desempenho do edifício diminui drasticamente com o incumprimento de algumas das exigências essenciais. As referidas exigências essenciais, designadamente, os limiares de exigência de desempenho, podem também alterar-se durante o período de exploração, em função da própria mudança dos níveis de qualidade e conforto, associados a nova regulamentação. O incumprimento referido corresponde a admitir que uma ou mais das condições que estão associadas a uma determinada exigência se encontra deficientemente satisfeita, sendo eventualmente considerado mais ou menos grave, o que, em conjunto com outros factores respeitantes a condição de edifício classificado como património de salvaguarda ou incluído em área abrangida por grau de protecção especial, pode justificar uma intervenção de reparação ou de reabilitação destinada a repor o desempenho do edifício nos aspectos considerados deficientes. Outros factores que influem na decisão de intervenção e na escolha do respectivo grau podem estar relacionados com a insatisfação dos utentes, ou a garantia de respeito pela relevância pública de edifício não-classificado ou a falta de recursos financeiros para as acções de conservação e reabilitação. No caso de reduzido valor patrimonial do edifício, a dada altura da fase final do período de vida útil previsto, termina a sua utilização e efectua-se a demolição do edifício.

#### **5.3 – Evolução do nível de desempenho ao longo do tempo e as acções de conservação e reabilitação no parque edificado nacional recente**

A geração inicial dos edifícios com estrutura de betão armado com cerca de cinquenta a trinta anos está, presumivelmente, a sofrer um processo de degradação crescente relacionado com a deterioração do betão e com a corrosão das armaduras dos elementos da estrutura e com a fendilhação e presença de humidade em paredes, o qual é indiciado pela diminuição do número de edifícios sem necessidade de reparação à medida que se recua no tempo (conjugando a fig. 5, com os dados da fig. 3 sobre as paredes e a estrutura), que atesta a clara redução do desempenho com o período de tempo de exploração, sendo o padrão de variação semelhante nas diversas regiões do País, (figs. 5 e 6). Contudo, o estado de conservação dos edifícios com estrutura parcial ou total de betão armado, acessível através dos resultados estatísticos atrás referidos (fig. 5), não permite uma indicação aproximada sobre as causas mais prováveis das anomalias. Porém, a experiência de observação sobre os casos de anomalias em edifícios tem revelado que uma percentagem substancial tem origem em situações de fendilhação nas paredes de alvenaria, em alguns casos associadas a infiltração de água pluvial através dessa fendilhação, a par da deterioração dos elementos de betão armado.

Existe, a dificuldade de se estimar, a partir destes resultados, em cada uma das épocas de construção, a parcela de edifícios com necessidade de reparação médias a muito grandes (fig. 4) que possam corresponder, simultaneamente, a situações de deficiente resistência e vulnerabilidade sísmica. Tal dificuldade ainda é mais reforçada pelo facto de algumas situações de vulnerabilidade e resistência sísmica não estarem forçosamente associadas, de forma directa, a sinais aparentes de degradação na estrutura, mas serem antes resultantes de situações de irregularidade em planta e em altura da distribuição das alvenarias, ou de edifícios anteriores a regulamentação especificamente dirigida à construção anti-sísmica. Acresce ainda, no que se refere à resistência sísmica destes edifícios que, tal como se refere na norma NP EN 1998-1:2010 (EC8 - 4.3.6.2), em geral existem incertezas relativas ao comportamento das paredes de alvenaria de preenchimento, nomeadamente, a variabilidade das suas



propriedades mecânicas e das suas condições de ligação à estrutura confinante, assim como a variabilidade dos danos sofridos durante eventuais sismos anteriores (pretende-se incluir nestas considerações, sobretudo, os sismos de pequena intensidade que originam danos ligeiros nas paredes de alvenaria do edifício e que não são objecto de reparação).

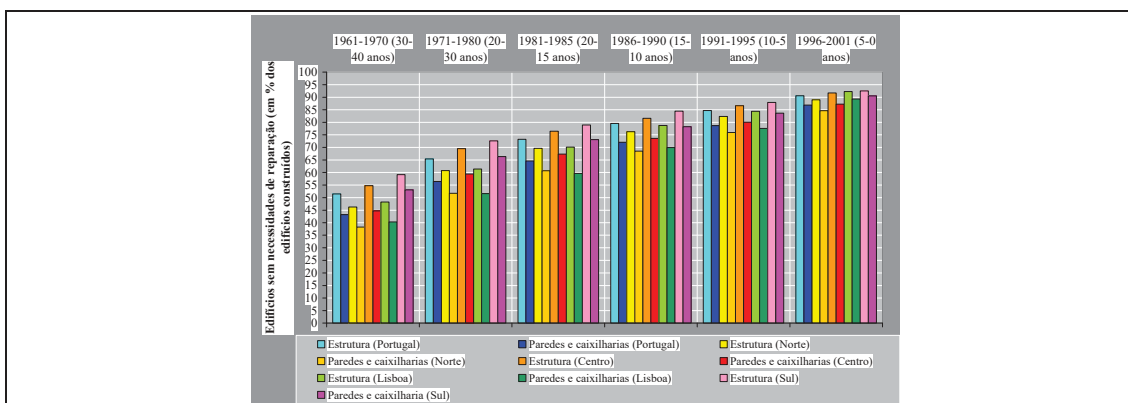


Figura 5 – Edifícios sem necessidade de reparação nos diversos elementos de construção e por regiões do País (em % do total de edifícios construídos no período em análise)

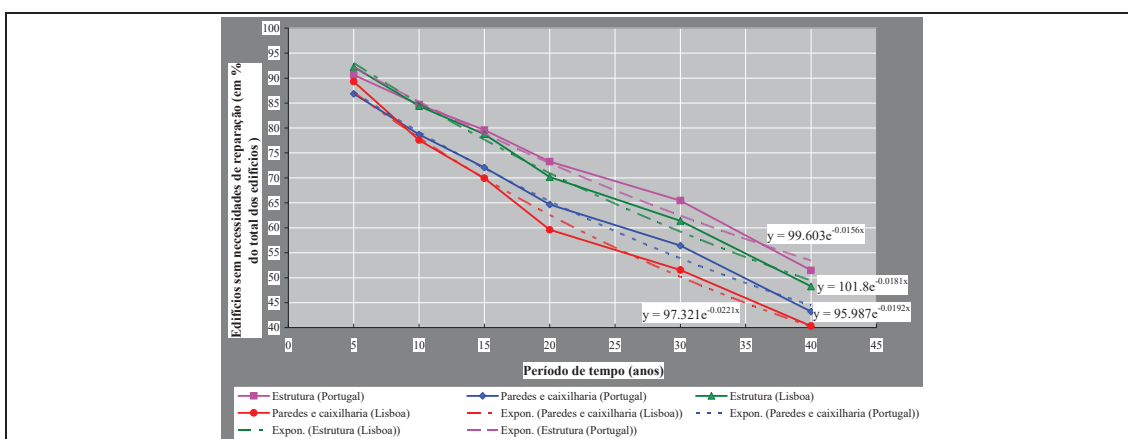


Fig. 6 - Estimativa aproximada do padrão da evolução do valor da percentagem de edifícios sem necessidade de reparação na estrutura e nas paredes e caixilhariás exteriores em função da idade do edifício baseada nos resultados obtidos no Censur 2001 (em % do total de edifícios construídos na época)

No que se refere às deficiências funcionais, convém salientar que uma parcela considerável do parque edificado nacional recente foi construída antes da existência de regulamentação relativa à segurança contra incêndio, à protecção contra o ruído, ao desempenho térmico dos edifícios e aos sistemas energéticos de climatização, pelo que se constata que muitos desses edifícios apresentam características deficientes de segurança contra incêndios, isolamento sonoro, qualidade térmica e eficiência energética. Trata-se, em particular, de edifícios cuja envolvente dispõe em muitos casos de um insuficiente isolamento térmico, o que justifica a adopção de adequadas medidas de reabilitação térmica e energética.

## 6 - CONCLUSÕES

### *Durabilidade de edifícios com estrutura reticulada de betão armado associada a paredes de alvenaria de preenchimento*

A durabilidade dos elementos de construção de edifícios recentes é condicionada pela evolução ao longo do tempo do respectivo desempenho face às exigências essenciais, o qual depende da sua capacidade para fazer face à diversidade de acções e agentes de degradação, cujo impacto em termos de processos de deterioração e de surgimento de anomalias apresenta características de certa variabilidade. Nos edifícios recentes, baseados em estrutura reticulada de betão armado associada a paredes de alvenaria de preenchimento, verifica-se a ocorrência dum número crescente de situações de patologia funcional e construtiva que afectam, quer os elementos estruturais de betão, quer os elementos não estruturais, nomeadamente as paredes de alvenaria de preenchimento da envolvente, comprometendo as condições de habitabilidade e por vezes de segurança, e contrariando a expectativa, assumida ao nível de projecto destes edifícios, de um desempenho adequado ao longo da prevista vida útil.

Os resultados estatísticos sobre o elevado potencial relativo às necessidades de reparação do parque edificado recente, em contraponto com uma insuficiente taxa de realização de correspondentes acções de conservação e reabilitação, torna imperativo um maior ritmo de realização dessas acções, essencialmente destinadas a melhorar as referidas condições de segurança, habitabilidade, e durabilidade, aproximando-as dos padrões regulamentares actuais.

### **REFERÊNCIAS**

- [1] - INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA, INE - Estatísticas da Construção e da habitação. Lisboa, 1988.
- [2] - INE - Estatísticas da Construção de Edifícios. Licenciamento/Habitação. Lisboa, 1997.
- [3] - INE – Censos 2001: IV Recenseamento Geral da Habitação, Resultados Provisórios. Lisboa, 2002.
- [4] - INE - Estatísticas da Construção e Habitação. Lisboa, 2008.
- [5] - INE -Caracterização da Habitação Social em Portugal (2009). Lisboa, Julho 2010.
- [6] - MIRANDA DIAS, J.L - Movements in masonry walls caused by temperature and moisture changes. 6<sup>th</sup> International Masonry Conference, Londres, Novembro de 2002, p. 86-94.
- [7] MIRANDA DIAS, J.L - Fendilhação de paredes de alvenaria associada à ocorrência de infiltrações de água da chuva. Comunicação ao 3º ENCORE, Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios. Lisboa, LNEC, Maio de 2003, Vol. 2, p. 1129-1138.
- [8] - MIRANDA DIAS, J.L. – Factores de degradação com influência na vida útil e na formulação de acções de conservação de elementos de alvenaria e metálicos da envolvente de edifícios recentes. Comunicação ao 3º Congresso Nacional de Construção (Construção 2007), FCTUC, Coimbra, Dezembro de 2007.
- [9] - MIRANDA DIAS, J.L. – Fendilhação de paredes de alvenaria relacionada com a deformação dos elementos de apoio de betão armado. Cadernos de Edifícios, CAD 5 – Conservação e Reabilitação de edifícios recentes. Lisboa, LNEC, 2010 (no prelo).
- [10] - JOSÉ AGUIAR, REIS CABRITA, JOÃO APPLINGTON – Guião de Apoio à reabilitação de edifícios habitacionais, vol. I e II. Lisboa, LNEC, 1997.
- [11] - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO), “Building and constructed assets – Service life planning, ISO 15686 (Part 1: General principles, 2000, ISO 15686-1; Part 2: Service life prediction procedures, 2001, ISO 15686-2; Part 3: Performance audits and reviews, 2002, ISO 15686-3; Part 6: Procedures for considering environmental impacts, 2004, ISO 15686-6; Part 7: Performance evaluation for feedback of service life data, 2006, ISO 15686-7).
- [12] - P. JERNBERG, C. SJÖSTRÖM, M.A. LACASSE, E. BRANDT, T. SIEMES. Guide and Bibliography to Service Life and Durability Research for Buildings and Components: Part I – Service Life and Durability Research. CIB W080 / RILEM TC 140, 2004.