

VISÃO INTEGRADA DA REABILITAÇÃO



Paulina FARIA
Professora Associada
FCT, Universidade Nova de Lisboa



Carlos CHASTRE
Professor Auxiliar
FCT, Universidade Nova de Lisboa

SUMÁRIO

A reabilitação de um edifício tem muitas vezes de ser analisada e efetuada tendo em conta os edifícios vizinhos e a envolvente. No caso particular da reabilitação de um edifício, à partida devem considerar-se, de forma integrada, todos os requisitos que não são cumpridos face aos padrões atuais. Com base nessa análise, e tendo em conta muitas vezes condicionantes vários, que vão desde estéticos, técnicos, culturais a económicos, e que dependem em larga medida das tipologias construtivas, a intervenção tem de ser cuidadosamente concebida, preparada e executada.

Apresentam-se sinteticamente as tipologias construtivas mais correntes, o contexto legislativo português da construção e específico da reabilitação. Efetua-se uma análise à legislação vigente, detalhando com maior detalhe o Regime Especial da Reabilitação Urbana, que possibilita dispensas de cumprimentos regulamentares mas apenas relativos a aspetos construtivos. Por esse motivo apresenta-se também uma síntese de aspetos relativos à segurança estrutural na reabilitação de edifícios com tipologias correntes. Pretende-se, através desta síntese, contribuir para uma visão mais integrada da reabilitação.

1. TIPOLOGIAS CONSTRUTIVAS MAIS CORRENTES

Por todo o país mas com particular incidência em zonas urbanas mais densas, existem inúmeros edifícios, com tipologias construtivas diversificadas, que apresentam necessidades prementes de reabilitação das paredes, a diversos níveis. Por esse motivo, e a título introdutório, apresenta-se uma síntese muito resumida das tipologias mais correntes de edifícios, particularmente ao nível das paredes. Separam-se essas tipologias em dois grupos: com menos e com mais de 30 anos.

1.1. Edifícios com menos de 30 anos

Entre as tipologias construtivas mais frequentes no parque edificado nacional surgem, com menos de 30 anos, os edifícios com estrutura reticulada de betão armado e paredes de preenchimento em alvenaria de tijolo cerâmico furado ou, com menor expressão, de blocos de

betão vazados. Estas alvenarias de preenchimento podem ser simples ou duplas, conter ou não isolamento térmico, ou térmico e acústico. No caso das paredes simples o isolamento, a existir, pode estar aplicado pelo exterior ou pelo interior (neste caso com interrupções). Mais esporadicamente surgem também edifícios com paredes de betão armado. As alvenarias simples com isolamento térmico (maioritariamente pelo exterior) constituem situações relativamente recentes.

No caso de paredes duplas, o isolamento pode preencher parcialmente ou totalmente a caixa de ar. Neste último caso não garante o cumprimento da função principal para a qual a parede dupla foi concebida, que é o corte hídrico face à água da chuva (obviamente associado a caleira de recolha e drenagem de água que atravesse o pano exterior). Para além da zona corrente das paredes existem ainda outras áreas de parede, como as correspondentes aos elementos estruturais.

Quando o isolamento térmico não está à superfície, o revestimento das paredes é geralmente constituído por rebocos de argamassa de ligantes inorgânicos (cimentos, cais), maioritariamente com sistemas de pintura. Por vezes o reboco é apenas de regularização e o acabamento é constituído por revestimento com elementos cerâmicos ou de pedra. Quando o isolamento está a revestir a superfície exterior da parede recorre-se frequentemente a revestimentos mistos, de ligantes minerais e orgânicos (resinas), em sistemas designados como ETICS. Quando o isolamento térmico reveste a superfície interior da parede, sem continuidade comparativamente à situação anterior, recorre-se frequentemente a revestimento de acabamento com placas de gesso cartonado. Em alternativa, essencialmente no exterior, recorre-se a revestimentos independentes da parede de suporte, que garantem uma lâmina de ar ventilada entre a superfície exterior do isolamento térmico (e eventualmente acústico) e as placas de revestimento, que podem ser em distintos materiais. Na gíria este tipo de paredes revestidas designa-se por “fachada ventilada”.

1.2. Edifícios com mais de 30 anos

Os edifícios com mais de 30 anos, por sua vez, também se dividem em diversas tipologias. Em ordem cronológica inversa surgem os edifícios com estrutura reticulada (mas calculada de forma distinta dos edifícios com menos de 30 anos) e paredes simples ou duplas de alvenaria de tijolo furado mas sem isolamento térmico e acústico. Mais esporadicamente surgem também edifícios com paredes monolíticas de betão armado, mas dimensionadas de forma diferente da utilizada em edifícios do mesmo tipo mas com menos de 30 anos. Recuando um pouco no tempo surgem edifícios de estrutura reticulada de betão armado mas ainda com paredes resistentes de alvenaria de tijolo maciço ou perfurado e, ainda antes, edifícios sem estrutura reticulada e constituída apenas por paredes resistentes. Essa tipologia é conhecida na gíria por edifícios de placa por terem correntemente lajes de betão armado assentes nas alvenarias resistentes.

Recuando mais no tempo temos então alvenarias resistentes de diversos tipos mas essencialmente as de pedra (e outros materiais diversos) argamassadas, conhecidas na gíria como alvenarias “ordinárias”. Estas, com algumas diferenciações, estão presentes nas paredes de edifícios Gaioleiros, antes em edifícios Pombalinos e ainda em edifícios anteriores. No caso particular dos edifícios Pombalinos, estas alvenarias foram também utilizadas no preenchimento da conhecida estrutura tridimensional Pombalina, em madeira. Já desde antes destas épocas surgem também as alvenarias de adobe e as paredes monolíticas de taipa. Em paredes não resistentes, contemporâneas a todas estas tipologias referidas, surgem também as paredes de tabique, com estrutura de madeira, fasquiados também de madeira ou canas e preenchimento e revestimento de argamassa. Em todas estas tipologias de edifícios a estrutura de pavimentos e de cobertura é geralmente em madeira; no caso das coberturas planas é geralmente em alvenaria – arcos, abóbadas e abobadilhas, que por vezes também são utilizados nos tetos dos pisos térreos.

Nestas tipologias de paredes os seus revestimentos são maioritariamente constituídos por rebocos de argamassas de ligantes inorgânicos, muitas vezes pintados ou, nos mais antigos, caiados. Mas também aqui por vezes o reboco é apenas de regularização e o acabamento é constituído por revestimento com elementos cerâmicos ou de pedra, natural ou artificial.

2. CONTEXTO LEGISLATIVO DAS CONSTRUÇÕES

Relativamente à legislação em vigor nos últimos anos, e sem se ser exaustivo, pode referir-se a legislação estrutural relativa ao betão armado, que sofreu alterações significativas precisamente há pouco mais de 30 anos, com a entrada em vigor do RSA e do REBAP. Estes regulamentos consideraram, de forma integrada, os requisitos de resistência a sismos. Só mais tarde surgiram os Eurocódigos estruturais que incluíram por exemplo a construção mista e as alvenarias resistentes.

Relativamente à regulamentação térmica, o primeiro Regulamento das Características de Comportamento Térmico de Edifícios (RCCTE), entrou em vigor em 1990, tendo sofrido uma alteração substancial em 2006, aquando da entrada em vigor, a nível Europeu, da certificação energética - Directiva 2002/91/CE (EPBD - Desempenho Energético dos Edifícios) [1]. A essa data, para além do RCCTE (para edifícios essencialmente de habitação) [2], surgiu o Sistema de Certificação Energética (SCE) que definiu a própria certificação energética dos edifícios [3]. Em 2013 os correspondentes decretos-lei foram revogados, para transposição para a legislação nacional do definido na Directiva 2010/31/EU [4]. Segundo esta directiva definem-se os edifícios com necessidades quase nulas de energia como sendo edifícios cujas necessidades de energia deverão ser cobertas em grande medida por energia proveniente de fontes renováveis, incluindo energia produzida no local ou nas proximidades. As medidas destinadas a melhorar o desempenho energético dos edifícios deverão ter em conta as condições climáticas e locais, bem como o ambiente interior e a rentabilidade económica. O desempenho energético dos edifícios deverá ser calculado com base numa metodologia que poderá ser diferenciada a nível nacional e regional. Esta metodologia abrange, assim, para além das características térmicas, outros fatores com influência crescente, como as instalações de aquecimento e ar condicionado, a aplicação de energia proveniente de fontes renováveis, os sistemas de aquecimento e arrefecimento passivo, os sombreamentos, a qualidade do ar interior, a luz natural adequada e a conceção dos próprios edifícios. O SCE e o RCCTE foram então substituídos pelo definido no Decreto Lei n.º 118/2013 [5], que definiu o novo SCE e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH), com a portaria que define a sua aplicação a edifícios novos e a grandes intervenções [6] e diversos despachos associados.

Relativamente à regulamentação acústica, a primeira versão do Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE) [7] data de 2002. Em 2006 foi transposta para a lei Portuguesa a Directiva 2002/49/CE [8] através do Decreto Lei n.º 146/2006 [9]. Foi então publicado o Regulamento Geral sobre o Ruído (RGR) [10] e um seu aditamento [11], e republicada nova versão de 2008 do RRAE [12].

Enquanto a regulamentação térmica é essencialmente baseada no projeto e sua verificação durante a obra, a verificação do cumprimento da regulamentação térmica baseia-se em medições efetuadas após o edifício estar concluído. No entanto, mesmo a certificação energética é aplicada a edifícios existentes.

Quanto à regulamentação de segurança contra incêndio encontra-se atualmente em vigor regulamentação específica para edifícios, consubstanciada no Decreto Lei n.º 220/2008 que define o Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios [13] e na Portaria n.º 1532/2008 que especifica o Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios [14].

Muito mais antigos que todos estes mas ainda em vigor, embora com muitas alterações devido a regulamentação posterior, surge o Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU) [15].

3. CONTEXTO LEGISLATIVO DA REABILITAÇÃO DAS CONSTRUÇÕES

O Decreto-Lei n.º 307/2009 [16] estabeleceu o Regime Jurídico da Reabilitação Urbana. Este foi posteriormente alterado pela Lei n.º 32/2012 [17], com vista a agilizar e dinamizar a sua aplicação. À data estabeleceu-se que a reabilitação urbana era efetivamente “um objetivo estratégico e um desígnio nacional para o qual devem ser canalizados esforços consideráveis, tanto pelo Estado como pelos particulares” [17], por diversas razões (incluindo económicas, turísticas e sociais). Esta situação era fundamentada pelo facto de, já à data, a reabilitação do

edificado existente em Portugal representar apenas cerca de 6,5% do total da atividade do sector da construção, encontrando-se bastante aquém da média europeia, situada nos 37%. Existiam em 2012 cerca de dois milhões de fogos a necessitar de recuperação, que correspondiam a 34% do parque habitacional nacional [18], situação que não sofreu alteração significativa face à atualidade.

De acordo com o regime específico de proteção do edificado existente, era permitida a não observância de normas legais ou regulamentares supervenientes à construção originária, desde que a operação de reabilitação urbana não originasse ou agravasse a desconformidade com essas normas ou permitisse mesmo a melhoria generalizada do estado do edifício.

Mas pretendia-se flexibilizar e simplificar os procedimentos de criação de áreas de reabilitação urbana, criando um procedimento simplificado de controlo prévio de operações urbanísticas e regulando a reabilitação urbana de edifícios ou frações. Pretendia-se também ter aplicação mesmo quando estes edifícios ou frações estavam localizados fora de áreas de reabilitação urbana, tivessem sido construídos e concluídos há pelo menos 30 anos e considerar-se justificarem uma intervenção de reabilitação destinada a conferir-lhes adequadas características de desempenho e de segurança [18].

Contextualizando que esta legislação “inscreve-se num amplo e profundo conjunto de reformas centrado na aposta clara (...) na redução do endividamento das famílias e do desemprego, na promoção da mobilidade das pessoas, na requalificação e revitalização das cidades e na dinamização das atividades económicas associadas ao setor da construção” [18], foi então criada uma comissão redatora, com a missão de elaborar um projeto de diploma que estabelecesse as «Exigências Técnicas Mínimas para a Reabilitação de Edifícios Antigos», que se designou como Regime Excepcional para a Reabilitação Urbana (RERU) [19].

Foi definido que “este regime excepcional e temporário tem como objetivo, em complemento das medidas consagradas no Decreto-Lei n.º 307/2009, de 23 de outubro, com a redação dada pela Lei n.º 32/2012, de 14 de agosto, dispensar as obras de reabilitação urbana da sujeição a determinadas normas técnicas aplicáveis à construção, quando as mesmas, por terem sido orientadas para a construção nova e não para a reabilitação de edifícios existentes, possam constituir um entrave à dinamização da reabilitação urbana” [18]. “Em situações devidamente tipificadas e, nomeadamente, quando as obras necessárias ao cumprimento desses normativos (...) requeiram a aplicação de meios económico-financeiros desproporcionados, desde que tal seja justificado e fundamentado pelos técnicos habilitados, nos termos da Lei n.º 31/2009, de 3 de julho” [18], será possível a dispensa do cumprimento de algumas normas vigentes.

O trabalho desenvolvido por uma Comissão onde intervieram, entre outros, representantes do LNEC, resultou na publicação do Decreto-Lei n.º 53/2014, de 8 de abril [19], que “visa a adoção de medidas excecionais e temporárias de simplificação administrativa, que reforçam o objetivo de dinamização, de forma efetiva, dos processos administrativos de reabilitação urbana, entendendo-se esta como uma área diversa da construção nova, devendo, nesse sentido, ser olhada e regulada de acordo com a sua diversidade” [19].

Ficou assim legislada a possibilidade de dispensa da observância de disposições técnicas cujo cumprimento importa custos incombíveis e que não se traduzem numa verdadeira garantia da habitabilidade do edificado reabilitado. A referida dispensa incide, designadamente no âmbito de RGEU [15], sobre aspetos relacionados com áreas mínimas de habitação, altura do pé-direito ou instalação de ascensores. Do mesmo modo, o presente regime prevê a possibilidade de dispensa de observância de determinados requisitos resultantes dos regimes jurídicos em vigor sobre: acessibilidades, segurança contra incêndios, eficiência energética, qualidade térmica e certificação energética dos edifícios, requisitos acústicos, instalações de gás e infraestruturas de telecomunicações em edifícios.

Relativamente à salvaguarda estrutural, define apenas o Artigo 9º que as “intervenção em edifícios existentes não podem diminuir as condições de segurança e de salubridade da edificação nem a segurança estrutural e sísmica do edifício” [19]. E sempre com base no termo de responsabilidade do respetivo projetista.

4. SITUAÇÃO ATUAL E ANÁLISE FACE À LEGISLAÇÃO VIGENTE

Relativamente à maior parte da legislação construtiva existente, o seu cumprimento só passa a ser necessário quando se realizam intervenções de reabilitação consideradas “grandes”, que geralmente integram intervenções a níveis estrutural para reformulação de áreas de permanência de pessoas. É por exemplo o caso da regulamentação térmica.

Uma vez que a primeira regulamentação térmica nacional só foi publicada em 1990, os edifícios com mais de 25 anos necessitam claramente de reabilitação térmica para poderem cumprir requisitos de conforto atuais e para minorarem situações de patologia. Como a regulamentação térmica em vigor tem vindo a aumentar o nível de requisitos, mesmo muitos edifícios com pouco mais de 10 anos melhorariam as suas condições de conforto térmico, minorariam a suscetibilidade a situações patológicas, nomeadamente ao nível de condensações, e, considerando que o conforto que não atingem por condições passivas seria complementado por soluções ativas de aquecimento e de arrefecimento, reduziriam os consumos energéticos correspondentes.

No caso particular de paredes simples ou duplas sem isolamento térmico, em vários concelhos do país essas alvenarias, assim como as áreas correspondentes aos elementos estruturais, não cumprem a regulamentação atual. No caso de paredes duplas com isolamento térmico preenchendo parcialmente a caixa de ar, muitas vezes não é cumprida a relação regulamentar entre a zona corrente de parede e as zonas dos elementos estruturais. Esse incumprimento, mantendo zonas por onde o fluxo de calor tem mais facilidade em progredir, são designadas por pontes térmicas. Pode assim aumentar o risco de anomalias por ocorrência de condensações superficiais.

Relativamente ao conforto acústico, mesmo edifícios com menos de 30 anos apresentam muitas vezes situações não regulamentares quanto a sons aéreos, a maior parte das vezes associadas a soluções construtivas muito vazadas e leves, ao nível de paredes e principalmente de pavimentos, e nestes também frequentemente quanto a sons de percussão.

No caso particular de edifícios com menos de 30 anos, de um modo geral os aspetos de segurança em situação de sismo estão assegurados, uma vez que já foram construídos considerando e garantindo o cumprimento desses requisitos, segundo a legislação referida (RSA e REBAP, no caso mais corrente de edifícios com estrutura em betão armado, ou os Eurocódigos estruturais). Mas obviamente isto mesmo assim depende do tipo de intervenção a realizar na sua reabilitação.

Como o RERU [19] aplica-se principalmente a edifícios com pelo menos 30 anos, isto significa que todo este património foi edificado antes da entrada em vigor do RSA e do REBAP, que constituem os primeiros regulamentos que consideraram, de uma forma integrada, os requisitos de segurança sísmica. E este facto constitui uma diferença substancial e muito importante. Todo este património foi também construído em épocas em que, da legislação construtiva referida na secção 2, apenas estava em vigor o RGEU [15].

5. REGIME ESPECIAL DE REABILITAÇÃO URBANA

O Regime Especial de Reabilitação Urbana (RERU) [19] “estabelece um regime excecional e temporário a aplicar à reabilitação de edifícios ou de frações, cuja construção tenha sido concluída há pelo menos 30 anos ou estejam localizados em áreas de reabilitação urbana, sempre que estejam afetos ou se destinem a ser afetos total ou predominantemente ao uso habitacional”. Para análise da legislação relativa ao RERU [19] recomenda-se a sua contextualização. O legislador define que, “ao invés de uma aposta em novas construções, (...) privilegia a reabilitação através de operações urbanísticas de conservação, alteração, reconstrução e ampliação, enquanto soluções mais adequadas à atual realidade do país” [19]. Pretende promover “o regresso das populações aos centros históricos dos aglomerados urbanos, que se encontram hoje despovoados e envelhecidos” [19].

O RERU [19] aplica-se, assim, a operações de reabilitação, e considera a possibilidade das seguintes operações urbanísticas: obras de conservação; obras de alteração; obras de reconstrução; obras de construção ou de ampliação, na medida em que sejam condicionadas por circunstâncias preexistentes que impossibilitem o cumprimento da legislação técnica

aplicável, desde que não ultrapassem os alinhamentos e a cêrcea superior das edificações confinantes mais elevadas e não agravem as condições de salubridade ou segurança de outras edificações; alterações de utilização. Como só é aplicável a edifício ou fração que se destine a ser afeto, predominantemente, a uso habitacional, este terá de ter pelo menos 50% da sua área destinada a habitação e a usos complementares, designadamente, estacionamento, arrecadação ou usos sociais.

Neste contexto, o RERU [19] prevê a possibilidade de “dispensa temporária do cumprimento de algumas normas previstas em regimes especiais relativos à construção, desde que, em qualquer caso, as operações urbanísticas não originem desconformidades, nem agravem as existentes” e “contribuam para a melhoria das condições de segurança e salubridade do edifício ou fração” [19]. Este regime temporário está limitado a 9 de Abril de 2021. De qualquer modo não podem ser colocadas em causa a estabilidade e a segurança estrutural dos edifícios. Assim, não há qualquer simplificação ou dispensa relativas a intervenções de reforço estrutural.

Uma aplicação estrita do RERU [19], com base em termo de responsabilidade de engenheiro civil pouco ético, pode constituir uma perda de oportunidade de proceder também a um reforço estrutural, que possa implementar melhorias no comportamento face ao efeito de sismos. Assim considera-se ser fundamental a sensibilização, relativamente ao risco sísmico existente em várias tipologias de edifícios, que os profissionais de engenharia civil devem realizar junto de todos os intervenientes com poder decisório.

Para facilitar a aplicação do RERU [19], várias entidades colaboraram na edição de um guia prático [20].

5.1. RERU, RGEU e RLA

Alguns requisitos do RGEU [15] podem ser dispensados, desde que se garantam dois princípios: a proteção da propriedade privada adjacente e a segurança de pessoas e bens. São exemplos: altura máximas de degraus, área mínima de instalações sanitárias, área mínima do fogo, área mínima dos compartimentos de habitação e relação entre dimensões, área mínima dos vãos e sua distância mínima a obstáculo, pé-direito mínimo, habitação em cave e sótãos, iluminação e ventilação, largura dos corredores, largura mínima do lance de escadas, obrigatoriedade de elevadores e dimensão mínima dos logradouros.

Intervindo diretamente nas paredes e relativamente à organização interior das habitações, legislado pelo RGEU [15], veja-se o caso de uma fracção de habitação T2 do exemplo da Figura 1 (esq.), com incumprimento relativo a: área bruta, áreas úteis dos compartimentos habitáveis, largura mínima do corredor de circulação, relação de largura/comprimento de compartimento, compartimento sem vãos com contacto directo com o exterior, acesso à instalação sanitária, equipamento sanitário [20]. O estrito cumprimento do RGEU [15] transformaria o T2 num T0 (Figura 1 - centro). O RERU [19], admitindo não existirem constrangimentos estruturais, permite situações como a exemplificada na Figura 1 (direita), em que: o T2 se transforma num T1, todos os compartimentos habitáveis ficam com vãos para o exterior, a instalação sanitária fica com mais equipamento e mais espaço, o corredor fica mais largo e os compartimentos principais passam a ter maior área útil.

Da mesma forma, segundo o RERU [19] essa instalação sanitária está dispensada do cumprimento das Normas Técnicas de Acessibilidade do Regime Legal de Acessibilidades (RLA) [21] e, nomeadamente, não tem de ter obrigatoriamente uma zona livre de manobra que permita a rotação de 360°. Relativamente ao pé direito, a alteração de uma fração com uso de habitação para uso comercial, segundo o RGEU [15], obriga a ter um pé direito livre de 3,0 m; o RERU [19] não obriga a essa eventual alteração.

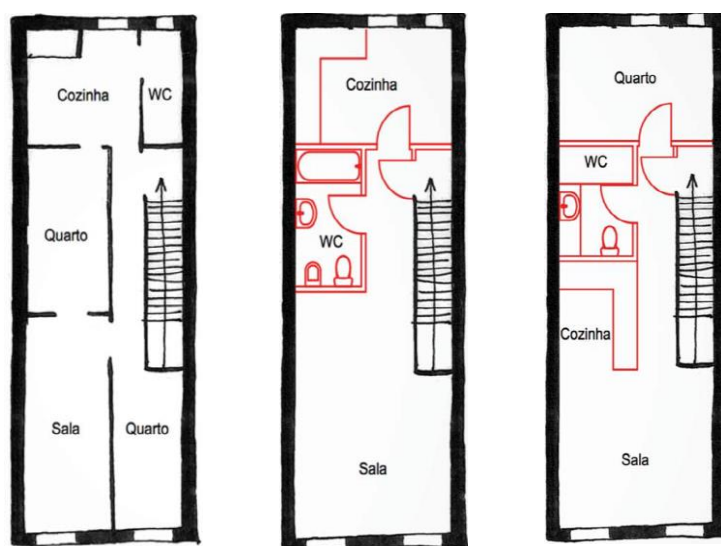


Figura 1 : Fracção de habitação T2 existente (esq.), intervenção cumprindo o RGEU, transformando-a num T0 (centro) ou num T1 (dir.), neste caso cumprindo o RERU [20]

Quanto à forma e dimensão dos compartimentos, o cumprimento do RGEU [15] obriga a que o comprimento não ultrapasse o dobro da largura e que seja possível inscrever um círculo de 2,70 m no interior de cada compartimento. O RERU [19] permite não cumprir essas condições, possibilitando aproveitar toda a área disponível resultante da junção de compartimentos, assumindo não existirem constrangimentos estruturais à reorganização interna da habitação (Figura 2).

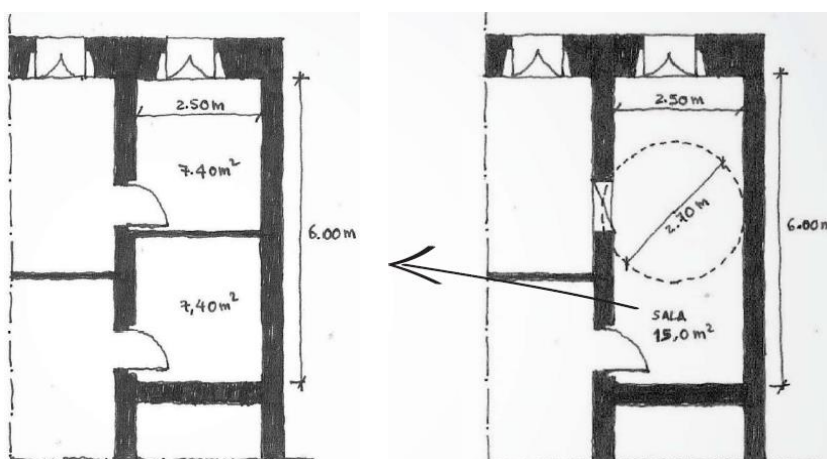


Figura 2: Possibilidade de junção de compartimentos segundo o RERU, com incumprimento perante o RGEU [15]

Quanto à área de vãos envidraçados dos compartimentos resultantes da junção de compartimentos com áreas muito reduzidas, o cumprimento do RGEU [15] no que respeita à área de envidraçados pode não ser respeitado, desde que se garanta não exceder uma área correspondente ao decuplo da área dos vãos de iluminação (Figura 3).

Para juntar um quarto com uma copa, por exemplo, para criar uma cozinha, o RGEU [15] obriga a um afastamento mínimo de 3 m entre a janela e o obstáculo fronteiro, como seja um muro. Quando essa condição não é cumprida, inviabiliza a intervenção pois seria necessário recuar a fachada. O RERU [19] elimina a necessidade de cumprimento dessa condição.

O Guia do RERU [20] recomenda que “quando não for possível satisfazer as exigências de dimensionamento do RGEU (...) sejam utilizadas como referência, sempre que for

tecnicamente viável, as condições mínimas de habitabilidade previstas na portaria n.º 243/84, de 17 de Julho (definidas para efeitos de reabilitação de edifícios clandestinos) ”.

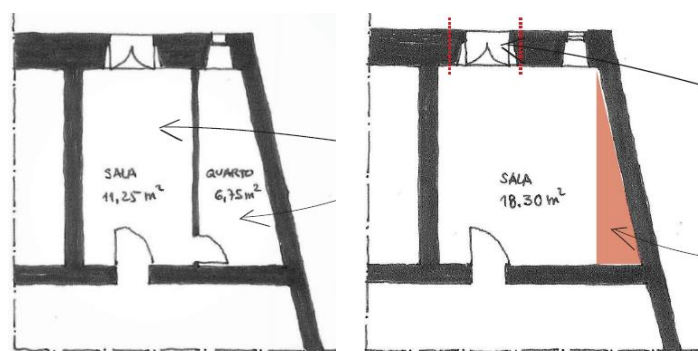


Figura 3: Possibilidade de junção de compartimentos, sem necessidade de alteração dos vãos na fachada do edifício, cumprindo requisitos mínimos do RERU, embora em incumprimento com o RGEU [20]

São também possíveis exceções ao RLA [21] em situações relativas ao acesso por meios mecânicos aos diferentes pisos, largura e dimensão dos patamares de escadas, largura mínima dos corredores e obrigatoriedade de rampas.

Por exemplo um edifício estreito com 5 pisos pode ficar dispensado do cumprimento das normas técnicas de acessibilidades desde que seja efectivamente comprovada a melhoria das condições de segurança e salubridade e seja garantida uma solução de engenharia de segurança contra incêndio para flexibilizar as normas relativas à largura das escadas. No exemplo da Figura 4 a aplicação do RERU [19] viabiliza a reabilitação do edifício de habitação.

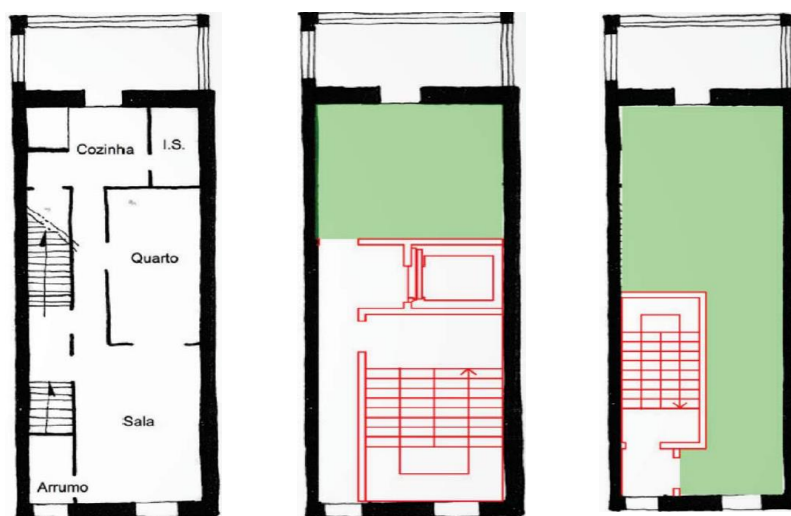


Figura 4: Exemplo de edifício existente com mais de 30 anos (esq.), alteração cumprindo o RGEU (centro) e possibilidade de alteração ao abrigo do RERU (dir.) [20]

5.2. Projeto de especialidades

As obras de reabilitação urbana podem ficar isentas da aplicação da certificação da eficiência energética e qualidade térmica, do cumprimento de requisitos acústicos e da obrigatoriedade de instalação de redes de gás, desde que esteja prevista outra fonte energética. É ainda excluída a obrigatoriedade de instalação de infraestruturas de telecomunicações em edifícios, mantendo obrigatória a instalação das infraestruturas comuns ao edifício e um ponto na fração.

5.2.1. Eficiência energética, qualidade térmica e segurança em situação de incêndio

Relativamente aos requisitos mínimos de eficiência energética e de qualidade térmica, o RERU [19] possibilita a dispensa em situações em que existe incompatibilidade técnica, funcional ou de valor arquitetónico, devidamente justificada por termo de responsabilidade do projetista. Este pode ainda justificar questões de viabilidade económica, inclusive relativamente à instalação de sistemas solares para águas quentes sanitárias ou formas alternativas e renováveis de produção de energia.

Mesmo numa grande intervenção o RERU [19] dispensa o cumprimento das exigências do REH [5] desde que “se mantenha o nível de qualidade térmica do edifício original”. No entanto existem diversas possibilidades de intervenção. O próprio Guia do RERU [20] apresenta exemplos de possibilidades de intervenção de reabilitação térmica em paredes. A escolha da solução mais apropriada, de entre as soluções possíveis, depende de vários fatores condicionantes, grande parte deles diretamente relacionados com a tipologia construtiva das paredes do edifício em questão.

A aplicação de isolamento em paredes exteriores pode constituir não só uma reabilitação térmica mas também acústica, face ao ruído do exterior, dependendo das características do material de isolamento escolhido. Nestas situações, a escolha por aglomerados de cortiça ou por lãs minerais é benéfica face a isolamentos sintéticos.

Sempre que seja possível, deve avaliar-se a possibilidade de aplicação de sistemas de isolamento e revestimento das paredes pelo exterior. As opções dividem-se geralmente na aplicação dos sistemas genericamente designados por ETICS (External Thermal Insulation Composite System) ou dos sistemas que se costumam designar como “fachadas ventiladas”, referidos em 1.1.

Os sistemas ETICS são constituídos pela aplicação de uma camada de isolamento térmico e de um revestimento, que geralmente é constituído por várias camadas delgadas e que é estanque à água. A camada de isolamento térmico pode ser constituída por placas coladas e fixadas mecanicamente à parede ou por uma argamassa térmica projetada contra a parede. A argamassa térmica tem a vantagem de facilitar a aplicação mesmo em paredes curvas, embora a espessura final tenha de ser rigorosamente cumprida (e verificada) em obra para, com base na respetiva condutibilidade térmica, se atingir o acréscimo de resistência térmica definido em projeto. O revestimento é geralmente estanque à água, enquanto não fissurar. A estanquidade ao vapor de água que o sistema pode introduzir na parede existente pode possibilitar a ocorrência de condensações na espessura da parede.

No caso da “fachada ventilada”, é aplicada uma camada de isolamento térmico na parede, muitas vezes após a aplicação nesta de uma estrutura intermédia de suporte. Caso esta estrutura intermédia seja necessária e as paredes sejam de preenchimento (não resistentes), será geralmente fixada à estrutura do próprio edifício e não a essas paredes. A interrupção na continuidade do isolamento a que a estrutura intermédia obriga deverá ser a menor possível, sendo, no caso de estruturas intermédias metálicas, preferíveis perfis abertos. A espessura do isolamento tem de ser sempre inferior à espessura garantida pela estrutura intermédia, de modo que se garanta a existência de uma lâmina de ar contínua entre o isolamento e o revestimento final exterior a aplicar. O revestimento é realizado através de placas, que podem ser de materiais muito diversos, desde que apresentem boa durabilidade quando aplicadas no exterior, que são fixadas mecanicamente à estrutura intermédia. A lâmina de ar existente, associada a peças de fixação com pingadeira e aplicadas com ligeira inclinação para o exterior, garante a estanquidade da solução, qualquer que seja o tipo de material das placas. A designação de “fachada ventilada” resulta da efetiva ventilação que ocorre na lâmina de ar, uma vez que as juntas entre placas são abertas. Para ser mais eficiente deve existir entrada franca de ar pela base do revestimento e saída pela parte superior. Devido à ventilação, este sistema limita a possibilidade de ocorrência de condensações na parede.

A aplicação destes sistemas (ETICS ou “fachada ventilada”) em obra de reabilitação obriga a particular concepção e realização de zonas singulares, nomeadamente capeamentos de platibanda, juntas entre edifícios, vãos, incluindo peitoris, soleiras, ombreiras e vergas. Relativamente aos peitoris e soleiras é particularmente importante garantir a existência e o funcionamento eficaz de pingadeiras. No que respeita às juntas de fachada entre edifícios, ou de dilatação entre corpos distintos de um mesmo edifício, para além de term uma selagem

eficiente, através de fundo de junta e mastique, devem ser sombreadas, o que é facilmente conseguido através de dispositivos adequados.

A aplicação de isolamento térmico e revestimento na face interior de paredes exteriores é menos eficiente pelas discontinuidades que implica e também pelo facto de reduzir drasticamente a inércia térmica dessas paredes. No entanto é por vezes a única situação possível, por exemplo quando não se pode proceder a alterações na fachada por valor arquitetónico. Em situações onde não existam problema de humidades na face interior da parede exterior pode aplicar-se isolamento térmico aderido à parede e revestimento com placas de gesso cartonado. Se existirem vestígios de acesso de humidade, será mais eficiente realizar uma caleira em quarto de cana, com pendente para tubos de drenagem que se insiram na parede, aplicar isolamento em placas com espaçadores garantindo uma lâmina de ar entre a superfície interior da parede e as placas e realizar uma parede de alvenaria interior. Nesse caso poderá ser necessário avaliar o risco de ocorrência de condensações na espessura do novo conjunto de parede e, se for elevado, inserir uma barreira ao vapor no contacto do pano interior com o isolamento.

O sistema de revestimento e isolamento de paredes por “fachada ventilada” é geralmente mais dispendioso que os ETICS e estes que o isolamento pelo interior. O isolamento por “fachada ventilada” não se aplica geralmente em edifícios antigos. Em todas estas intervenções deve principalmente ser tida particular atenção ao comportamento ao fogo dos materiais utilizados. No caso de aplicação pelo interior é fundamental o controlo da libertação de gases tóxicos, para além da combustibilidade; no caso de aplicação pelo exterior é fundamental o controlo do risco de propagação do incêndio entre frações.

Podem ser obtidas melhorias significativas no conforto térmico atuando em zonas singulares e com custos muito reduzidos. Um exemplo é o caso da aplicação de isolamento térmico em caixas de estore. Por vezes têm o seu contorno isolado mas existe uma tampa, diretamente em contacto com o espaço interior do compartimento do edifício e por onde se efetua a manutenção do estore, sem qualquer isolamento e, por isso, constituindo uma grande ponte térmica.

No que respeita às paredes de edifícios mais antigos, um exemplo da aplicação do RERU [19] é a isenção da obrigatoriedade de correção das pontes térmicas em zona de cantarias espessas em torno de vãos. Numa intervenção no sistema de águas quentes sanitárias, o RERU [19] possibilita ainda que não seja aplicado isolamento térmico nas tubagens quando as paredes onde estas estão instaladas forem delgadas [20].

5.2.2. Acústica

Relativamente às paredes, o RERU [19] dispensa o cumprimento dos requisitos de conforto acústico relativamente a paredes de separação entre frações, exceto quando para uso não habitacional, mas também face ao ruído exterior. No entanto, no que respeita aos requisitos acústicos, o limite imposto pelo RRAE [12] para o isolamento sonoro de paredes interiores entre frações é de 47 dB. Soluções constituídas, por exemplo, por parede de alvenaria de tijolo furado de 20 cm rebocada, ou com base em gesso cartonado, lã de rocha e lâmina de ar ou ainda com base em placas de aglomerado de madeira revestido a melamina, garantem cerca de 52 dB de isolamento sonoro entre frações [20], cumprindo esse requisito.

Em edifícios com caixas de estore, e particularmente em localizações com algum ruído exterior, deve ser tida particular atenção ao isolamento não só térmico mas também acústico, uma vez que constituem, a maior parte das vezes e mesmo em edifícios com menos de trinta anos, uma zona singular muito deficiente face ao requisito de conforto acústico. É muito importante que, particularmente no tardo da tampa de acesso para manutenção ao estore, exista material de isolamento acústico.

5.2.3. Instalações de gás e infraestruturas de telecomunicações

Segundo o RERU [19], não é obrigatória a instalação de redes de gás nem o respetivo projeto desde que esteja prevista a utilização de outra fonte energética.

Relativamente a infraestruturas de telecomunicações apenas é obrigatória a instalação das seguintes tubagens: espaços para as tubagens da coluna montante do edifício; passagem aérea de topo e entrada de cabos subterrânea; as redes de tubagem necessárias para a eventual

instalação posterior de diversos equipamentos, cabos e outros dispositivos; sistemas de cablagem e cabo coaxial para distribuição de sinais sonoros e televisivos do tipo A e em fibra ótica. As tubagens referidas devem garantir a ligação das redes e infraestruturas públicas de comunicações do exterior do edifício até ao seu interior e a uma das divisões secas de maior dimensão de cada fração.

5.3. Gestão dos resíduos de construção e demolição (RCD)

Em intervenções de reabilitação urbana o projeto deve aproveitar ao máximo os materiais e produtos da construção existente para serem reaplicados na obra do mesmo edifício. Dessa forma diminui-se o volume de RCD gerado e a incorporação de novos materiais, com vantagens culturais, ambientais e económicas.

As obras de reabilitação apresentam muitas vezes problemas específicos relativamente à gestão dos RCD, muitas vezes devido a condicionamentos de espaço para realizar uma efectiva triagem. Mas esta situação deve ser previamente preparada em projeto e otimizada em obra.

Tem de ser prestada particular atenção à remoção ou ao confinamento a realizar a materiais ou elementos da construção do edifício a reabilitar que contenham amianto. Muitas vezes o seu confinamento (encapsulamento) e sinalização para futuras intervenções é mais eficaz (e económico) que a sua remoção, que, por sua vez, pode trazer problemas e só pode ser efetuada por pessoal especializado.

6. SEGURANÇA ESTRUTURAL

A reabilitação estrutural depende bastante da tipologia construtiva em questão; por essa razão as soluções a adotar em edifícios de betão armado são necessariamente diferentes das soluções estruturais em edifícios de alvenaria. Tal como no património construído de pedra [22, 23], nos edifícios a reabilitar estruturalmente devem ser desenvolvidas e estudadas técnicas adequadas de intervenção, baseadas num diagnóstico apropriado, na compreensão dos materiais existentes e tendo em conta o contexto legislativo em que se desenvolveu a construção e em que se vai proceder à reabilitação. No edificado monumental, realça-se que as intervenções devem ter o menor grau de intrusão e o máximo respeito pela integridade física do edifício, seguindo os princípios da salvaguarda do património arquitetónico definido nas cartas internacionais de Atenas citadas nas de Veneza [24] e Cracóvia [25].

As razões que levam à reabilitação estrutural são muitas vezes comuns às diferentes tipologias construtivas: a idade do edifício, a falta de manutenção, a mudança do tipo de uso ou o aumento da segurança estrutural, entre outras. As soluções de reforço estrutural a adotar numa dada intervenção são função de vários fatores técnicos e económicos, em particular das limitações arquitetónicas, monumentais ou regulamentares, bem como da tipologia de construção, da eficiência da intervenção, das condições e custos de realização da obra e da disponibilidade local de mão-de-obra especializada, materiais e equipamento. Outros aspetos importantes são a continuidade ou não da utilização da estrutura durante a obra e a agressividade do meio ambiente durante e após a intervenção.

Os limites e as potencialidades oferecidas pelos diferentes materiais e técnicas devem ser avaliados em cada intervenção e a decisão final quanto ao seu uso deve ser tomada considerando fatores como os de natureza mecânica, de exequibilidade da solução e de durabilidade a longo prazo [26].

Tal como referido, o RERU é parco em recomendações relativas à salvaguarda estrutural, definindo no Artigo 9º que as “intervenções em edifícios existentes não podem diminuir as condições de segurança (...) nem a segurança estrutural e sísmica do edifício” [19]. Contudo, o mesmo RERU refere no seu preâmbulo, que “De acordo com o regime específico de proteção do existente, é permitida a não observância de normas legais ou regulamentares supervenientes à construção originária, desde que a operação de reabilitação urbana não origine ou agrave a desconformidade com essas normas ou permita mesmo a melhoria generalizada do estado do edifício. Em todo o caso, a não observância de tais regras de construção deve ser identificada e fundamentada pelo técnico autor do projeto de reabilitação, mediante termo de

responsabilidade, reforçando-se, em contrapartida, a responsabilidade do mesmo técnico, designadamente pelas suas declarações” [19].

É consensual na comunidade técnica e científica que a maioria dos edifícios de alvenaria ou mesmo de betão armado que não foram originalmente concebidos para resistir às ações sísmicas terão muitas dificuldades em resistir a um sismo com uma intensidade semelhante ao de 1755 (veja-se o exemplo do sismo no Nepal em 2015), pelo que, face ao referido no preâmbulo do RERU: “(...) a não observância de tais regras de construção deve ser identificada e fundamentada pelo técnico autor do projeto de reabilitação, mediante termo de responsabilidade, reforçando-se, em contrapartida, a responsabilidade do mesmo técnico, designadamente pelas suas declarações” [19]. Assim, é opinião dos autores que os projectistas, sempre que não tenham técnica e cientificamente possibilidade de fundamentar e/ou demonstrar que o edifício existente resiste às ações sísmicas regulamentares, devem seguir a regulamentação em vigor no que respeita à segurança estrutural. Da mesma forma, as entidades licenciadoras não se devem alhear da sua responsabilidade, no que à segurança dos cidadãos se refere, sempre que existirem situações não conformes com o que é técnica e cientificamente consensual. Desta forma, o dono de obra e os futuros utilizadores do edifício reabilitado ficam com garantias mínimas do investimento efetuado e da salvaguarda das vidas humanas.

Considera-se assim, que em qualquer intervenção de reabilitação estrutural, é fundamental a prévia inspeção da estrutura existente e da avaliação da sua capacidade resistente face ao uso pretendido e à regulamentação existente. O projeto de reabilitação deve pois, ter em conta a inspeção e a avaliação estrutural prévia e ser constituído por um projeto de reabilitação estrutural, caso a avaliação prévia assim o sugira.

Apresentam-se em seguida, conceitualmente, alguns exemplos que permitem aumentar a segurança estrutural em diferentes tipos de edifícios de alvenaria de pedra argamassada (ou “ordinária”) ou de betão armado. Contudo, as mesmas não devem ser aplicadas sem uma inspeção com a identificação estrutural do edifício e das eventuais anomalias, uma avaliação estrutural e um projeto de reabilitação estrutural fundamentando a sua utilização.

6.1 Edifícios de alvenaria com paredes de pedra argamassada

Dada a grande variabilidade de possíveis situações que podem ocorrer na reabilitação de edifícios com paredes de pedra com elevados volumes de argamassa, apresentam-se nas seções seguintes algumas das possíveis soluções a adotar na melhoria da segurança estrutural, em especial no que concerne à consolidação e/ou reforço de fundações (onde assentam as paredes resistentes), à consolidação e reforço de paredes e à melhoria do comportamento tridimensional do edifício.

6.1.1. Consolidação e reforço de fundações

A reabilitação de edifícios de alvenaria de pedra ordinária necessita em muitos casos de consolidação e/ou reforço das suas fundações, devido a fenómenos de descalçamento, assentamento ou mesmo ao reforço das fundações motivadas por necessidade de melhoria da capacidade resistente das fundações. Em muitos casos, devido à necessidade de criação de caves, principalmente destinadas a estacionamento, as fundações acabam por ser transferidas para níveis inferiores aos iniciais, devendo-se neste caso particular ter atenção à estabilidade do próprio edifício e dos edifícios e construções adjacentes durante o processo de realização das novas fundações e de transferência de cargas. Na figura 5 apresentam-se alguns exemplos típicos de consolidação e/ou reforço de fundações.

6.1.2. Consolidação e reforço de paredes de alvenaria de pedra argamassada

Existem diversas técnicas de consolidação e reforço de paredes de alvenaria [28]. De forma sintética estas técnicas podem passar pelo: i) desmonte e reconstrução de partes das paredes; ii) refecimento das juntas (Figura 6); iii) injeção de caldas; iv) confinamento transversal da alvenaria; v) rebocos armados com armaduras metálicas (Figura 7) ou de compósitos de FRP (fiber reinforced polymer); e vi) encamisamento da parede. Neste tipo de intervenções particularmente em edifícios com maior valor patrimonial deve ter-se em consideração aspetos

de compatibilidade entre os materiais novos aplicados e as paredes existentes. E as soluções devem ser concebidas tendo consciência do seu elevado grau de irreversibilidade.

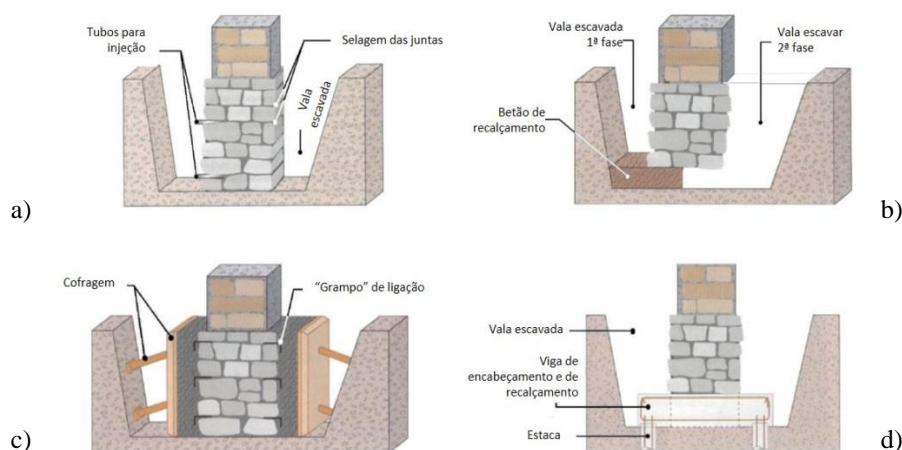


Figura 5: Exemplos típicos de consolidação e/ou reforço de fundações; a) Injeção de alvenaria de fundação solta ou desagregada; b) Recalçamento de fundações em duas fases; c) Confinamento e alargamento de fundações; d) Execução de estacas e recalçamento com vigas de encabeçamento (adaptado de [27])



Figura 6: Exemplo de refechamento das juntas [29].



Figura 7: Exemplo de rebocos armados.

6.1.3. Melhoria do comportamento tridimensional dos edifícios de alvenaria de pedra

Uma das grandes debilidades dos edifícios de alvenaria de pedra é o seu comportamento face à ação sísmica, em especial devido à dificuldade de mobilizar o comportamento tridimensional do edifício (Figura 8).

A melhoria deste comportamento pode ser conseguida através de uma ação integrada de intervenções, que passa pela consolidação e/ou reforço das fundações, pela consolidação e reforço das alvenarias, mas também pela mobilização eficiente das paredes ortogonais.

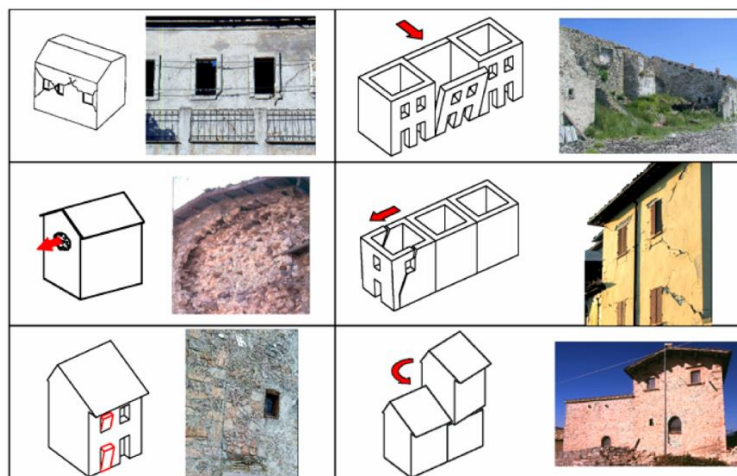


Figura 8: Exemplos de mecanismos de colapso de estruturas de alvenaria [30]

Para o efeito é importante conseguir que os pavimentos, arcos e abóbadas existentes no edifício apresentem um comportamento similar ao de um diafragma “quase” rígido. Além disso, a ligação das paredes nos cantos e entre as paredes ortogonais deverá ser eficiente, de modo a que as paredes não colapsem no plano perpendicular à sua maior direção. Uma melhoria deste efeito pode ser conseguida através da “cozedura” das paredes, por vezes utilizando pregagens ou tirantes (Figura 9). Noutras situações este efeito pode ser conseguido ligando paredes paralelas através de tirantes (Figura 10).

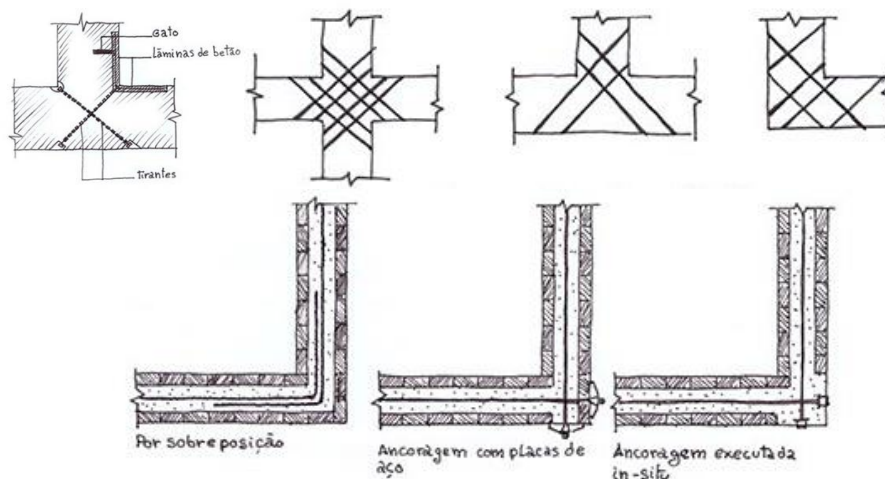


Figura 9: Reforço de ligações entre paredes utilizando pregagens ou tirantes [31]

Por outro lado, é fundamental que não existam variações bruscas de rigidez nas paredes. Esta situação é frequente ao nível do piso térreo dos edifícios, com o alargamento das montras das lojas, ou ao nível dos pisos intermédios, com a eliminação de paredes com o intuito de modificar ou aumentar a dimensão dos compartimentos.

A utilização de uma viga de coroamento em betão armado pode ser uma solução bastante eficiente para evitar o colapso das paredes do último piso na direção perpendicular à sua maior direção.

Por vezes, quando ocorre uma alteração do uso ou se pretende a melhoria da capacidade resistente do pavimento, pode recorrer-se ao reforço do vigamento através de laminados de compósitos de FRP. Em algumas situações, desde que as fundações e as paredes sejam reforçadas, pode justificar-se a colocação de uma lâmina de compressão em betão (leve), o que, para além de um pequeno acréscimo no conforto acústico e térmico, pode ajudar a rigidificar o piso.

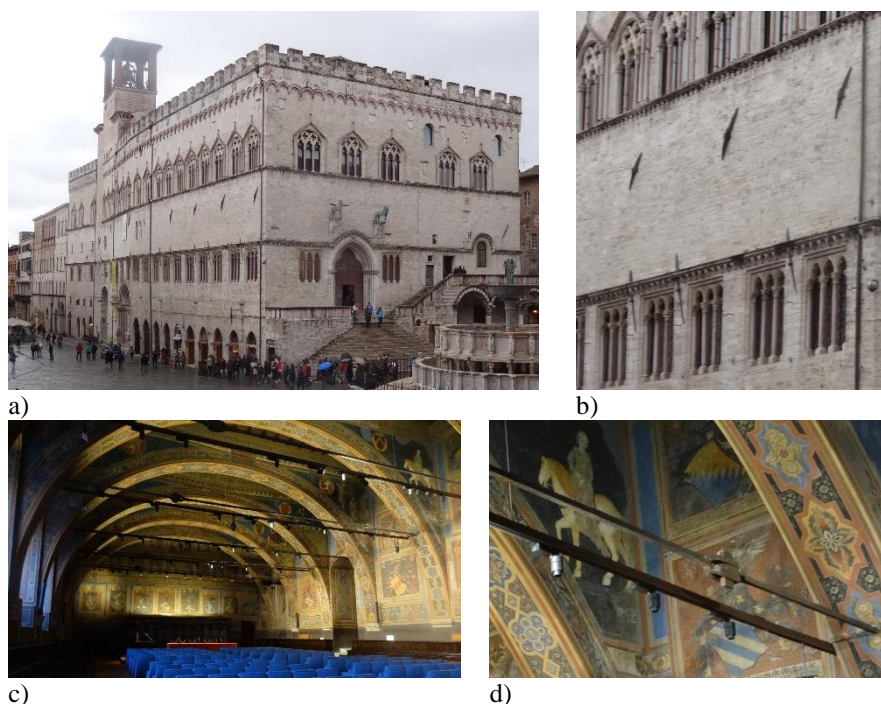


Figura 10: *Palazzo dei Priori di Perugia* em Itália; a) Vista geral do palácio; b) Pormenores de ancoragem dos tirantes na parede lateral do edifício; c) Vista geral do interior da “*sala del Popolo*” com os tirantes a ligarem paredes paralelas; d) pormenor de um dos tirantes

Contudo, é importante ter em atenção que a não utilização integrada destas medidas, ou apenas de uma destas medidas, pode tornar-se contraproducente.

6.2. Edifícios de betão armado

Descrevem-se em seguida as principais técnicas de reforço de estruturas aplicadas a elementos estruturais em edifícios de betão armado.

6.2.1. Reforço com adição de betão e armaduras

O reforço por encamisamento consiste em aumentar a secção transversal dos elementos de betão armado por adição de betão e de novas armaduras. Esta solução é a indicada quando é necessário aumentar a resistência das zonas de betão comprimido ou a rigidez dos elementos de betão armado. Na Figura 11 apresentam-se alguns pormenores esquemáticos do reforço com adição de betão e armaduras em pilares, lajes e vigas. Em vigas, o reforço também pode ser efetuado com adição significativa de armadura de flexão e/ou de esforço transversal.

O reforço com adição de betão requer que a estrutura seja descarregada e que o recobrimento do betão seja retirado. Podem-se adicionar novas armaduras às já existentes através de conectores ou outro tipo de elementos. No caso de se realizarem soldaduras deverá ser tida especial atenção a eventual dano que se possa produzir no betão, assim como por eventuais adesivos utilizados. De referir que a adição de novas armaduras resulta no encamisamento de parte ou da totalidade do elemento estrutural (Figura 11).

Este método é bastante eficaz no incremento da resistência, rigidez e ductilidade do elemento reforçado e é o mais indicado quando existem danos severos no elemento de betão.

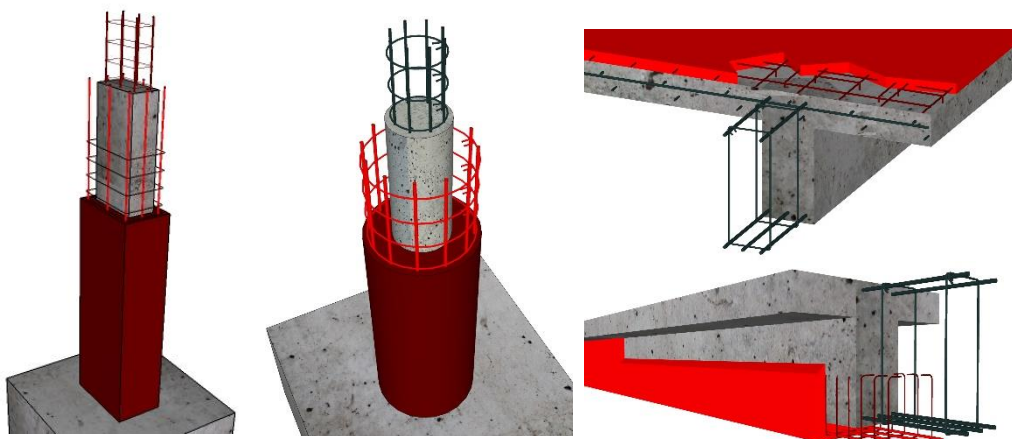


Figura 11: Pormenores do reforço com adição de betão e armaduras em pilares, lajes e vigas [26].

6.2.2. Reforço com chapas ou perfis de aço colados com resina epoxídica

O reforço com chapas coladas ou perfis de aço consiste na adição de armaduras exteriores ao elemento estrutural existente, ligadas à superfície da estrutura por colagem com resina epoxídica, utilizando ou não buchas metálicas. Este tipo de reforço pode ser utilizado quando existe deficiência de armaduras e desde que as dimensões da secção e a qualidade do betão sejam suficientes para garantir a resistência e a rigidez, exigidas regulamentarmente.

Em zonas sísmicas ou sujeitas a cargas cíclicas é recomendável a aplicação das chapas ou dos perfis de aço com resina epoxídica complementada com buchas metálicas [32].

Trata-se de uma técnica bastante eficiente na redução da fissuração e da deformação do elemento de betão armado. A sua principal vantagem é o reduzido acréscimo que provoca nas dimensões da secção de betão armado. Contudo, a resistência do betão nas superfícies de intervenção poderá condicionar a utilização desta técnica. Com esta técnica conseguem-se aumentos de rigidez e de resistência à compressão, à flexão e ao corte. Na Figura 12 apresentam-se alguns pormenores esquemáticos do reforço de vigas e pilares com chapas ou perfis de aço colados com resina epoxídica, utilizando ou não buchas metálicas.

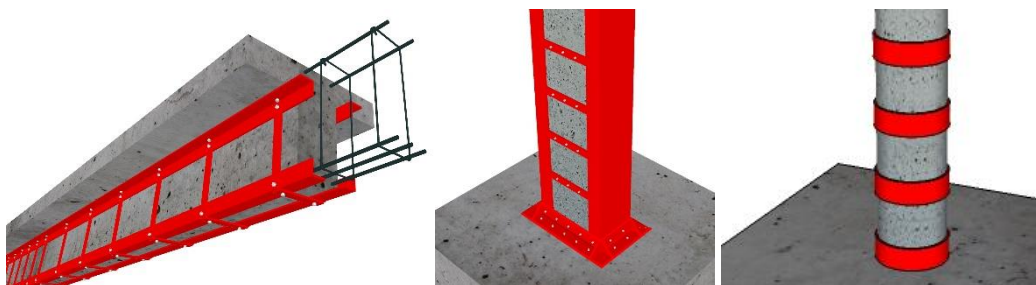


Figura 12: Pormenores do reforço de vigas e pilares com chapas ou perfis de aço colados com resina epoxídica [26].

6.2.3. Reforço com compósitos de FRP

O reforço com compósitos de FRP consiste no reforço por adição de armaduras exteriores à estrutura existente, constituídas por laminados de FRP ou tecidos de fibra de carbono, de vidro ou de basalto, coladas à superfície da estrutura com resina epoxídica. Na Figura 13 apresentam-se alguns pormenores esquemáticos do reforço de vigas e pilares com estes compósitos.

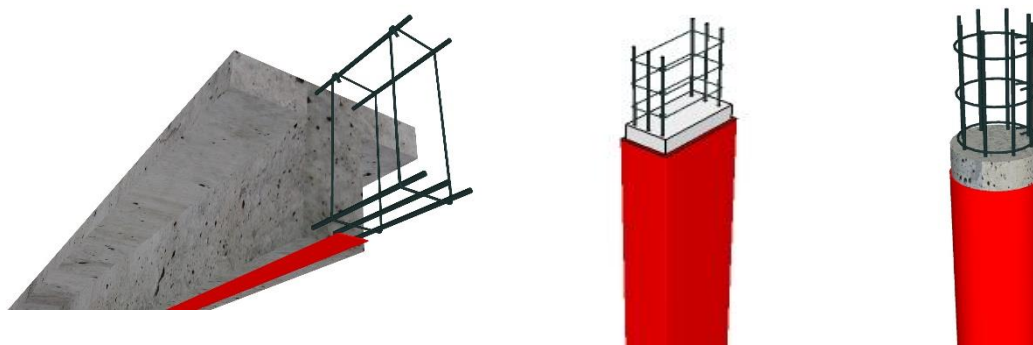


Figura 13: Pormenores do reforço de vigas e pilares com compósitos de FRP [26].

Tal como no reforço com chapas ou perfis de aço, o reforço com compósitos de FRP pode ser utilizado quando existe deficiência de armaduras e desde que as dimensões da secção e a qualidade do betão sejam suficientes para garantir a resistência e a rigidez, exigidas regulamentarmente.

Em vigas existem essencialmente duas técnicas de reforço com compósitos de FRP, a técnica em que o reforço é exterior (EBR – external bonded reinforcement) e a técnica em que os laminados de FRP são inseridos na superfície do betão, na zona de recobrimento (NSM – near surface mounted). Na técnica EBR o reforço pode ser realizado utilizando laminados de FRP pré-fabricados e colados no local com resina epoxídica ou utilizando tecidos de FRP saturados e curados "in situ". Na técnica de NSM inicialmente é necessário fazer um rasgo na superfície do betão para posteriormente serem inseridos e colados os laminados de FRP pré-fabricados em barra ou varão. Na Figura 14 apresentam-se esquematicamente as técnicas de reforço de vigas com compósitos de FRP.

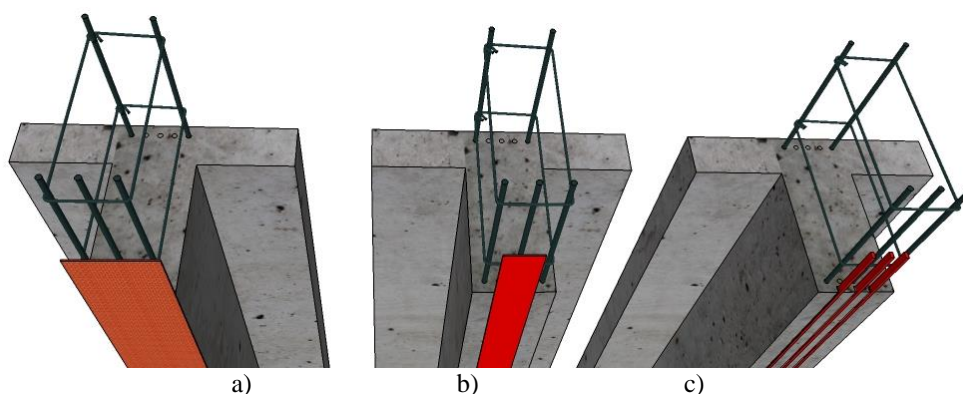


Figura 14: Técnicas de reforço à flexão de vigas com compósitos de FRP; a) Tecido de FRP (EBR); b) Laminado de FRP (EBR); c) Laminados de FRP (NSM) [26].

A utilização de compósitos de FRP na cintagem de pilares ou de outros elementos estruturais aumenta significativamente a resistência à compressão do betão confinado e a sua ductilidade [33]. Esta é uma solução possível para o reforço de pilares com deficiência nas dimensões da secção transversal ou na qualidade do betão e é um método bastante eficaz para o reforço de estruturas em regiões sísmicas, uma vez que permite aumentar a ductilidade e resistência ao corte dos elementos, sendo particularmente eficiente em pilares de secção circular.

6.2.4. Reforço com têxteis compósitos sobre base cimentícia (TRM)

A utilização no reforço de elementos estruturais de têxteis compósitos sobre base cimentícia (TRM - textile reinforced mortar) tem as suas vantagens, em especial no reforço de estruturas localizadas próximo do mar. Esta técnica tem sido ensaiada e validada no âmbito de diversos

projetos de investigação [34]. Na Figura 15 mostra-se um pormenor do reforço de uma viga com TRM.

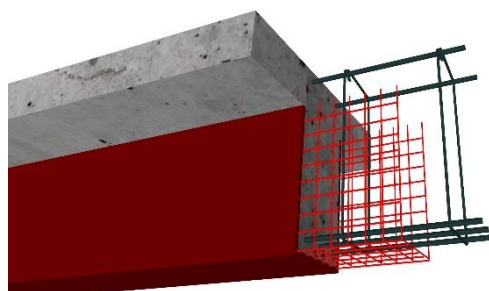


Figura 15: Pormenor do reforço de uma viga com compósitos de base cimentícia (TRM) [26].

6.2.5. Reforço por alteração do sistema estrutural

O reforço por alteração do sistema estrutural pode ocorrer por alteração do funcionamento da estrutura ou por modificação das ligações internas ou externas da estrutura, por exemplo pela adição de novos elementos de suporte ou pela eliminação ou criação de articulações ou juntas estruturais.

A nível de exemplo mostram-se, na Figura 16, duas técnicas alternativas de reforço de um vão. Na Figura 16 a) optou-se por construir um novo pilar e a respetiva fundação, e por reforçar a viga nessa zona para momentos negativos. Na Figura 16 b), a opção foi a montagem de uma viga metálica para reforço da viga existente.

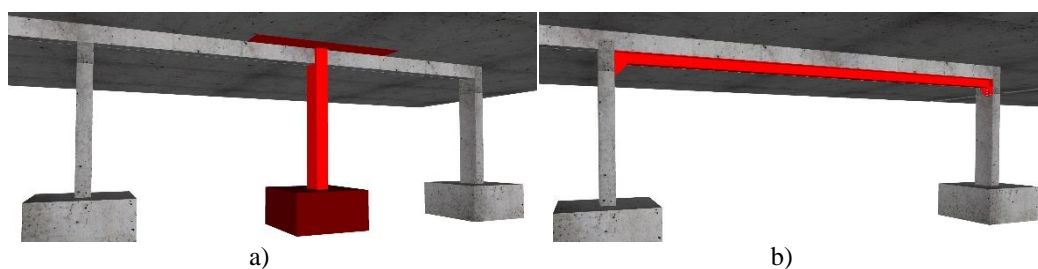


Figura 16: Técnicas alternativas de reforço por alteração estrutural de um vão; a) Construção de pilar incluindo a respetiva fundação e reforço da viga para momentos negativos; b) Montagem de viga metálica para reforço da viga existente [26].

Uma técnica muito utilizada no reforço sísmico de edifícios consiste na adição de elementos estruturais para rigidificar zonas da estrutura ou para reduzir os esforços, encaminhando as cargas para os novos elementos estruturais. Na Figura 17 a) pode observar-se a alteração estrutural de um pórtico com a introdução de uma parede de betão armado e reforço da fundação e na Figura 17 b) a utilização do mesmo conceito de rigidificação do pórtico, só que neste caso através da montagem de uma estrutura metálica e construção de uma nova fundação.

Tendo por objetivo o reforço sísmico, podem ser acoplados, à estrutura existente, aparelhos especiais de dissipação da energia sísmica. Outra técnica alternativa corresponde ao isolamento sísmico na base da estrutura utilizando aparelhos especiais para o efeito.

A alteração do sistema estrutural pode ocorrer através da alteração das ligações entre diferentes corpos da mesma estrutura, ou da estrutura ao exterior, eliminando juntas estruturais existentes ou criando novas juntas, sendo desta forma possível alterar a deformabilidade da estrutura ou a distribuição dos esforços internos [26].

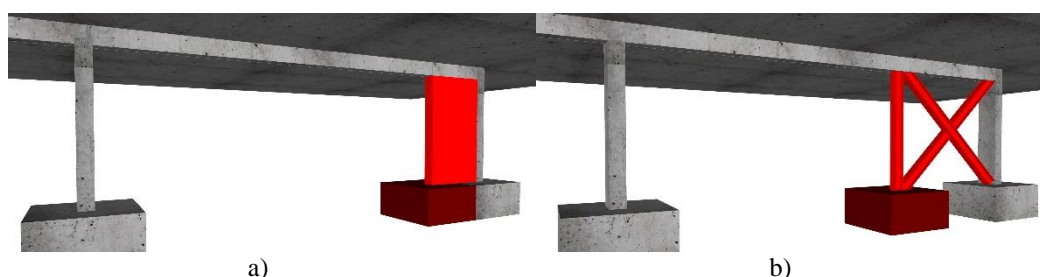


Figura 17: Reforço por alteração estrutural tendo em vista o reforço aos sismos; a) Construção de parede de betão armado, incluindo o reforço da fundação; b) Construção de fundação e montagem de estrutura metálica [26].

7. OBSERVAÇÕES FINAIS

As intervenções de reabilitação devem ter o menor grau de intrusão e o máximo respeito pela integridade física do edifício. Na maioria das intervenções de reabilitação construtiva ou estrutural, particularmente em paredes de edifícios antigos, há que ter particular atenção às alterações que podem ocorrer ao nível do comportamento físico e particularmente face à água que uma camada de isolamento, de revestimento, de confinamento ou de encamisamento pode provocar nas paredes existentes. Por exemplo uma camada de encamisamento frequentemente constitui uma barreira à evaporação da água que, por exemplo, acede a essas paredes antigas por ascensão capilar a partir do terreno. Tal situação pode provocar uma degradação acelerada da alvenaria antiga, que supostamente se queria preservar, devido à concentração de humidade na interface entre o material pré-existente e o material novo, com eventuais sais que foram transportados e que vão provocar, a médio prazo, falta de coesão na estrutura da parede.

Relativamente à aplicação do RERU [19] é opinião dos autores que não pode nem deve ser feita de forma demasiadamente facilitista, uma vez que todas as justificações de isenção de cumprimento de legislação aplicável baseiam-se nos termos de responsabilidade dos projetistas. No caso particular da segurança estrutural se os projetistas não tiverem, técnica e cientificamente, possibilidade de fundamentar e/ou demonstrar que o edifício existente resiste às ações sísmicas regulamentares, devem seguir a regulamentação em vigor no que à segurança estrutural concerne. Da mesma forma, as entidades licenciadoras não se devem alhear da sua responsabilidade, no que à segurança dos cidadãos diz respeito, sempre que existirem situações não conformes com o que é técnica e cientificamente consensual. Desta forma, o dono de obra e os futuros utilizadores do edifício reabilitado ficam com garantias mínimas do investimento efetuado e da salvaguarda das vidas humanas.

REFERÊNCIAS

- [1] Directiva 2002/91/CE, de 16 de dezembro. Desempenho Energético dos Edifícios (EPBD).
- [2] Decreto Lei n.º 80/2006, de 4 de abril. Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE).
- [3] Decreto Lei n.º 78/2006, de 4 de abril. Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE).
- [4] Directiva 2010/31/EU, de 19 de maio. Desempenho Energético dos Edifícios.
- [5] Decreto Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto. Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH).
- [6] Portaria n.º 349-B/2013, de 29 de novembro. Metodologia de determinação do SCE, requisitos de comportamento e de eficiência dos edifícios novos e edifícios sujeitos a grande intervenção.
- [7] Decreto Lei n.º 129/2002, de 11 de maio. Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE).
- [8] Directiva 2002/49/CE, de 25 de junho. Avaliação e gestão do ruído ambiente.

- [9] Decreto Lei n.º 146/2006, de 31 de julho. Transposição da Directiva 2002/49/CE sobre avaliação e gestão do ruído ambiente.
- [10] Decreto Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro. Regulamento Geral do Ruído (RGR).
- [11] Decreto Lei n.º 278/2007, de 1 de agosto. Aditamento ao RGR.
- [12] Decreto Lei n.º 96/2008, de 9 de junho. Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE).
- [13] Decreto Lei n.º 220/2008, de 12 de novembro. Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios.
- [14] Portaria n.º 1532/2008, de 29 de dezembro. Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios.
- [15] Decreto Lei n.º 38382/1951, de 7 de agosto. Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU).
- [16] Decreto-Lei n.º 307/2009, de 23 de outubro. Regime Jurídico da Reabilitação Urbana.
- [17] Lei n.º 32/2012, de 14 de agosto. Alteração ao Decreto-Lei n.º 307/2009 e ao Código Civil, aprovando medidas destinadas a agilizar a reabilitação urbana.
- [18] Despacho n.º 14574/2012, 12 de novembro. Medidas com vista a estabelecer as Exigências Técnicas Mínimas para a Reabilitação
- [19] Decreto-Lei n.º 53/2014, de 8 de abril. Regime Excecional de Reabilitação Urbana (RERU).
- [20] AAVV - Guia prático do RERU, 2014 (disponível em http://www.portaldahabitacao.pt/opencms/export/sites/portal/pt/portal/reabilitacao/RERU/RERU_0_Indice.pdf).
- [21] Decreto-Lei n.º 163/2006, de 8 de agosto. Regime Legal de Acessibilidades (RLA).
- [22] ICOMOS - "Recommendations for the analysis, conservation and structural restoration of architectural heritage", 2004.
- [23] Chastre, C. et al. - "Surveying of sandstone monuments: New and traditional methodologies to assess viability of conservation actions". 40th IAHS Word Congress of Housing. Sustainable Housing Construction. Funchal, Portugal: ID 307, 2014.
- [24] ICOMOS - "International charter for the conservation and restoration of monuments and sites" (the Venice Charter 1964), 1965.
- [25] AAVV - Charter of Cracow 2000. Trieste Contemporanea, 6/7, 2000.
- [26] Chastre, C. - Materiais e tecnologias de reforço de estruturas de betão - potencialidade e limitações. REHABEND 2014 - Congresso Latinoamericano "Patología de la construcción, Tecnología de la rehabilitación y gestión del patrimonio". Santander, 2014.
- [27] Appleton, J. - "Reabilitação de edifícios antigos. Patologias e tecnologias de intervenção". Edições Orion, 2003.
- [28] Pinho, F. - "Paredes de alvenaria ordinária – Estudo experimental com modelos simples e reforçados". Tese de Doutoramento, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2007.
- [29] <http://capelasantanna.blogspot.pt/2008/05/refechamento-de-juntas.html> [consultado em 17/05/2015].
- [30] Binda, L. et al. - Vulnerability analysis of the historical buildings in seismic area by a multilevel approach. Asian Journal of Civil Engineering (Building and Housing), 7 (4), 343-357, 2006.
- [31] Cabrita, A. R. et al. - "Guia para a reabilitação do centro histórico de Viseu". <http://cm-viseu.pt/guiareabcentrohistorico/> [consultado em 17/05/2015].
- [32] Chastre, C. - "Comportamento da ligação aço-resina-betão em elementos estruturais". Dissertação de Mestrado, Universidade Técnica de Lisboa, 1993.
- [33] Chastre, C. - "Comportamento às acções cíclicas de pilares de betão armado reforçados com materiais compósitos". Tese de Doutoramento, Universidade NOVA de Lisboa, 2005.
- [34] Larrinaga, P. et al. - "Non-linear analytical model of composites based on basalt textile reinforced mortar under uniaxial tension", Composites Part B: Engineering, 55, 518-527, 2013.