

SARA RAQUEL LOUREIRO DOS SANTOS CARVALHO

HUMIDADE EM EDIFÍCIOS ANTIGOS

**REABILITAÇÃO DO EDIFÍCIO DO GOVERNO
CIVIL DO PORTO PARA INSTALAÇÃO DE UM
HOTEL DE 4 ESTRELAS**

Orientador científico Prof. Arq. João Carlos Santos

Universidade Lusófona do Porto

**Faculdade de Comunicação, Arquitetura, Artes e Tecnologias da
Informação**

Porto

2015

Sara Raquel Loureiro Dos Santos Carvalho

HUMIDADE EM EDIFÍCIOS ANTIGOS

Reabilitação do edifício do Governo Civil do Porto
para instalação de um hotel de 4 estrelas

Dissertação apresentada na Universidade Lusófona do Porto para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura.

Orientador científico Prof. Arq. João Carlos Santos

Universidade Lusófona do Porto

**Faculdade de Comunicação, Arquitetura, Artes e Tecnologias da
Informação**

Porto

2015

JÚRI

PRESIDENTE Prof. Doutor Arquiteto Pedro Cândido Almeida de Eça Ramalho

ARGUENTE Prof. Doutor Arquiteto António Sérgio Koch de Araújo e Silva

ORIENTADOR Prof. Doutor Arquiteto João Carlos Martins Lopes dos Santos

*Dedico esta dissertação aos meus pais,
pelo carinho, força, ensinamentos
e apoio que sempre me deram.*

Muito obrigada, cheio de gratidão.

Agradecimentos

Ao orientador científico, Professor Arquiteto João Carlos Santos, agradeço profundamente pela disponibilidade, dedicação e espírito crítico, que muito contribuí-o para o desenvolvimento desta dissertação.

Agradeço a todos os docentes e colegas do Mestrado Integrado de Arquitetura, que muito contribuíram para o meu desenvolvimento pessoal e académico ao longo destes últimos cinco anos.

Aos meus pais, agradeço profundamente por me terem possibilitado e encorajado na realização de todos os meus objetivos. A eles devo tudo aquilo que alcancei até hoje, inclusivamente a realização deste curso, devido às permanentes demonstrações de força e afeto.

Também agradeço aos restantes membros da minha família, pelo apoio permanente e incentivo, que foi essencial, principalmente, nos momentos mais críticos.

Agradeço ao meu namorado, por todas as demonstrações de apoio, incentivo, força e compreensão, acreditando sempre em mim e nas minhas capacidades.

Por último, mas não menos importante, agradeço aos meus grandes amigos pela amizade, companheirismo e apoio em todas as etapas da minha vida.

A todos, muito obrigada.

Resumo

Esta dissertação tem como objetivo analisar as anomalias provocadas pela humidade nos edifícios antigos e as suas soluções de reparação, focando-se no caso do estudo do edifício do Governo Civil do Porto, na Rua Augusto Rosa.

Os edifícios antigos são caracterizados pelas suas técnicas de construção e pelos materiais utilizados na sua conceção que, com o decorrer do tempo, desenvolvem anomalias que necessitam ser combatidas eficazmente para evitar a sua propagação, sendo a humidade o agente de deterioração que mais danos causa.

Numa primeira parte, é realizada uma caracterização construtiva dos edifícios antigos. Esta caracterização é efetuada através da análise genérica dos edifícios antigos e dos elementos da construção mais expostos às anomalias provocadas pela humidade. Essas partes da construção estão principalmente localizadas no exterior, tratando-se das fundações, das paredes exteriores, dos pavimentos, das coberturas, dos revestimentos e acabamentos e dos vãos. Esta caracterização também inclui a análise construtiva do edifício do Governo Civil do Porto, sendo essencial o seu estudo para o projeto de reabilitação e a escolha das soluções a aplicar no combate das anomalias provocadas pela humidade.

Numa segunda parte, é realizado um estudo sobre as várias formas de manifestação da humidade. Esta análise inclui a caracterização das origens de anomalias, os métodos de diagnóstico e as várias soluções de reparação de humidade de acordo com a sua origem.

Numa última parte, é apresentado o caso prático do projeto de reabilitação do edifício do Governo Civil do Porto. Com isto, é feito um enquadramento sobre o projeto e o programa, e são expostas as soluções escolhidas para a reparação das anomalias provocadas pela humidade no edifício. Este capítulo pretende responder à seguinte questão: “ Como é possível resolver no projeto de reabilitação do Governo Civil os problemas relacionados com a humidade, preservando as suas principais características?”.

Abstract

This dissertation is based on how to fix moisture problems in ancient buildings and is based on Oporto's old civil government at Augusto Rosa's Street.

Ancient buildings are characterized by their construction techniques and the materials used in their conception that, as time goes by, develop moisture anomalies that have to be efficiently corrected to avoid its spreading, and, consequently, more damages.

On the first part of the dissertation we focus on the constructive characterization of the buildings, which is made by generically analysing old buildings and the constructive elements in them that are most exposed to moisture problems. Those elements are frequently located on the exterior part of the building, and they are: the foundations, exterior walls, pavements, roofs, coatings, finishings and vaults. This part also includes the constructive analysis of the Oporto's Civil Government building, being its study essential to this rehabilitation project and the choosing of the solutions to the moisture problems.

On a second part, a study on the different manifestations of moisture is made. This study includes the finding of the root of the moisture anomalies, the diagnostic equipments used and the several fixing options, according to its root.

On the last part, we present the practical case of Oporto's Civil Government building, exposing the solutions to its moisture problems. This chapter's point is to answer the next question: "How can we solve the moisture problems presented on Oporto's Civil Government building?".

Palavras-chave

Humidade

Patologia

Edifícios antigos

Alvenaria

Soluções

Edifício Governo Civil do Porto

Sumário

Agradecimentos	vi
Resumo	vii
Abstract	viii
Palavras-chave	ix
Lista de abreviaturas	xii
Capítulo I Introdução	1
Capítulo II Caracterização construtiva dos edifícios antigos	4
2.1 Generalidades	5
2.2 Elementos da construção	7
2.3 Caracterização construtiva do edifício do Governo Civil do Porto	18
Capítulo III Formas de manifestação de humidade	21
3.1 Generalidades	22
3.2 Métodos de diagnóstico de humidade	27
3.3 Soluções de reparação de humidade	29
3.3.1 Generalidades	29
3.3.2 Reparação de anomalias provocadas pela humidade	31
Capítulo IV Projeto de reabilitação do edifício do Governo Civil do Porto	35
4.1 Projeto de reabilitação	36
4.2 Soluções de reparação de humidade	42
Capítulo V Considerações finais	47
Referências bibliográficas	49
Índice de imagens	52

Índice de anexos	56
-------------------------	-----------

Anexos	58
---------------	-----------

Lista de abreviaturas

SIPA Sistema de Informação para o Património Arquitetónico

PSP Policia de Segurança Pública

Capítulo I

Introdução

Introdução

*“O estudo dos edifícios antigos apresenta um interesse crescente, dada a evidente importância que tem vindo a ser atribuída à conservação do património construído, entendido de fórmula mais geral do que simples visão conservacionista de monumentos e edifícios públicos de grande importância.”*¹

Com o aumento do número de edifícios reabilitados, também o estudo das patologias da construção desenvolveu devido à necessidade de clarificar a segurança e o estado físico de conservação dos edifícios. Este estudo foca-se no *“levantamento das insuficiências e a pesquisa das suas causas”*², numa abordagem semelhante à que ocorre na medicina, no tratamento de patologias. Ambos os processos têm três etapas sucessivas comuns: a sintomatologia (estudo dos sintomas apresentados); a etiologia (estudo da causa da doença); e a terapêutica (tratamento destinado a corrigir a doença). Tudo isto é essencial para a conceção de projeto pois, conforme as patologias encontradas em cada situação, existe uma influência direta nas opções espaciais e construtivas apresentadas pelos Arquitetos.

Existem várias causas para as anomalias na construção, estando a principal relacionada com a humidade que “constitui uma das ações mais gravosas e simultaneamente mais correntes que afetam os edifícios.”³ As partes da construção mais afetadas pela humidade estão localizadas no exterior devido à sua permanente exposição aos agentes de deterioração, sendo elas as fundações, as paredes exteriores, os pavimentos, a cobertura, os revestimentos e acabamentos e os vãos. O aparecimento das patologias nestes elementos pode estar relacionado com a humidade proveniente de várias origens, nomeadamente a construção do edifício, o terreno, a precipitação, a condensação, a higroscopicidade e causas fortuitas, podendo manifestar-se de várias formas. Existem vários equipamentos que auxiliam no correto diagnóstico

¹ APPLETON, João - Reabilitação de edifícios antigos. 2º ed. Amadora: Edições Orion, 2011 (pág. 1)

² CÓIAS, Vítor - Inspeções e ensaios na reabilitação de edifícios. 2ºed. Lisboa: IST Press, 2009 (pág. 84)

³ HENRIQUES, Fernando - Humidade em paredes. 3ºed. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia civil, 2001 (pág. I)

de ocorrência de humidade e soluções de reparação de acordo com a sua forma de manifestação.

Todo este estudo sobre a humidade e as suas causas, efeitos e soluções tem como objetivo a sua aplicação prática no projeto de reabilitação do edifício do Governo Civil do Porto para combater o agente de deterioração que mais anomalias causa na construção e, assim, prolongar a durabilidade do edifício. Esta obra imponente construída no Século XVIII, já sofreu várias alterações volumétricas e funcionais, estando nos últimos anos devoluta. Devido a todos estes factos e à sua contínua degradação, é necessário que o projeto encontre soluções eficazes mas que, simultaneamente, respeitem a linguagem arquitetónica do edifício com o objetivo de reestabelecer a nobreza que este edifício já conheceu.

Capítulo II

Caracterização construtiva dos edifícios antigos

Caracterização construtiva dos edifícios antigos

2.1 Generalidades

“Definem-se os edifícios antigos como aqueles que foram construídos antes do advento do betão armado”.⁴ Com o aparecimento do betão armado, as técnicas tradicionais de construção foram desaparecendo gradualmente, à exceção de alguns casos, mudando por completo o tipo de construção, a dimensão dos edifícios e a linguagem arquitetónica. A escassa diversidade de materiais de construção e, conseqüentemente técnicas construtivas, condicionaram a evolução na construção dos edifícios antigos, mantendo as suas características genéricas. Assim, é possível afirmar que este tipo de edifícios repetem sempre o mesmo conjunto de padrões comuns, havendo poucas variantes. Nas fundações podemos observar três tipos: o primeiro trata-se das fundações diretas no terreno das paredes estruturais; o segundo das fundações semidirectas através de poços de alvenaria de pedra; e o terceiro das fundações indirectas compostas por estacarias de madeira. As paredes principais, ou paredes-mestras, pouco se alteram com o decorrer dos séculos, apenas a espessura das paredes de alvenaria de pedra ou de tijolo reduziu devido ao progresso técnico e científico e à diminuição de materiais aplicados. A alvenaria é constituída por blocos ou unidades, de maior ou menor dimensão, que são dispostos uns em cima dos outros e assentadas com argamassa. Esta pode ser classificada de acordo com o material utilizado - pedras, tijolo, adobe, etc.- e através do método construtivo que define a nobreza do edifício. Os pavimentos deste tipo de construção são principalmente em madeira constituídos pelo sistema de vigas, paralelas, colocadas espaçadamente entre si de 20 cm ou de 40cm e apoiadas nas paredes de alvenaria. No caso de construções mais nobres utilizavam-se abóbodas e arcos de pedra ou de alvenaria de pedra ou de tijolo para evitar o contacto com zonas de provável humidade, como era o caso dos tetos das caves ou para criar grandes vãos livres, quando eram necessários. Nas

⁴ APPLETON, João- Reabilitação de edifícios antigos. 2º ed. Amadora: Edições Orion, 2011 (pág 9)

coberturas podemos observar dois tipos: os terraços e as coberturas inclinadas. O primeiro trata-se de estruturas compostas por pedras e tijolos em forma de abóbodas e arcos; e o segundo, de estruturas compostas por asnas em madeira e revestidas a telha cerâmica, soletos cerâmicos ou ardósia. No interior são utilizadas paredes divisórias em tabique, essenciais no travamento estrutural, que são elementos de ligação dos pavimentos e de paredes-mestras. Os caixilhos exteriores são em madeira pintada e têm como objetivo evitar a entrada da água, proteger de poeiras e ventos e reduzir a entrada de radiação solar.

Os edifícios antigos podem ser divididos em três categorias gerais, de acordo com a sua função: Militares, Religiosos e Cíveis. Esta última é subdividida em habitações nobres, como palácios e solares, e habitações correntes, como as construções urbanas.



Figura 1 Anatomia de um edifício antigo

2.2 Elementos da construção

A construção de um edifício é composta por várias partes essenciais. Contudo, só algumas partes são afetadas por anomalias causadas pela humidade, devido à sua exposição à água, proveniente essencialmente do exterior, sendo elas as fundações, as paredes exteriores, os pavimentos, as coberturas, os revestimentos e acabamentos e os vãos. Cada parte tem características e materiais próprios, sendo imprescindível o seu conhecimento para compreender as causas da humidade e as melhores soluções de reparação a aplicar.

Fundações

Habitualmente, nos edifícios antigos existem fundações constituídas por sapatas isoladas, para suportarem pilares, ou contínuas, para suportar paredes de alvenaria de pedra ou tijolo, com constituição semelhante às paredes resistentes. Contudo, observam-se diferenças. Numa dada parede, a sua considerável largura é justificada pela fundação realizar a transição entre o terreno e a parede de alvenaria e pelos eventuais erros construtivos que podiam ocorrer nas fundações durante a obra. Noutra dada parede, a sua considerável largura é justificada pela construção das fundações em alvenaria mais pobre. Em muitas situações, nem sempre o terreno de fundação se encontra à superfície, criando a necessidade de aprofundar as escavações até se encontrar em camadas resistentes. Isto originou três hipóteses distintas: a primeira trata-se da execução de uma cave para que o pavimento inferior fique a um nível que permita construção as fundações; a segunda trata-se de escavar localmente o solo, originando poços quadrangulares com altura suficiente até encontrar as camadas resistentes; a última trata-se de cravação de estacas de madeira, contudo, é uma solução limitada devido às “exigências a que obriga no que se refere à natureza do solo das camadas atravessadas pela estaca, antes de se atingir o firme”⁵.

A anomalia causada pela ocorrência de humidade nas fundações é a infiltração de água por capilaridade.

⁵ APPLETON, João- Reabilitação de edifícios antigos. 2º ed. Amadora: Edições Orion, 2011 (pág 14)

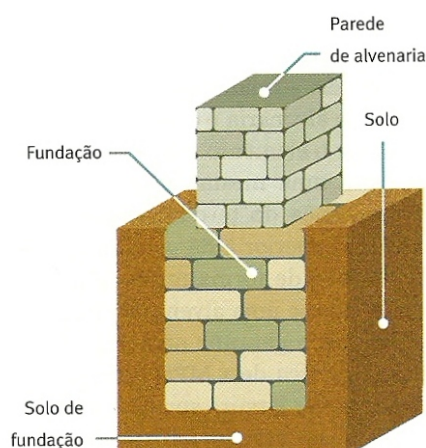


Figura 2 Fundação direta no terreno corrente

Paredes exteriores

Nos edifícios antigos designam-se por paredes resistentes aquelas que têm relevância no comportamento estrutural do edifício no suporte das cargas verticais e horizontais. Na linguagem corrente, estas paredes são mencionadas como paredes-mestras e a sua constituição tem semelhanças mas também fatores de diferenciação. Todas as paredes-mestras têm em comum a sua dimensão, com uma grande espessura, e a utilização de materiais heterogêneos. Contudo, a diferença é constatada no tipo de material heterogêneo utilizado que, em diversos casos, variam de região para região de acordo com a disponibilidade dos materiais locais, reduzindo o tempo e custo da obra. A grande espessura destas paredes é justificada por razões de natureza estrutural e mecânica, mas também por este tipo de paredes não resistir à tração, mas sim à compressão. Uma parede com grande espessura é pesada e, por isso, a compressão resultante da mesma exerce uma ação estabilizadora na estrutura, havendo equilíbrio das forças horizontais que são, mais nomeadamente, os impulsos da terra, os elementos estruturais, como arcos e abóbodas, o vento e os sismos. A dimensão destas paredes também é justificada pelo facto de que quanto maior é a sua espessura, menor é o risco de instabilidade por encurvadura.

Outro aspeto construtivo a salientar é a abertura de vãos para portas e janelas, tratando-se de operações frágeis, devido à interrupção da estrutura das paredes que necessitam sempre de reforço periférico da abertura. Os materiais e as

técnicas de reforço variam de acordo com a dimensão da parede, os materiais que a constituem, a dimensão da abertura e a importância estrutural da parede. A técnica mais recorrente é a utilização de elementos horizontais, como o lintel, a verga ou a padieira, que atravessam a abertura e se apoiam nas extremidades na própria parede. Esta solução é aplicada na abertura de pequenos vãos, visto que estes elementos horizontais têm uma capacidade de resistência limitada devido às dimensões disponíveis dos materiais utilizados. Para aberturas de vãos maiores são aplicadas técnicas mais evoluídas, como os arcos de descargas. Estes tratam-se de formas triangulares constituídos por três elementos de madeira ou pedra.

As anomalias causadas pela ocorrência de humidade nas paredes exteriores são a degradação das paredes e as infiltrações através de fendas.



Figura 3 Parede resistente de alvenaria simples (fotografia, corte e alçado).

Pavimentos

Nos edifícios antigos encontramos dois tipos pavimentos: o pavimento térreo e o pavimento elevado. A distinção entre eles é observada nos materiais constituintes em cada pavimento. O pavimento dos pisos térreos é composto por terra batida ou enroscado de pedra, sobre o qual é colocado uma camada de revestimento em lajedo de pedra, em ladrilhos, em tijoleiras cerâmicas ou em sobrados de madeira. Nos pavimentos elevados é utilizada essencialmente a madeira como material estrutural ou, no caso de construções mais nobres, os

arcos e as abóbodas em alvenaria. A utilização de arcos e abóbodas é a solução mais durável e permite vãos maiores e livres, sendo muitas vezes a solução adotada na construção dos tetos das caves, tendo em conta que esta é uma zona está em contato permanente com o terreno e com as humidades que lhe estão relacionadas. Sobre estes elementos colocam-se revestimentos, existindo dois tipos de soluções: a primeira trata-se da criação de uma estrutura em madeira apoiada nos elementos da alvenaria, formando um vigamento para sustentar o soalho; a segunda trata-se do enchimento do arco com areia argilosa, terra ou pedra solta que serve de base para se colocar uma camada de argamassa para suportar o soalho, lajedos de pedra ou placas de materiais cerâmicos. A primeira solução apresenta mais vantagens, visto ser mais leve que a segunda. Contudo, o peso da segunda solução estabiliza a estrutura em arco. A geometria dos arcos e das abóbodas em alvenaria variam devido ao abatimento escolhido para estes elementos, limitando-o entre arcos abatidos a arcos de volta perfeita.

Os pavimentos em madeira são a solução mais corrente nos edifícios antigos e as espécies utilizadas são o castanho (frequentemente aplicado nos vigamentos), o choupo, o cedro, o carvalho e as casquinhas. A sua estrutura é realizada através de vigamentos principais, colocados paralelamente entre si entre cerca de 0,20 metros e 0,40 metros, estando a definição do afastamento entre as vigas relacionada com largura destas, “correspondendo a vigas com cerca de 0,15m de largura”⁶. Devido às limitações naturais da madeira, as vigas têm altura igual ou inferior a 0,20m com o comprimento máximo de 4m, limitando o vão. Quando são necessários vãos de maior dimensão recorre-se a técnicas mais complexas, criando um ou mais alinhamentos de vigas principais.

As anomalias causadas pela ocorrência de humidade nos pavimentos são: infiltrações através de fendas ou vãos que migram para o pavimento; apodrecimento do soalho de madeira em casas de banho e cozinhas; humedecimento do pavimento do piso térreo derivado do contato direto com o solo ou pela ascensão da humidade por capilaridade através das paredes até ao vigamento dos pisos superiores; e deficiente execução da rede de água e esgotos.

⁶ APPLETON, João- Reabilitação de edifícios antigos. 2º ed. Amadora: Edições Orion, 2011 (pág 38)

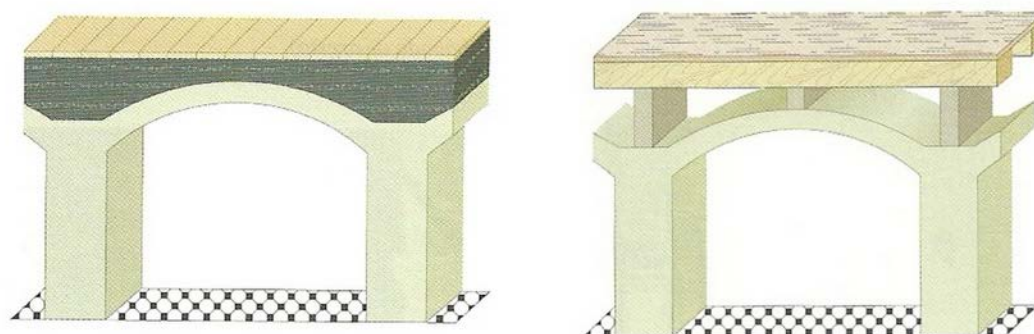


Figura 4 Pavimento em abóbada com enchimento e pavimento em arcos com estrutura de madeira

Coberturas

Nas coberturas dos edifícios antigos encontram-se as mais variadas soluções relativamente à geometria, forma estrutural, revestimento e isolamento. Nestas coberturas as formas predominantes são os telhados inclinados, embora haja algumas exceções, em que se podem encontrar coberturas planas ou curvas. As coberturas inclinadas apresentam várias formas e constituições, pois a sua inclinação está diretamente relacionada com a localização do edifício, devido à quantidade de precipitação, à probabilidade da queda de neve, e à utilização destinada ao espaço entre o último piso e a cobertura. A madeira é o material predominante nas coberturas de edifícios antigos devido à facilidade de recursos e de manuseamento. As asnas, obtidas da triangulação dos elementos ligados entre si, são as estruturas principais e mais comuns devido à sua adaptação às variações geométricas da cobertura. Partindo da sua forma simples, a asna simétrica de duas águas, é permitida a construção de lanternins e trapeiras através da execução de elementos adicionais para fazer a sua adaptação a cobertura com várias águas. A fixação das asnas da cobertura é feita nos seus apoios na zona corrente da parede de alvenaria, devendo assegurar-se a proteção dos topos embebidos na alvenaria. Contudo, a cobertura necessita de outra estrutura, secundária, composta por madres, varas e ripas, para receber o seu revestimento. Observa-se também a existência, principalmente em exemplos de arquitetura religiosa, de coberturas inclinadas, cuja base estrutural é formada por arcos e abóbodas. Nestas coberturas, ocorrem duas situações

distintas: as abóbodas são a estrutura do teto mas não da cobertura, ou seja, sobre as abóbodas existem as asnas que formam a cobertura; ou os arcos e as abóbodas servem de apoio para a estrutura secundária em madeira, ou existe um enchimento de terra ou argamassa que suporta o revestimento da cobertura. A cobertura em terraço é baseada em arcos e abóbodas com enchimento de nivelamento composto por impermeabilização, proteção mecânica e camada de acabamento. As coberturas curvas têm como base estrutural as abóbodas e as cúpulas e correspondem a pequenas zonas de construção, sendo necessário assegurar soluções de qualidade, pois este tipo de cobertura origina vários problemas de estabilidade.

As anomalias causadas pelo aparecimento de humidade nas coberturas são infiltrações nas zonas correntes da cobertura e infiltrações associadas à ineficácia do sistema de drenagem de água.

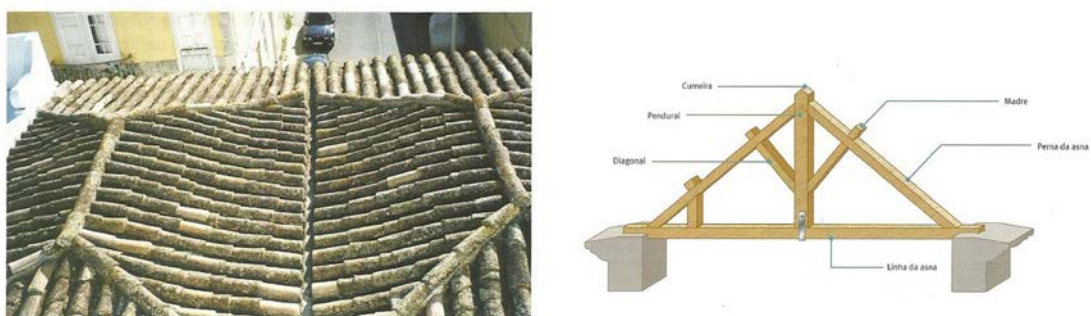


Figura 5 Cobertura de quatro águas e a respetiva estrutura

Revestimentos e acabamentos

Os revestimentos e acabamentos protegem os elementos das ações agressivas de natureza química e mecânica, funcionando como uma “pele”.

O revestimento das paredes utilizado com mais frequência é o reboco de argamassas fracas com areia e cal aérea ou areia e barro. As características deste reboco que o tornam adequado à sua aplicação na base são: a baixa retração, resistência mecânica fraca, porosidade adequada, aderência à base consistente e maleabilidade. A espessura encontrada no reboco é frequentemente de 5 cm, sensivelmente, devido à necessidade de proteção da parede e à irregularidade geométrica, e é constituída por três camadas. A

primeira camada é constituída por um reboco mais consistente (salpisco) para garantir a ligação à base; a segunda por um reboco menos consistente (emboco) do que o primeiro; a última camada é constituída por reboco de acabamento. Esta técnica de execução de rebocos para paredes exteriores também é aplicada nas paredes interiores. Contudo, havia a preocupação de utilizar revestimentos de texturas mais finas.

As anomalias causadas pela ocorrência de humidade nos revestimentos das paredes são a desagregação no interior da mesma e as infiltrações através de fendas.

O acabamento das paredes exteriores mais usual é a caiação a branco ou a cores, que são conferidas através de pigmentos. A cal para caiar é conseguida através da cal viva em pedra ou em pó, “fazendo-se a sua solidificação pela cristalização dos constituintes, dando origem a uma camada consolidante de reboco adjacente.”⁷ Quando é utilizada a cor, o pigmento é adicionado no final da preparação da solução e as tonalidades mais usuais são o ocre e o rosa, extraídos do óxido de ferro. Em paredes exteriores também se observa a utilização de azulejos, tratando-se de um elemento decorativo e de uma solução mais durável que a caiação. A sua durabilidade está relacionada com o fato de este material se tratar de um excelente revestimento, devido à sua superfície vidrada que resiste às ações dos agentes meteorológicos, e pela aplicação de argamassas fortes na ligação entre o tosco da parede e o azulejo. Nas paredes interiores encontram-se uma grande variedade de soluções, nomeadamente o simples estuque liso ou decorado, a escaiola a simular pedra e a pintura com tintas à base de linhaça.

A degradação da caiação é uma consequência do aparecimento de humidade nos acabamentos das paredes.

O revestimento dos pisos dos edifícios antigos é maioritariamente em madeira nos pisos superiores e em lajedos de pedra, tijoleira ou ladrilhos cerâmicos nos pisos térreos. O revestimento de madeira é composto por tábuas de solho com 20 a 30 cm de largura, colocadas lado a lado com sobreposição ou encaixe. As principais espécies de madeira utilizadas são a casquinha, o castanho e o pinho marítimo mas, também, menos frequente, o carvalho e as madeiras exóticas. A

⁷ APPLETON, João- Reabilitação de edifícios antigos. 2º ed. Amadora: Edições Orion, 2011 (pág.61)

escolha da madeira a utilizar está relacionada com a sua dureza, devido ao desgaste e à durabilidade.

Os acabamentos dos pisos têm como função proteger e decorar o revestimento e a solução a adotar depende do material a aplicar. No revestimento em madeira a solução mais comum consiste na lavagem periódica do pavimento seguida da aplicação de ceras que embelezam e protegem o revestimento. No revestimento em pedra não há um acabamento específico além do polimento para garantir superfície lisa, mate ou brilhante. No revestimento cerâmico são necessários tratamentos para garantir a resistência à ação da água e de outros líquidos e melhorar a resistência ao desgaste, utilizando produtos oleosos como o óleo de linhaça.

A anomalia causada pela ocorrência de humidade nos acabamentos dos pavimentos é a deterioração da madeira.

A cobertura dos edifícios antigos é tradicionalmente construída por telhados de duas ou mais águas e revestida por telha de canudo em cerâmica. A telha pode variar de dimensões mediante o local e a época em que é produzida e de características de porosidade, resistência mecânica e aspeto. Nas construções mais nobres, a telha de canudo é colocada no telhado sobrepostamente e interligada entre si através da aplicação de argamassas nas juntas das telhas ou através de grampos que asseguram a estabilidade do telhado. Nas construções mais simples, a telha é colocada sem qualquer tipo de ligação, tornando o telhado sensível à ação do vento. Outro aspeto fundamental na construção dos telhados é a execução de redes de drenagem de águas pluviais, existindo essencialmente três soluções distintas: a primeira consiste na solução mais simples, em que a água é diretamente escoada pelo beirado para a rua, sem qualquer encaminhamento ou direção. Esta é aplicada em edifícios isolados ou em banda de construção urbana quando se trata de edifícios com apenas duas águas, cuja inclinação está direcionada para a fachada principal e para o tardoz. A segunda, consiste na organização da recolha de águas pelo exterior do telhado e do edifício através de caleiras colocadas fora do beirado e com inclinação, de forma a conduzir a água para tubos de queda. Estes podem estar colocados no exterior do edifício, sendo necessário criar um traçado adequado dos algerozes, ou podem ser colocados no interior das paredes exteriores, estando por vezes associadas anomalias sob consequências das infiltrações. A última trata-se de

interromper o percurso da água antes de chegar ao beirado através de caleiras instaladas em rebaixos da cobertura. Contudo, também é de salientar a importância dos remates dos telhados, fundamentais no comportamento da cobertura. Além dos telhados de duas ou mais águas, também encontramos nas construções mais nobres, coberturas planas, ou em terraço, sobre abóbodas que, devido à sua geometria, são sensíveis à presença de água. Para o seu comportamento ser eficaz é necessário garantir que a superfície de um terraço tenha uma pendente entre 1% a 2%, assegurar a sua impermeabilização, melhorar o comportamento térmico e criar uma camada de acabamento que proteja e evite o desgaste da cobertura. Contudo, devido às técnicas de construção e aos materiais disponíveis na época, a impermeabilização e o isolamento térmico não eram eficazes e, posteriormente, necessitavam de intervenções de manutenção e reparação.

As anomalias causadas pela ocorrência de humidade nos revestimentos das coberturas são a perda de estanquicidade do revestimento e danificação do sistema de drenagem.

Vãos

A caixilharia dos edifícios antigos é em madeira, normalmente casquinha, e apresenta-se em várias configurações, tipologias e formatos. No caso de a caixilharia ser exterior, esta apresenta um papel importantíssimo como elemento da envolvente do edifício e pode apresentar várias patologias, quer na caixilharia em si, quer na parede em que se insere e nos restantes elementos de construção que podem ser afetados por infiltrações da água das chuvas. As janelas podem ter uma ou mais folhas, encontrando-se com mais frequência as janelas deslizantes verticais (guilhotina) em que a metade superior se encontra fixa e a metade inferior é móvel. Também é frequente encontrar janelas de abrir (batente) em que a folha móvel roda sobre um eixo vertical junto ao bordo da janela. A folha de cada janela pode ser preenchida com uma ou mais lâminas de vidro liso, dependendo da sua estrutura, e pode ter vários acabamentos através da aplicação de tintas, velaturas e vernizes. Relativamente às portas exteriores, estas são um elemento a destacar na construção e são, geralmente, em madeira maciça de uma folha. É de salientar a importância no detalhe das ligações entre

as partes fixas e as paredes, entre as partes fixas e as partes móveis, as próprias partes móveis e, também, nos mecanismos de fecho e abertura na caixilharia.

A cantaria tornou-se comum na construção antiga por dois motivos: primeiro, por desempenhar uma função estrutural de grande importância, podendo observar-se a pedra emparelhada em vários elementos arquitetónicos, como contornos das portas e das janelas, pilastras, cimalkas, cornijas, entres outros elementos. Segundo, por ter uma função estética que realçava a qualidade da construção e a nobreza do edifício. Também neste caso, as rochas utilizadas variam mediante a região, pois as construções recorriam às pedreiras mais próximas. Assim, a região do Norte, das Beiras e uma parte do Alentejo utilizam o granito; a Beira Litoral, a Estremadura e o Algarve utilizam o calcário; o Alentejo utiliza o mármore; e o Açores utiliza o basalto. Em cada tipo de pedra há vários acabamentos possíveis, nomeadamente, liso, abujardado pico fino, médio ou grosso, “esponteirado”, “escacilhado” ou esculpido com formas e figuras.

As anomalias causadas pela ocorrência de humidade nos vãos são a deterioração da madeira do caixilho, o envelhecimento dos materiais de assentamento dos vidros, a deterioração dos fechos e ferragens, o desgaste da pedra da cantaria e os fenómenos de eflorescência.



Figura 6 Janela de batente vista do exterior



Figura 7 Fachada de edifício nobre com cantaria em múltiplos elementos

2.3 Caracterização construtiva do edifício do Governo Civil do Porto

O caso de estudo desta dissertação é o edifício do Governo Civil do Porto, tratando-se de um edifício antigo construído no Século XVIII. Este reúne genericamente as características mencionadas anteriormente que caracterizam os edifícios antigos.

Implantado em paralelo à Rua Augusto Rosa e com a fachada principal com exposição solar a Sudeste, este edifício tem planta retangular com 122 metros de comprimento por 13 metros de largura e está pousado sobre um muro em granito que serve de embasamento alargado. O seu volume é composto por quatro corpos distintos, sendo o primeiro um paralelepípedo horizontal de dois pisos, com a entrada principal destacada com uma ampla porta e janelas, uma varanda no piso superior que remata com a cobertura com um frontão triangular, o segundo e o terceiro são dois torreões colocados na vertical com três pisos que rematam os topos do volume principal e o quarto trata-se da colocação do terceiro piso ao volume principal mas que só ocupa metade da sua extensão. Embora estes dois torreões tenham proporções quase semelhantes, são distintos formalmente pois foram contruídos em épocas diferentes, tendo sido o torreão a Nordeste construído no mesmo ano que o corpo principal e mais tarde, com a demolição do Arco da Porta do Sol, construído o segundo torreão a Sudoeste.

A caracterização estrutural do edifício resulta da observação do seu exterior e do átrio principal, não tendo acesso direto ao seu interior por questões burocráticas. A sua fundação é constituída por sapatas contínuas, para receber as paredes exteriores, em alvenaria de pedra. As paredes exteriores, que fazem parte da estrutura principal, têm um metro de espessura e são em granito revestidos por argamassa e caiada de branco. O pavimento do piso térreo e da cave é em lajedo de pedra polida e dos pisos superiores, com base no que foi citado anteriormente, provavelmente é em madeira com acabamento em cera. A cobertura do corpo principal e dos torreões é de quatro águas com telha marselha e o seu sistema de drenagem é composto por caleiras e beirado. As escadas principais do piso térreo para o primeiro piso são em pedra e as paredes de compartimentação são em tabique de madeira. Relativamente à caixilharia, atualmente encontram-se janelas em guilhotina e batente em casquinha pintada

de branco que se repetem em 3, 60 metros com a largura de 1,20 metros pelo comprimento de 1,93 metros. Contudo, o torreão Nordeste tem aberturas de vãos irregulares e pisos a uma cota superior que os pisos do volume principal, enquanto o torreão Sudoeste respeita os alinhamentos de vão e dos pisos do volume principal. Supõem-se que, originalmente, o edifício continha apenas janelas de guilhotina por serem as mais usais, contudo foram sendo substituídas com o decorrer do tempo. Também se encontram portas com diferentes larguras, tendo a largura da porta principal 2,10 metros e as portas secundárias 1,20 metros. A altura de cada porta depende do declive da rua em que a porta com menor altura tem 2,70 metros e a com maior altura tem 4 metros e são concebidas também em casquinha pintada de branco. A cantaria presente na caixilharia, no remate do piso térreo com o terreno, na cornija e no frontão triangular é em granito emparelhado, realçando a qualidade construtiva do edifício. O único elemento em ferro visível do exterior é a guarda da varanda existente por cima da entrada principal.

Atualmente, o edifício encontra-se devoluto e apresenta um estado de degradação bastante avançado. No exterior podem observar-se muitos caixilhos com vidros partidos, a cobertura danificada e sem beirais em algumas partes, a degradação das paredes com fendas e zonas sem caiação, o apodrecimento dos elementos de madeira nos vãos e o escurecimento dos elementos em granito na fachada. No interior, devido à sua inacessibilidade, só é possível observar a zona do átrio do edifício e constata-se que este se encontra com as paredes de compartimentação e pavimento bastante degradadas.

Resumindo, o edifício do Governo Civil do Porto marca o centro histórico do Porto devido à sua localização, volume e história que, apesar das marcas do tempo, não afetam o seu carácter monumental e patrimonial.



Figura 8 Vista exterior do edifício do Governo Civil do Porto



Figura 9 Entrada principal do edifício do Governo Civil do Porto

Capítulo III

Formas de manifestação de humidade

Formas de manifestação de humidade

3.1 Generalidades

Existem várias formas da humidade se manifestar e o seu correto diagnóstico permite identificar eficazmente as suas causas e as soluções mais adequadas a aplicar. Cada tipo de causa está relacionado com um conjunto de sintomas definidos que podem ser detetados através da simples observação “in situ” ou através da utilização de equipamentos de diagnóstico. No geral, as formas de manifestação de humidade estão divididas em seis grupos distintos, mediante a sua origem: a humidade da construção; a humidade do terreno; a humidade de precipitação; a humidade de condensação; a humidade derivada de fenómenos de higroscopicidade; e a humidade devida a causas fortuitas.

Humidade da construção

A humidade da construção resulta da utilização de materiais na construção ou reparação de edifícios que necessitam de água para sua confeção, como, por exemplo, as argamassas ou a colocação de tijolos na alvenaria, e da exposição dos edifícios em construção à água proveniente da chuva. Embora alguma da água se evapore, este processo é lento e deriva dos materiais utilizados. Esta origem de humidade pode originar anomalias generalizadas ou localizadas, devido à evaporação da água ou ao simples facto dos materiais conterem um alto teor de água. No primeiro caso, a evaporação pode causar a expansão ou destaque de alguns materiais ou a condensação das superfícies devido à diminuição da temperatura. No segundo caso, o excesso de água pode causar manchas de humidade e condensações devido à condutibilidade térmica dos materiais.

A humidade do terreno

A humidade do terreno está relacionada com as anomalias provocadas pela água nos elementos da construção em contacto com o solo, nomeadamente nas fundações, nas paredes, nas caves e nos pisos térreos. Nestes elementos são utilizados materiais com capilaridade por vezes elevada, originando a migração da água na horizontal e na vertical, no caso de não existir nenhuma barreira estanque. Isto verifica-se quando as zonas das paredes estão em contacto com a água do solo, quando os materiais das paredes têm elevada capilaridade e quando as barreiras estanques nas paredes estão incorretamente posicionadas ou, simplesmente, não existem. Para a ocorrência de humidade proveniente do solo é necessário que as paredes estejam em contato com o mesmo, podendo ocorrer quando as fundações estão situadas abaixo do nível freático, as fundações estão acima do nível freático, mas o terreno tem elevada capilaridade e quando a paredes estão implantadas em terrenos pouco permeáveis ou com pendentes na direção das paredes. As anomalias associadas à humidade do terreno estão relacionadas com o aparecimento de manchas de humidade nas zonas das paredes em contato com o solo e, em certos casos, provocam a formação de eflorescência ou criptoflorescências, de manchas de bolor e de vegetação parasitária.

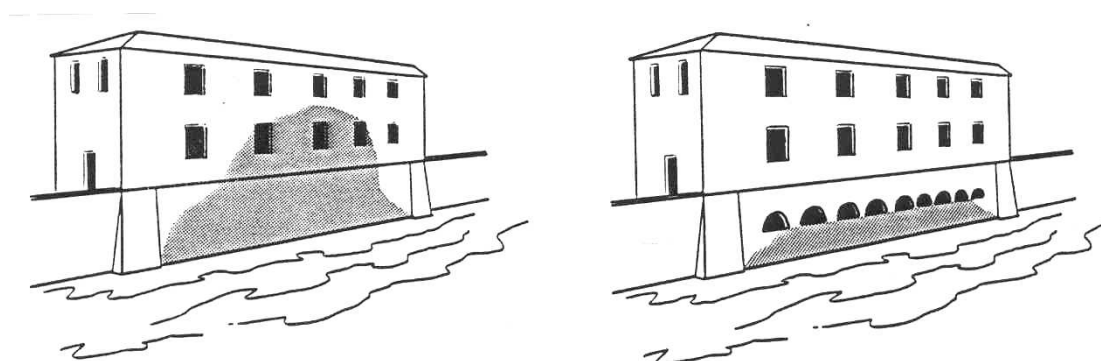


Figura 10 Humidade proveniente do terreno

A humidade da precipitação

A humidade da precipitação está relacionada com as anomalias provocadas pela chuva, associada ao vento. A chuva por si só não provoca ações graves, contudo, quando esta é direcionada pelo vento, a sua trajetória afasta-se da verticalidade, estando as paredes sujeitas a ações de molhagem que podem humedecer os paramentos interiores e diminuir a resistência térmica dos materiais constituintes. Este tipo de anomalias é frequente devido à deficiente qualidade de construção e à existência de fissuras e pode provocar manchas de humidade de várias dimensões nos paramentos interiores das paredes exteriores. Nas zonas de humedecimento é usual o aparecimento de bolores, eflorescência e criptoflorescências.



Figura 11 Humidade proveniente da precipitação

A humidade da condensação

A humidade de condensação deriva do arrefecimento de uma massa que provoca condensações de vapor de água, sempre que é atingido o limite de saturação mediante uma determinada temperatura. Existem dois tipos de condensações: as superficiais e as internas. As condensações superficiais resultam do fato de a temperatura superficial das paredes ser menor do que a temperatura do ambiente, originando o aumento da humidade relativa e provocando condensações. Esta depende dos seguintes fatores: das condições

de ocupação e, consequentemente, do vapor produzido; da ventilação dos locais; do isolamento térmico das paredes; e da temperatura interior. A humidade nas superfícies pode provocar o aparecimento de manchas, de humidade, de bolores e de teores de água decrescentes nas paredes. As condensações internas resultam quando o vapor de água atravessa uma parede por difusão e iguala a pressão de saturação. Normalmente, esta ocorrência não provoca danos visíveis mas pode provocar o apodrecimento de materiais orgânicos.



Figura 12 Condensação nas paredes

A humidade devida a fenómenos de higroscopicidade

A humidade devida a fenómenos de higroscopicidade resulta da presença de sais solúveis nos materiais e no solo. A existência destes sais normalmente não origina anomalias nas paredes, contudo, quando uma parede está humedecida, os sais dissolvidos acompanham a migração da água até a superfície, dando-se a cristalização sob forma de eflorescência ou criptoflorescências. As anomalias provocadas pelos fenómenos de higroscopicidade estão relacionadas com o aparecimento de manchas em locais de forte concentração de sais e com a degradação dos revestimentos das paredes.

A humidade devida a causas fortuitas

A humidade devida a causas fortuitas está relacionada com vários fatores e encontra-se, geralmente, em locais pontuais, sendo consequência dos defeitos da construção, da falta de equipamentos ou dos erros humanos. As anomalias

mais correntes neste tipo de humidade são a rutura de canalizações e as infiltrações nas paredes provenientes da cobertura. A estas anomalias estão associadas as manchas localizadas em determinados espaços, os períodos de precipitação que agravam as infiltrações, o carácter permanente e gravoso no caso de rutura de canalizações, e a migração da humidade para locais afastados da origem da anomalia.



Figura 13 Infiltração nas paredes proveniente da cobertura

3.2 Métodos de diagnóstico de humidade

É através dos métodos de diagnóstico que se obtém a confirmação exata da origem da humidade, por meio de equipamentos próprios.

Existem três grupos distintos de equipamentos para o diagnóstico de humidade: de medição das condições atmosféricas, de medição da temperatura superficial das paredes, e de medição do teor de água das paredes. Dos vários equipamentos de cada grupo, apenas são referidos os com mais relevância.

Medição das condições atmosféricas

A medição das condições atmosféricas é calculada através da temperatura do ar, da humidade relativa ou de ambas, em simultâneo.

A temperatura do ar pode ser obtida através dos seguintes equipamentos:

- Termómetros;
- Termopares;
- Termistores.

Os valores de humidade relativa podem ser obtidos através dos seguintes equipamentos:

- Psicrómetros;
- Higrómetros;
- Instrumentos de determinação do ponto de orvalho.

A temperatura do ar, em conjunto com a humidade relativa, pode ser obtida através dos seguintes equipamentos:

- Termo-higrómetros;
- Termo-higrógrafo.

Medição da temperatura superficial das paredes

A medição da temperatura superficial das paredes pode ser calculada através dos seguintes equipamentos:

- Termopares;
- Termistores;
- Aparelhos de termografia.

Medição do teor de água das paredes

A medição do teor de água das paredes pode ser calculada através de dois processos: não destrutivos e destrutivos.

Nos processos não destrutivos, o teor de água pode ser obtido através dos seguintes equipamentos:

- Aparelhos baseados na medição da variação da resistência elétrica;
- Aparelhos baseados na medição da variação da constante dielétrica;
- Aparelhos baseados na medição da variação da impedância de um semicondutor;
- Aparelhos baseados na utilização de neutrões ou micro-ondas

Nos processos destrutivos, o teor de água pode ser obtido através dos seguintes equipamentos:

- Método ponderal;
- Aparelhos baseados na medição da pressão de acetileno;
- Método de núcleo independente.

3.3 Soluções de reparação de humidade

3.3.1 Generalidades

Como já foi mencionado anteriormente, a humidade na construção tem várias origens e, para cada uma delas, existem soluções de reparação, de acordo com o tipo de edifício a intervir e com os objetivos a alcançar. Contudo, antes de escolher uma solução a aplicar numa anomalia, é necessário compreender que tipo de intervenção pretendemos pois existem intervenções mais eficazes do que outras e com durabilidades distintas. As intervenções de correção de anomalias provocadas pela humidade estão caracterizadas em seis grupos e cada um tem os seus métodos, características e finalidades próprias, sendo eles: a eliminação das anomalias; a substituição dos elementos e materiais afetados; a ocultação das anomalias; a proteção contra os agentes agressivos; a eliminação das causas das anomalias; e o reforço das características funcionais.

Eliminação das anomalias

A eliminação das anomalias é uma solução que resolve temporariamente os problemas, não sendo uma solução definitiva pois persistem as causas. As intervenções de eliminação de anomalias são: a secagem das paredes humedecidas através da ventilação, do aumento da temperatura ou da desumidificação, a remoção de eflorescência e bolores e a fixação dos revestimentos das paredes descolados.

Substituição dos elementos ou materiais afetados

A substituição dos elementos ou materiais afetados trata-se quando não é possível reparar um material, devido ao seu estado avançado de degradação, e este é substituído por um novo. Esta pode ser uma solução definitiva se forem adotadas as precauções necessárias para a eliminação das causas das anomalias. As intervenções de substituição de elementos ou materiais são: a

substituição parcial ou total dos elementos apodrecidos, a substituição dos revestimentos degradados da parede e a substituição das paredes não estruturais afetadas pela humidade.

Ocultação das anomalias

A ocultação das anomalias é a forma mais económica de reparação definitiva do problema, embora as causas e as anomalias persistam. As intervenções de ocultação de anomalias são: a construção de novas paredes que ocultam as paredes danificadas e a aplicação de revestimentos que disfarçam as anomalias.

Proteção contra os agentes agressivos

A proteção contra os agentes agressivos é uma metodologia que procura impedir a ação direta sobre os elementos da construção sem eliminar as causas das anomalias. As intervenções de proteção contra os agentes agressivos são: a impermeabilização das paredes exteriores abaixo do nível do solo para evitar anomalias provocadas pela humidade do terreno; a criação de zonas de estanque nas paredes; a introdução de produtos impermeabilizantes; a impermeabilização das paredes exteriores sujeitas expostas à precipitação e a aplicação de barreiras pára-vapor nas paredes interiores nas zonas de condensação.

Eliminação das causas das anomalias

A eliminação das causas das anomalias é o tipo de intervenção mais eficaz apesar de nem sempre poder ser exequível, pois implicam ações que devem de ponderadas. As intervenções que eliminam as causas das anomalias são: a drenagem do terreno quando há anomalias cuja origem está relacionada com a humidade do terreno; a correção das condições termo-higrómetricas quando há anomalias cuja origem esteja relacionada com a humidade de condensação; e o reforço da ventilação dos espaços.

Reforço das características funcionais

O reforço das características funcionais é a correção do elemento que apresenta anomalias na consequência do seu uso inadequado à sua exigência funcional, podendo eliminar as diversas anomalias relacionadas com a humidade. As intervenções de reforço das características funcionais é: o reforço do isolamento térmico nos elementos exteriores da construção para prevenir a ocorrência de condensações.

3.3.2 Reparação de anomalias provocadas pela humidade

Existem várias soluções destinadas à reparação de anomalias causadas pela humidade. Contudo, cada solução está relacionada com a sua forma de manifestação, sendo imprescindível o correto diagnóstico da origem da humidade, e com o tipo de intervenção que se pretende em cada caso. Isto garante a escolha da solução correta a aplicar em cada situação de anomalia. Assim, resumidamente, são apresentadas as soluções de reparação de anomalias de acordo com as formas de manifestação da humidade.

Reparação das anomalias provocadas pela humidade da construção

Resumidamente, as soluções correntes de reparação de anomalias provocadas pela humidade da construção estão divididas em quatro grupos:

1. Reforço da ventilação do ambiente

Este é o método mais eficaz e económico e consiste na simples abertura dos vãos de forma a possibilitar que o ar seque as zonas húmidas. Só é possível utilizar esta solução mediante as condições atmosféricas, não sendo possível aplicar em climas com temperaturas baixas ou com ar húmido.

2. Aumento da temperatura do ar

O aumento da temperatura diminui a humidade relativa. Esta solução, aliada à ventilação do ambiente, reúne as melhores condições de secagem nas zonas com humidade.

3. Diminuição da humidade relativa do ar

A humidade relativa do ar só diminui através de desumidificadores que extraem a água do ar. Este equipamento deve ser utilizado quando não há ventilação através dos vãos e a sua utilização torna-se mais eficaz quando são associado aquecedores.

4. Reparação dos elementos afetados pela humidade da construção

A reparação dos elementos afetado pela humidade da construção só deve ser realizada quando estes elementos se encontram totalmente secos. O elemento afetado deve ser submetido a uma avaliação do grau de humedecimento para analisar a sua qualidade.

Reparação das anomalias provocadas pela humidade do terreno

Resumidamente, as soluções correntes de reparação de anomalias provocadas pela humidade do terreno estão divididas em quatro grupos:

1. Soluções destinadas a impedir o acesso da água às paredes

Este conjunto de soluções é composto pelos seguintes procedimentos: secagem da fonte de alimentação da água; tratamento superficial do terreno; rebaixamento do nível freático; drenagem do terreno e execução de valas periféricas.

2. Soluções destinadas a impedir a ascensão da água nas paredes

Este conjunto de soluções é composto pelos seguintes procedimentos: redução da secção absorvente; introdução de barreiras estanque, através do corte da parede; e introdução de produtos impermeabilizantes.

3. Soluções destinadas a retirar a água em excesso das paredes

Este conjunto de soluções é composto pelos seguintes procedimentos: electro-osmose e drenos atmosféricos.

4. Soluções destinadas a ocultar anomalias

Este conjunto de soluções é composto pelos seguintes procedimentos: execução de nova parede interior e aplicação de revestimentos próprio.

Reparação das anomalias provocadas pela humidade da precipitação

Resumidamente, as soluções correntes de reparação de anomalias provocadas pela humidade da precipitação estão divididas em dois grupos:

1. Soluções destinadas a eliminar as deficiências na estanquidade das paredes

Este conjunto de soluções é composto pelos seguintes procedimentos: aplicação de novos revestimentos nas paredes; aplicação dum hidrófugo de superfície nos paramentos exteriores; aplicação de um revestimento exterior com base em ligantes; aplicação de um revestimento exterior de elementos descontínuos.

2. Soluções destinadas a eliminar as infiltrações da água através de fissuras

Este conjunto de soluções é composto pelos seguintes procedimentos: reparação de paramentos com fissuras de pequena largura; reparação de paramentos com fissuras de largura significativa.

Reparação das anomalias provocadas pela humidade de condensação

Resumidamente, as soluções correntes de reparação de anomalias provocadas pela humidade de condensação estão divididas em três grupos:

1. Soluções destinadas a evitar a ocorrência de condensações superficiais

Este conjunto de soluções é composto pelos seguintes procedimentos: reforço do isolamento térmico das paredes; reforço da ventilação dos espaços; reforço da temperatura ambiente.

2. Soluções destinadas a evitar a ocorrência de condensações superficiais em edifícios de inércia térmica muito forte

3. Soluções destinadas a evitar a ocorrência de condensações internas

Reparação das anomalias provocadas pela humidade devida a fenómenos de higroscopicidade

Resumidamente, as soluções correntes de reparação de anomalias provocadas pelos fenómenos de higroscopicidade estão divididas em quatro grupos:

1. Soluções de remoção dos sais higroscópicos
2. Soluções de substituição dos elementos afetados
3. Soluções de ocultação de anomalias
4. Soluções controlo da humidade relativa do ar

Outras soluções de reparação

As anomalias provocadas pela humidade dão origem a outros fenómenos, nomeadamente o aparecimento de bolores e de cogulemos, existindo soluções para cada uma destas situações.

Capítulo IV

Projeto de reabilitação do edifício do Governo Civil do Porto

Projeto de reabilitação do edifício do Governo Civil do Porto

4.1 Projeto de reabilitação

Segundo o SIPA, o edifício do Governo Civil foi encomendada em 1790 por Francisco de Almeida Mendonça a Reinaldo Oudinot onde se iria originalmente instalar a Casa Pia. Construído no Século XVIII, este edifício, posteriormente, teve várias funcionalidades, sendo convertido em 1836 em Quartel-general da 3ª Divisão Militar da região Norte e ampliado em 1975, com a demolição do Arco da Porta do Sol da Muralha Fernandina. Mais tarde, recebeu o Comando da PSP do Porto.

A sua implantação foi condicionada pela existência da muralha da cidade, correspondendo a um volume paralelepípedo pousado sobre um muro de granito, que serve de embasamento alargado do edifício, paralelo à Rua Augusto Rosa.

O programa de reabilitação para este edifício é um hotel de quatro estrelas, composto por 22 quartos e 8 suites, áreas sociais, áreas técnicas e áreas de serviço.

O programa deste projeto está separado por pisos. O piso térreo, pousado no sobre o muro de granito, é composto pela área social, área administrativa e parte da área técnica.

A entrada principal, localizada no centro do edifício e marcada pelo grande frontão triangular, dá acesso a um grande corredor localizado no alçado principal do edifício que distribui para as áreas públicas e às comunicações verticais de acesso aos restantes pisos. No alçado posterior, estão distribuídas a área administrativa e parte da área técnica, através de um corredor de serviço, com as respetivas comunicações verticais de serviço.

No piso superior e no topo dos dois torrões, encontram-se distribuídos, através de um amplo corredor localizado no alçado posterior, 16 quartos e 6 suites.

Nos pisos inferiores ao piso térreo, colocado sob muro de granito, estão as áreas de serviço, as áreas técnicas e a garagem.

O programa deste edifício não corresponde às áreas solicitadas pela proposta de projeto, havendo um menor número de quartos e suites e, consecutivamente, uma redução das áreas sociais, de serviço e técnicas. Isto resulta do respeito pelo valor arquitetónico do edifício, não querendo alterar o seu volume e linguagem.

O quarto encontra-se organizado a partir de um hall de entrada, alinhado com o vão, que dá acesso instalação sanitária e, seguidamente, ao quarto, onde a cama e o roupeiro estão colocado na zona menos iluminada da divisão, privilegiando a zona de estar, que se encontra localizada perto do vão. A suite também está organizada através de um hall de entrada que dá acesso à instalação sanitária e forma acesso direto à sala de estar e, seguidamente, ao quarto. Este quarto também tem uma zona de estar, mais ampla que o quarto tipo.

A reabilitação deste edifício mantém a estrutura parietal original e os novos elementos tendem a respeitar a sua linguagem. Devido à existência de meios pisos no torreão Nordeste, no interior do edifício, é necessário construir novas lajes, sendo estas colaborantes para exercerem menos carga, em que sua estrutura metálica é apoiada nos mesmos sítios onde os anteriores barrotes de madeira estavam colocado, de modo a que a sua intervenção nas paredes do edifício seja o mais diminuída possível. Estas lajes são compostas por soalho em madeira, uma laje de inércia (para isolamento acústico de sons de precursão), uma camada resiliente, uma camada de betão leve (para a passagem de infraestruturas), a laje colaborante e uma tela acústica (para evitar sons aéreos) seguido de teto falso em gesso cartonado. Esta opção resulta da minha intenção de querer intervir o menos possível na estrutura parietal do edifício e, ao mesmo tempo, obter lajes que não ocupassem muito espaço e que permitissem a passagem de infraestruturas, não esquecendo os devidos isolamentos acústicos para maior conforto dos seus clientes. Embora haja uma tentativa de manter a linguagem arquitetónica no interior do edifício, devido às exigências do programa, este é totalmente novo com as paredes exteriores revestidas interiormente com isolamento térmico, os caixilhos de correr no interior dos vãos e as paredes divisórias em gesso cartonado preenchidas com

isolamento térmico e acústico. Devido às Unidades de Tratamento de Ar estarem colocadas na cobertura, esta é ventilada através de duas zonas da cobertura inclinada terem grelhas metálicas, fazendo a circulação de ar, e, com isto, a laje da cobertura é impermeabilizada e revestida termicamente para atenuar eventuais problemas de infiltrações de água e térmicos.

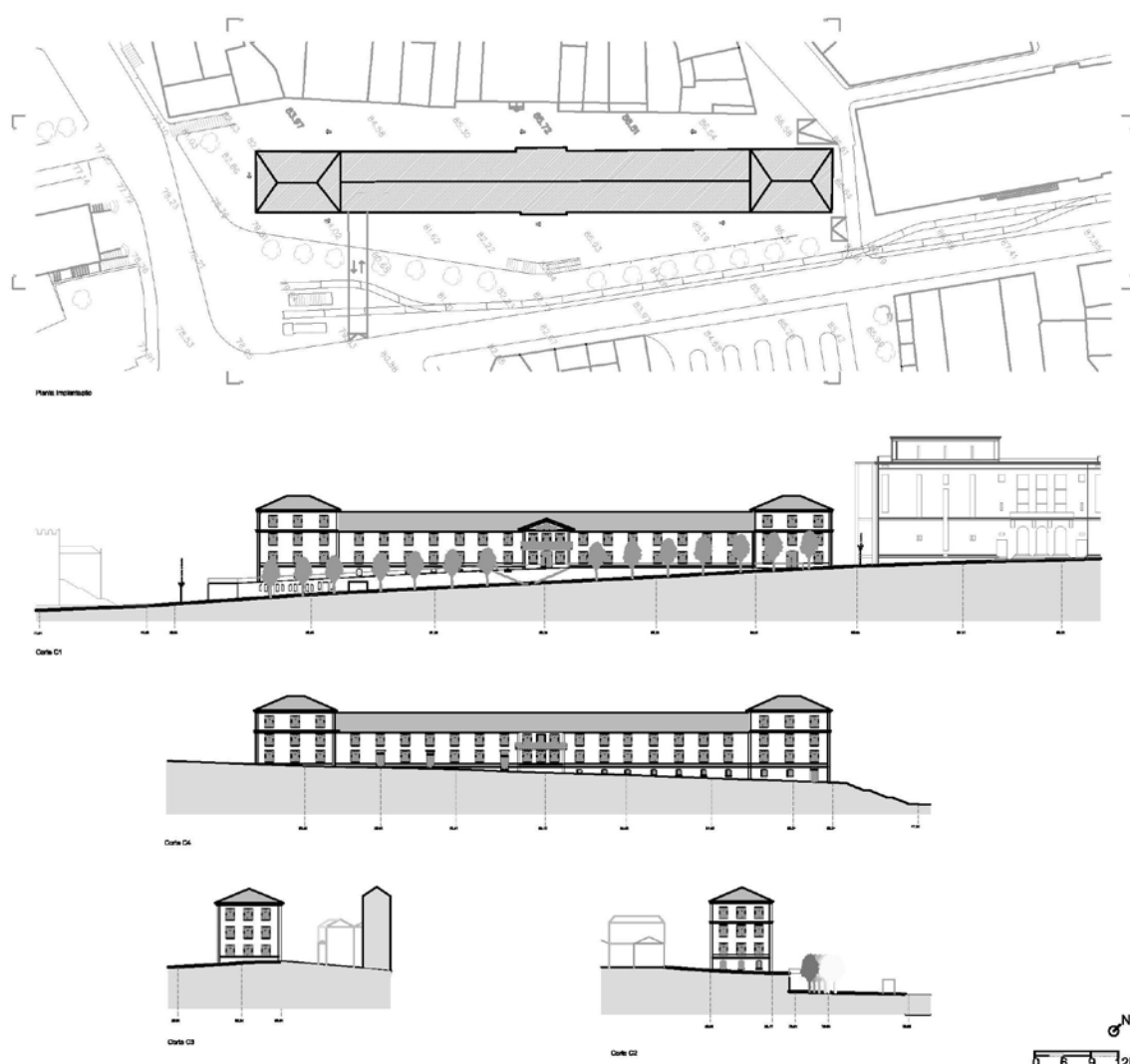


Figura 14 Planta de implantação e perfis do edifício do Governo Civil do Porto

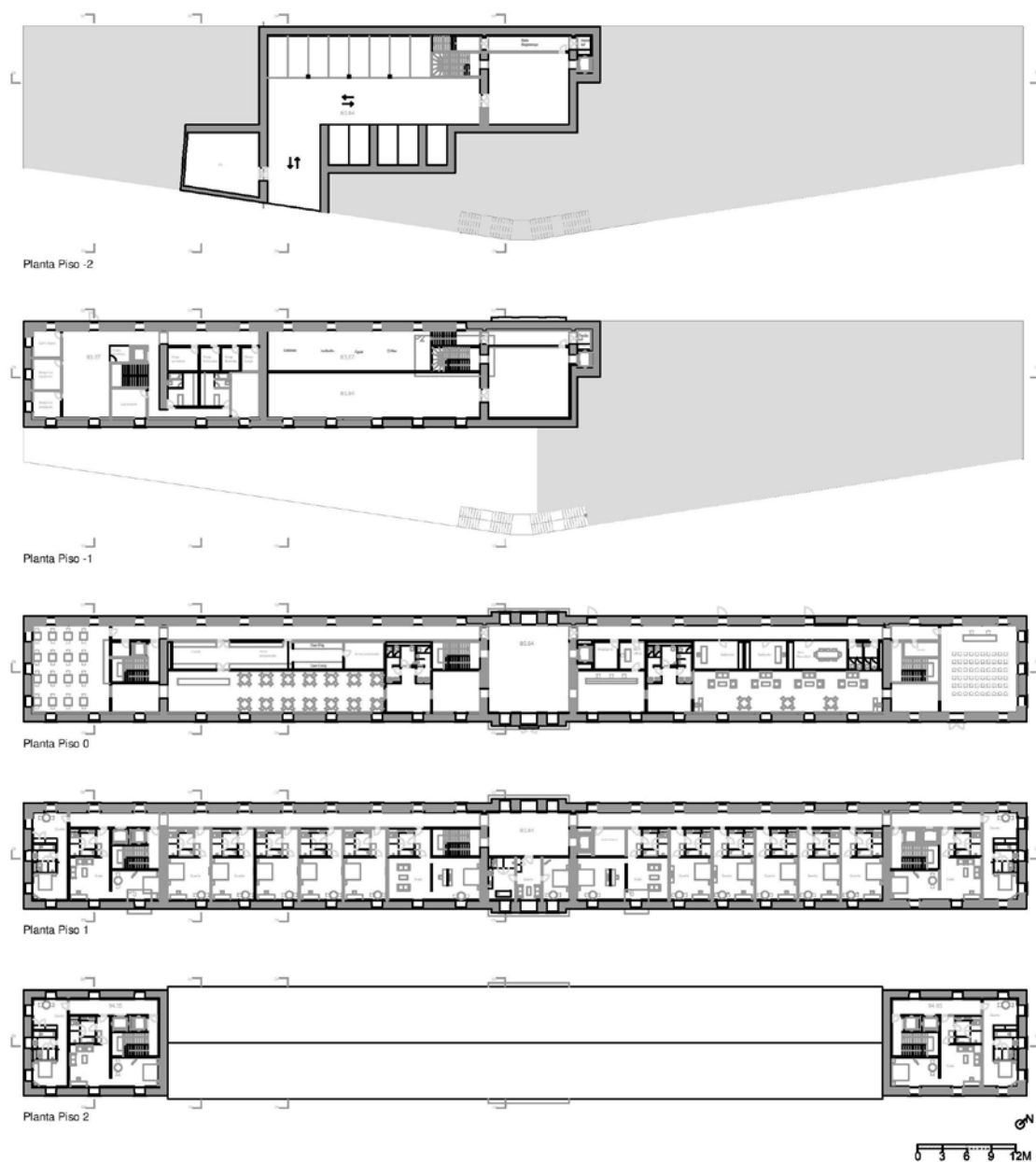


Figura 15 Plantas do projeto de reabilitação do edifício do Governo Civil do Porto

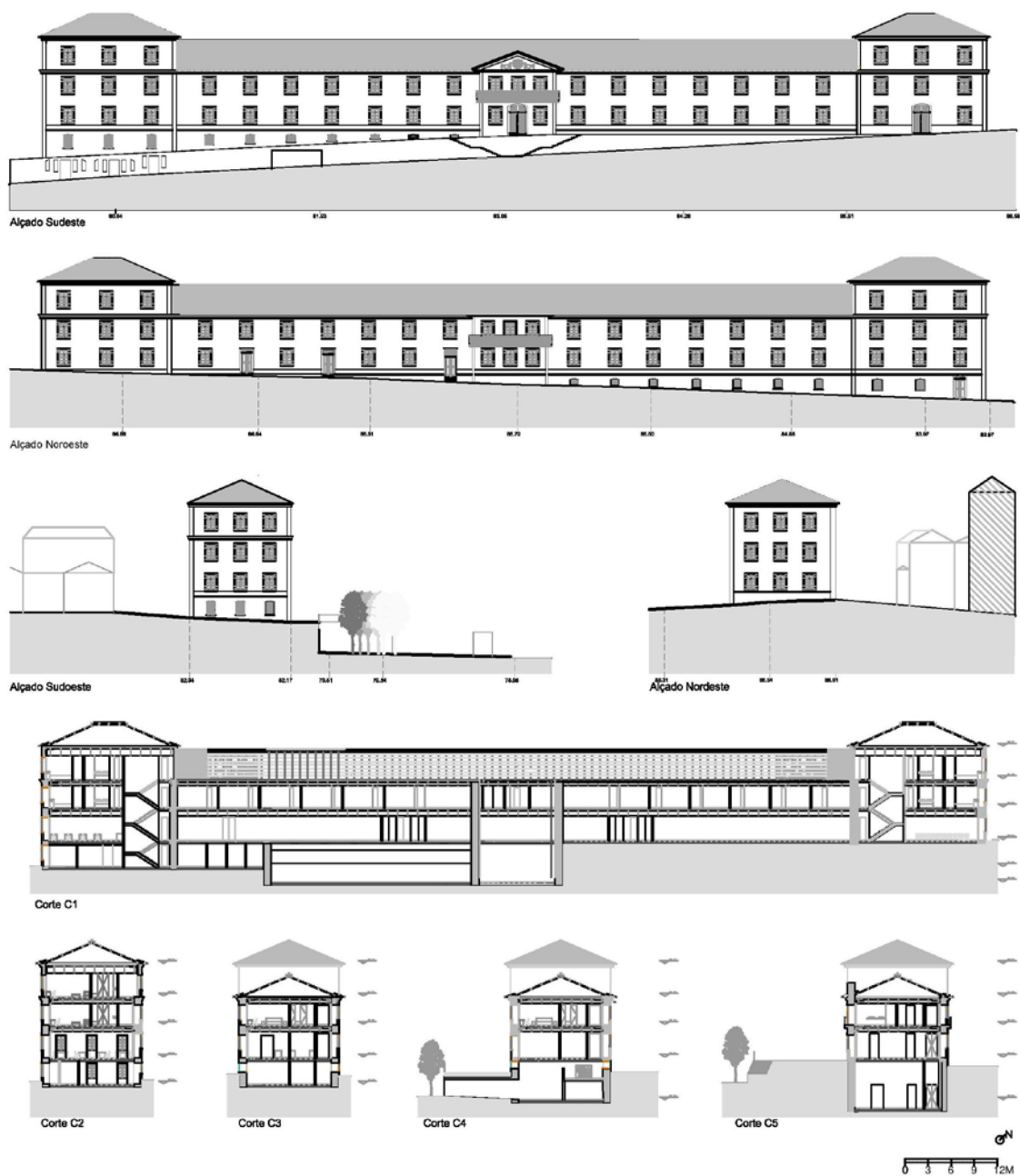
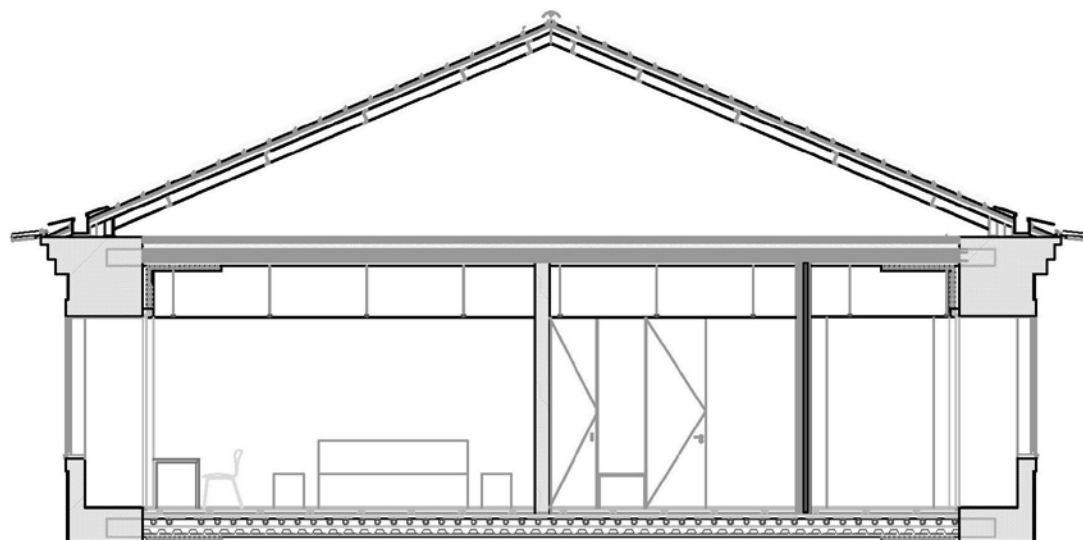


Figura 16 Alçados e cortes do projeto de reabilitação do edifício do Governo Civil do Porto



C1 | Corte Quarto Tipo



P1 | Quarto Tipo

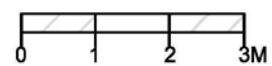


Figura 17 Quarto tipo do projeto de reabilitação do edifício do Governo Civil do Porto

4.2 Soluções de reparação de humidade

Como foi referido anteriormente, existem várias soluções para a reparação das anomalias provocadas pela humidade, de acordo com a sua forma de manifestação.

Contudo, cada solução tem um reflexo direto nos edifícios, podendo alterar ou não a sua linguagem arquitetónica. Isto depende das opções que o Arquiteto escolhe mediante os seus objetivos para o projeto. No caso do projeto de reabilitação do edifício do Governo Civil, as soluções escolhidas para a reparação das anomalias provocadas pela humidade têm como objetivo alterar o mínimo possível a linguagem arquitetónica do exterior do edifício de forma a manter a sua identidade. Para este projeto é importante manter os remates em granito no embasamento, na cornija, no frontão triangular e nos vãos, pois são elementos originais da sua época de construção e que se enquadram harmoniosamente com os edifícios em toda a envolvente, visto estar localizado no centro histórico do Porto. Com isto, todas as intervenções de reparação das anomalias provocadas pela humidade teriam que ser realizadas no interior, cuja intervenção é facilitada, visto o interior sofrer uma reestruturação devido ao programa do hotel. Assim, é possível combater a causa que mais anomalias causa na construção, eficazmente, desde as fundações até a cobertura.

A humidade provocada pelo terreno nas fundações é solucionada no projeto através da aplicação de drenos e ventilação periférica das paredes.

Os drenos destinam-se a retirar a água superficial em excesso, proveniente da precipitação e de terrenos pouco permeáveis, que se infiltra no terreno. Trata-se de uma solução bastante eficaz para impedir o acesso da água as paredes e é executada através de valas paralelas às paredes exteriores do edifício onde é colocada uma rede de tubagens que permite o escoamento da água e a conduz para a rede de esgotos.

A ventilação periférica das paredes destina-se a impedir a ascensão por capilaridade da água do terreno às paredes. Esta solução é executada através de uma rede de tubagens no interior das paredes que permite a passagem de ar e, assim, seca a humidade que poderia ascender às paredes.

Estas duas soluções são eficazes na prevenção da humidade proveniente do terreno e na sua ascensão pelas paredes estruturais sem interferir ou alterar o existente, sendo estas facilmente executáveis.

A humidade provocada pela precipitação é resolvida no projeto nas paredes exteriores através da aplicação de um revestimento hidrófugo.

Este revestimento é aplicado na superfície da parede e é incolor. A sua principal característica e vantagem é o facto de se tratar de um produto impermeável à água mas permeável ao vapor da mesma, exercendo uma ação hidrorrepelente em toda a fachada. A sua aplicação é feita com pulverizador ou rolo sobre as superfícies limpas e secas, não devendo de ser aplicada em fissuras com mais de 0,3mm.

Esta solução permite proteger o edifício da humidade da precipitação sem sofrer alterações na sua fachada ou na linguagem arquitetónica. Embora a solução seja de durabilidade reduzida, pressupondo novas aplicações posteriormente, a sua aplicação em todo o edifício assegura o tratamento das paredes exteriores, que se encontram em mau estado de conservação.

A humidade provocada pela precipitação é extinta na cobertura através do reforço da impermeabilização e da aplicação do algeroz.

A impermeabilização da cobertura é feita na sua laje pois existem zonas com grelhas metálicas, derivadas da colocação de unidades de tratamento de ar que necessitam de ventilação. No caso da laje de cobertura não estar corretamente impermeabilizada, poderão surgir futuras anomalias, provenientes, principalmente, das zonas ventiladas.

A aplicação do algeroz é o método escolhido para extrair a água da cobertura inclinada que é posteriormente conduzida para coretes no interior do edifício.

Estas duas soluções em simultâneo resolvem possíveis anomalias provocadas pela humidade da precipitação, pois o algeroz extrai, logo no primeiro contato, a água da cobertura e a impermeabilização previne a sua infiltração.

A humidade provocada pela condensação é solucionada nas paredes interiores através da aplicação de isolamento térmico e do reforço da ventilação dos espaços.

Tendo em conta que todo o interior do edifício é reestruturado, devido às exigências do programa do hotel com a execução de novas paredes de compartimentação, é possível introduzir isolamento térmico no interior das paredes exteriores sem pontes térmicas. O isolamento aumenta a temperatura superficial da parede, diminuindo, assim, a possibilidade de condensação. Com o aumento da espessura das paredes, a ligação com os vãos é resolvida com um novo caixilho de correr, atrás do caixilho original, que permite resolver eficazmente qualquer tipo de ponte térmica. Assim, a parede é composta, do exterior para o interior, pela parede de alvenaria, caixa de ar, isolamento térmico e gesso cartonado. Embora esta solução reduza a área útil do edifício, é a intervenção mais eficaz perante a humidade de condensação.

O reforço da ventilação dos espaços têm como objetivo diminuir a humidade relativa do ar, para não haver possibilidade de surgir humidade de condensação. Esta situação é corrigida através da conceção de compartimentos com, pelo menos, uma janela e sistema de tratamento de ar, permitindo a circulação e renovação natural e artificial do ar.

Estas duas soluções impedem a ocorrência de humidade de condensação, pois a temperatura superficial das paredes aumenta, não existindo pontes térmicas e reforçando a ventilação dos espaços e reforçada.

Todas estas soluções previnem possíveis anomalias provocadas pela humidade. Embora existam soluções mais eficientes, as apresentadas reúnem as condições mais indicadas para o edifício Governo Civil do Porto, de acordo com o projeto desenvolvido. Embora cada solução tenha as suas consequências nos espaços, há uma tentativa de diminuição das mesmas através dos remates entre os vários elementos do interior, de forma a obter uma lógica na linguagem arquitetónica pretendida.

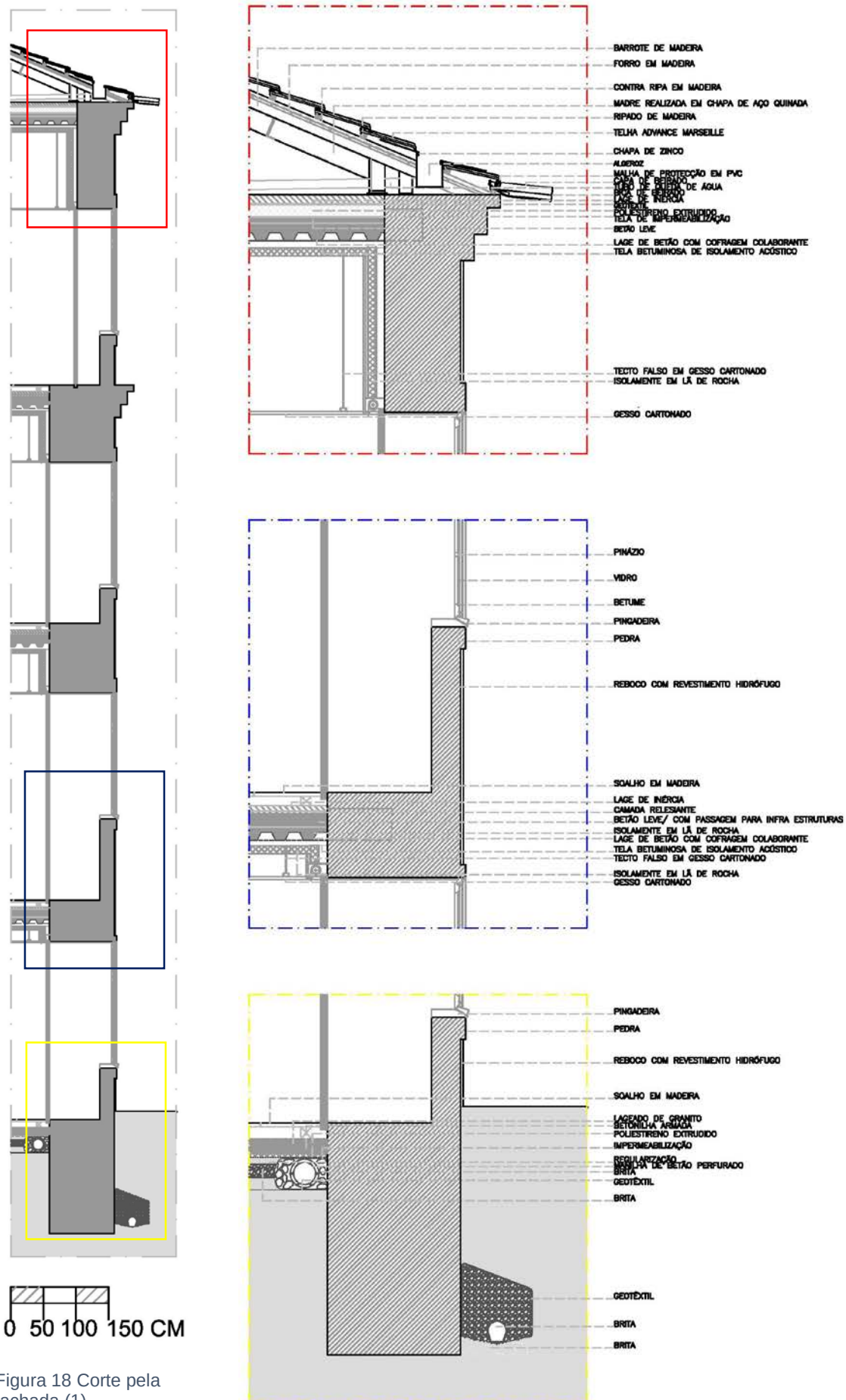


Figura 18 Corte pela fachada (1)

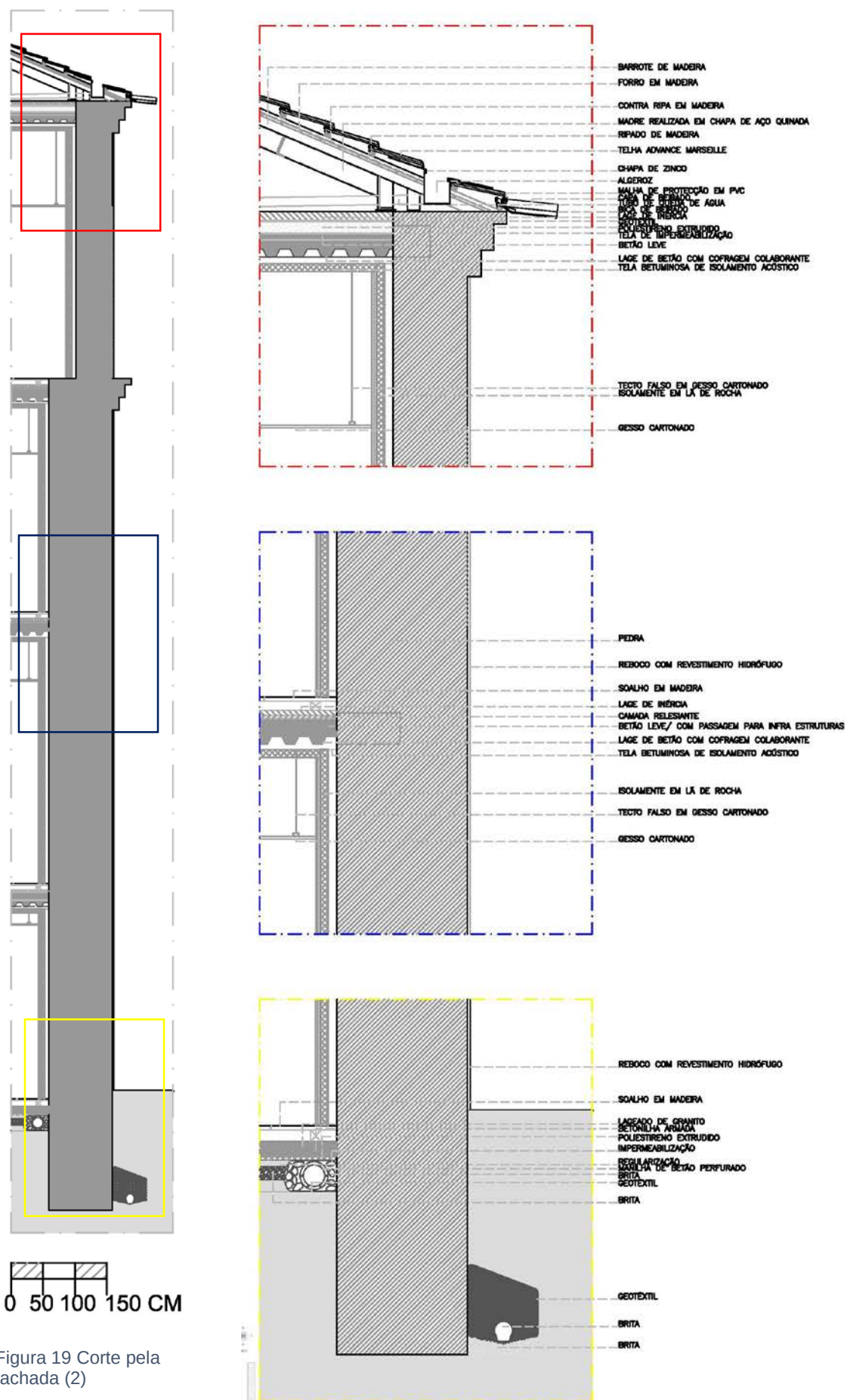


Figura 19 Corte pela fachada (2)

Capítulo V

Considerações finais

Considerações finais

Esta dissertação partiu da análise da humidade em edifícios antigos.

A análise deste tipo de edificados, possibilitou uma maior compreensão das técnicas construtivas neles utilizados que, até ao surgimento do betão, não sofreram alterações devido às limitações dos materiais utilizados. Também foi possível compreender que os elementos da construção mais expostos às anomalias provocadas pela humidade são, principalmente, os exteriores. Tudo isto pode ser observado no edifício do Governo Civil do Porto, que reúne todas as características genéricas deste tipo de construção, assim como, apresenta algumas anomalias nos elementos da construção devido à ocorrência de humidade.

A humidade pode manifestar-se de várias formas e, por isso, existem equipamentos de diagnóstico que confirmam a origem dessas anomalias. Após o correto diagnóstico, surgem várias soluções com diferentes métodos e finalidades para cada forma de manifestação de humidade. Isto permite a escolha da solução que melhor se adequa a cada caso.

Toda esta análise, possibilitou a escolha das soluções que, provavelmente, melhor se adequam ao edifício do Governo Civil, de modo a combater as anomalias provocadas pela humidade de acordo com as características do edifício, o novo programa e os objetivos do projeto. Tendo em conta que o objetivo do presente projeto se baseia na prevenção de eventuais anomalias provocadas pela humidade, sem prejudicar a linguagem arquitetónica do exterior, foram escolhidas as opções de reparação de humidade mais adequadas às circunstâncias em causa e adaptadas ao programa e à sua funcionalidade, embora existam outras soluções eventualmente mais eficazes.

Resumindo, existem várias soluções de reparação de humidade conforme a sua forma de manifestação, que permitem ao Arquiteto escolher as mais indicadas a aplicar, de acordo com o projeto e com os objetivos pretendidos para um dado edifício.

Referências bibliográficas

APPLETON, João - *Reabilitação de edifícios antigos*. 2º Ed. Amadora: Edições Orion, 2011.

BEINHAUER, Peter – *Atlas de detalhes construtivos: reabilitação*. 1º Ed. São Paulo, Editora Gustavo Gili, 2013.

CAMPOS, Nunes e MATOS, Patrícia – *Guia da arquitetura: espaços e edifícios reabilitados*. 1º Ed. Porto: Traço Alternativo, 2012.

CÓIAS, Vítor – *Guia prático para a conservação de imóveis*. 1º Ed. Lisboa: Dom Quixote, 2004.

CÓIAS, Vítor - *Inspeções e ensaios na reabilitação de edifícios*. 2º Ed. Lisboa: IST Press, 2009.

CRUZ, Helena - *Patologia, Avaliação e Conservação de Estruturas de Madeira*. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2001

FERREIRA, Joana – *Técnicas de diagnóstico de patologias em edifícios*. Prof. Responsável: Maria Corvacho. Porto: FEUP, 2010.

FREITAS, Vasco – *Humidade ascensional*. 1º Ed. Porto: FEUP Edições, 2008.

HENRIQUES, Fernando - *Humidade em paredes*. 3º Ed. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2001.

LAMAS, Cristina – *Consolidação e reforço de estruturas de alvenaria e de madeira*. Prof. Responsável: Rui Póvoas. Porto, FAUP, 2012.

MASCARENHAS, João - *Sistemas de construção XII- Reabilitação urbana*. 1º Ed. Lisboa: Livros Horizonte, 2012.

MATOS, P. e CAMPOS, N. - *Guia de Arquitetura: Espaços e edifícios reabilitados*. 1Ed. Porto: Traço Alternativo, 2012. 44

ROSEIRO, Raquel – *Causas, anomalias e soluções de reabilitação de edifícios antigos*. Prof. Responsável: Fernando Pinho. Lisboa, Universidade Nova de Lisboa, 2012.

SANTOS, J. Carlos – *Mosteiro de São Martinho de Tibães*. 1º Ed. Lisboa: Uzina Books, 2012.

SANTOS, S. Pompeu - *A Reabilitação Estrutural do Património Construído*. 1º Ed. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2003.

VERÇOZA, Enio – *Patologia das edificações*. 1º Ed. Porto Alegre: Editora Sagra, 1991.

Fig.1 Anatomia de um edifício antigo	6
Fonte: CÓIAS, Vítor - <i>Inspeções e ensaios na reabilitação de edifícios</i> . 2º Ed. Lisboa: IST Press, 2009.	
Fig.2 Fundação direta no terreno	8
Fonte: APPLETON, João - <i>Reabilitação de edifícios antigos</i> . 2º Ed. Amadora: Edições Orion, 2011.	
Fig.3 Parede resistente de alvenaria simples (fotografia, corte a alçado)	9
Fonte: APPLETON, João - <i>Reabilitação de edifícios antigos</i> . 2º Ed. Amadora: Edições Orion, 2011.	
Fig.4 Pavimento em abóbada com enchimento e pavimento em arcos com estrutura de madeira	11
Fonte: APPLETON, João - <i>Reabilitação de edifícios antigos</i> . 2º Ed. Amadora: Edições Orion, 2011.	
Fig.5 Cobertura de quatro águas e respetiva estrutura	12
Fonte: APPLETON, João - <i>Reabilitação de edifícios antigos</i> . 2º Ed. Amadora: Edições Orion, 2011.	
Fig.6 Janela de batente vista do exterior	17
Fonte: APPLETON, João - <i>Reabilitação de edifícios antigos</i> . 2º Ed. Amadora: Edições Orion, 2011.	
Fig.7 Fachada de edifício nobre com cantaria em múltiplos elementos	17
Fonte: APPLETON, João - <i>Reabilitação de edifícios antigos</i> . 2º Ed. Amadora: Edições Orion, 2011.	
Fig.8 Vista exterior do edifício do Governo Civil do Porto	20
Fonte: http://www.monumentos.pt/sipa	

Fig.9 Entrada principal do Governo Civil do Porto	20
Fonte: http://www.monumentos.pt/sipa	
Fig. 10 Humidade proveniente do terreno	23
Fonte: http://paginas.fe.up.pt/~vpfreita/6_PC2005.pdf	
Fig.11 Humidade proveniente da precipitação	24
Fonte: http://www.cecorienta.com.br/	
Fig.12 Condensação nas paredes	25
Fonte: http://www.onumeroum.pt/1/upload/condensacoesemedificios.pdf	
Fig.13 Infiltração nas paredes proveniente da cobertura	26
Fonte: http://www.ebanataw.com.br/roberto/patologias/profilaxiaCaso3.htm	
Fig.14 Planta de implantação e perfis do edifício do Governo Civil do Porto	38
Fonte: Autor	
Fig.15 Plantas do projeto de reabilitação do edifício do Governo Civil do Porto	39
Fonte: Autor	
Fig.16 Alçados e cortes do projeto de reabilitação do edifício do Governo Civil do Porto	40
Fonte: Autor	
Fig.17 Quarto tipo do projeto de reabilitação do edifício do Governo Civil do Porto	41
Fonte: Autor	

Fig.18 Corte pela fachada (1) 45

Fonte: Autor

Fig.19 Corte pela fachada (2) 46

Fonte: Autor

Anexo 1 Plantas	59
Projeto de reabilitação do edifício do Governo Civil do Porto	
Fonte: Autor	
Anexo 2 Alçados e cortes	60
Projeto de reabilitação do edifício do Governo Civil do Porto	
Fonte: Autor	
Anexo 3 Quarto tipo	61
Projeto de reabilitação do edifício do Governo Civil do Porto	
Fonte: Autor	
Anexo 4 Corte pela fachada	62
Projeto de reabilitação do edifício do Governo Civil do Porto	
Fonte: Autor	
Anexo 5 Corte pela fachada	63
Projeto de reabilitação do edifício do Governo Civil do Porto	
Fonte: Autor	

Anexos

Desenhos técnicos do projeto de reabilitação do edifício
do Governo Civil do Porto