



FCTUC DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Reabilitação de Coberturas Antigas

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na
Especialidade de Construções

Autor

Raquel Alexandra Álvaro de Brito Barbas

Orientadores

Professor Doutor José António Raimundo Mendes da Silva

Professora Doutora Maria Isabel Morais Torres

Esta dissertação é da exclusiva responsabilidade do seu autor, não tendo sofrido correções após a defesa em provas públicas. O Departamento de Engenharia Civil da FCTUC declina qualquer responsabilidade pelo uso da informação apresentada

Coimbra, Julho de 2015

AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação teve o contributo de várias pessoas às quais desejo manifestar o meu sincero agradecimento.

Desde logo aos meus orientadores, Professor Doutor José Raimundo da Silva e Professora Doutora Isabel Torres, pela constante disponibilidade para a orientação do trabalho bem como pelo inestimável contributo para a sua realização, com conhecimentos, conselhos e sugestões.

Aos meus pais e ao meu irmão, que me apoiaram e incentivaram durante todo o percurso académico e me deram oportunidade de um futuro melhor. Tenho que agradecer também pelo exemplo de dedicação, pela compreensão, carinho e amor.

Ao Tiago, não posso deixar de agradecer mais uma vez todo o amor, paciência e apoio. A tua simples presença foi fundamental para superar os obstáculos e chegar ao fim desta etapa.

E finalmente, a todos os meus colegas e amigos que me apoiaram e estiveram presentes quando foi necessário, contribuindo direta ou indiretamente para a realização desta dissertação.

RESUMO

O património cultural edificado faz parte das nossas origens, do nosso passado, testemunho da nossa identidade cultural que, como todos os valores, é necessário preservar, conservar e legar às gerações futuras.

Portugal é um país com um elevado número de edifícios a necessitar de ações de reabilitação, setor cuja atividade ainda está muito atrás da que se verifica em grande parte dos países da Europa. A reabilitação do património monumental e dos edifícios antigos, em que a pedra, a cal, e a madeira são materiais sempre presentes, assume uma importância fundamental. É sobejamente conhecida a importância da reabilitação de edifícios de centros urbanos pois, para além de ser um modo de preservar a memória e as características dos locais através da preservação do património e sua autenticidade, contribui para a melhoria da qualidade de vida das populações e para a longevidade dos edifícios, evitando ruínas, demolições e construção nova.

Desta forma, é dada grande importância às intervenções ao nível das coberturas dos edifícios antigos, apostando na sua reabilitação devido ao estado de degradação que estas apresentam. A telha cerâmica assume um papel fundamental nestas coberturas, sendo esta utilizada em grande escala, nos países Europeus.

A presença da telha cerâmica na maioria das construções de coberturas fez com que os níveis de construção e exigência técnica incrementassem de maneira significativa, afirmando-se, como produto de longa durabilidade, não agressivos para o meio ambiente e com final de vida útil de fácil resolução. Estes produtos são considerados, produtos técnicos que correspondem a requisitos rigorosos expressos em normas de especificação de características e respetivos ensaios funcionais para avaliação da sua funcionalidade.

São apresentadas neste trabalho as coberturas de telha cerâmica. Apresentam-se as suas características como geometria, tipo de estrutura, tipo de telha, componentes, material usado, acessórios, tipos de drenagem. Faz-se uma síntese dos principais erros, anomalias e defeitos que este tipo de telhados apresenta. Elabora-se, assim, uma lista de trabalhos e cuidados a ter na sua execução e conceção de modo a intervir no estado de degradação em que muitos telhados se encontram.

ABSTRACT

The cultural heritage buildings is part of our origins, of our past, witness to our cultural identity that, like all values, it is necessary to preserve, conserve and bequeath to future generations.

Portugal is a country with a large number of buildings in need of rehabilitation actions, whose business sector is still far behind from what exists in most European countries. The rehabilitation of monumental heritage and old buildings, where the stone, lime and wood materials are always present, is of fundamental importance. It is well known the importance of rehabilitation of urban buildings, as well as being a way to preserve the memory and the characteristics of the local, through the preservation of heritage and authenticity, it contributes to the improvement of people's quality of life and for the long life of buildings, preventing ruins, demolitions and new construction.

Thus, it is given great importance to interventions in terms of the coverage of the old buildings, focusing on their rehabilitation due to the state of disrepair that they present. Ceramic tile has a key role in these covers, which is used on a large scale, in European countries.

The presence of the ceramic tile roofs in most constructions made the construction and the technical requirement levels to increase significantly, asserting itself as a long-life product, not aggressive to the environment and its end of life of easy resolution. These products are considered, technical products conforming to strict requirements expressed in specification standards features and respective functional assays for assessing its usability.

This study describes the ceramic tile roofs. It presents their features as geometry, type of structure, type of tile, components, material used, accessories, types of drainage. It makes a summary of the main errors, anomalies and defects in such roofs features. It is presented thus a list of work and care in their implementation and design in order to intervene in the state of degradation that many roofs have.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	2
RESUMO	3
ABSTRACT	4
ÍNDICE.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
ÍNDICE DE QUADROS	9
1. INTRODUÇÃO	12
1.1. ENQUADRAMENTO DO TEMA	12
1.2. OBJETIVOS.....	13
1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2. COBERTURAS DE TELHA CERÂMICA DE EDIFÍCIOS ANTIGOS	14
2.1. ENQUADRAMENTO	14
2.2. CARACTERIZAÇÃO CONSTRUTIVA DAS COBERTURAS	14
2.3. EXIGÊNCIAS FUNCIONAIS DAS COBERTURAS	22
2.4. ESTADO DE CONSERVAÇÃO E ANOMALIAS COMUNS.....	26
3. ANOMALIAS	32
3.1. ENQUADRAMENTO	32
3.2. ANOMALIAS E CAUSA	33
3.3. ESCOLHA DE COBERTURA TIPO	40
3.4. ESTRATÉGIAS DE INTERVENÇÃO	45
4. EXEMPLOS DE APLICAÇÃO.....	53
4.1. ENQUADRAMENTO	53
4.2. CASO 1.....	53
4.3. CASO 2.....	57
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
5.1. CONCLUSÕES.....	63
5.2. TRABALHOS FUTUROS.....	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.2.1: Designação das diferentes linhas e partes de um telhado de telha cerâmica, adaptada de [2].

Figura 2.2.2: A – Cobertura de uma água; B - Cobertura de duas águas; C - Cobertura de quatro águas; D – Pavilhão. [2]

Figura 2.2.3: Suporte de madeira típico de uma Cobertura, adaptada de [2].

Figura 2.2.4: Vários tipos de Asna – a)Asna simples sem nível; b) Asna simples com nível; c) Asna com pendural e escoras, executadas com peças esquadriadas (Manual de Apoio ao projeto de reabilitação de edifícios antigos – Vasco Peixoto de Freitas), adaptada de [4].

Figura 2.2.5: Exemplo de aplicação de ripado pré-esforçado à esquerda e asna em betão armado à direita. [2]

Figura 2.2.6: Pormenor de muretes de alvenaria.[2]

Figura 2.2.7: Estruturas mistas: madeira-metal. À esquerda Asnas mistas e à direita estrutura principal metálica e contra-ripa e ripa em madeira. [2]

Figura 2.2.8: Exemplos de coberturas observadas na Baixa de Coimbra. [1]

Figura 2.2.9: Geometria e constituição da estrutura de suporte das coberturas da Baixa de Coimbra. [1]

Figura 2.2.10: Acessórios para coberturas de telha cerâmica – a)Pregos; b) Grampos; c) Peça metálica para execução de laró; d) Forro flexível entre ripa e contra-ripa; e) Subtelha. [2]

Figura 2.2.11: Exemplos de entalhes nas ligações em asnas de madeira. [2]

Figura 2.2.12: Exemplos de reforços nas ligações em asna de madeira. [2]

Figura 2.2.13: Exemplos de pregagem e anéis de penetração nas ligações em asna de madeira. [2]

Figura 2.2.14: Exemplo de beirado: a)com quebra de inclinação e b) com caleira. [2]

Figura 2.3.1: Infiltração por impulsão do vento. [2]

Figura 2.3.2: Cobertura com ventilação. [2]

Figura 2.3.3: Exemplo do aspeto da telha sujeita a ciclos de gelo e degelo. [2]

Figura 2.3.4: Soluções correntes da colocação do isolamento térmico de coberturas. [2]

Figura 2.3.5: À esquerda procedimento para avaliação da planaridade; Ao centro para a determinação da retilinearidade; e à direita avaliação da homogeneidade dos perfis transversais. [2]

Figura 3.3.1: a)Número de águas; b)Geometria da cobertura [1]

Figura 3.3.2. Anomalias nalgumas coberturas de telha cerâmica.

Figura 4.2.1. Imagens de uma cobertura para reabilitação - Caso 1.

Figura 4.3.1. Imagens de uma cobertura para reabilitação - Caso 2.

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.2.1: Tipos de telha cerâmica, dimensões e acessórios. [2]

Quadro 2.3.1 Isolamento a sons aéreos de coberturas. [2]

Quadro 2.4.1.1: Patologias nas coberturas antigas e suas causas, segundo João Appleton.

Quadro 2.4.1.2: Patologias nas coberturas antigas e suas causas, segundo Vasco Freitas.

Quadro 2.4.1.3: Defeitos e suas origens, nos telhados de telha cerâmica, segundo José Mendes da Silva e outros.

Quadro 3.2.1. Anomalias e suas causas - Estrutura principal de suporte, em madeira, das coberturas.

Quadro 3.2.2. Anomalias e suas causas - Estrutura secundária de suporte, em madeira, das coberturas.

Quadro 3.2.3. Anomalias e suas causas – Revestimento, telha cerâmica, das coberturas.

Quadro 3.2.4. Anomalias e suas causas – Beirais e Beirados das coberturas.

Quadro 3.2.5. Anomalias e suas causas – Larós das coberturas.

Quadro 3.2.6. Anomalias e suas causas – Remates em paredes emergentes, chaminés e mansardas das coberturas.

Quadro 3.2.7. Anomalias e suas causas – Cumeeiras e Rincões das coberturas.

Quadro 3.2.8. Anomalias e suas causas – Caleiras, algerozes e tubos de queda das coberturas.

Quadro 3.3.1. Elementos constituintes da cobertura tipo.

Quadro 3.3.2. Anomalias na cobertura tipo.

Quadro 3.3.3. Anomalias na cobertura tipo – Casos de desencadeamento.

Quadro 3.4.1: Trabalhos de intervenção - estrutura principal das coberturas

Quadro 3.4.2: Trabalho de intervenção - estrutura secundária das coberturas.

Quadro 3.4.3: Trabalhos de intervenção - Revestimento das coberturas.

Quadro 3.4.4: Trabalhos de intervenção - Beirais e Beirados das coberturas.

Quadro 3.4.5: Trabalhos de intervenção - Larós das coberturas.

Quadro 3.4.6: Trabalhos de intervenção - Remates nas coberturas.

Quadro 3.3.7: Trabalhos de intervenção - Cumeeiras e Rincões das coberturas.

Quadro 3.4.8: Trabalhos de intervenção – Caleiras/Algerozes, tubos de queda e acessórios das coberturas.

Quadro 3.4.9: Lista de trabalhos.

Quadro 3.4.10: Lista de trabalhos geral.

Quadro 4.2.1. Elementos constituintes da cobertura Caso 1.

Quadro 4.2.2. Anomalias/Defeitos da cobertura Caso 1.

Quadro 4.2.3 - Trabalhos de intervenção - estrutura principal da cobertura Caso 1.

Quadro 4.2.4 - Trabalhos de intervenção - estrutura secundária da cobertura Caso 1.

Quadro 4.2.5 - Trabalhos de intervenção - Caso 1.

Quadro 4.3.1. Elementos constituintes da cobertura Caso 2.

Quadro 4.3.2. Anomalias/Defeitos da cobertura Caso 2.

Quadro 4.3.3. Trabalhos de intervenção - estrutura principal da cobertura Caso 2.

Quadro 4.3.4. Trabalhos de intervenção - estrutura secundária da cobertura Caso 2.

Quadro 4.3.5. Trabalhos de intervenção - Revestimento da cobertura Caso 2.

Quadro 4.3.6. Trabalhos de intervenção – Caleiras/Algerozes e tubos de queda e acessórios da cobertura Caso 2.

Quadro 4.3.7. Trabalhos de intervenção Caso 2.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento do tema

A reabilitação do edificado antigo pretende responder à degradação do seu tecido satisfazendo, deste modo, as necessidades básicas da população. As carências sociais, a inexistência de limpeza e mesmo a inadequação de materiais de construção em determinados edifícios são catalisadoras para o surgimento de áreas degradadas e em declínio.

Portugal é um país com um elevado número de edifícios a necessitar de ações de reabilitação, setor cuja atividade ainda está muito atrás da que se verifica em grande parte dos países da Europa.

É sobejamente conhecida a importância da reabilitação de edifícios de centros urbanos, pois para além de ser um modo de preservar a memória e as características dos locais, através da preservação do património e sua autenticidade, contribui para a melhoria da qualidade de vida das populações e para a longevidade dos edifícios, evitando ruínas, demolições e construção nova.

O conceito de reabilitação urbana é definido atualmente pelo Conselho da Europa como “(...) um processo de revitalização ou regeneração urbana a longo prazo. É acima de tudo um ato político com o objetivo de melhorar componentes do espaço urbano e o bem-estar e qualidade de vida da população em geral. Os seus desafios espaciais e humanos requerem a implementação de políticas locais (por exemplo política de conservação integrada do património, política de coesão e ordenamento territorial, política ambiental e de desenvolvimento sustentável). A reabilitação é assim parte de um projeto/plano de desenvolvimento urbano, exigindo uma abordagem integrada que envolva todas as políticas urbanas.” [6]

Por isso, é importante intervir de forma eficaz nas situações precárias em que se encontram muitos dos edifícios antigos mas preservando a sua traça e identidade.

Neste trabalho procurou-se organizar, incidindo nas coberturas antigas de telha cerâmica de estrutura de madeira, um grupo de defeitos e anomalias mais correntes neste tipo de telhados, elaborando uma lista de trabalhos a executar para os eliminar.

1.2. Objetivos

As características, as técnicas e os materiais associados às coberturas de edifícios antigos, bem como as tecnologias tradicionais e inovadoras de intervenção, nomeadamente para conservação, restauro e reabilitação têm sido objeto de diversos estudos.

No entanto, face à enorme diversidade de situações, escasseiam documentos de apoio que ajudem a simplificar e sistematizar – e, tanto quanto possível, uniformizar – as operações de projeto, procurando-se, nesta tese, dar um contributo para esse desígnio no contexto das coberturas tradicionais de telha cerâmica e estrutura de madeira, nomeadamente através da elaboração do caderno de encargos de referência baseado nos processos, materiais e técnicas viáveis para a reabilitação de alguns dos diferentes tipos de coberturas antigas.

1.3. Estrutura do trabalho

O presente trabalho encontra-se estruturado em 5 capítulos, sendo o primeiro capítulo a Introdução.

Segue-se o Capítulo 2 onde são apresentadas as características construtivas e exigências das coberturas antigas. Aborda-se a sua geometria, o tipo de estrutura, o tipo de revestimento, o número de águas, os materiais utilizados, os acessórios e ainda os tipos de drenagem características deste tipo de coberturas. Profere-se ainda o tipo de anomalias e defeitos mais correntes provenientes deste tipo de coberturas, seguindo-se a opinião de diferentes autores relativamente a este assunto.

O Capítulo 3 baseia-se num tipo de cobertura com vários pontos singulares, sendo perpetuado um grupo principal de defeitos correntes e exigências sobre a mesma, elaborando deste modo uma lista de trabalhos para correção/intervenção dessas mesmas anomalias.

No Capítulo 4 apresentam-se dois exemplos de aplicação do que foi elaborado no capítulo 3.

Por último, no Capítulo 5 são apresentadas as principais conclusões deste estudo e propostas de possíveis trabalhos a realizar neste contexto.

2. Coberturas de Telha Cerâmica de Edifícios Antigos

2.1. Enquadramento

A reabilitação dos edifícios antigos pretende responder à degradação do tecido edificado em que as ações de intervenção devem dotar de condições de segurança, funcionalidade e conforto, respeitando a sua arquitetura, tipologia e sistemas construtivos.

As coberturas em telha cerâmica são tradicionalmente aplicadas nos edifícios dos países da Europa, tal como em Portugal. A telha cerâmica, para além de ser um material de longa durabilidade e ecológico, tem uma qualidade de produção que é progressivamente exigente, na qual os requisitos e especificações de características estão expressos em normas europeias e respetivos ensaios funcionais para avaliação do seu desempenho.

Encontram-se no mercado português diversos tipos de telha: Lusa, Marselha, Canudo, Romana e Plana, tendo cada uma características geométricas e de encaixe distintas e apresentando uma variedade de acessórios para cada uma delas.

2.2. Caracterização construtiva das Coberturas

As coberturas são a principal proteção dos edifícios contra a chuva e o sol e, por isso, também são muitas vezes o princípio de ruína, pois os seus defeitos representam um risco de patologia para o próprio edifício.

Os telhados da edificação antiga continuam em grande parte com muitas patologias e anomalias que podem levar a consequências indesejáveis, portanto, é necessário intervir em resposta a estes problemas. Esta intervenção deverá ser eficaz, sendo necessário entender bem o funcionamento do próprio telhado e os tipos de anomalias e defeitos mais comuns deste tipo de coberturas.

Sendo assim, começamos por conceber, a geometria, tipos de estrutura e o tipo de revestimento dos telhados antigos, enquadrando as suas componentes, materiais utilizados, acessórios e tipos de drenagem.

É importante conhecer a terminologia das diferentes partes que os telhados de telha cerâmica possui, pois para cada região têm significados diferentes. Na Figura 2.2.1 procede-se então à correta nomeação de cada elemento.

Ora, a sua geometria é diversa, mas a marca comum são os telhados inclinados sendo na sua maioria composta por duas águas nos lotes estreitos e em banda e de quatro águas em grandes edifícios ou plantas singulares.

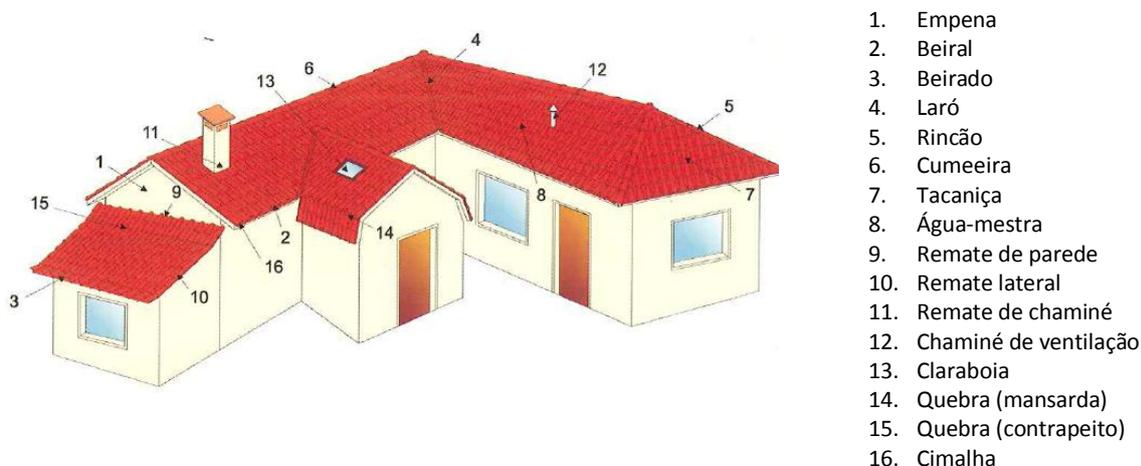


Figura 2.2.1: Designação das diferentes linhas e partes de um telhado de telha cerâmica, adaptada de [2].

Grande parte dos telhados do edificado antigo tem geometria inclinada, composto por 2 águas, existindo ainda, mais raramente, os de 1, 3 e 4 águas. [1] Podemos observar pela Figura 2, as diversas vertentes que uma cobertura pode conter.

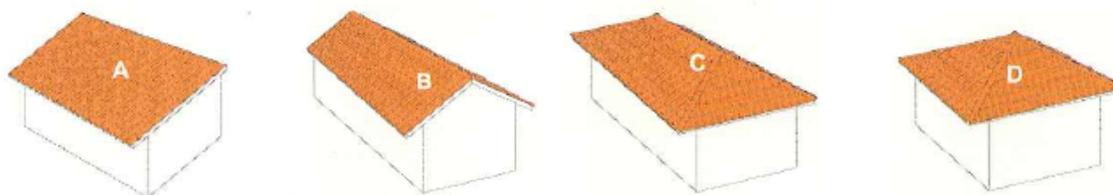


Figura 2.2.2: A – Cobertura de uma água; B - Cobertura de duas águas; C - Cobertura de quatro águas; D – Pavilhão. [2]

Relativamente à sua estrutura de apoio, a madeira é o seu principal constituinte, existindo diferentes soluções estruturais, sendo constituído por uma estrutura principal e outra secundária. Estas coberturas de madeira, quer sejam de uma, de duas ou mais águas, possuem na sua estrutura principal a asna. As asnas de madeira podem ser de inúmeras configurações geométricas e a escolha da sua tipologia recai sobre vários fatores entre os quais se destacam o vão a cobrir, a natureza das ações a considerar, a inclinação da cobertura, a arquitetura e as operações de montagem e execução. Para além da asna, as madres pertencem igualmente à estrutura principal de apoio do telhado, sendo a estrutura secundária constituída pela vara, contra ripa, ripa, tábuas de barbate e frechal (ver Figura 2.2.3). Ou seja, sobre as asnas repousam as madres, a fileira e a subestrutura de suporte à cobertura (varas e ripas). As asnas são normalmente constituídas por um elemento horizontal (a linha), por duas pernas inclinadas para a formação da vertente do telhado, por um elemento vertical apertado no vértice do telhado pelas pernas (o pendural) e por duas escoras inclinadas que ligam as pernas ao pendural (ver Figura 2.2.3). Contudo, o grau de complexidade da sua geometria aumenta com o vão a cobrir.

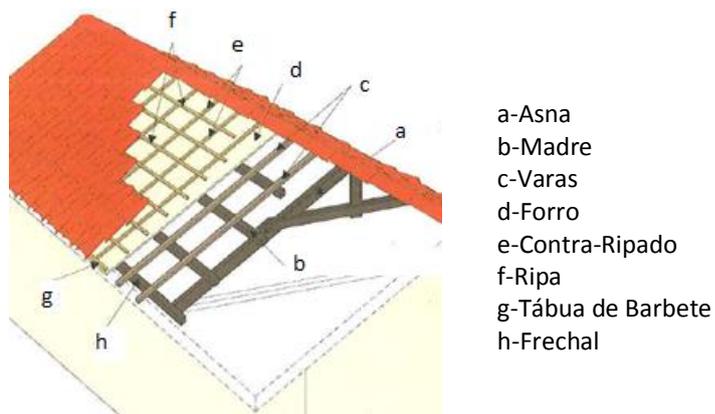


Figura 2.2.3: Suporte de madeira típico de uma Cobertura, adaptada de [2].

Existem, por isso diferentes configurações das asnas como podemos observar pela Figura 2.2.4.

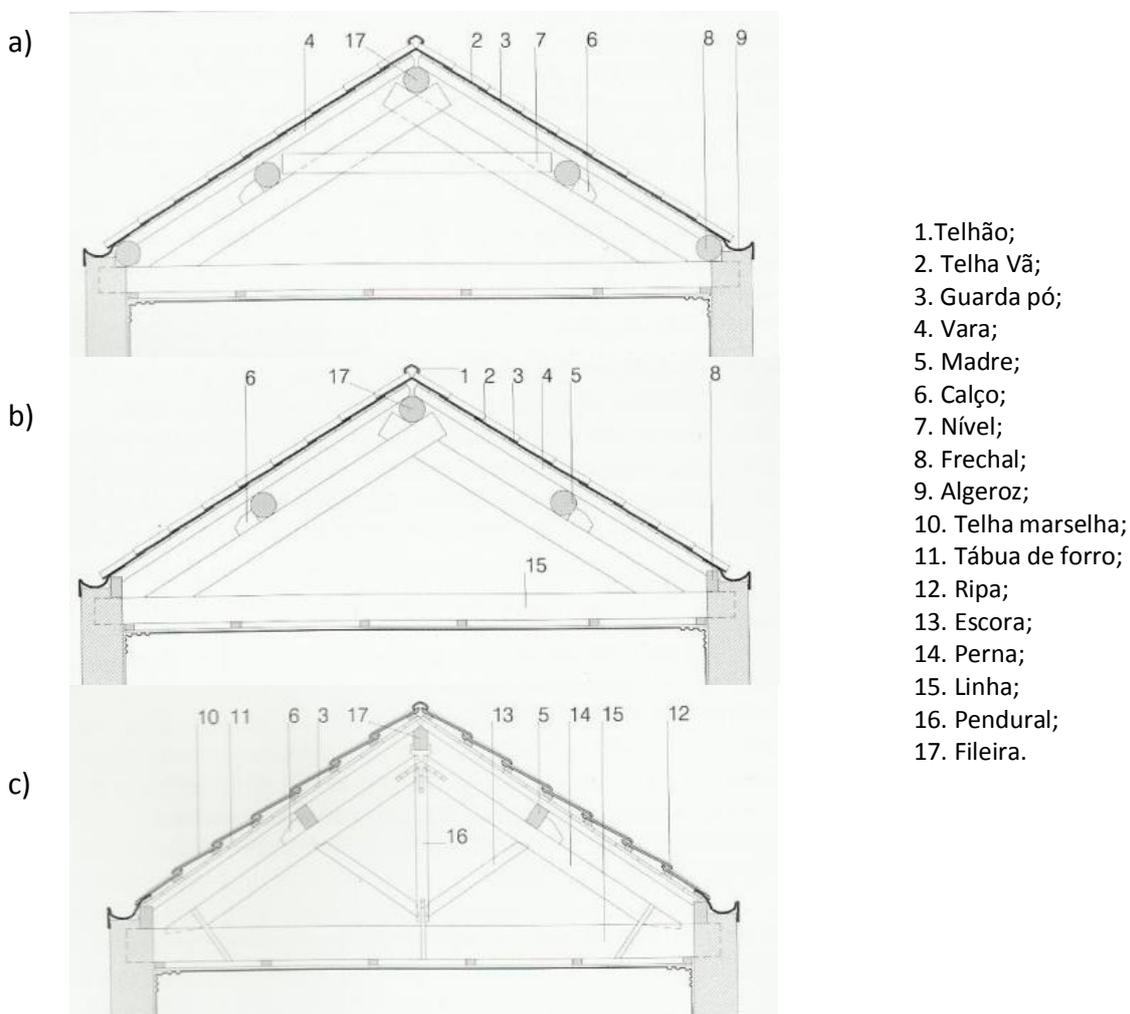


Figura 2.2.4: Vários tipos de Asna – a) Asna simples sem nível; b) Asna simples com nível; c) Asna com pendural e escoras, executadas com peças esquadriadas (Manual de Apoio ao projeto de reabilitação de edifícios antigos – Vasco Peixoto de Freitas), adaptada de [4].

Para além da madeira existem outras estruturas utilizadas para as coberturas de telha cerâmica como estruturas de apoio em betão armado – estruturas descontínuas e contínuas, de alvenaria e ainda estruturas mistas. Mas como referido, o suporte da cobertura mais comum é em madeira.

As estruturas de betão descontínuas são muito semelhantes às estruturas de madeira, mas apelando a elementos/peças de betão armado pré-esforçado, pré-fabricadas ou betonadas *in situ*. Já a estrutura de betão armado contínua consiste numa laje, geralmente aligeirada, sobre a qual são colocadas as telhas (normalmente para criar espaço útil e habitável no desvão) – Figura 2.2.5.



Figura 2.2.5: Exemplo de aplicação de ripado pré-esforçado à esquerda e asna em betão armado à direita. [2]

As estruturas de alvenaria pretendem substituir as asnas da cobertura por paredes ou muretes de alvenaria recebendo assim as madres. É uma solução com custos reduzidos, mas exige cuidados na sua execução e representam um acréscimo de carga significativa, o que implica uma avaliação na fase de projeto – Figura 2.2.6.

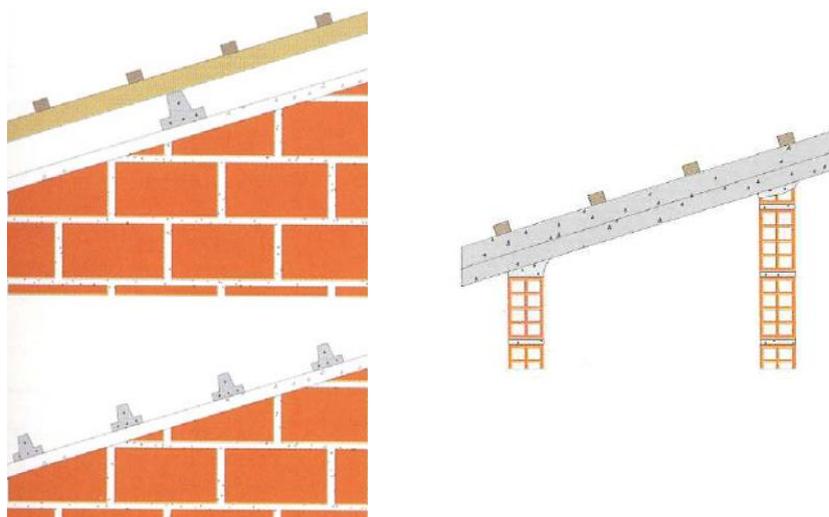


Figura 2.2.6: Pormenor de muretes de alvenaria.[2]

É possível utilizar a combinação de diferentes materiais, estruturas mistas, como madeira-metal, em que este último material é utilizado nas ligações, nos apoios e, sobretudo, nas peças tracionadas – Figura 2.2.7.



Figura 2.2.7: Estruturas mistas: madeira-metal. À esquerda Asnas mistas e à direita estrutura principal metálica e contra-ripa e ripa em madeira. [2]

Como foi referido, o suporte da cobertura mais comum nos telhados antigos é em madeira e portanto é neste que vamos persistir.

Segundo Romeu da Silva Vicente, autor da tese, *Estratégias e metodologia para intervenções de reabilitação urbana/Avaliação da Vulnerabilidade e do Risco Sísmico do edificado da Baixa de Coimbra*, as soluções de suporte mais observadas na Baixa de Coimbra são [1]:

- Vigas/barrotes principais de madeira paralelos à fachada, descarregando sobre as paredes meeiras ou meãs;
- Barrotes que descarregam sobre um lintel no topo das paredes de fachada e uma viga de cumeeira, como se fossem asnas desprovidas de escoras, pendural e linha;
- Asna fechada simples.

Onde, nas coberturas de maiores dimensões a sua constituição estrutural é mais complexa. Podemos observar várias estruturas, na Figura 2.2.8 e 2.2.9, observadas na Baixa de Coimbra. [1]



Figura 2.2.8: Exemplos de coberturas observadas na Baixa de Coimbra. [1]



Figura 2.2.9: Geometria e constituição da estrutura de suporte das coberturas da Baixa de Coimbra. [1]

Quanto ao tipo de revestimento, este tipo de telhados tem a telha cerâmica como imagem tradicional na paisagem Portuguesa, onde predominam a telha do tipo marselha e a telha do tipo lusa, sendo esta última a mais corrente. Existem ainda casos com revestimento em chapa de fibrocimento e chapa metálica.

Entre as telhas cerâmicas, para além da telha marselha e telha luso, existe também telha canudo, telha romana e telha plana. Cada tipo de telha tem a sua geometria, encaixe e seus acessórios. Podemos observar com melhor detalhe os tipos de telha cerâmica existentes e seus respectivos acessórios no Quadro 2.2.1.

Quadro 2.2.1: Tipos de telha cerâmica, dimensões e acessórios. [2]

Tipo de Telha	Geometrias média	Acessórios
<p>Telha Luso</p> 	<p>Peso: 2.9 a 4.5 Kg Comprimento: 40 a 48 cm Largura: 23 a 30 cm Altura: 5 a 9 cm Recobrimento longitudinal: 4 a 8 cm Recobrimento transversal: 4 a 8 cm Espaçamento do ripado: 33 a 45 cm Unidades por m²: 10 a 15</p>	<p>-Telha e meia -Telha de ventilação -Telha para chaminé -Canto de telha -Canto do beirado -Telhão de cumeeira/ Pata de Leão -Cruzeta de 3 e 4 entradas</p>
<p>Telha Marselha</p> 	<p>Peso: 3.0 a 3.5 Kg Comprimento: 40 a 45 cm Largura: 26 cm Altura: 3 cm Recobrimento longitudinal: 5 a 6 cm Recobrimento transversal: 3 a 4 cm Espaçamento do ripado: 37 a 39 cm Unidades por m²: 11 a 12</p>	<p>-Telha de ventilação -Telha para chaminé -Cruzeta de 3 e 4 entradas -Telhão de Cumeeira/Pata de Leão</p>
<p>Telha Canudo</p> 	<p>Peso: 1.8 a 2.0 Kg Comprimento: 40 a 45 cm Largura: 12 a 16 cm Altura: 5 a 7 cm Recobrimento longitudinal: 9 a 15 cm Recobrimento transversal: 5 a 9 cm Espaçamento do ripado: 25 a 36 cm Unidades por m²: 27 a 35</p>	<p>-Telhão de Cumeeira -Telha de ventilação -Telha bebé -Grampo -Telha de beirado -Remate</p>
<p>Telha Romana</p> 	<p>Peso: 1.8 a 4.0 Kg Comprimento: 40 a 57 cm Largura: 12 a 20 cm Altura: 5 a 6 cm Recobrimento longitudinal: 10 a 15 cm Recobrimento transversal: 5 a 8 cm Espaçamento do ripado: 25 a 46 cm Unidades por m²: 18 a 35</p>	<p>-Telhão de Cumeeira/Pata de Leão -Cruzeta de 3 entradas de cobertura e de espera</p>
<p>Telha Plana</p> 	<p>Peso: 1.2 Kg Comprimento: 25 a 27 cm Largura: 15 a 17 cm Altura: 2 cm Recobrimento longitudinal: 7 a 9 cm Recobrimento transversal: - Espaçamento do ripado: 15 a 18 cm Unidades por m²: 30 a 35</p>	<p>Por ter dimensões mais reduzidas, e ser plana não requer o uso de remates.</p>

Para além destes acessórios existem outros materiais necessários para a colocação da telha como pregos e ganchos de fixação, argamassas, peças metálicas, forros e subtelhas. Podemos observar pela Figura 2.2.10 alguns desses acessórios.

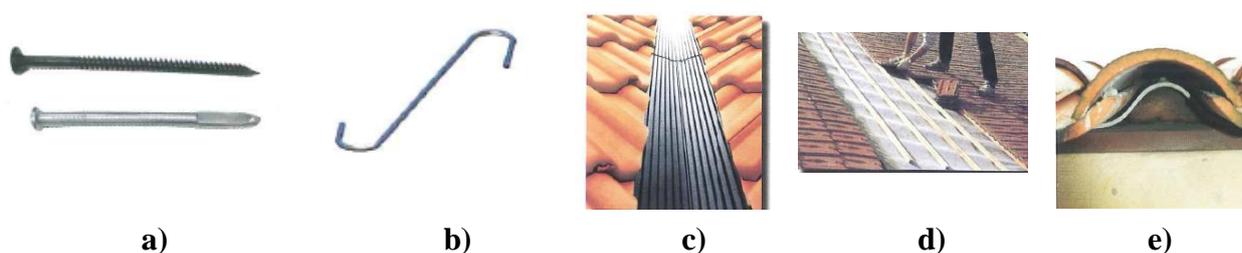


Figura 2.2.10: Acessórios para coberturas de telha cerâmica – a) Pregos; b) Grampos; c) Peça metálica para execução de laró; d) Forro flexível entre ripa e contra-ripa; e) Subtelha. [2]

Nas ligações – nós - também é usual utilizar outro tipo de materiais/acessórios principalmente nas asnas de madeira, onde as ligações assumem um papel fundamental. Estas podem ser executadas por diversos processos:

- Entalhe;
- Pregagem;
- Aparafusamento;
- Chapas metálicas prensadas;
- Reforços metálicos aparafusados.

É possível visualizar alguns exemplos destas ligações nas Figuras 2.2.11, 2.2.12 e 2.2.13. É de salientar que as ligações e a sua adaptação às características da madeira devem ter especial atenção na fase de projeto. [2]

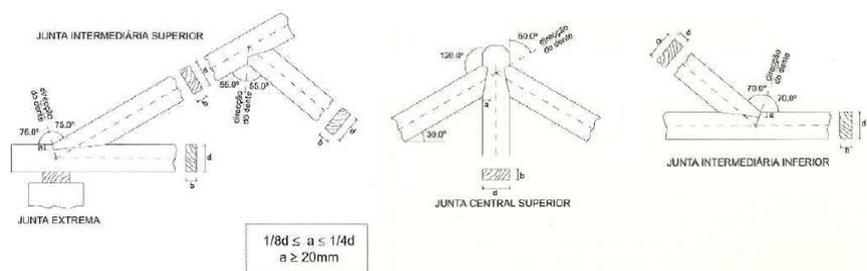


Figura 2.2.11: Exemplos de entalhes nas ligações em asnas de madeira. [2]

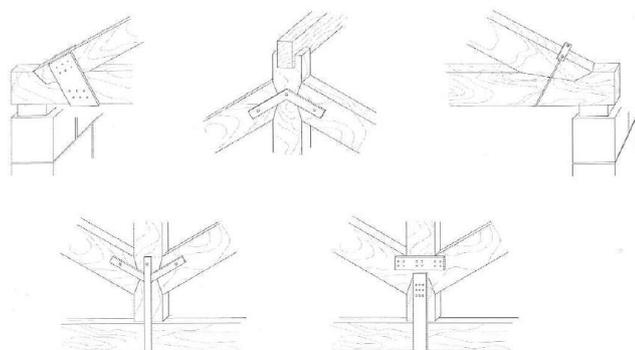


Figura 2.2.12: Exemplos de reforços nas ligações em asna de madeira. [2]

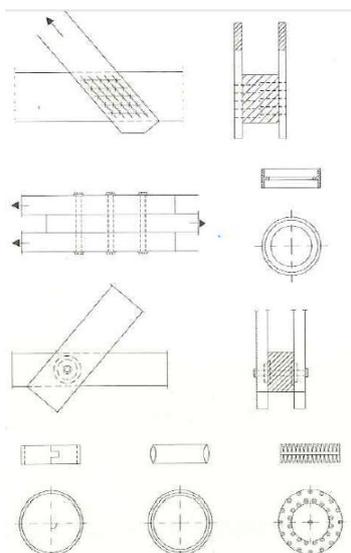


Figura 2.2.13: Exemplos de pregagem e anéis de penetração nas ligações em asna de madeira. [2]

Relativamente à recolha de águas nas coberturas do edificado antigo, é diversa (e complexa) mas quase sempre com caleiras exteriores ou interiores onde as águas pluviais são encaminhadas para as caleiras e posteriormente tubos de queda. Sendo ainda presente coberturas sem a existência de caleiras.

Em muitos casos os beirais têm sempre uma quebra de inclinação e outros o beirado é o prolongamento da própria vertente [1] – Figura 2.2.14.

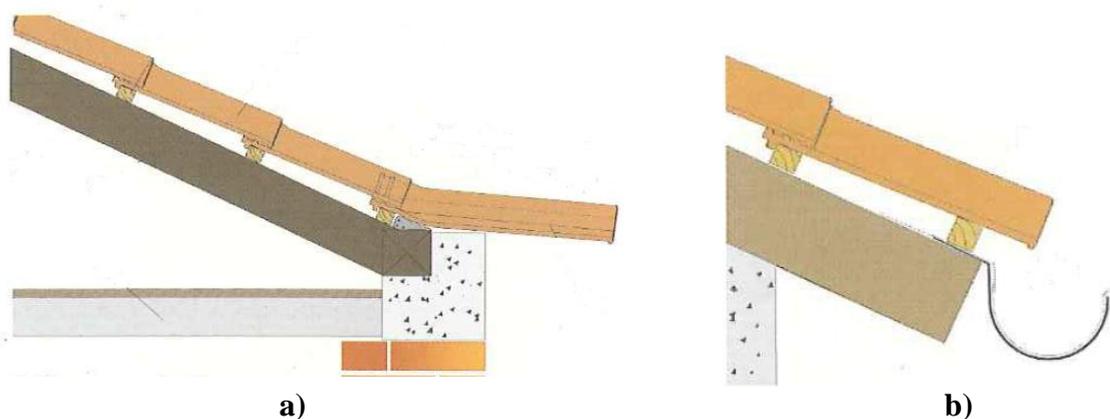


Figura 2.2.14: Exemplo de beirado: a) com quebra de inclinação e b) com caleira. [2]

2.3. Exigências Funcionais das coberturas

O telhado de telha cerâmica, para evitar o aparecimento de diversas anomalias e patologias, tem que cumprir uma série de exigências funcionais bem como exigências dos seus materiais constituintes. Das exigências funcionais, as que se destacam são [3]:

- Estanquidade à água;
- Suscetibilidade de condensações;
- Comportamento sob ação do gelo;
- Permeabilidade ao ar;
- Isolamento Térmico;
- Comportamento Mecânico;
- Comportamento sob ação do vento;
- Estanquidade aos materiais em suspensão no ar;
- Isolamento Sonoro;
- Exigências geométricas e de estabilidade dimensional;
- Uniformidade de aspeto;
- Reação ao fogo;
- Resistência aos agentes químicos;
- Economia, durabilidade e facilidade de manutenção e reparação.

Das exigências acima expostas as que assumem um caráter mais importante são o comportamento mecânico, a estanquidade à água, o comportamento térmico e a durabilidade [3].

A estanquidade à água está relacionada com o funcionamento global da cobertura bem como com as exigências de funcionamento do seu próprio material. Por um lado, com a inclinação da cobertura garante-se o escoamento das águas da chuva que, quando acompanhadas do vento, causam alguma preocupação pois podem provocar movimentos ascendentes das águas no telhado – Figura 2.3.1 – originando infiltrações. Por outro lado, a própria impermeabilidade do material – as telhas – as quais têm que satisfazer uma série de exigências relacionadas com o fator de impermeabilidade, IF e coeficiente de impermeabilidade, IC. [2]

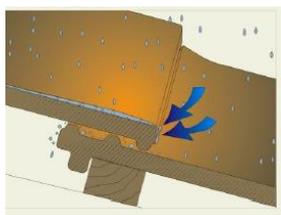


Figura 2.3.1: Infiltração por impulsão do vento. [2]

O aparecimento de condensações pode provocar a humedificação dos materiais e o aparecimento de manchas de humidade ou mesmo a queda de gotas. Isto depende da composição da cobertura, da permeabilidade dos diversos materiais que a constituem e das condições climáticas interiores e exteriores. Para evitar este tipo de ocorrências é geralmente suficiente uma boa ventilação, isto é, uma ventilação eficaz com uma correta conceção. [2] É de salientar que a cumeeira bem como a existência de caixa-de-ar entre a laje e a telha são fatores importantes para garantir a existência de ventilação nos telhados – Figura 2.3.2.

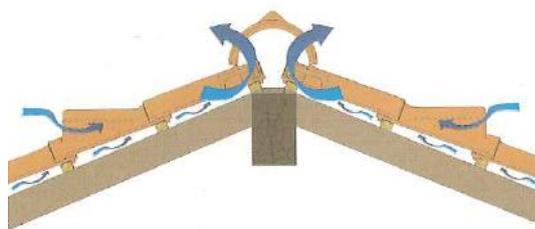


Figura 2.3.2: Cobertura com ventilação. [2]

As telhas estão frequentemente sujeitas a variações de temperaturas bruscas, resultantes por vezes da ocorrência de ciclos gelo-degelo em curtos espaços de tempo e com alguma frequência, enfraquecendo a massa da telha podendo levar ao seu descasque e fratura – Figura 2.3.3. De salientar que a orientação da telha também pode ser um fator a contribuir para este tipo de problemas, ou seja, se grande extensão do telhado estiver virado a norte piora este problema.

O comportamento ao gelo e degelo é avaliado de acordo com a norma NP EN 539-2. Esta norma define quatro métodos de ensaio em função da zona geográfica. Para Portugal aplica-se o método C, no qual os provetes não podem [2]:

- Apresentar alterações de aspeto tais como folheados, fraturas, exfoliações, perdas de nervura, fendas e fissuras superficiais.
- Ter perda de massa superior a 1% da massa inicial, após o ensaio, para cada telha.



Figura 2.3.3: Exemplo do aspeto da telha sujeita a ciclos de gelo e degelo. [2]

A permeabilidade ao ar está apenas relacionada com perdas de energia, através de correntes de ar desagradáveis nos locais habitáveis.

Relativamente ao isolamento térmico isto assume igualmente um papel importante, quer para uma perspetiva de conservação de energia quer por questões de conforto. A determinação do nível do isolamento térmico pode ser feita através do Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos edifícios. [2]

A Figura 2.3.4 mostra diferentes soluções para a colocação do isolamento térmico numa cobertura.

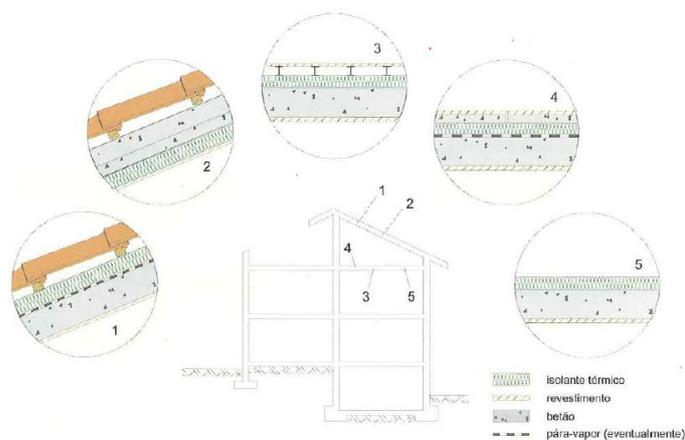


Figura 2.3.4: Soluções correntes da colocação do isolamento térmico de coberturas. [2]

Para o comportamento mecânico, as telhas devem ser dotadas de um comportamento adequado face à flexão e possuir a capacidade de resistir a cargas concentradas. Para a análise deste comportamento, submete-se a telha a uma carga progressiva de 0.05kN/s até à rotura do provete. [2]

A ação do vento sobre as coberturas inclinadas depende das condições previsíveis dos ventos em cada região, da geometria das coberturas e da implantação dos edifícios. O seu valor é função das características dos ventos dominantes em cada região e deve influenciar no projeto a escolha do tipo da cobertura, respetivos materiais e técnicas de aplicação. [2]

A estanquidade aos materiais em suspensão no ar consiste em que a cobertura constitua uma boa entrada de ar interior mas de maneira a que não permita a entrada de matéria em suspensão e, portanto, deve ter uma pressão limite de estanquidade.

O isolamento sonoro diz respeito ao isolamento a sons de condução aérea expresso em decibel (dB), nos quais os requisitos devem obedecer ao quadro seguinte [2]:

Quadro 2.3.1 Isolamento a sons aéreos de coberturas. [2]

Zona	$D_{2,n,w}$ (dB)
Sensível	≥ 28
Mista	≥ 33

As exigências geométricas e de estabilidade dimensional consistem em colocar exigências nos valores de coeficiente de planaridade, de retilinearidade e de homogeneidade dos perfis transversais – Figura 2.3.5 [2]:

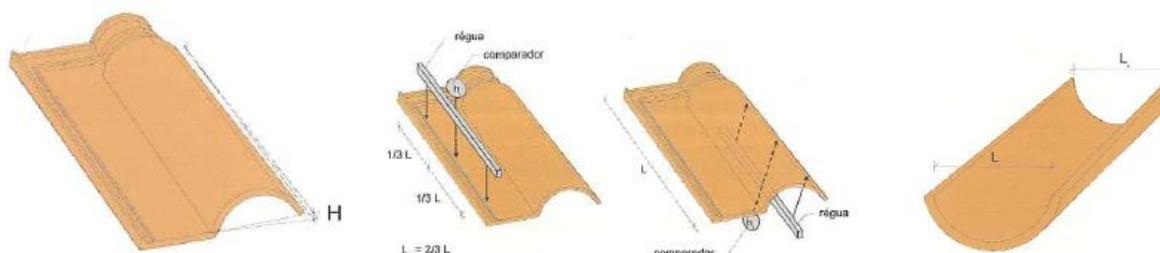


Figura 2.3.5: À esquerda procedimento para avaliação da planaridade; Ao centro para a determinação da retilinearidade; e à direita avaliação da homogeneidade dos perfis transversais. [2]

A uniformidade do aspeto está relacionada com a alteração do aspeto e da não homogeneidade da cor. Esta questão não é objeto de normalização. [2]

Para testar a Reação ao fogo compete classificar as telhas quanto à sua resistência ao fogo em função da altura do edifício, ser não superior ou superior a 28 metros. [2]

Na resistência aos agentes químicos deve-se ter em conta principalmente a corrosão química (chuvas ácidas). Não é ainda uma exigência quantificável. [2]

2.4. Estado de Conservação e Anomalias comuns

2.4.1. Opinião de diferentes autores

As anomalias dos telhados podem ter consequências gravosas e, portanto, é necessário fazer manutenção a estas, de modo a evitar tais sequelas.

O estado de degradação da maioria dos edifícios com este tipo de cobertura é, infelizmente, acentuada verificando-se anomalias distintas. Estas anomalias têm origem na conceção, execução, condições de serviço e qualidade do material da própria cobertura. [3]

A execução de coberturas cerâmicas assume um aspeto fundamental para evitar o aparecimento de várias anomalias, como o assentamento, o isolamento térmico, a ventilação, os pontos singulares e os próprios elementos construtivos complementares.

Segundo, João Appleton, no livro “Reabilitação de edifícios “gaioleiros” [10], as coberturas do edificado antigo têm uma importância fundamental para a “saúde” do próprio edifício, existindo inúmeras patologias correntes neste tipo de telhados, nas quais se destacam os indicados no Quadro 2.4.1.1.

Quadro 2.4.1.1: Patologias nas coberturas antigas e suas causas, segundo João Appleton. [10]

Nível	Elemento	Patologias	Causas
Não estrutural	Elementos secundários – elementos salientes da cobertura (platibandas, chaminés)	- Degradação de chaminés e platibandas – degradação do seu reboco e alvenaria;	- Grande exposição (relacionado com o sismo de 1969).
	Revestimentos e acabamentos	- Falta de estanquidade no revestimento do telhado;	- Deformação da estrutura de Madeira e conseqüente deslocamento de telhas; - Existência de telhas partidas; - Existência de pendentes reduzidas que não asseguram total escoamento das águas;
- Falta de estanquidade em pontos singulares - cumeeiras, rincões, larós e remates;		- Inexistência de sobreposição de elementos de remate das coberturas sobre as telhas; - Falta de acessórios e remate; - Existência de fissuras na argamassa dos remates; - Deficiente impermeabilização da intersecção com elementos salientes da cobertura (ex: chaminé);	
Estrutural	Elementos principais – estrutura de suporte de Madeira	- Envelhecimento e degradação da estrutura de madeira;	- Entrada de água que favorece o desenvolvimento de fungos de podridão; - Ataque de insetos Xilófagos;
		- Alteração estrutural (deformação da estrutura);	- “Fluência” das estruturas de madeira; - Entrada de água, devido ao entupimento ou rompimento dos algerozes ou tubos de queda.

Vasco Freitas, no livro “Manual de Apoio ao Projeto de Reabilitação de Edifícios Antigos” [4], aborda o tema das coberturas antigas numa perspectiva estrutural, prevalecendo detalhadamente as estruturas de madeira, sendo estas uma marca de referência das estruturas de suporte de telhados antigos.

As patologias mais suscetíveis de aparecerem nestas estruturas, bem como as suas causas, segundo este autor, estão resumidas no Quadro 2.4.1.2.

Quadro 2.4.1.2: Patologias nas coberturas antigas e suas causas, segundo Vasco Freitas.
[4]

Patologias/Anomalias	Causas
Degradação Biológica	- Fungos; - Insetos de ciclo larvar; - Insetos sociais (formigas); - Xilófagos Marinhos;
Fendas, Curvaturas e Empenamentos	- Agentes atmosféricos como a água das chuvas e a radiação UV;
Alteração da cor	- Agentes químicos, como por exemplo o contacto da madeira com a cal apagada, faz com que esta escureça;
Enfraquecimento da madeira face ao fogo	- Ligações metálicas
Deterioração	- Deficiente conceção ou uso estrutural;

Como já referido no quadro, segundo Vasco Freitas [4], os danos e suas causas mais observados nas estruturas de madeira são: danos de agentes bióticos; ação de agentes atmosféricos; ação de agentes químicos; ação do fogo e deficiente conceção ou uso estrutural.

A primeira está relacionada com o ataque de fungos e insetos xilófagos, que podem deixar a madeira com um aspeto folheado, cheio de orifícios ou mesmo reduzi-la em pó.

O ataque de agentes atmosféricos submete a madeira a ciclos de degradação, devido à constante alternância de humedificação e secagem com o agravamento de volume da própria madeira. O aumento do teor de água na madeira provoca a sua redução da resistência mecânica e o aumento da sua volumetria bem como a suscetibilidade ao ataque dos agentes bióticos.

Existem diversas consequências na madeira para cada causa, sendo a permanência de algumas destas consequências preponderantes para desencadear outros problemas e despoletar um processo gradativo e crescente de degradação.

Quanto ao ataque dos agentes químicos, a madeira, na sua generalidade, é resistente a estes, à exceção da presença de alcalinos, por a madeira ser naturalmente ácida. Em ambientes agressivos a madeira pode sofrer alterações de forte relevância. Ou seja, em ambientes muito alcalinos ocorre a degradação da lenhina e hemicelulose, o que leva a madeira a perder resistência e coesão. Em ambientes muito ácidos e igualmente alcalinos, as ligações de carbono da madeira podem romper e consequentemente ficar com um aspeto semelhante à podridão parda.

A deficiente conceção ou mesmo o deficiente uso estrutural pode levar a estrutura de madeira a um estado de degradação acentuado. Esta degradação deve-se especialmente a seções insuficientes ou mesmo ao rompimento das ligações pelo

insuficiente dimensionamento ou aumento de carga. A própria “fluência” da madeira é causadora do seu envelhecimento e a falta/escassez de ventilação também provoca a degradação da estrutura principalmente nos apoios das vigas e nas asnas.

Vasco Freitas [4] refere ainda que as propriedades mecânicas e físicas da madeira têm igualmente importância para um bom comportamento estrutural, ou seja, não suscetível de causar roturas. Sendo estas propriedades mecânicas e físicas os defeitos e anomalias das próprias peças de madeira, tais como nós, desvio da indicação do fio em relação ao eixo da peça, fendas, empenos, descaio, bolsas e resina, presença de medula e entrecasco, madeira de reação e juvenil e ataque de insetos e fungos em material lenhoso.

Existem outros fatores relevantes para que a madeira desempenhe um comportamento face às ações mecânicas, tais como: a sua massa volúmica, o ângulo da direção do esforço com fio de madeira, o tempo de atuação das cargas (fluência), as dimensões das peças e a própria fadiga e a idade da madeira.

Vítor Coias, no livro “Inspeção e Ensaio na Reabilitação de Edifícios”[9], expõe que as coberturas são um elemento importante num edifício, sendo a sua conceção e construção uma mais-valia para a durabilidade do próprio edifício. Refere que os principais problemas deste tipo de coberturas estão relacionados com a porosidade excessiva, a fratura e deslocamento da telha, a abertura de fendas ou juntas por deformação da estrutura e o insuficiente isolamento térmico. Sublinha a água como principal agente de deterioração dos edifícios, sendo a cobertura o elemento do edifício em que se verifica a maior parte da penetração das águas da chuva. E, portanto, torna-se importante a conceção e execução dos remates de elementos salientes, tais como chaminés, mansardas, etc.

A presença da água pode ainda originar condensações na cobertura, associadas ao deficiente isolamento térmico, dando origem assim, ao aparecimento de fungos e microrganismos.

A madeira é o principal material das estruturas de suporte dos telhados do edificado antigo pelo que é relevante conhecer o tipo de deterioração da mesma. Existem dois tipos de deterioração deste material, uma de origem biótica e outra de origem não biótica.

A madeira, na presença da água, fica vulnerável para a deterioração biológica (origem biótica). Esta deterioração está relacionada com fungos e insetos – bolores, podridão mole, podridões castanha e branca – cujo aparecimento resulta, por exemplo, de contacto com argamassas frescas, mau arejamento, infiltrações e condensações.

Os insetos, como as térmitas subterrâneas, atacam as madeiras na presença e aumento do teor de água, causando destruição de volume de material lenhoso no interior

da peça, sem sinais aparentes da sua destruição. Ora, este facto, leva a que a deteção do estrago seja tardia, pois nesta fase este encontra-se bastante avançado causando prejuízos consideráveis, como perda total de resistência com colapso súbito do elemento afetado. Já os carunchos atacam madeiras secas, tornando a peça de madeira com aberturas no seu interior, que podem ou não ser preenchidas com serrim.

A deterioração não biológica está relacionada com a fotodegradação (radiação UV), que não altera propriedades mecânicas da madeira, apenas a sua tonalidade ficando com aspeto de madeira velha e a ação da chuva acelera este processo através de lavagem superficial. Pode também provocar o aparecimento de fendas e roturas pela retração e inchamento o que leva a uma diminuição de resistência mecânica e amplia a fluência da própria madeira criando grandes deformações.

Salienta-se ainda que a madeira é resistente aos ácidos, mas não às bases afetando por isso a lenhina da madeira e pode provocar erosões superficiais em contato com o betão e gesso associado a movimentos de humidade.

José Mendes da Silva e outros [3] identificam as coberturas como um risco de patologias para todo o edifício na presença de defeitos e anomalias. As consequências mais gravosas, destas, são:

- Infiltrações;
- Arrancamento sob a ação do vento;
- Deslizamento e queda;
- Degradação do aspeto;
- Degradação precoce do material.

Estes autores sublinham que as principais origens dos defeitos estão diretamente relacionados com a conceção, execução, serviço ou qualidade dos materiais, existindo uma interdependência entre estas quatro origens.

Os defeitos provenientes de serviço estão relacionados com o uso, ou seja, alterações a que a cobertura está sujeita no tempo da sua vida útil. No quadro 2.4.1.3 resume-se os defeitos mais comuns neste tipo de telhados com a sua origem.

Quadro 2.4.1.3: Defeitos e suas origens, nos telhados de telha cerâmica, segundo José Mendes da Silva e outros. [3]

Defeitos	Origem			
	Conceção	Execução	Materiais	Uso
Geometria incompatível com o sistema	(1)			
Falta de pormenorização de pontos singulares	(1)			
Falta de especificações técnicas para materiais e execução	(1)			
Falta de resistência, contraventamento	(1)	(2)	(3)	

ou rigidez do suporte				
Inclinação excessiva ou insuficiente da cobertura	(1)			
Remates inadequados contra elementos construtivos emergentes	(2)	(1)		
Remates ou fixações inadequadas em bordos livres	(2)	(1)		
Incumprimento do projeto		(2)		
Encaixe das telhas incorreto		(1)	(2)	
Sobreposição das telhas por excesso ou por defeito		(1)		
Utilização inadequada de acessórios cerâmicos	(2)	(1)		
Uso inadequado ou falta de qualidade de acessórios não cerâmicos		(1)		
Desalinhamento das fiadas da telha		(1)		
Aplicação de argamassa em excesso		(1)		
Fraturas na telha, na capa, no canal, e nas nervuras, rebordos e encaixes		(3)	(2)	(1)
Acumulação de musgos e detritos				(1)
Drenagem insuficiente (fraca inclinação e seção de caleiras)	(1)			
Descasque por ação do gelo		(2)	(1)	
Deslocamento ou escorregamento das telhas	(1)	(2)		
Falta de ventilação na face inferior das telhas	(2)	(1)		
Colocação incorreta ou ausência da barreira para-vapor	(1)	(2)		
Colocação incorreta do isolamento térmico	(2)	(1)		
Degradação precoce dos materiais			(1)	(2)
Diferenças de tonalidade			(1)	
(1) , (2), (3) – ordenação da maior para a menor probabilidade de origem do defeito.				

3. Anomalias

3.1. Enquadramento

O capítulo anterior retrata diversos aspetos sobre as coberturas antigas, desde a sua constituição, caracterização até às suas exigências funcionais.

Nesse capítulo discutiu-se ainda as várias anomalias/defeitos que estas frequentemente apresentam, espelhando a opinião de diferentes autores relativas a este assunto.

Posto isto, torna-se interessante a criação de listas de anomalias (capítulo 3, ponto 2). Listas estas que levaram à organização e agrupamento das anomalias mais comuns presentes neste tipo de telhados.

Estas listas podem distinguir-se nas várias partes constituintes da própria cobertura. Partes estas que se dividem em estrutura principal, estrutura secundária, revestimento, pontos singulares e sistemas de drenagem.

Este objeto de estudo leva à fácil consulta das anomalias nas diferentes partes constituintes do telhado, infelizmente muito presentes, para a sua análise e posterior intervenção.

Neste capítulo, para além da criação destas listas de anomalias, faz-se uma análise de uma cobertura tipo, na qual se irá retratar as diferentes anomalias, das listas criadas, que esta pode apresentar face à sua constituição/tipologia (capítulo 3, ponto 3)

A escolha da cobertura tipo vai ao encontro dos telhados correntios, isto é, os telhados mais comuns de aparecerem, sendo este descrito no capítulo em questão.

Porquê conhecer estes defeitos/anomalias? Porquê saber a sua origem/causa?

A intervenção de um telhado passa por uma análise ponderada das anomalias/defeitos que um telhado pode conter. A boa intervenção e a escolha de uma boa solução para colmatar esta(s) anomalia(s) passa por uma boa recolha de informação visual sobre o telhado em questão. Ou seja, a cautelosa deteção física das anomalias é fundamental para uma correta operação sobre as mesmas. Portanto, torna-se fácil perceber a importância de conhecer as anomalias e suas causas, respondendo assim às perguntas colocadas anteriormente.

A importância de organizar estas listas de anomalias passa para uma futura elaboração de lista de trabalhos (capítulo 3, ponto 4) a realizar para cada anomalia, respetivamente.

3.2. Anomalias e Causa

Com base no referido anteriormente, podemos distinguir as anomalias em diferentes elementos da cobertura, isto porque, mais uma vez, a intervenção na sua correção depende disso. Se existir uma anomalia relacionada apenas com o revestimento a correção passa apenas pela intervenção ao revestimento, mas se a mesma anomalia advém por consequências da estrutura de suporte, temos que intervir na estrutura de suporte e revestimento.

Conclui-se assim, que as anomalias podem dividir-se em:

- Anomalias na estrutura principal de suporte;
- Anomalias na estrutura secundária de suporte;
- Anomalias no revestimento;
- Anomalias em pontos singulares e/ou sistemas de drenagem;

É de salientar que a estrutura de suporte principal e secundária podem ter as mesmas anomalias e causas, mas a existência da anomalia pode ser independente. Isto é, a estrutura secundária é que muitas vezes sofre deformações/degradações, sem ainda ter afetado a estrutura principal.

As anomalias presentes na estrutura principal – Quadro 3.2.1 - afetam sempre todo sistema da estrutura secundária (Vara e Ripa) e o próprio revestimento do telhado. Para as estrutura secundária – Quadro 3.2.2. - quando na presença de alguma anomalia afeta igualmente o revestimento.

Quadro 3.2.1. Anomalias e suas causas - Estrutura principal de suporte, em madeira, das coberturas.

Anomalias	Descrição	Causa
Deformabilidade Excessiva	Deflexão da viga de cumeeira ou fileira, das pernas das asnas e madres. [1]	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Envelhecimento natural da madeira combinada com a fluência. ▪ Dimensionamento insuficiente e deficiente contraventamento das asnas. ▪ Exposição à Radiação Ultravioleta. ▪ Ataque de xilófagos.
Degradação da madeira	Degradação das peças de madeira, relacionadas com a presença da água/humidade.[1]	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Infiltrações. ▪ Falta de ventilação por parte do telhado.

Apodrecimento ou ataque de insetos Xilófagos	O ataque xilófago é visível pelo exterior das peças ou não, apresentando sinais de perfuração de pequeno diâmetro, favorecendo o desenvolvimento de bolores e podridão. [1], [9] e [12]	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Condições higrotérmicas: madeira seca atacada por carunchos ou teor de água superior a 20% para desenvolvimento de agentes biológicos. ▪ Uma vez deformada a estrutura, a entrada de água é facilitada agravando o apodrecimento da madeira.
--	---	---

Quadro 3.2.2. Anomalias e suas causas - Estrutura secundária de suporte, em madeira, das coberturas.

Anomalias	Descrição	Causa
Deformabilidade Excessiva	Relacionada com a deflexão da vara e ripa. [1]	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Envelhecimento natural da madeira combinada com a fluência. ▪ Dimensionamento insuficiente. ▪ Exposição à Radiação Ultravioleta. ▪ Ataque de xilófagos.
Degradação da madeira	Degradação das peças de madeira, relacionadas com a presença da água/humidade.[1]	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Infiltrações. ▪ Falta de ventilação por parte do telhado.
Apodrecimento ou ataque de insetos Xilófagos	O ataque xilófago é visível pelo exterior das peças ou não, apresentando sinais de perfuração de pequeno diâmetro, favorecendo o desenvolvimento de bolores e podridão. [1], [9] e [12]	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Condições higrotérmicas: madeira seca atacada por carunchos ou teor de água superior a 20% para desenvolvimento de agentes biológicos. ▪ Uma vez deformada a estrutura, a entrada de água é facilitada agravando o apodrecimento da madeira.

Relativamente ao revestimento este depende muitas vezes do estado da estrutura de suporte como referido anteriormente. Existindo ainda outras causas para as mesmas e/ou outras anomalias – Quadro 3.2.3.

É de salientar que a inclinação da vertente está relacionada com a duração do revestimento do próprio telhado. Se por um lado a insuficiente inclinação pode provocar infiltrações de água (não estanquidade), acumulação de poeiras e outros detritos, aumento do tempo de secagem das telhas, favorecendo o aparecimento de musgos e ciclos de gelo-degelo desnecessários, por outro lado na inclinação excessiva deve-se ter em atenção a existência e o estado de durabilidade dos elementos de fixação dos materiais cerâmicos.

A inclinação mínima para a cobertura revestida a telha cerâmica é definida em função das condições do local, da zona climática e da exposição [2]. Na ausência destes dados, recomenda-se a consulta do MATC [2].

Quadro 3.2.3. Anomalias e suas causas – Revestimento, telha cerâmica, das coberturas.

Anomalias	Descrição	Causa
Sobreposição das telhas	Telhas em níveis diferentes na mesma pendente, provocando pontos frágeis suscetíveis de infiltrações.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Espaçamento entre ripas desnivelado, exagerado ou reduzido. ▪ Base de suporte deficiente. ▪ Deterioração da fixação dos elementos cerâmicos. ▪ Diferenças geométricas consideráveis (telhas de material poroso).
Desalinhamento das fiadas das telhas	Telhas em direções diferentes na mesma pendente, provocando pontos frágeis suscetíveis de infiltrações – Figura 24 a) e b).	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Espaçamento entre ripas desnivelado, exagerado ou reduzido. ▪ Base de suporte deficiente. ▪ Deterioração da fixação dos elementos cerâmicos. ▪ Diferenças geométricas consideráveis (telhas de material poroso).
Deslizamento das telhas	Telhas em direções diferentes na mesma pendente, provocando pontos frágeis suscetíveis de infiltrações.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Espaçamento entre ripas desnivelado, exagerado ou reduzido. ▪ Base de suporte deficiente. ▪ Deterioração da fixação dos elementos cerâmicos. ▪ Diferenças geométricas consideráveis (telhas de material poroso).
Fratura das telhas	O grau de fratura, consoante a evolução pode se distinguir as lascas, as fissuras e num caso mais limite as fissuras, provocando infiltrações.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Queda de peças, equipamento ou ferramentas. ▪ Visitas anteriores descuidadas e ausentes dos cuidados de segurança a ter numa intervenção desta natureza. ▪ Queda acentuada de granizo. ▪ Alteração física relacionada com ciclos de humedecimento e secagem. ▪ Falta de manutenção.
Degradação por ação dos ciclos de gelo-degelo	A resistência ao gelo-degelo dos materiais cerâmicos está diretamente relacionada com o grau de porosidade das telhas que dependente das condições de ventilação da cobertura e do nível de exposição solar da vertente. As telhas ficam com um aspeto descascado.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ineficiente ventilação da face inferior das telhas por altura insuficiente das ripas ou ripas contínuas ao longo de toda a pendente. ▪ Inexistência de Caixa-de-ar, isto é, telhas assentes diretamente sobre a laje e/ou isolamento térmico. ▪ Falta de manutenção.
Presença de musgo e vegetação pioneira	Os musgos e microrganismos alojam-se nas zonas porosas e húmidas da telha provocando a estagnação dos canais de escoamento, podendo criar zonas de retorno da água pluvial e degradação do material (em caso limite). As pendentes com menor exposição solar são as mais suscetíveis de serem alvo desta anomalia.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porosidade da telha: conjugado com a permanente presença da água potencia o aparecimento destes agentes. ▪ Insuficiente ventilação dos elementos: potencia o desenvolvimento e alojamento destes agentes ▪ Falta de manutenção.

Quanto às anomalias nos pontos singulares bem como nos sistemas de drenagem, pode-se distinguir:

- Beirais e beirados;
- Larós;
- Remates (paredes emergentes, chaminés, mansardas)
- Cumeeiras e Rincões;
- Caleiras, Algerozes e Tubos de queda.

As anomalias nos beirais e beirados – Quadro 3.2.4. - são essencialmente provocadas pela opção de fixação dos elementos cerâmicos.

Sendo zonas terminais e limites da cobertura estão sujeitas a maiores solicitações ao nível do peso próprio e ação do vento. Por outro lado, são zonas de elevada importância para o desempenho da cobertura em termos de ventilação e subsequente durabilidade.

Quadro 3.2.4. Anomalias e suas causas – Beirais e Beirados das coberturas.

Anomalias	Descrição	Causa
Sobreposição das telhas	São, perfeitamente visíveis a olho nu e caracterizam-se por diferentes níveis (das telhas) numa linha da mesma pendente.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fixação inadequada ou exagerada. ▪ Ineficiência ou degradação dos elementos de fixação.
Desalinhamento das fiadas das telhas	O desalinhamento das telhas é fruto da necessidade destas se dilatarem e contraírem com a absorção e secagem da água, originando nas fiadas das telhas direções diferentes na mesma pendente.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fixação inadequada ou exagerada. ▪ Ineficiência ou degradação dos elementos de fixação. ▪ Perda de capacidade de fixação da argamassa ▪ Base de suporte deficiente.
Deslizamento das telhas	O desalinhamento das telhas é fruto da necessidade destas se dilatarem e contraírem com a absorção e secagem da água, originando nas fiadas das telhas direções diferentes na mesma pendente.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fixação inadequada ou exagerada. ▪ Ineficiência ou degradação dos elementos de fixação. ▪ Perda de capacidade de fixação da argamassa ▪ Base de suporte deficiente.
Fratura das telhas	O grau de fratura, consoante a evolução pode se distinguir as lascas, as fissuras e num caso mais limite as fissuras, propiciando infiltrações.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilização de argamassa com resistência elevada. ▪ Falta de manutenção.
Degradação por ação dos ciclos de gelo-degelo	A má execução destes pontos singulares levam à degradação por ciclos de gelo-degelo. Se por um lado o contato direto com a argamassa não permite que o elemento seque tao rápido quanto desejado. Por outro a argamassa absorve água que repassa para a peça cerâmica e por último obtura a admissão de ar na face inferior da cobertura.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilização excessiva de argamassa para fixação. ▪ Falta de manutenção.

Presença de musgo e vegetação pioneira	Sendo os beirados zonas onde existe maior passagem de água, leva a uma maior probabilidade deste fenómeno suceder.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fixação dos elementos com argamassa. ▪ Falta de ventilação ▪ Falta de manutenção.
--	--	---

Relativamente aos larós, trata-se de uma convergência entre duas pendentes, tornando-se uma zona particular quando mal executada, proporcionando o desenvolvimento de anomalias – Quadro 3.2.5. É importante ter em conta três aspetos na sua execução. Primeiro, o corte da telha das pendentes que recaem sobre o laró; segundo, o material aplicado na execução do próprio laró e, em terceiro, a forma de aplicação desse material.

Quadro 3.2.5. Anomalias e suas causas – Larós das coberturas.

Anomalias	Descrição	Causa
Sobreposição das telhas	Para além das deficientes fixações ou alterações geométricas dos elementos, acontece muitas vezes a sobreposição da telha em demasia sobre o rufo do laró dificultando o seu escoamento.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fixação insuficiente. ▪ Alteração geométrica dos elementos.
Desalinhamento das fiadas das telhas	A insuficiente fixação pode levar ao descaimento e desalinhamento das peças, dificultando o escoamento das águas pelo laró.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fixação insuficiente. ▪ Alteração geométrica dos elementos.
Deslizamento das telhas sobre o laró.	A insuficiente fixação pode levar ao descaimento e desalinhamento das peças, dificultando o escoamento das águas pelo laró.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fixação insuficiente. ▪ Alteração geométrica dos elementos.
Fratura das telhas e/ou dos rufos	Sendo, os larós zonas de grande passagem de água, é necessário atender às fraturas dos elementos cerâmicos e dos rufos de forma a precaver infiltrações.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Queda de peças, equipamento ou ferramentas. ▪ Visitas anteriores descuidadas e ausentes dos cuidados de segurança a ter numa intervenção desta natureza. ▪ Queda acentuada de granizo. ▪ Empeno nas peças. ▪ Tipo de fixação. ▪ Falta de manutenção.
Presença de musgo e vegetação pioneira	O aparecimento destes agentes externos é natural. Sendo a ventilação indispensável para evitar a sua acumulação.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fixação dos elementos com argamassa. ▪ Falta de ventilação. ▪ Falta de manutenção.

Os remates de paredes emergentes a uma cobertura ou mesmo de elementos complementares como as chaminés e mansardas são pontos singulares suscetíveis de causar problemas quando mal concebidos – Quadro 3.2.6 - dentre estes pontos

singulares ambos são propícios de originar infiltrações. Estes remates são normalmente executados como os larós.

Quadro 3.2.6. Anomalias e suas causas – Remates em paredes emergentes, chaminés e mansardas das coberturas.

Anomalias	Descrição	Causa
Sobreposição das telhas	Para além das deficientes fixações ou alterações geométricas dos elementos, acontece muitas vezes a sobreposição da telha em demasia sobre o rufo, podendo dar origem ao contato direto entre a água e a parede/chaminé.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fixação insuficiente. ▪ Alteração geométrica dos elementos.
Desalinhamento das fiadas das telhas	A insuficiente fixação pode levar ao descaimento e desalinhamento das peças, dificultando o escoamento das águas pelo remate.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fixação insuficiente. ▪ Alteração geométrica dos elementos.
Deslizamento das telhas	A insuficiente fixação pode levar ao descaimento e desalinhamento das peças, dificultando o escoamento das águas pelo remate.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fixação insuficiente. ▪ Alteração geométrica dos elementos.
Fratura das telhas e/ou dos rufos	Sendo, os remates zonas de grande passagem de água, é necessário atender às fraturas dos elementos cerâmicos e dos rufos de forma a precaver infiltrações.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Queda de peças, equipamento ou ferramentas. ▪ Visitas anteriores descuidadas e ausentes dos cuidados de segurança a ter numa intervenção desta natureza. ▪ Queda acentuada de granizo. ▪ Empeno nas peças. ▪ Tipo de fixação. ▪ Falta de manutenção.
Utilização de material inadequado ou sua inexistência	Sendo, os remates zonas de grande passagem de água, é necessário atender aos materiais a utilizar de forma a precaver infiltrações.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Má execução e conceção.
Presença de musgo e vegetação pioneira	O aparecimento destes agentes externos é natural. Sendo a ventilação indispensável para evitar a sua acumulação.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fixação dos elementos com argamassa. ▪ Falta de ventilação. ▪ Falta de manutenção.

O telhão de cumeeira em conjunto com os remates fecham a aresta constituída pela junção superior das duas águas do telhado num plano de interseção horizontal, ao contrário do rincão em que o plano de interseção não é horizontal. Estes elementos singulares contribuem para o impedimento da penetração de água e para a ventilação da cobertura.

A má execução destes pontos singulares podem acarretar igualmente anomalias e posteriormente infiltrações.

Podemos observar pelo Quadro 3.2.7. as anomalias e suas causas associadas a estas zonas das coberturas.

Quadro 3.2.7. Anomalias e suas causas – Cumeeiras e Rincões das coberturas.

Anomalias	Descrição	Causa
Sobreposição das telhas	São, perfeitamente visíveis a olho nu e caracterizam-se por diferentes níveis (das telhas) numa linha da mesma pendente.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Má aplicação nas cumeeiras. ▪ Perda de capacidade de fixação dos elementos do rincão. ▪ Alteração geométrica dos elementos.
Desalinhamento das fiadas das telhas	O desalinhamento das telhas é fruto da necessidade destas se dilatarem e contraírem com a absorção e secagem da água, originando desalinhamento das telhas da cumeeira e rincão.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Má aplicação nas cumeeiras. ▪ Perda de capacidade de fixação dos elementos do rincão. ▪ Alteração geométrica dos elementos.
Deslizamento das telhas	O deslizamento das telhas é fruto da necessidade destas se dilatarem e contraírem com a absorção e secagem da água, originando desalinhamento das telhas da cumeeira e rincão.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Má aplicação nas cumeeiras. ▪ Perda de capacidade de fixação dos elementos do rincão. ▪ Alteração geométrica dos elementos.
Fratura das telhas	O grau de fratura, consoante a evolução pode se distinguir as lascas, as fissuras e num caso mais limite as fissuras.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilização excessiva de argamassa para fixação.
Descasque por ação de ciclos do gelo-degelo	Sendo peças de pontos altos, a permanência com a água não é tão grande, mas a presença de argamassa de fixação provoca esta anomalia – impede a ventilação e compromete a secagem das peças.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilização excessiva de argamassa.
Presença de musgo e vegetação pioneira	O aparecimento destes agentes externos é natural. Sendo a ventilação indispensável para evitar a sua acumulação. A obturação da cobertura não existe, mas a questão estética e degradação dos elementos a longo prazo sim.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilização de argamassa de fixação. ▪ Incorreta ventilação – saturação da zona – facilidade no desenvolvimento destes agentes.

Quanto aos sistemas de drenagem, caleiras e tubos de queda, a falta de manutenção é a principal causa da sua deterioração. Sendo a sua função a recolha das águas pluviais, é importante não existirem entupimentos ou obstruções ao longo da caleira/algeroz e mesmo nos tubos de queda.

É possível observar as anomalias e causas associadas pelo Quadro 3.2.8.

Quadro 3.2.8. Anomalias e suas causas – Caleiras, algerozes e tubos de queda das coberturas.

Anomalias	Descrição	Causa
Degradação	A acumulação exagerada e prolongada pode levar ao deterioramento das próprias caleiras e tubos de queda.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de manutenção ▪ Zona geográfica do edifício (florestas) ▪ Dimensionamento insuficiente das caleiras e tubos de queda.
Entupimentos ou obstruções	A acumulação de detritos é inevitável, levando com frequência a entupimentos e obstruções.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de manutenção ▪ Zona geográfica do edifício (florestas) ▪ Dimensionamento insuficiente das caleiras e tubos de queda.

Inexistência de caleiras e/ou tubos de queda	Não colocação de caleiras e/ou tubos de queda.	▪ Conceção e/ou execução.
--	--	---------------------------

3.3. Escolha de cobertura Tipo

No subcapítulo anterior fez-se uma análise das anomalias mais correntes nas coberturas de geometria inclinada com revestimento de telha cerâmica.

Neste subcapítulo o objetivo é usar essa análise numa cobertura tipo.

Esta cobertura tipo é de geometria inclinada de duas águas na qual o seu revestimento é a telha cerâmica, já que é esta a marca de referência dos telhados do edificado antigo - Figura 3.3.1.

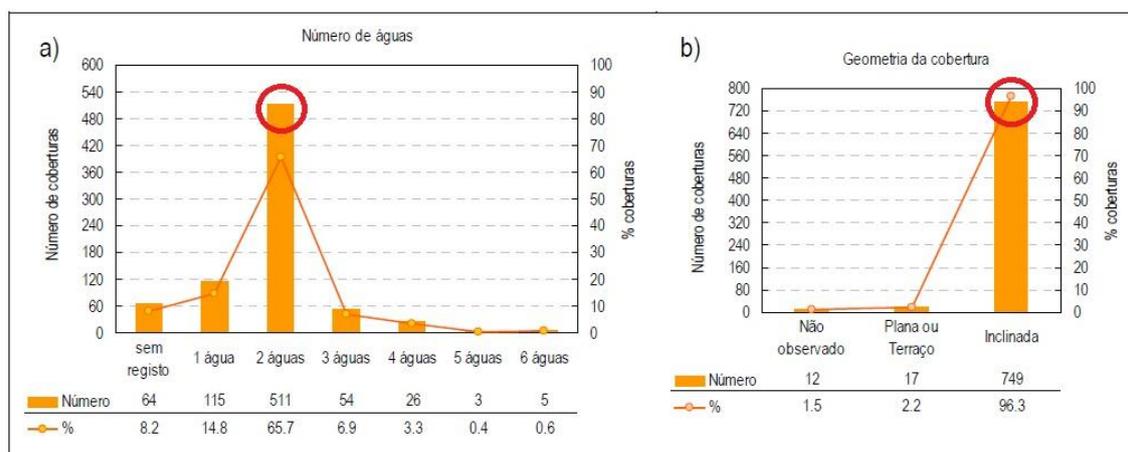


Figura 3.3.1: a) Número de águas; b) Geometria da cobertura [1]

Os restantes elementos constituintes desta cobertura tipo podem ser observados no Quadro 3.3.1.

Quadro 3.3.1. Elementos constituintes da cobertura tipo.

Elementos Constituintes		
Estrutura de suporte principal	Madeira	✓
	Betão Armado	
	Mista	
Estrutura de suporte secundária	Madeira	✓
	Betão Armado	
	Mista	
Revestimento de telha cerâmica	Luso	✓
	Marselha	
	Canudo	
	Romana	
	Plana	
Pontos singulares	Beirais e beirados	✓
	Larós	

	Cumeeiras	✓
	Rincões	
	Parede emergente	✓
Elementos Complementares	Chaminés	
	Clarabóias	
	Mansardas	✓
Sistema de drenagem	Algerozes	
	Caleiras	✓
	Tubos de queda	✓

Após a caracterização da cobertura é fácil analisar as anomalias possíveis de ocorrerem. Por um lado todas as anomalias descritas no subcapítulo anterior são possíveis de surgir – Quadro 3.3.2, mas por outro estas surgem dependendo das condições de execução e conceção, da manutenção e do uso do telhado em questão.

Quadro 3.3.2. Anomalias na cobertura tipo.

Elementos Constituintes		Anomalias
Estrutura de suporte principal em Madeira Madeira		→ Deformabilidade Excessiva
		→ Apodrecimento ou ataque de insetos Xilófagos
		→ Degradação da madeira
Estrutura de suporte secundária em Madeira		→ Deformabilidade Excessiva
		→ Degradação da madeira
		→ Apodrecimento ou ataque de insetos Xilófagos
Revestimento de telha cerâmica do tipo Luso		→ Sobreposição das telhas
		→ Desalinhamento das fiadas das telhas
		→ Deslizamento das telhas
		→ Fratura das telhas
		→ Degradação por ação dos ciclos de gelo-degelo
		→ Presença de musgo e vegetação pioneira
Pontos singulares/Elementos Complementares	Beirais e beirados	→ Sobreposição das telhas
		→ Desalinhamento das fiadas das telhas
		→ Deslizamento das telhas
		→ Fratura das telhas
		→ Degradação por ação dos ciclos de gelo-degelo
		→ Presença de musgo e vegetação pioneira
	Cumeeiras	→ Sobreposição das telhas
		→ Desalinhamento das fiadas das telhas
		→ Deslizamento das telhas
		→ Fratura das telhas
		→ Descasque por ação de ciclos do gelo-degelo
		→ Presença de musgo e vegetação pioneira
Parede emergente/Mansarda	→ Sobreposição das telhas	

		→ Desalinhamento das fiadas das telhas
		→ Deslizamento das telhas
		→ Fratura das telhas e/ou dos rufos
		→ Utilização de material inadequado ou sua inexistência
		→ Presença de musgo e vegetação pioneira
Sist. de drenagem	Caleiras e Tubos de queda	→ Degradação
		→ Entupimentos ou obstruções

Porquê a boa execução e conceção? Porquê a realização de manutenção?

As regras de boa prática são fundamentais para o bom funcionamento global da cobertura, sendo a execução e a conceção essenciais para evitar diversas anomalias, nas quais se destacam: remates inadequados, fraturas na telha, na capa, no canal, e nas nervuras, rebordos e encaixes, deslocamento ou escorregamento das telhas e falta de ventilação na face inferior das telhas.

A eventual manutenção ao telhado é imprescindível para evitar outras anomalias, que podem desencadear outras e agravar a anomalia inicial. Portanto fez-se uma análise – Quadro 3.3.3 – que consiste em descrever os desencadeamentos de anomalias que podem surgir caso estas não sejam reparadas, nas quais o agente principal é a água devido à permissão da sua infiltração.

A cobertura é constituída por uma mansarda e uma parede emergente, pontos de grande origem de infiltrações devido a deficientes remates que conseqüentemente poderão causar danos a nível da estrutura de suporte. “Os problemas não estruturais, que são muitos, podem ainda agravar as condições de estabilidade estrutural.” [1]

Outros pontos potenciais de originar infiltrações são os deficientes remates das cumeeiras, a inclinação do telhado e dos beirados e a eventual sobreposição das telhas.

A presença de argamassa em excesso prejudica o processo de secagem, sujeitando as telhas a um humedecimento prolongado, que pode levar à sua degradação e futuramente a infiltrações.

A formação e acumulação de musgos e detritos dificultam o escoamento das águas da chuva. E os sistemas de drenagem, como as caleiras e tubos de queda, caso apresentem entupimentos ou degradação, podem originar escorrências ao longo da fachada, das cimalthas e/ou beirais.

Outros problemas associados à estrutura de madeira das coberturas é ação dos raios ultravioletas (UV), a corrosão das peças metálicas quando existem e ainda o ataque de insetos xilófagos.

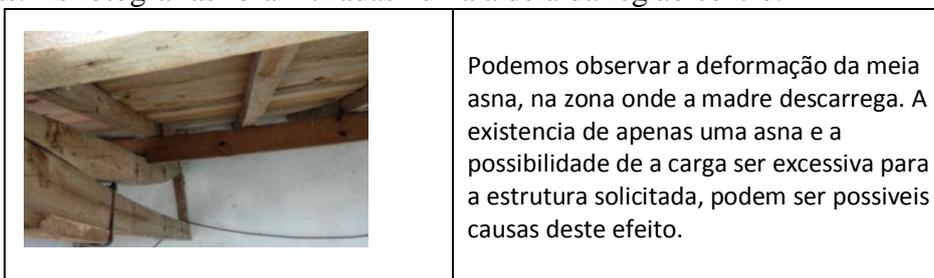
Quadro 3.3.3. Anomalias na cobertura tipo – Casos de desencadeamento.

ANOMALIAS	CASOS						ENVELHECIMENTO	INFILTRAÇÕES
	A	B	C	D	E	F		
Deformabilidade excessiva da estrutura principal	1						✓	
Apodrecimento ou ataque de xilófagos da estrutura principal			2	3	2			
Deformabilidade excessiva da estrutura secundária	2	1					✓	
Apodrecimento ou ataque de xilófagos da estrutura secundária.			2	3	2			
Sobreposição das telhas	3	2	1					✓
Desalinhamento das fiadas	3	2	1					✓
Deslizamento das telhas	3	2	1					✓
Fratura das telhas e/ou de rufos			1	2				✓
Degradação das telhas por ação de ciclos gelo-degelo				1				✓
Presença de musgos e vegetação pioneira					1			✓
Entupimentos/obstruções de caleiras e tubos de queda						1		✓
1,2 e 3 ordem de ocorrência das anomalias								

É notório que existem anomalias que desencadeiam outras anomalias.

Temos o caso C quer pela sobreposição das telhas, deslizamento e/ou desalinhamento, pode deixar ocorrer infiltrações para o interior da cobertura e posteriormente afetar a estrutura de suporte secundária e principal levando ao seu degradingamento. Por outro lado o envelhecimento natural da madeira, ou mesmo por ações solicitadas na estrutura de suporte excessivas que levam à sua deformação podendo criar o deslocamento das telhas – sobreposição, deslizamento e/ou desalinhamento, levando por consequência a infiltrações, e deste modo agravando o estado da madeira da estrutura – Caso A.

Pela Figura 3.3.2, podemos observar alguns exemplos de anomalias acima referidas. As fotografias foram tiradas numa aldeia da região centro.



	<p>Descasque da telhas por ação gelo-degelo, é de salientar que esta parte do telhado está orientada a norte, e praticamente não recebe luz solar. A existência de argamassa de fixação do rincão propociona o humedecimento proongado da telhas.</p>
	<p>Sobreposição, deslocamento de telhas devido à deformação excessiva da estrutura de suporte. Futuramente a entrada de água irá afetar ainda mais a estrutura de suporte. É de salientar a criação de musgo nas telhas em praticamente toda a extensão do telhado.</p>
	<p>Assentamento da telha diretamente na laje da cobertura, não havendo possibilidade de existir ventilação da cobertura.</p>
	<p>Remate da cobertura com parede emergente mal concebido. Fonte de grandes infiltrações.</p>
	<p>Acumulação de musgo em excesso, que provavelmente levou à quebra das telhas do beirado por humedecimento prolongado. Inexistência de caleira.</p>
	<p>Existência de grande quantidade de musgo no remate da cobertura com a parede emergente. Criação de zona de estagnação de água, e consequentemente degradação das telhas e infiltrações (parede vizinha).</p>
	<p>Rincão com elevada argamassa de fixação, o que levou ao descolamento do telhão do próprio rincão.</p>

Figura 3.3.2. Anomalias nalgumas coberturas de telha cerâmica.

3.4. Estratégias de Intervenção

Tendo em conta ao referido anteriormente torna-se fundamental a intervenção nas coberturas com eventuais danos de modo a prevenir o desencadeamento de outras anomalias.

A variedade e a quantidade de defeitos deste telhado tipo leva a diversas intervenções.

A reabilitação destas coberturas dificilmente é parcial e implica o levantamento global do próprio telhado, levando à reparação ou mesmo à substituição dos diversos elementos que a constituem.

Face ao referido no subcapítulo 3.3, as anomalias passam pela estrutura principal/secundária, até ao revestimento do próprio telhado, bem como pontos singulares e sistemas de drenagem, tendo sido estes pontos abordados de forma distinguível.

A seguir apresenta-se um conjunto principal de defeitos da cobertura já referidos em 3.3, incluindo as ações de intervenção, para cada anomalia/defeito, consoante a parte da estrutura a intervir. Temos no Quadro 3.4.1 a estrutura principal das coberturas; no Quadro 3.4.2. a estrutura secundária; em 3.4.3, 3.4.4, 3.4.5, 3.4.6, 3.4.7 e 3.4.8 temos Revestimento, Beirais e Beirados, Larós, Remates (paredes emergentes, chaminés, mansardas), Cumeeira e Rincões, Caleiras/Algozes e tubos de queda, respetivamente.

Quadro 3.4.1: Trabalhos de intervenção - estrutura principal das coberturas

Estrutura Principal – Asna e Madre		
Defeito/Anomalia	Exigências	Trabalho
Deformabilidade excessiva	-Geométricas -Estabilidade dimensional	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inserção de elementos estruturais novos ou aplicação de reforços metálicos; [9] ▪ Introdução de novos elementos de contraventamento na asna; [9]
Degradação da madeira		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inserção de elementos estruturais novos; [9] ▪ Substituição integral dos elementos degradados; [9]
Apodrecimento ou ataque de insetos Xilófagos		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Substituição integral dos elementos degradados por outros novos (madeira ou metal), incluído tratamento contra o ataque de insetos xilófagos; [9] ▪ Reconstituição parcial dos elementos através de resinas epoxídicas, incluído tratamento contra o ataque de insetos xilófagos; [9]

Quadro 3.4.2: Trabalho de intervenção - estrutura secundária das coberturas.

Estrutura Secundária – Vara e Ripa		
Defeito/Anomalia	Exigências	Trabalho
Deformabilidade excessiva	-Geométricas -Estabilidade dimensional	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inserção de elementos estruturais novos ou aplicação de reforços metálicos; [9] ▪ Introdução de novos elementos de contraventamento nas asnas; [9]
Degradação da madeira		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inserção de elementos estruturais novos; [9] ▪ Substituição integral dos elementos degradados; [9]
Apodrecimento ou ataque de insetos Xilófagos		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Substituição integral dos elementos degradados por outros novos (madeira ou metal), incluído tratamento contra o ataque de insetos xilófagos; [9] ▪ Reconstituição parcial dos elementos através de resinas epoxídicas, incluído tratamento contra o ataque de insetos xilófagos; [9]

Quadro 3.4.3: Trabalhos de intervenção - Revestimento das coberturas.

Revestimento – Telha cerâmica		
Defeito/Anomalia	Exigências	Trabalho
Incorreta inclinação	-Estanquidade -Comportamento mecânico -Comportamento sob ação do gelo -Comportamento sob ação do vento -Comportamento químico -Durabilidade -Proporcionar ventilação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Correção da sua geometria, obrigando à alteração e revisão de todos os remates e ligações; [2] e [11] ▪ Aplicação de medidas suplementares de impermeabilização como a utilização de subtelha/tela e aumentar a densidade das telhas ventiladoras, caso não seja possível respeitar a inclinação mínima. [2] e [11] ▪ Fixação mecânica dos elementos, se a inclinação for excessiva; [2] e [11]
Sobreposição das telhas		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Levantamento e reposição das telhas por fixação mecânica, caso o espaçamento entre ripas seja desnivelado, exagerado ou reduzido e se a base de suporte for deficiente e a sua fixação ineficaz e/ou deteriorada com o tempo; [2] e [11] ▪ Substituição dos elementos, se estes estiverem degradados; [2] e [11]
Desalinhamento das fiadas das telhas		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Levantamento e reposição das telhas por fixação mecânica, caso o espaçamento entre ripas seja desnivelado, exagerado ou reduzido e se a base de suporte for deficiente e a sua fixação ineficaz e/ou deteriorada com o tempo; [2] e [11] ▪ Substituição dos elementos, se estes estiverem degradados; [2] e [11]
Deslizamento das telhas		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Levantamento e reposição das telhas por fixação mecânica, caso o espaçamento entre ripas seja desnivelado, exagerado ou reduzido e se a base de suporte for deficiente e a sua fixação ineficaz e/ou deteriorada com o tempo; [2] e [11] ▪ Substituição dos elementos, se estes estiverem degradados; [2] e [11]

Fratura da telha		▪ Substituição dos elementos afetados; [2] e [11]
Descasque por ação do gelo		▪ Substituição dos elementos afetados; [2] e [11] ▪ Correção de erros provenientes da deficiente ventilação, como: ripas com altura suficiente para a criação de caixa-de-ar entre a telha e a laje; [2] e [11] ▪ Colocação de telhas de ventilação; [2] e [11]
Presença de musgo e vegetação pioneira		▪ Limpeza com produto adequado (aplicação de hidrofugante), diretamente no telhado se a acumulação não for avançada; [2] e [11] ▪ Levantamento, limpeza e recolocação dos elementos se o estado de acumulação for elevado; [2] e [11]

Quadro 3.4.4: Trabalhos de intervenção - Beirais e Beirados das coberturas.

Sistemas de Drenagem e Pontos Singulares		
Beirais e Beirados		
Defeito/Anomalia	Exigências	Trabalho
Sobreposição das telhas	-Durabilidade -Estanquidade -Ventilação	▪ Substituição da fixação dos beirais e beirados com recurso a argamassa por fixação mecânica, devido aos diferentes comportamentos da telha e da argamassa na presença da humidade; [2] e [11] ▪ Reposição ou substituição dos elementos que se encontrem sobrepostos ou degradados, respetivamente; [2] e [11]
Desalinhamento das fiadas das telhas		▪ Substituição da fixação dos beirais e beirados com recurso a argamassa por fixação mecânica, devido aos diferentes comportamentos da telha e da argamassa na presença da humidade; [2] e [11] ▪ Reposição ou substituição dos elementos que se encontrem desalinhados ou degradados, respetivamente; [2] e [11]
Deslizamento de telhas		▪ Substituição da fixação dos beirais e beirados com recurso a argamassa por fixação mecânica, devido aos diferentes comportamentos da telha e da argamassa na presença da humidade; [2] e [11] ▪ Reposição ou substituição dos elementos que se encontrem deslizamento ou degradados, respetivamente; [2] e [11]
Fratura das telhas		▪ Substituição dos elementos fraturados por elementos novos, sendo verificada a forma de fixação dos mesmos; [2] e [11]
Descasque por ação do gelo		▪ Substituição dos elementos afetados; [2] e [11] ▪ Correção da solução de fixação para a resistência dos materiais cerâmicos e para promover a ventilação geral da cobertura. [2] e [11]
Presença de musgo e vegetação pioneira		▪ Limpeza com produto adequado e aplicação de hidrofugante diretamente no telhado se a acumulação não for avançada; [2] e [11] ▪ Levantamento, limpeza e recolocação dos elementos se o estado de acumulação for elevado; [2] e [11] ▪ Correção da fixação das telhas com recurso a argamassa por fixação mecânica, pois a argamassa proporciona o aparecimento destes agentes, por falta de ventilação e

	migração da água e sais; [2] e [11]
--	-------------------------------------

Quadro 3.4.5: Trabalhos de intervenção - Larós das coberturas.

Sistemas de Drenagem e Pontos Singulares		
Larós		
Defeito/Anomalia	Exigências	Trabalho
Sobreposição das telhas	-Durabilidade -Estanquidade	<ul style="list-style-type: none"> Levantamento e reposição das telhas por fixação mecânica, avaliando as sobreposições e a ripa terminal, incluindo a escolha do material que compõe o rufo para resistência às intempéries; [2] e [11]
Inexistência/Deficiente rufo		<ul style="list-style-type: none"> Colocação do material que compõe o rufo com resistência às intempéries; [2] e [11]
Fratura do rufo		<ul style="list-style-type: none"> Substituição do rufo por material resistente às intempéries; [2] e [11]
Presença de musgo e vegetação pioneira		<ul style="list-style-type: none"> Limpeza com aplicação de hidrofugante; Substituição dos elementos se o estado de acumulação for elevado; [2] e [11] Correção da fixação das telhas com recurso a argamassa por fixação mecânica, pois a fixação das telhas terminais do laró por argamassa impede a passagem de ar na face inferior da cobertura; [2] e [11]

Quadro 3.4.6: Trabalhos de intervenção - Remates nas coberturas.

Sistemas de Drenagem e Pontos Singulares		
Remates (paredes emergentes, chaminés, mansardas)		
Defeito/Anomalia	Exigências	Trabalho
Remates ou fixações inadequadas	-Durabilidade -Estanquidade	<ul style="list-style-type: none"> <u>Remate da cobertura com parede emergente</u>: colocação de sistema de rufagem utilizando chapas metálicas, incluindo ligação do revestimento à parede através de parafuso vedado com mástique ou com um sistema de impermeabilização adequado; [2] e [11] <u>Chaminés e Mansardas</u>: colocação de remates utilizando chapas metálicas, é vantajoso a realização dos remates das chaminés através de bandas flexíveis autocolantes de materiais sintéticos, eventualmente reforçadas com metais; [2] e [11]
Presença de musgo e vegetação pioneira		<ul style="list-style-type: none"> Limpeza; [2] e [11] Substituição dos elementos se o estado de acumulação for elevado; [2] e [11]

Quadro 3.3.7: Trabalhos de intervenção - Cumeeiras e Rincões das coberturas.

Sistemas de Drenagem e Pontos Singulares		
Cumeeiras e Rincões		
Defeito/Anomalia	Exigências	Trabalho
Sobreposição das telhas	-Durabilidade -Estanquidade -Ventilação	<ul style="list-style-type: none"> Substituição da fixação das cumeeiras e rincões com recurso a argamassa por grampos metálicos, parafusos ou mástique, se a causa estiver relacionada com os elementos de fixação; [2] e [11]

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reposição ou substituição dos elementos que se encontrem sobrepostos ou degradados, respetivamente; [2] e [11]
Desalinhamento das fiadas das telhas		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Substituição da fixação das cumeeiras e rincões com recurso a argamassa por grampos metálicos, parafusos ou mástique, se a causa estiver relacionada com os elementos de fixação; [2] e [11] ▪ Reposição ou substituição dos elementos que se encontrem desalinhados ou degradados, respetivamente; [2] e [11]
Deslizamento de telhas		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Substituição da fixação das cumeeiras e rincões com recurso a argamassa por grampos metálicos, parafusos ou mástique, se a causa estiver relacionada com os elementos de fixação; [2] e [11] ▪ Reposição ou substituição dos elementos que se encontrem deslizamento ou degradados, respetivamente; [2] e [11]
Fratura das telhas		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Substituição dos elementos fraturados por elementos novos, sendo verificada a forma de fixação dos mesmos; [2] e [11]
Descasque por ação do gelo		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Substituição dos elementos afetados; [2] e [11] ▪ Correção da solução de fixação para a resistência dos materiais cerâmicos e para promover a ventilação geral da cobertura. [2] e [11]
Presença de musgo e vegetação pioneira		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Limpeza com produto adequado e aplicação de hidrofugante diretamente no telhado se a acumulação não for avançada; [2] e [11] ▪ Levantamento, limpeza e recolocação dos elementos se o estado de acumulação for elevado; [2] e [11] ▪ Correção da fixação das telhas com recurso a argamassa por fixação mecânica, pois a argamassa proporciona o aparecimento destes agentes, por falta de ventilação e migração da água e sais; [2] e [11]

Quadro 3.4.8: Trabalhos de intervenção – Caleiras/Algerozes, tubos de queda e acessórios das coberturas.

Sistemas de Drenagem e Pontos Singulares		
Caleiras, algerozes e tubo de queda		
Defeito/Anomalia	Exigências	Trabalho
Degradação	-Durabilidade -Estanquidade	▪ Substituição dos elementos afetados. [2] e [11]
Entupimentos ou obstrução		▪ Limpeza e eventual substituição [2] e [11]
Inexistência		▪ Colocação de caleiras e tubos de queda. [2]
Acessórios		
Corrosão dos materiais metálicos	-Durabilidade	▪ Substituição dos elementos afetados; [2] e [11]

Os quadros relativos a este subcapítulo – 3.4, expressam trabalhos para cada tipo de anomalia presente nas coberturas, sendo notório que um tipo de intervenção colmata diferentes anomalias, como por exemplo, o levantamento e reposição das telhas por

fixação mecânica, caso o espaçamento entre ripas seja desnivelado, exagerado ou reduzido e se a base de suporte for deficiente e a sua fixação ineficaz e/ou deteriorada com o tempo, pode colmatar logo a sobreposição de todas as telhas, o seu desalinhamento e deslizamento. Sendo a fixação mecânica uma opção, os problemas que advêm por falta de ventilação do telhado (por exemplo descasque) podem ser colmatados.

Existem trabalhos comuns para diferentes anomalias descritas, e portanto existe sempre uma lista de trabalhos que têm que ser executada. O levantamento das telhas é frequentemente realizado, pois a maioria das anomalias implica isso mesmo.

É de salientar que uma anomalia pode implicar apenas alguns trabalhos. Por exemplo se a sobreposição, deslizamento e desalinhamento das telhas da cobertura for apenas por má execução e não pela deformação do suporte, apenas é necessário o levantamento e reposicionamento das telhas. Todavia, se a causa desta sobreposição /deslizamento/desalinhamento for provocado pela estrutura secundária e/ou principal, a intervenção passa por esta, pois significa que esta se deformou, o que implica o levantamento global de todo o telhado e eventual reparação e/ou substituição dos elementos estruturais afetados.

Encontram-se descritas no Quadro 3.3.9 as intervenções que podem responder a diferentes anomalias.

O exemplo do trabalho d) que resolve alguns problemas que advêm da falta de ventilação, como por exemplo, em coberturas onde não seja possível respeitar a inclinação mínima aconselhada, resolve o risco de descasque por ação de gelo-degelo, algumas fraturas e a criação de musgo. A secagem rápida do telhado, por este ser bem ventilado, evita a telha a exposição prolongada de humedecimento.

Temos o caso da intervenção global da cobertura g) do Quadro 3.3.9, em que a sua execução abrange a intervenção de praticamente todos os pontos da cobertura, ou seja, implica praticamente o levantamento global, resolvendo assim outros pontos da cobertura.

No entanto, existe sempre um grupo de trabalhos comuns para a intervenção da cobertura com patologias, de modo a intervir em toda a composição desta. É de salientar que na intervenção da cobertura pensa-se em melhorar a sua conceção e execução para um bom funcionamento, para de alguma maneira responder às exigências funcionais.

É o caso da colocação do isolamento térmico, que muitos telhados antigos não possuem.

Assim, no Quadro 3.3.10 surge uma lista de trabalhos que normalmente é feita para a intervenção desde a estrutura até ao seu revestimento e todos os pontos singulares.

Quadro 3.4.9: Lista de trabalhos.

Trabalhos		Anomalias
a)	Inserção de elementos estruturais novos ou aplicação de reforços metálicos e/ou introdução de novos elementos de contraventamento na asna; [9]	Deformação da estrutura de suporte principal.
		Deformação da estrutura de suporte secundária.
b)	Substituição integral dos elementos degradados por outros novos (madeira ou metal), incluído tratamento contra o ataque de insetos xilófagos e/ou reconstituição parcial dos elementos através de resinas epoxídicas, incluído tratamento contra o ataque de insetos xilófagos; [9]	Incorreta inclinação
		Sobreposição das telhas
c)	Correção da sua geometria, obrigando à alteração e revisão de todos os remates e ligações; [2] e [11]	Desalinhamento das fiadas das telhas
d)	Aplicação de medidas suplementares de impermeabilização como a utilização de subtelha/tela e aumentar a densidade das telhas ventiladoras. [2] e [11]	Deslizamento das telhas
e)	Levantamento e reposição das telhas por fixação mecânica. [2] e [11]	Fratura da telha
		Descasque por ação do gelo
f)	Substituição dos elementos, se estes estiverem degradados; [2] e [11]	Presença de musgo e vegetação pioneira
g)	Levantamento, limpeza e recolocação dos elementos	Fratura dos rufos
		Degradação das caleiras e tubos de queda
h)	Colocação do material que compõe o rufo com resistência às intempéries – Chapas metálicas.	Obstrução/Entupimento de caleiras e tubos de queda

Quadro 3.4.10: Lista de trabalhos geral.

Anomalias	Trabalhos
Perda de planeza	- Levantamento da telha, limpeza e recolocação.
Deslocamento e queda de telhas	-Substituição da vara, da ripa e seu realinhamento, eventual substituição de elementos da madre e/ou asna.
Criação de vegetação	- Eventual substituição da telha e/ou sua fixação adequada.
Degradação dos remates	- Utilização de subtelha ou telas.
Degradação dos sistemas de drenagem	- Colocação de isolamento térmico. -Limpeza, alinhamento e reparação de caleiras e tubos de queda.

4. Exemplos de Aplicação

4.1. Enquadramento

Na perspectiva de pôr em prática tudo o que foi referido nos capítulos anteriores, apresentam-se dois casos como meros exemplos de aplicação para fazer uma intervenção às patologias que estes apresentam.

Os trabalhos de intervenção para os dois exemplos de aplicação são baseados unicamente nas diversas fotografias apresentadas que englobam partes interiores e/ou exteriores da cobertura em causa.

Começámos por uma breve caracterização das coberturas em questão, elaborando deste modo uma lista. Fez-se uma outra lista com os defeitos/anomalias que se verificaram em cada elemento da cobertura, para depois ter uma perspectiva de como intervir nas patologias observadas.

4.2. Caso 1



Figura 4.2.1. Imagens de uma cobertura para reabilitação - Caso 1.

Segundo as fotografias expostas na Figura 4.2.1, e para uma melhor abordagem sobre o problema é importante caracterizar a cobertura de modo a conhecer os elementos constituintes desta – Quadro 4.2.1, bem como os defeitos/anomalias observadas – Quadro 4.5.2.

Quadro 4.2.1. Elementos constituintes da cobertura Caso 1.

Elementos Constituintes		
Estrutura de suporte principal	Madeira	✓
	Betão Armado	
	Mista	
Estrutura de suporte secundária	Madeira	✓
	Betão Armado	
	Mista	
Revestimento de telha cerâmica	Luso	✓
	Marselha	
	Canudo	
	Romana	
	Plana	
Pontos singulares	Beirais e beirados	-
	Larós	-
	Cumeeiras	✓
	Rincões	-
	Parede emergente	-
Elementos Complementares	Chaminés	-
	Claraboias	-
	Mansardas	-
Sistema de drenagem	Algerozes	-
	Caleiras	-
	Tubos de queda	-

Podemos observar pela Figura 4.2.1, que a cobertura é constituída por uma estrutura principal de madeira que contém asna e 5 madres, sendo uma delas a viga de cumeeira. E uma estrutura secundária igualmente de madeira constituída por varas e ripas.

O revestimento pode ser observado pelo interior da cobertura, sendo este do tipo Luso.

Quanto aos restantes elementos constituintes da cobertura – Quadro 4.2.1 – não se consegue saber, pois as fotografias são apenas do interior da cobertura.

Relativamente aos defeitos/anomalias podemos observar o Quadro 4.2.2, baseado nos quadros do capítulo 3, no qual apenas se enuncia os elementos constituintes visíveis nas fotografias da cobertura em questão, que neste caso apenas são a estrutura principal e secundária e o revestimento. Este último pouco perceptível, na qual não se conseguiu obter informações.

Quadro 4.2.2. Anomalias/Defeitos da cobertura Caso 1.

Elementos constituintes	Anomalias		Descrição
Estrutura principal de Madeira	Deformabilidade Excessiva	✓	Deflexão da viga de cumeeira ou fileira, das pernas das asnas e madres.
	Degradação da madeira	✓	Degradação local na madeira pela presença da argamassa.
	Apodrecimento ou ataque de insetos Xilófagos	-	Nada observado.
Estrutura secundária de Madeira	Deformabilidade Excessiva	✓	Deflexão da vara e ripa.
	Degradação da madeira	✓	Degradação local na madeira pela presença da argamassa.
	Apodrecimento ou ataque de insetos Xilófagos	-	Nada observado.
Revestimento Telha cerâmica Luso	Sobreposição das telhas	-	Nada observado.
	Desalinhamento das fiadas das telhas	-	Nada observado.
	Deslizamento das telhas	-	Nada observado.
	Fratura das telhas	-	Nada observado.
	Degradação por ação dos ciclos de gelo-degelo	-	Nada observado.
	Presença de musgo e vegetação pioneira	-	Nada observado.
Outras anomalias/defeitos que não estão na lista	3	✓	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Colocação de pilares de tijolos. ▪ Uso de asnas mal concebidas. ▪ Inexistência de isolamento térmico.
0,1,2,3 número de anomalias que não estão na lista.			

O uso de pilares de tijolos na tentativa de corrigir o problema de deflexão da cobertura, levou à não correção do problema e ao contato direto entre a madeira e a argamassa de assentamento do pilar e por consequência a degradação da madeira nessa zona (devido ao humedecimento). É relevante ainda que os tijolos dos pilares estão na disposição vertical.

As asnas estão dispostas sobre madres (e não estas sobre as asnas) e estas em pilares, não tendo o seu comprimento em toda a extensão do telhado (até às paredes perimetrais), criando facilidade de deflexão da estrutura. A asna tem o pendural diretamente ligado a linha o que favorece a flexão da própria linha que está disposta nos pilares.

Estes defeitos que não estão contabilizados na lista não são correntes, sendo defeitos e anomalias singulares deste telhado em estudo.

Não existe solução deste caso específico que não passe pelo levantamento global de todo o telhado, desde telhas, ripas, varas, madres e asnas. Implicando ainda a conceção de uma nova estrutura principal.

É possível observar as soluções pelos Quadros 4.2.3 e 4.2.4, dependendo dos elementos constituintes a intervir na cobertura, estrutura principal e secundária, respetivamente.

Relativamente ao revestimento, não é possível observar o seu estado, mas existem sempre trabalhos gerais a efetuar – Quadro 4.2.5.

Quadro 4.2.3 - Trabalhos de intervenção - estrutura principal da cobertura Caso 1.

Estrutura Principal – Asna e Madre		
Defeito/Anomalia		Trabalho
Deformabilidade excessiva	✓	▪ Inserção de elementos estruturais novos, incluindo nova conceção estrutural.
Degradação da madeira	✓	▪ Substituição dos elementos afetados.
Apodrecimento ou ataque de insetos Xilófagos	-	-

Quadro 4.2.4 - Trabalhos de intervenção - estrutura secundária da cobertura Caso 1.

Estrutura Secundária – Varas e Ripas		
Defeito/Anomalia		Trabalho
Deformabilidade excessiva	✓	▪ Inserção de elementos estruturais novos, incluindo nova conceção estrutural.
Degradação da madeira	✓	▪ Substituição dos elementos afetados.
Apodrecimento ou ataque de insetos Xilófagos	-	-

Quadro 4.2.5 - Trabalhos de intervenção - Caso 1.

Anomalias Observadas	Trabalhos
Deformabilidade excessiva da estrutura principal	<ul style="list-style-type: none"> - Levantamento da telha, limpeza e recolocação. - Substituição da vara, da ripa e seu realinhamento. - Substituição de elementos da madre e/ou asna, incluindo nova conceção da mesma. - Destruição dos pilares. - Substituição das telhas degradadas, caso necessite. - Colocação de isolamento térmico. - Limpeza, alinhamento e reparação de caleiras e tubos de queda, caso necessite.
Degradação da madeira da estrutura principal	
Deformabilidade excessiva da estrutura secundária	
Degradação da madeira da estrutura secundária	

4.3.Caso 2



Figura 4.3.1. Imagens de uma cobertura para reabilitação - Caso 2.

Tal como no caso anterior, segundo as fotografias expostas na Figura 4.3.1, e para uma melhor abordagem sobre o problema é importante caracterizar a cobertura de modo a conhecer os elementos constituintes desta – Quadro 4.3.1, bem como os defeitos/anomalias observadas – Quadro 4.3.2.

Quadro 4.3.1. Elementos constituintes da cobertura Caso 2.

Elementos Constituintes		
Estrutura de suporte principal	Madeira	✓
	Betão Armado	

	Mista	
Estrutura de suporte secundária	Madeira	✓
	Betão Armado	
	Mista	
Revestimento de telha cerâmica	Luso	
	Marselha	
	Canudo	✓
	Romana	
	Plana	
Pontos singulares	Beirais e beirados	
	Larós	
	Cumeeiras	✓
	Rincões	
	Parede emergente	
Elementos Complementares	Chaminés	
	Claraboias	
	Mansardas	
Sistema de drenagem	Algerozes	
	Caleiras	✓ (Inexistente)
	Tubos de queda	

Podemos observar pela Figura 4.3.1, que a cobertura é constituída por uma estrutura principal de madeira com asnas e madres. Tem uma estrutura secundária igualmente de madeira constituída por varas contendo um forro no qual as telhas estão assentes diretamente sobre estas.

O revestimento empregue nesta cobertura é do tipo canudo, tendo algumas anomalias/defeitos. Quanto aos restantes elementos constituintes da cobertura é notório o tipo de sistema de drenagem, com platibanda, não contendo neste caso caleira para a recolha de águas.

Não é possível analisar outros pontos elementares da cobertura, como os pontos singulares e elementos complementares.

Relativamente aos defeitos/anomalias podemos observar o Quadro 4.3.2, baseado nos quadros do capítulo 3, no qual apenas se enuncia os elementos constituintes visíveis nas fotografias da cobertura em questão, que neste caso apenas são a estrutura principal e secundária, o revestimento e o sistema de drenagem.

Quadro 4.3.2. Anomalias/Defeitos da cobertura Caso 2.

Elementos constituintes	Anomalias		Descrição
Estrutura principal de Madeira	Deformabilidade Excessiva	-	Nada observado.
	Degradação da madeira	✓	Degradação local na madeira pela presença de humidade, visível apenas nas peças da Madre.

	Apodrecimento ou ataque de insetos Xilófagos	-	Nada observado.
Estrutura secundária de Madeira	Deformabilidade Excessiva	-	
	Degradação da madeira	✓	Degradação local na madeira das varas pela presença da humidade.
	Apodrecimento ou ataque de insetos Xilófagos	✓	Degradação local na madeira das varas pela presença da humidade.
Revestimento Telha cerâmico Canudo	Sobreposição das telhas	-	Nada observado.
	Desalinhamento das fiadas das telhas	✓	Desalinhamento das fiadas das telhas.
	Deslizamento das telhas	✓	Deslizamento das telhas.
	Fratura das telhas	-	Nada observado.
	Degradação por ação dos ciclos de gelo-degelo	-	Nada observado.
	Presença de musgo e vegetação pioneira	✓	Presença de musgo na telha não muito acentuado.
Sistema de drenagem	Degradação		
	Entupimentos ou obstruções		
	Inexistência de caleiras e/ou tubos de queda	✓	A zona da recolha de águas não possui caleira.
Acessórios	Corrosão de materiais metálicos	✓	Corrosão das ligações da asna.
Outras anomalias/defeitos que não estão na lista	1	✓	▪ Telha assente diretamente no forro.
0,1,2,3 número de anomalias que não estão na lista.			

A estabilidade do telhado no geral não parece ter problemas. Apenas existe degradação e ataque de xilófagos localizados nas peças de madeira da estrutura.

É notório que a degradação das peças de madeira é causada por infiltrações e falta de ventilação. Se por um lado a telha está assente diretamente sobre o forro (não existe ripa e contra-ripa), o que não deixa efetuar a ventilação do telhado em si, por outro a inexistência de caleira e os próprios deslocamento e deslizamentos da telha

canudo (propicia a isso) facilitam a entrada de água. Pode-se também observar a presença de infiltrações pela inexistência de caleira nas paredes perimetrais no interior da cobertura.

Conclui-se então que todo este conjunto de anomalias referido no parágrafo anterior, leva a ocorrência de outras anomalias (degradação da estrutura de madeira e condições para o ataque de xilófagos) como já tinha sido referido no capítulo 3.

Há também a presença de peças metálicas já com alguma corrosão (na ligações da asna).

Existem alguns elementos verticais, também eles de madeira, ligados à laje da cobertura, o que pode enunciar que estes possam estar ajudar a suportar essa mesma laje (teto falso).

É possível observar as soluções pelos Quadros 4.3.3, 4.3.4, 4.3.5 e 4.3.6 dependendo dos elementos constituintes a intervir na cobertura, estrutura principal e secundária, revestimento e sistema de drenagem/acessórios, respetivamente.

Quadro 4.3.3. Trabalhos de intervenção - estrutura principal da cobertura Caso 2.

Estrutura Principal – Asna e Madre		
Defeito/Anomalia		Trabalho
Deformabilidade excessiva	-	-
Degradação da madeira	✓	▪ Substituição dos elementos afetados.
Apodrecimento ou ataque de insetos Xilófagos	-	-

Quadro 4.3.4. Trabalhos de intervenção - estrutura secundária da cobertura Caso 2.

Estrutura Secundária – Varas		
Defeito/Anomalia		Trabalho
Deformabilidade excessiva	-	-
Degradação da madeira	✓	▪ Substituição dos elementos afetados.
Apodrecimento ou ataque de insetos Xilófagos	✓	▪ Reconstituição parcial dos elementos através de resinas epoxídicas, incluído tratamento contra o ataque de insetos xilófagos, uma vez que o estado dos elementos afetados não é muito avançado.

Quadro 4.3.5. Trabalhos de intervenção - Revestimento da cobertura Caso 2.

Revestimento – Telha cerâmica Canudo		
Defeito/Anomalia		Trabalho
Incorreta inclinação	-	-
Sobreposição das telhas	-	-
Desalinhamento das fiadas das telhas	✓	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Levantamento e reposição das telhas por fixação mecânica; ▪ Substituição dos elementos degradados;
Deslizamento das telhas	✓	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Levantamento e reposição das telhas por fixação mecânica; ▪ Substituição dos elementos degradados;
Fratura da telha	-	-
Descasque por ação do gelo	-	-
Presença de musgo e vegetação pioneira	✓	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Levantamento, limpeza e recolocação dos elementos se o estado de acumulação for elevado; ▪ Colocação de outro tipo de telha, se grande número de telhas estiver degradada (estado de acumulação elevado).

Quadro 4.3.6. Trabalhos de intervenção – Caleiras/Algerozes e tubos de queda e acessórios da cobertura Caso 2.

Sistemas de Drenagem e Pontos Singulares		
Caleiras, algerozes e tubo de queda		
Defeito/Anomalia		Trabalho
Degradação	-	-
Entupimentos ou obstrução	-	-
Inexistência	✓	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Colocação de caleiras e tubos de queda.
Acessórios		
Corrosão dos materiais metálicos	✓	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Substituição dos elementos afetados;

Quadro 4.3.7. Trabalhos de intervenção Caso 2.

Anomalias Observadas	Trabalhos
Deformabilidade excessiva da estrutura principal	<ul style="list-style-type: none"> - Levantamento da telha, limpeza e recolocação de forma correta. - Substituição das varas degradadas e colocação de ripa e contra ripa, incluindo colocação de isolamento térmico. - Substituição de elementos da madre afetados e substituição de elementos metálicos corrosivos na asna. - Colocação de caleira de forma a escoar todas as águas pluviais.
Degradação da madeira da estrutura principal	
Deformabilidade excessiva da estrutura secundária	
Degradação da madeira da estrutura secundária	
Desalinhamento das fiadas das telhas	
Deslizamento das telhas	
Presença de musgo e vegetação pioneira	
Inexistência de caleira	
Corrosão dos materiais metálicos	

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1. Conclusões

No presente trabalho pretendeu-se demonstrar que grande parte das coberturas antigas, com estrutura em madeira e revestidas a telha cerâmica, apresentam grandes anomalias, nas quais potenciam aparecimento de vários problemas para o próprio edifício. Estes defeitos têm origem sobretudo na deficiente conceção e execução e na total ausência de ações de manutenção regulares, sendo responsáveis pela degradação precoce do edifício no seu conjunto.

As anomalias são dependentes de outras, isto é, a existência de uma anomalia pode levar a ocorrência de outra, por exemplo uma telha fraturada. Esta, na ocorrência de chuva, deixa entrar água afetando a estrutura de suporte em madeira da cobertura e levando à sua degradação. É, por isso, fundamental a intervenção e manutenção dos telhados de maneira a que o seu estado de degradação não chegue a casos extremos.

Nos processos de reabilitação, a ausência ou insuficiência de projeto, a reduzida formação específica da mão-de-obra, a adoção de novos materiais complementares com desconhecimento do seu comportamento e princípios de utilização e a desadequação da geometria de algumas coberturas ao sistema em análise, poderão também constituir causas principais de anomalias.

As soluções de cobertura deverão manter-se eficazes ao longo do tempo, evitando que seja a cobertura a principal fonte de degradação dos edifícios, como frequentemente se verifica. [1]

A reabilitação destas coberturas dificilmente pode ser parcial e implica, em geral, o levantamento global do telhado, reparação, reforço ou substituição dos elementos estruturais (incluindo tratamentos de preservação das madeiras), substituição e realinhamento da estrutura secundária de apoio, colocação de subtelha, limpeza e escolha das telhas a reutilizar, fabrico de telhas para substituição parcial e recolocação do telhado com reconstrução de todos os pontos singulares (beirais, cumeeiras, rufos, etc.). [1]

5.2. Trabalhos Futuros

Na perspetiva de dar continuidade ao presente trabalho e com as ferramentas que aqui foram apresentadas, seria matéria de análise uma estimativa de custos perante a realização de trabalhos necessários para a intervenção das patologias em coberturas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Vicente, Romeu S. “Estratégias e metodologias para intervenções de reabilitação urbana. Avaliação da vulnerabilidade e do risco sísmico do edificado da Baixa de Coimbra” – PhD Thesis Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, 17 de Junho, 2008.
- [2] APICC, CTCV. “Manual de Aplicação de Telhas Cerâmicas”. Coimbra: Associação Portuguesa de Industriais de Cerâmica e Construção, 1998.
- [3] Silva J. Mendes; Abrantes, Vítor; Vicente, Romeu S. “Defeitos de conceção e execução de coberturas de telha cerâmica – casos de estudo”. 1º Encontro Nacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios (PATORREB-2003), FEUP, Porto, 18-19 Março 2003.
- [4] Freitas, V.P. “Manual de Apoio ao Projeto de Reabilitação de Edifícios Antigos”. Porto: Região Norte da Ordem dos Engenheiros, 2012.
- [5] Nuno Filie Marques Oliveira “Teoria e prática de técnicas de construção e conservação de coberturas do séc. XVIII: Evolução histórica, tratadística do séc. XVIII, diagnóstico de anomalias e restauro estrutural” - Tese, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 2009.
- [6] PAIVA, J. Vasconcelos; AGUIAR, José; PINHO, Ana (Coord.); VILHENA, António; SANTOS, António; PEDRO, J. Branco; et al. – Guia técnico de reabilitação habitacional, Lisboa : INH e LNEC, 2006.
- [7] CEOUA, FDUC, Livro: “O Novo Regime da Reabilitação Urbana”, Coimbra, 2010.
- [8] Umbelino Monteiro SA, Tabelas e Fichas Técnicas dos produtos, Pombal, 2009.
- [9] Córias, Vítor – Livro: “Reabilitação Estrutural de Edifícios Antigos”, Argumentum, GECORPA, Lisboa, Maio de 2007.
- [10] Appleton João G. P. – Livro: “Reabilitação de edifícios “Gaioleiros”- um quarteirão em Lisboa”, Lisboa, 2005.
- [11] Autoria Pedro Lourenço, Consultoria Umbelino S. A., “Cooperar para reabilitar” da Inora Domus – Guia para reabilitação: “Revestimentos e impermeabilização de coberturas cerâmicas inclinadas, Ílhavo – Aveiro.
- [12] AGUIAR, José; CABRITA, António Reis; APPLETON, João (1998); Guião de Apoio à Reabilitação de Edifícios Habitacionais – Vol. 1 e 2, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 1998.

- [13] <http://www.ceramicatorreense.pt/pt/downloads/>, acedido em 2015.
- [14] PAIVA J. V; AGUIAR J; PINHO Ana – Livro : “Guia Técnico de Reabilitação Habitacional – Vol. 1 e 2; INH e LNEC, 2006.
- [15] RAPOSO Isabel (coordenadora); MIRANDA João, AMADO Raquel, CRUS Rui e SILVA Vanda (arquitetos); BASTOS Jorge; AGUIAR José (consultores) – Livro: “Guia da Reabilitação e Construção. Cidade de Loulé”, FAUTL, 2007.
- [16] P.B. Lourenço e J.M. Branco (eds.) - Seminário Coberturas de Madeira, 2012.

