



INSPEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS COBERTURAS COM ESTRUTURA DE MADEIRA DO CENTRO HISTÓRICO DE LEIRIA

Rúdi Marcelo Cunha Israel

Relatório de Estágio para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na Área de
Construções Civas

Orientadores:

João Veludo, Prof. (ESTG)

Florindo Gaspar, Prof. (ESTG)

Supervisor:

Vitória Mendes, Arq. Coordenadora (CML)

Leiria, Setembro de 2017

AGRADECIMENTOS

Este presente relatório exigiu o apoio de muitas pessoas, pelo que expresso o meu agradecimento a todas as pessoas envolvidas na sua realização.

Ao meu orientador Eng^o. Florindo Gaspar e coorientador Eng^o. João Veludo, pela disponibilidade, orientações e apoio ao longo do estágio para o desenvolvimento deste relatório.

À Câmara Municipal de Leiria pelo acolhimento e excelente ambiente de trabalho, com um especial agradecimento à equipa da divisão de Reabilitação Urbana, nomeadamente à supervisora Arq. Vitória Mendes, pelo apoio prestado.

Às pessoas da cidade de Leiria, que permitiram o meu acesso às suas casas, permitindo a realização das inspeções e fornecendo informações sobre os edifícios.

A todos os meus colegas e amigos da licenciatura e do mestrado.

A toda a minha família, em especial aos meus pais e irmão pelo apoio incondicional.

A todos, um obrigado sincero.

RESUMO

O presente relatório de estágio sintetiza as atividades realizadas durante o Estágio Curricular, realizado no âmbito do Mestrado em Engenharia Civil - Construções Cívicas, na Câmara Municipal de Leiria, no Departamento de Planeamento e Gestão Urbanística (DPGU) – divisão de Reabilitação Urbana.

Este relatório pretende realçar a importância de uma correta inspeção, levantamento e caracterização das coberturas com estrutura de madeira em edifícios antigos, nomeadamente do centro histórico de Leiria, desenvolvendo um estudo de diagnóstico, tipologias das estruturas e avaliação do estado de conservação das coberturas.

Foram inspecionados 29 edifícios que representam um número significativo de coberturas com estrutura de madeira. É um trabalho difícil e intenso pois apresenta muitas condicionantes, como a autorização dos proprietários e o tipo de acessibilidade à cobertura.

Numa primeira fase é feita uma contextualização da área em estudo, seguida por uma síntese e características da madeira e uma descrição dos tipos de estruturas em madeira aplicados em edifícios antigos, nomeadamente as asnas. Por último apresenta-se uma síntese das anomalias mais comuns em estruturas de madeira e possíveis causas.

Foram realizadas fichas de inspeção adaptadas ao centro histórico de Leiria, com vista a inspecionar coberturas com estrutura original em madeira. Para cada caso de estudo efetuou-se um registo fotográfico, levantamento geométrico das estruturas de cobertura, assim como medição do teor de água da madeira.

Finalmente são apresentados os resultados em gráficos complementados com desenhos de pormenor da geometria das estruturas de cobertura inspecionadas.

Palavras-chave: *Inspeção, Coberturas em madeira, Asnas de madeira, Patologias, Estado de conservação*

ABSTRACT

This internship report summarizes the activities carried out during the curricular internship, carried out within the framework of the Master in Civil Engineering – Civil Construction, in Leiria City Hall, in the Department of Urban Planning and Management (DPGU) – Urban Rehabilitation division.

This report intends to highlight the importance of a correct inspection, survey and characterization of wood structure roofs in old buildings, namely in the historical center of Leiria, developing a diagnostic study, typologies of wood structures and evaluation of the conservation status of the roofs.

Twenty-nine buildings representing a significant number of wood frame roofs were inspected. It is a difficult and intense work because it presents many constraints, such as the authorization of the owners and the type of accessibility to the roofs.

In a first phase, a contextualization of the area under study is made, followed by a synthesis and characteristics of the wood and a description of the types of wood structures applied in old buildings, namely wood trusses. Finally, a synthesis of the most common anomalies in wood structures and possible causes is presented.

There were made inspection sheets, adapted to the historic center of Leiria, with the goal of inspect roofs that had the original wooden structure. For each case study, a photographic record was made, geometric survey of the wood structures, as well as measurement of the water content of the wood.

Finally the results are presented in graphs supplemented with detailed drawings of the geometry of the inspected wooden structures.

Key words: Inspection, Wood roofs, Wood truss, Pathologies, Conservation status

ÍNDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Âmbito e Enquadramento	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Metodologia Adotada	3
1.4. Estrutura do Relatório	3
2. CARACTERIZAÇÃO DO CHL E ÁREA DE ESTUDO	5
2.1. Introdução	5
2.2. Génese da cidade de Leiria, do seu CH e das estruturas de madeira na época 5	
2.3. ARU, ACCRU, ACH e Área em estudo	10
3. ESTRUTURAS DE COBERTURAS DE MADEIRA EM EDIFÍCIOS ANTIGOS	13
3.1. Introdução	13
3.2. Sistema Construtivo de Edifícios Antigos	13
3.3. Coberturas Tradicionais	14
3.3.1. Estrutura principal	15
3.3.2. Estrutura secundária	18
3.4. Tipologia e Características	18
3.4.1. Forma da Cobertura	19
3.4.2. Revestimentos Cerâmicos	21
3.4.2.1. Telha Canudo	21
3.4.2.2. Telha Marselha	22
3.4.2.3. Telha Lusa	22
3.5. Caracterização e Tipificação das Asnas	24

3.5.1.	Asnas Vulgares.....	25
3.5.2.	Meias-Asnas	26
3.5.3.	Asnas de Mansarda	27
3.5.4.	Asnas Especiais	28
3.5.6.	Asnas de Tipo Fabril	31
3.5.7.	Execução das Asnas e Ligações	32
3.5.7.1.	Ligações Tradicionais	32
3.5.7.2.	Ligações Mecânicas	34
3.5.8.	Pormenores construtivos.....	36
3.5.8.1.	Apoios das asnas	36
3.6.	Comportamento estrutural das asnas	37
3.7.	Patologias em coberturas de edifícios antigos	38
4.	METODOLOGIA DE INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO	40
4.1.	Aspetos gerais de inspeção e diagnóstico	40
4.2.	Avaliação e Inspeção.....	41
4.3.	Técnicas de Inspeção, Registo e Diagnóstico	41
4.4.	Estratégia de Inspeção das coberturas do CHL.....	45
4.4.1.	Fichas de Inspeção	46
4.4.2.	Aplicação das Fichas <i>in-situ</i>	49
4.4.3.	Condicionantes e dificuldades no processo de inspeção e registo	51
5.	RESULTADOS ANÁLISE E DISCUSSÃO	52
5.1.	Análise de resultados do CHL e da ARU	52
5.2.	Identificação do Edifício e Aspetos Gerais (FI1).....	53
5.3.	Coberturas (FI2)	57
5.3.1.	Classificação da Cobertura.....	57
5.3.2.	Constituição da Cobertura	59
5.3.3.	Estrutura de Suporte.....	63

5.3.4. Patologias	67
5.3.4.2. Estado de Conservação Global Exterior	72
5.3.4.3. Estrutura de Madeira	73
5.3.4.4. Estado de Conservação Global da Estrutura de Madeira	95
5.3.4.5. Estabilidade Aparente da Estrutura de Madeira	95
5.3.5. Intervenções	96
5.3.6. Observações Finais	98
6. CONCLUSÕES	100
6.1. Principais conclusões	100
6.2. Sugestões para futuros trabalhos	102
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
ANEXOS	106
ANEXO A – FICHAS DE INSPEÇÃO	106
ANEXO B - PEÇAS DESENHADAS	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Malha urbana em torno da Praça de S. Martinho, séc. VIII. Margarido (1988)	7
Figura 2 – Planta da cidade de Leiria no ano 1809. Margarido (1988).....	8
Figura 3 – Planta da cidade de Leiria no ano 1938. Margarido (1988).....	9
Figura 4 – Alterações da morfologia da cidade de Leiria	10
Figura 5 – Esquema das áreas da ACCRU, ARU e da ACH e dos seus respetivos limites e alterações, adaptado (C. M. d. L.).....	11
Figura 6 – Esquema dos edifícios inspecionados, identificados nas áreas da, ARU e da ACH, Adaptado (C. M. L.).....	12
Figura 7 – Esquema geral de uma cobertura tradicional, Moreira (2009).....	15
Figura 8 – Elementos que constituem as asnas, Moreira (2009).....	16
Figura 9 – Elementos de travamento que constituem as asnas, Moreira (2009)	17
Figura 10 – Elementos da estrutura secundária, Moreira (2009)	18
Figura 11 – Identificação das componentes que constituem uma cobertura portuguesa,	19
Figura 12 – Identificação do número de águas mais comum nas coberturas portuguesas, Sousa et al. (1998)	20
Figura 13 – Ligações tradicionais entre elementos de uma asna de madeira usando mecha e respiga, Branco et al. (2008).....	33
Figura 14 – Ligações tradicionais em diversas formas, Cunha (2013)	33
Figura 15 – Principais tipos de ligações tradicionais em forma de Encontro Inclinado, Branco et al. (2008)	33
Figura 16 – Exemplo de ferragens aplicadas nas ligações em asnas de madeira, Branco et al. (2008).....	35
Figura 17 – Tipos de apoios das asnas de madeira em paredes de suporte	36
Figura 18 – Exemplo da utilização do humidímetro durante as inspeções	44
Figura 19 – Exemplo de um conjunto de estratégias de intervenção a realizar no CHL, Gomes (2016)	46
Figura 20 – Material e equipamento utilizado durante as inspeções nas coberturas do CHL	50
Figura 21 – N° de edifícios por zonas do edificado do CHL.....	53

Figura 22 – Época de construção dos edifícios inspecionados	54
Figura 23 – Condições de habitabilidade (edifícios habitáveis) dos edifícios inspecionados	54
Figura 24 – Classificação dos edifícios inspecionados	55
Figura 25 – Tipologia estrutural dos edifícios inspecionados	55
Figura 26 – Localização dos edifícios inspecionados	56
Figura 27 – Número de pisos dos edifícios inspecionados.....	56
Figura 28 – Tipo de utilização por piso dos edifícios inspecionados.....	57
Figura 29 – Tipo e forma das coberturas inspecionadas	58
Figura 30 – Número de águas nas coberturas inspecionadas	58
Figura 31 – Inclinação das coberturas inspecionadas.....	59
Figura 32 – Tipo de revestimento exterior das coberturas inspecionadas.....	60
Figura 33 – Tipo de beirado dos edifícios inspecionados	61
Figura 34 – Singularidades exteriores das coberturas inspecionadas.....	62
Figura 35 – Singularidades interiores das coberturas inspecionadas	62
Figura 36 – Sistema de ventilação das coberturas inspecionadas	63
Figura 37 – Espécie da madeira das coberturas inspecionadas	64
Figura 38 – Tipologia da estrutura de suporte das coberturas inspecionadas	65
Figura 39 – Tipos de ligações tradicionais encontradas nas coberturas inspecionadas	66
Figura 40 – Tipos de ferragens encontradas nas coberturas inspecionadas	66
Figura 41 – Patologias nos elementos cerâmicos das coberturas inspecionadas	68
Figura 42 – Presença de musgos e líquenes em elementos cerâmicos das coberturas inspecionadas.....	69
Figura 43 – Presença de salinidades em elementos cerâmicos das coberturas inspecionadas.....	70
Figura 44 – Desalinhamentos e deformação das fiadas nas coberturas inspecionadas .	71
Figura 45 – Nível de Degradação (ND) e Extensão (E) em elementos cerâmicos nas coberturas inspecionadas	72
Figura 46 – Estado de conservação global exterior das coberturas inspecionadas	73
Figura 47 – Deformação dos elementos de suporte das coberturas inspecionadas	74
Figura 48 – Deformações excessivas nos elementos de madeira da estrutura de suporte nas coberturas inspecionadas do CHL.....	75

Figura 49 – Degradação/envelhecimento da madeira nas estruturas de suporte das coberturas inspecionadas	76
Figura 50 – Degradação/envelhecimento das ferragens nas estruturas de suporte das coberturas inspecionadas	77
Figura 51 – Escorregamento das ligações nas estruturas de suporte das coberturas inspecionadas.....	77
Figura 52 – Escorregamento das ligações entre os elementos de madeira da estrutura de suporte nas coberturas inspecionadas do CHL.....	78
Figura 53 – Deformação dos apoios nas estruturas de suporte das coberturas inspecionadas.....	79
Figura 54 – Rotação dos apoios nas estruturas de suporte das coberturas inspecionadas	80
Figura 55 – Rotação e deformação dos apoios nas estruturas de suporte das coberturas inspecionadas.....	81
Figura 56 – Infiltrações nas estruturas de suporte das coberturas inspecionadas.....	83
Figura 57 – Condensações interiores nas estruturas de suporte das coberturas inspecionadas.....	83
Figura 58 – Infiltrações e alguma podridão em elementos de madeira das coberturas inspecionadas.....	84
Figura 59 – Salinidades nas estruturas de suporte das coberturas inspecionadas	85
Figura 60 – Musgos e líquenes nas estruturas de suporte das coberturas inspecionadas	86
Figura 61 – Fungos e bolores nas estruturas de suporte das coberturas inspecionadas	86
Figura 62 – Fungos xilófagos na estrutura de suporte das coberturas inspecionadas ...	87
Figura 63 – Fissuras em estruturas de suporte das coberturas inspecionadas	88
Figura 64 – Fissuras e fendas longitudinais em estruturas de suporte das coberturas inspecionadas.....	89
Figura 65 – Ataque em insetos em estruturas de suporte das coberturas inspecionadas	90
Figura 66 – Ataque em insetos em estruturas de suporte das coberturas inspecionadas	91
Figura 67 – Roturas dos elementos de madeira nas estruturas de suporte das coberturas inspecionadas.....	92
Figura 68 – Nº de patologias encontradas em cada elemento nas estruturas de suporte das coberturas inspecionadas	94

Figura 69 – Estado de conservação global da estrutura de madeira das coberturas inspecionadas.....	95
Figura 70 – Estabilidade aparente das estruturas de suporte das coberturas inspecionadas	96
Figura 71 – Intervenções nas coberturas inspecionadas.....	97
Figura 72 – Relação entre a humidade relativa do ar com a percentagem de teor em água nas madeiras	97
Figura 73 – Valores médios do teor de água na madeira das coberturas inspecionadas	98

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Tipos de asnas vulgares, esquemas e suas características, (Costa, 1955) ..	25
Quadro 2 – Tipos de meias-asnas, esquemas e suas características (Costa, 1955)	26
Quadro 3 – Tipos de asnas de mansarda, esquemas e suas características, (Costa, 1955)	28
Quadro 4 – Tipos de asnas especiais, esquemas e suas características (Costa, 1955) ..	29
Quadro 5 – Tipos de asnas de lanternim, esquemas e suas características, (Costa, 1955)	30
Quadro 6 – Tipos de asnas do tipo fabril, esquemas e suas características, (Costa, 1955)	31
Quadro 7 – Esquema sucinto da descrição e possíveis causas da patologia da presença de musgos e líquenes nos elementos cerâmicos das coberturas inspecionadas do CHL	69
Quadro 8 – Esquema sucinto da descrição e possíveis causas da patologia da presença de sais em elementos cerâmicos nas coberturas inspecionadas do CHL.....	70
Quadro 9 – Esquema sucinto da descrição e possíveis causas da patologia de desalinhamento e deformação das fiadas nas coberturas inspecionadas do CHL	71
Quadro 10 – Esquema sucinto da descrição e possíveis causas da patologia de deformações excessivas na estrutura de suporte das coberturas inspecionadas do CHL	75
Quadro 11 – Esquema sucinto da descrição e possíveis causas da patologia de escorregamento das ligações na estrutura de suporte das coberturas inspecionadas do CHL	78
Quadro 12 – Esquema sucinto da descrição e possíveis causas da patologia de rotação e deformação dos apoios na estrutura de suporte das coberturas inspecionadas do CHL.	81
Quadro 13 – Esquema sucinto da descrição e possíveis causas da patologia infiltrações e condensações interiores na estrutura de suporte das coberturas inspecionadas do CHL	84
Quadro 14 – Esquema sucinto da descrição e possíveis causas da patologia de fungos xilófagos na estrutura de suporte das coberturas inspecionadas do CHL.....	87
Quadro 15 – Esquema sucinto da descrição e possíveis causas da patologia de fissuração na estrutura de suporte das coberturas inspecionadas do CHL	89
Quadro 16 – Esquema sucinto da descrição e possíveis causas da patologia de insetos xilófagos na estrutura de suporte das coberturas inspecionadas do CHL.....	91

Quadro 17 – Esquema sucinto da descrição e possíveis causas da patologia de roturas pontuais na estrutura de suporte das coberturas inspecionadas do CHL..... 92

LISTA DE ACRÓNIMOS

ACCRU	Área Crítica de Recuperação e Reversão Urbanística
ACH	Área do Centro Histórico
ARU	Área de Reabilitação Urbana
CH	Centro Histórico
CHL	Centro Histórico de Leiria
CML	Câmara Municipal de Leiria
DPGU	Departamento de Planeamento e Gestão Urbanística
E	Extensão
ND	Nível de Degradação

1. INTRODUÇÃO

1.1. Âmbito e Enquadramento

O presente relatório enquadra-se no âmbito do estágio realizado no curso de mestrado Engenharia Civil - Construções Civas, lecionado pela Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Leiria, pertencente ao Instituto Politécnico de Leiria. É de interesse a realização deste relatório no sentido em que é um registo de várias características que compõem as coberturas de edifícios antigos, como também uma análise ao seu estado de conservação.

O estágio decorreu na Câmara Municipal de Leiria, no Departamento de Planeamento e Gestão Urbanística (DPGU) – divisão de Reabilitação Urbana, e teve uma duração de 840 horas, número de horas estipulado no regulamento de estágios, do Diário da República, 2ª série – Nº 166 – 12 de Agosto de 2008.

A Câmara Municipal de Leiria é um órgão executivo colegial do município, dotado de autonomia administrativa, financeira e patrimonial. De acordo as disposições conjugadas no nº1 do artigo 4º e da alínea a) do artigo 5º do Decreto-Regulamentar nº18/2009, para o período entre 2004 e 2007, a CML elaborou sete objetivos estratégicos a implantar no concelho de Leiria, os quais se identificam (C. M. d. L., 2014):

- Promover o desenvolvimento económico e social;
- Assegurar as infraestruturas básicas para a melhoria da qualidade de vida dos munícipes;
- Apostar no turismo e na animação cultural como fator de afirmação de Leiria;
- Fomentar políticas que protejam o ambiente;
- Prestar um serviço de excelência aos munícipes;
- Garantir o equilíbrio económico e financeiro do Município;
- Desenvolver as melhores formas de relacionamento com os principais agentes o Concelho, nomeadamente com as Freguesias, as Coletividades Culturais e Desportivas, as IPSS, as Instituições de Ensino e as Empresas.

Ao DPGU compete-lhe desenvolver atividades que resultem de lei ou regulamentação administrativa, permitindo promover o planeamento integrado e sustentável do Município, definindo estratégias do ordenamento do território e da gestão urbanística.

Dentro do DPGU faz parte a divisão de Reabilitação Urbana que segundo referido pelo Diário da República, 2.ª série – N.º 41 – 28 de Fevereiro de 2011, a divisão de Reabilitação Urbana da CML tem como principais objetivos, direcionados para o Centro Histórico de Leiria (CHL):

- Promover a construção em regime de empreitada dos empreendimentos destinados a habitação, assim como efetuar diligências para a contratualização da construção da habitação a custos controlados.
- Aprovar licenciamentos de obras, aprovação e operações de loteamento, vistorias e fiscalizações.
- Elaborar, propor e divulgar regras de urbanismo aplicadas ao CHL, promovendo a preservação da arquitetura original do edificado, não devendo haver alterações significativas tanto nos edifícios como nas suas coberturas;
- Executar ou acompanhar obras de reabilitação do edificado, tendo em conta a utilização dos mesmos materiais de construção ou equivalentes à época de construção.

Estes últimos dois objetivos resultam em medidas que permitem evitar a adulteração dos edifícios e a sua desvalorização cultural e histórica.

Como consequência, todos os projetos de obras ou alteração ao património do CHL encontram-se sujeitos ao cumprimento das diretivas da autarquia da CML, na divisão de Reabilitação Urbana.

1.2. Objetivos

Os objetivos deste estágio consistiram na realização de um levantamento e caracterização de coberturas em estrutura de madeira de edifícios antigos, localizados no Centro Histórico de Leiria, através de uma inspeção visual, o levantamento da geometria e das patologias para avaliar o estado de conservação. É um trabalho com alguma relevância pois em esmagadora maioria, os edifícios não possuem desenhos de pormenor das coberturas, como também existe uma falta de inspeções das mesmas.

De maneira a obter os resultados pretendidos, organizaram-se 29 inspeções aos edifícios antigos localizados no CHL, edifícios com estrutura em alvenaria de pedra resistente,

pisos e cobertura em madeira, criando contactos com os proprietários e inquilinos locais, que permitiram o acesso aos edifícios.

Como elementos de suporte, elaboram-se fichas de inspeção direcionadas para os edifícios antigos e com características específicas adequadas ao edificado existente no CHL. Com base na geometria da cobertura e dos elementos constituintes foram realizadas peças desenhadas para cada tipologia identificada.

1.3. Metodologia Adotada

As inspeções realizadas foram preferencialmente realizadas nos edifícios mais degradados e sem intervenções anteriores de grande dimensão. Estas inspeções foram direcionadas apenas a coberturas com estrutura de madeira.

Inicialmente, foi efetuado um registo fotográfico a toda a estrutura de cobertura, havendo maior incidência em locais com patologias evidentes. Através de fichas de inspeção previamente elaboradas, realizou-se o registo de informação (tipo de estrutura em madeira, tipo de materiais aplicados, tipo de ligações, presença de singularidades, entre outros). Nas coberturas de fácil acesso, procedeu-se ao levantamento da geometria para elaboração das peças desenhadas. Posteriormente realizaram-se ensaios *in-situ*, na estrutura de madeira utilizando o aparelho humidímetro. Para cada cobertura inspecionada é apresentada uma análise dos dados recolhidos, e a sua caracterização tendo em conta o estado de conservação.

1.4. Estrutura do Relatório

O presente relatório está organizado em 6 Capítulos, representando o trabalho desenvolvido no decorrer do estágio.

O Capítulo I é referente às notas introdutórias, ou seja, são referenciados os objetivos do estágio e ao trabalho desenvolvido, assim como o seu âmbito e enquadramento, abordagem metodológica e a estrutura.

O Capítulo II aborda uma retrospectiva histórica à cidade de Leiria, suas origens e desenvolvimento urbano, tipo de edificações e das técnicas de construção e materiais utilizados ao longo do tempo. Posteriormente realizou-se uma breve abordagem à

entidade de acolhimento, a Câmara Municipal de Leiria, e aos serviços de Reabilitação Urbana, no DPGU, salientando as áreas de caracterização de reabilitação urbana, nomeadamente a do CHL. Por último é identificada e caracterizada a área de estudo efetuada neste relatório.

O Capítulo III descreve as estruturas de coberturas de madeira em edifícios antigos, as diferentes soluções estruturais de coberturas tradicionais, estrutura principal e secundária, e ainda a tipologia e características das coberturas, mostrando as designações dos elementos constituintes como também uma abordagem aos revestimentos cerâmicos. São igualmente ilustradas as asnas mais comuns. É referido o tipo de ligações utilizadas entre os elementos de madeira (tradicionais e mecânicas), pormenores construtivos, uma descrição sobre o comportamento estrutural das ligações das peças de madeira e ainda fatores de deterioração.

O Capítulo IV aborda a metodologia de inspeção e diagnóstico realizado nas coberturas observadas, referindo a importância da inspeção e diagnóstico, assim como as suas técnicas. É apresentada a preparação das fichas de inspeção para a caracterização e levantamento do estado de conservação das coberturas, mostrando os tópicos usados nas fichas e o seu processo de aplicação *in-situ*, incluindo os aspetos mais relevantes que originaram ajustes e modificações nas fichas ao longo deste trabalho, como as condicionantes e dificuldades encontradas ao longo do processo de inspeção e registo.

O Capítulo V apresenta todos os resultados, com base nos dados registados *in-situ*, apresenta o registo fotográfico, a descrição das patologias, assim como as suas possíveis causas. Aqui os resultados são expostos de forma gráfica e descritiva, com o apoio de fotografias e quadros descritivos. Por último é realizada uma análise dos resultados.

O Capítulo VI apresenta as principais conclusões deste trabalho e sugestões para trabalhos futuros.

2. CARACTERIZAÇÃO DO CHL E ÁREA DE ESTUDO

2.1. Introdução

Neste capítulo será feita uma retrospectiva histórica à cidade de Leiria, suas origens e desenvolvimento urbano, de maneira a introduzir um enquadramento de acontecimentos e factos, no sentido de haver uma perceção cronográfica das edificações e das técnicas de construção e materiais utilizados ao longo das épocas.

Posteriormente realizar-se-á uma breve abordagem à entidade de acolhimento, a Câmara Municipal de Leiria, e aos serviços de Reabilitação Urbana, no DPGU, salientando as áreas de caracterização de reabilitação urbana no CHL.

Por último será identificada e caracterizada a área de estudo, objeto deste trabalho.

2.2. Génese da cidade de Leiria, do seu CH e das estruturas de madeira na época - Idade Média (Séc. V – Séc. XV)

A história da cidade de Leiria remonta aos tempos dos cristãos e dos mouros (desde século XII), período marcado por guerras e conflitos, causados pela expansão islâmica na Península Ibérica. Foi através da Reconquista, a chamada Guerra Santa, que houve recuperação de territórios, no que viria a ser designado futuramente como Reino de Portugal. Durante este movimento, o primeiro Rei de Portugal, D. Afonso Henriques, tomou a cidade de Leiria aos mouros, em 1135, tomando a fortaleza no cimo do morro (castelo) e edificou a povoação fundando assim o que viria a ser a primeira cidade da Beira Litoral (Azevedo, 2005).

Inicialmente surgiu um pequeno aglomerado populacional dentro das muralhas do castelo, junto à Igreja de Nossa Senhora da Pena, tendo-se expandindo em finais do séc. XII para fora das muralhas. Foram edificados alguns edifícios religiosos, como a Igreja de São Pedro, a Igreja de Santo Estevão, a Igreja de São Martinho (que futuramente foi substituída pela Igreja da Misericórdia) e o aglomerado foi crescendo em redor destes locais (Margarido, 1988), formando assim pequenos aglomerados populacionais.

A cidade confinava-se a um aglomerado populacional principal, que se localizava na zona centro, entre o morro do castelo e o denominado “Rocio” junto ao rio Lis (hoje denomina-

se por Jardins Luís de Camões e Largo 5 de Outubro). Segundo Margarido (1988), este aglomerado situava-se na atual Rua Barão de Viamonte, inicialmente a rua estruturante, e transversalmente por pequenas ruelas, dando um aspeto similar a uma “espinha de peixe”.

As construções da altura eram constituídas principalmente por pranchas de madeira de seção quadrangular (de madeira de castanheiro) (Andrade, 2014), havendo uma evolução para a adoção de um sistema de triangulação, isto é, uniam-se as tábuas de madeira verticalmente e horizontalmente, sendo unidas por cruzetas na diagonal, formando as denominadas Cruzetas de Santo André (muito aplicadas no sistema de gaiola Pombalina no séc. XVIII). Segundo Lourenço e Branco (2013), estas cruzetas tanto eram utilizadas nas fachadas como nas coberturas. As coberturas em telhado cónico de materiais vegetais (colmo), de uma ou duas águas, evoluindo progressivamente para telhados cónico-piramidal para quatro águas, havendo uma substituição progressiva do colmo por telha cerâmica (Oliveira e Galhano, 1992). Foi na Idade Média que as estruturas de madeiras começam a desempenhar um papel fundamental para este processo construtivo e que foram pioneiras para a evolução da construção e arquitetura religiosa e habitacional.

Os edifícios de madeira eram mais utilizados para construções simples, edifícios de habitação ou comércio, por ser um recurso natural abundante na região (o extenso Pinhal de Leiria, mandado plantar pelo rei D. Dinis), assim como o seu fácil uso e manuseamento. Já os edifícios religiosos e monumentos a alvenaria de pedra era o material mais utilizado para a sua construção (a madeira era aplicada nas coberturas pela sua fácil aplicabilidade, leveza e flexibilidade) (Andrade, 2014).

Com o tempo, a cidade foi crescendo e expandindo-se, muito devido à transformação de terrenos pantanosos na proximidade do rio Lis, em campos de lavoura, cultivando-se essencialmente cereais, vinhas, castanheiros e oliveiras, contribuindo assim para o desenvolvimento económico que se verificou em finais do séc. XIII (Margarido, 1988).

- Idade Moderna (Séc. XV – Séc. XVIII)

Foi no início do século XVI que o Rei D. João III elevou o estatuto de Leiria a cidade, e com a sua expansão, foram criados novos centros geradores de ações, como a Sé Catedral, construída em meados do século XVI e a famosa praça de S. Martinho (hoje é denominada por Praça Rodrigues Lobo). Estas alterações e novidades fomentaram o crescimento económico, social e conseqüentemente demográfico da região (Margarido, 1988).

Segundo Margarido (1988), a Figura 1 mostra o espaço urbano em torno da Praça de S. Martinho, em meados do Séc. VIII.



Figura 1 – Malha urbana em torno da Praça de S. Martinho, séc. VIII. Margarido (1988)

Nesta época, as edificações eram construídas sobretudo usando materiais como a madeira e a pedra. Surgiu a técnica de enchimento de paredes com argila e areia, entre tábuas de madeira e entre ripas (Lourenço e Branco, 2013), sendo mais tarde substituída por alvenaria e tijolo.

Segundo Andrade (2014) foram surgindo soluções e adaptações das tipologias estruturais simples, como o surgimento de diferentes tipos de asnas, como pequenas asnas e asnas simples. Na cidade de Leiria foram construídos novos arruamentos detendo de uma estrutura diferente e adaptada às necessidades de tráfego de pessoas e mercadorias à época em causa, onde os principais arruamentos convergiam para a Praça de S. Martinho.

A esta altura, durante o século XVIII, ocorreram obras de reabilitação do rio Lis, de maneira a mitigar as consequências das cheias, sendo que estas alterações foram importantes para uma nova morfologia da cidade.

A cidade de Leiria foi marcada em fins da Idade Moderna, com o terramoto de 1755, levando à destruição de grande parte do castelo e à destruição de muitos edifícios

religiosos e relevantes para a cidade, como a Sé de Leiria. As edificações mais antigas e de fraca resistência colapsaram ou sofreram danos significativos (Silva, 2016).

- Idade Contemporânea (Séc. XVIII – atualmente)

Poucas décadas depois do terramoto de 1755, ocorreram em 1808 as invasões francesas em Portugal, não poupando a cidade de Leiria, contribuindo para a perda de edifícios como igrejas, conventos, casas nobres e casas comuns (Cabral, 1993). Segundo Margarido (1988), conseqüentemente e ao longo do século XIX e inícios do Séc. XX, houve novamente uma alteração na morfologia da cidade, havendo criação de novas ruas e ruelas, cruzamentos e a reabilitação dos edifícios destruídos pelas invasões, como se verifica na Figura 2 e Figura 3, mostrando uma notória diferença morfológica entre as imagens.

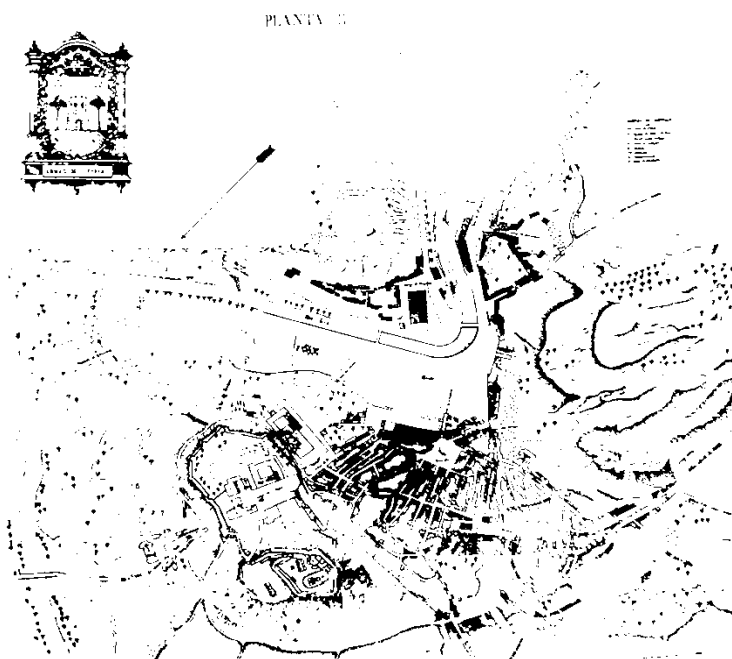


Figura 2 – Planta da cidade de Leiria no ano 1809. Margarido (1988)

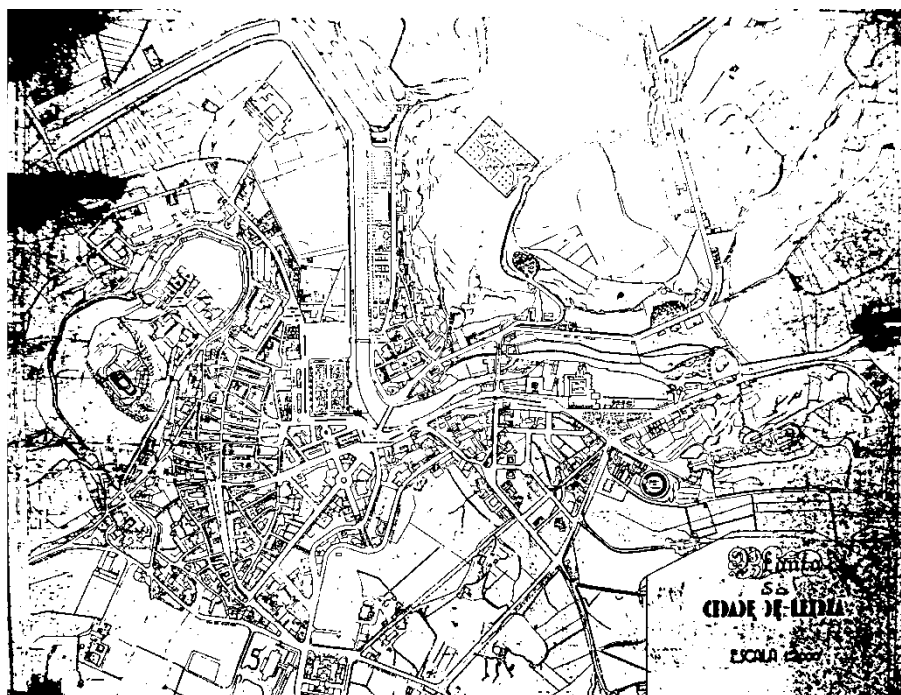


Figura 3 – Planta da cidade de Leiria no ano 1938. Margarido (1988)

O Séc. XIX foi marcado pela Revolução Industrial que fez aumentar drasticamente a produtividade e diversidade de todos os setores, nomeadamente o uso e aplicação do ferro e aço. Nas estruturas de madeira surgiram então as primeiras ligações metálicas, solucionando um dos mais antigos problemas destas estruturas: as ligações dos elementos. Esta evolução permitiu aumentar os vãos e dar robustez às asnas e estruturas em madeira e responder ao problema das fendas de retração deste material (devido ao uso de madeiras verdes) (Andrade, 2014).

No Séc. XX houve igualmente alterações morfológicas no tecido urbano, como a criação da Avenida Combatentes da Grande Guerra, substituindo a antiga Rua da Água permitindo ligar e conectar facilmente o centro da cidade com a região envolvente (Gomes, 2016).

Devido ao aumento e expansão demográfica, consequentemente foi necessário realizar estas alterações no tecido urbano, através da reabilitação e construção de edifícios.

Foi apenas no início do Séc. XX (anos 30) que o Castelo sofreu uma grande intervenção, pelo Arq Ernesto Korrodi, com a imagem que ele nos apresenta nos dias de hoje. Segundo Gomes (2016), a malha do CH foi alterada, mais propriamente entre a Rua Direita e o Castelo, permitindo uma melhor ligação da população ao Castelo. Surgiu também a Rua D. Afonso Henriques e a Rua da Beneficência, substituindo as antigas Ruas do Penedo e

Rua do Pão e do Queijo. A Figura 4 mostra as diferenças morfológicas no CHL, uma datada de 1809 (Figura 4 a) e a outra de 1938 (Figura 4 b).



a) – Articulação entre a parte baixa da cidade (Rua Direita) e o Castelo (a oeste), em 1809.
Fonte: Margarido (1988)

b) – Abertura das Ruas da Beneficência e D. Afonso Henrique a meia encosta entre a Rua Direita e o Castelo, datada de 1938. Fonte: Margarido (1988)

Figura 4 – Alterações da morfologia da cidade de Leiria

A malha urbana sofreu elevadas alterações na década de 60 e de 70, havendo criação de vários postos de trabalho e negócios, fazendo aumentar o núcleo urbano.

2.3. ARU, ACCRU, ACH e Área em estudo

Um dos objetivos do Município de Leiria é revitalizar o CHL, estando este incluído na Área de Reabilitação Urbana (ARU), conforme a delimitação publicada no Diário da República, 2ª série, de 14 Fevereiro, Aviso n2285/2013.

Segundo Dinis (2013), a Área de Reabilitação Urbana (ARU) detém de uma área de 66 hectares, abrangendo a antiga ACCRU (Área Crítica de Recuperação e Reconversão Urbanística) e a ACH (Área do Centro Histórico), entre outras áreas, albergando cerca de 856 edifícios, envolvendo o núcleo mais antigo da cidade (ACH), núcleo este contendo uma área de 29 hectares e abrangendo cerca de 488 edifícios.

O processo de reabilitação do CHL em curso remonta a 2001 (C. M. d. L. (2015)), com a criação da ACCRU (Área Crítica de Recuperação e Reconversão Urbanística), cuja área abrangia o a ACH (Área do Centro Histórico), até à zona da Av. Combatentes da Grande Guerra e ao Bairro dos Anjos, do outro lado da margem do rio Lis. Em 2009, o termo

ACCRU foi substituído pelo termo ARU. Em 2012 e 2015 houve alteração do perímetro, surgindo novas áreas que juntas viriam a complementar e a delimitar a área atual que faz parte a ARU, como é possível verificar na Figura 5.

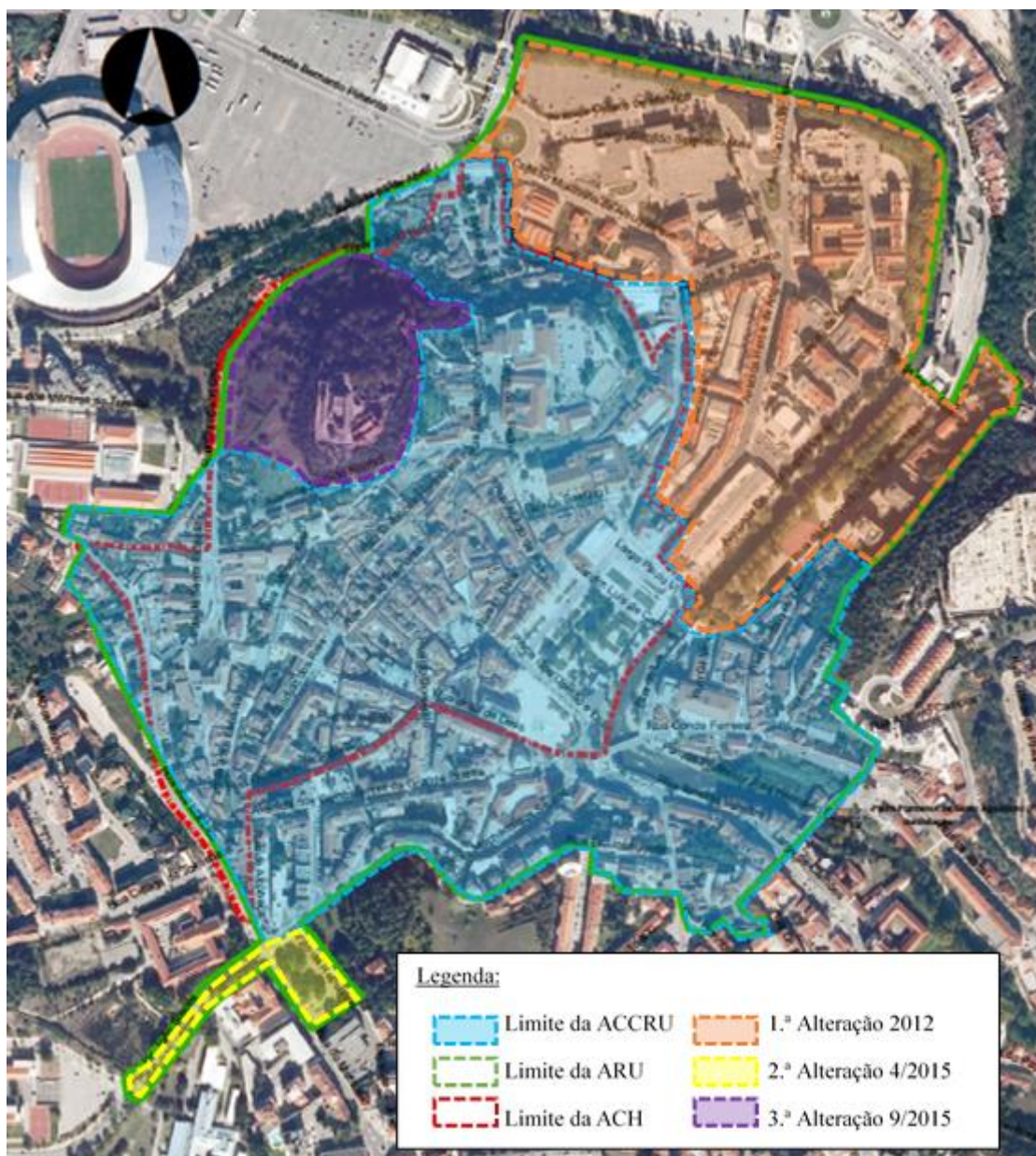


Figura 5 – Esquema das áreas da ACCRU, ARU e da ACH e dos seus respetivos limites e alterações, adaptado (C. M. d. L)

Considerou-se para a área em estudo, a área do centro histórico (ACH). No entanto, com base nos contactos efetuados, iam surgindo oportunidades de inspeção de coberturas em edifícios fora da ACH, existindo assim alguns edifícios pontuais inspecionados fora da ACH, mas que se encontram dentro da ARU.

A ACH possui cerca de 488 edifícios, edifícios estes que possuem características diferentes entre si, sendo de épocas de construção muito distintas onde muitos não seriam

interessantes para o estudo (devido principalmente ao facto de muitos possuírem estrutura de betão armado na cobertura). Como foi de interesse apenas inspecionar edifícios cujas coberturas fossem de estrutura em madeira, a amostra foi reduzida.

Um dos principais interesses na seleção de edifícios foi a idade dos mesmos, ou seja, quanto mais antigos fossem, melhor seria para o estudo, de forma a estudar e caracterizar o estado de conservação das estruturas em madeira das coberturas (preferencialmente, edifícios antes do século XIX e até aos anos 20 do século XX).

Foram identificadas e inspecionadas 29 coberturas em edifícios antigos, pelo que todos eles possuem uma devida identificação, através do número de quarteirão e lote, devidamente apresentados nas fichas de inspeção.

A Figura 6 representa os edifícios inspecionados na área em estudo, devidamente identificados.

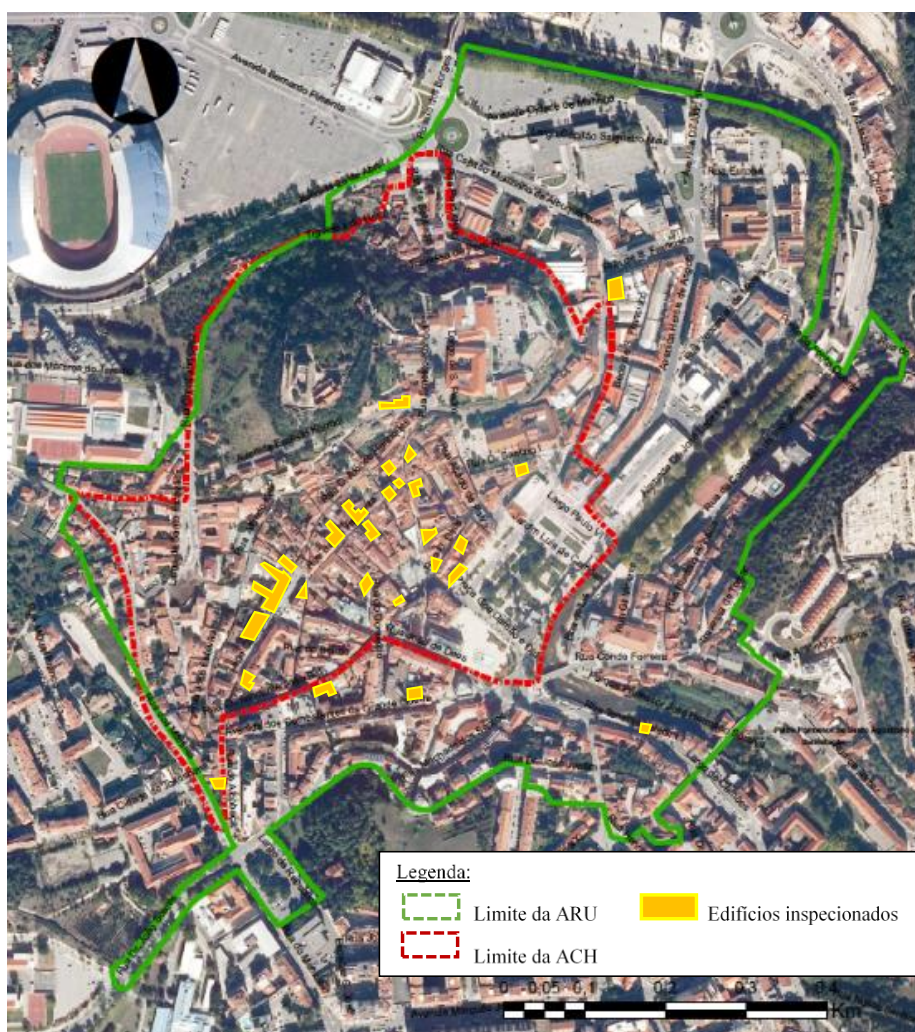


Figura 6 – Esquema dos edifícios inspecionados, identificados nas áreas da, ARU e da ACH,

Adaptado (C. M. L.)

3. ESTRUTURAS DE COBERTURAS DE MADEIRA EM EDIFÍCIOS ANTIGOS

3.1. Introdução

Ao longo dos séculos, sempre houve uma tentativa de adaptação das construções ao meio e recursos naturais disponíveis, surgindo diversos estilos arquitetónicos e novos métodos construtivos, dentro de contextos geográficos, socioeconómicos e culturais na época em que se inserem. O correto aproveitamento dos recursos e materiais foi alterando o método de construção dos edifícios, fazendo surgir a arquitetura típica portuguesa, tanto nos meios rurais como nos meios urbanos. Nestes últimos há um maior número de edifícios nobres e de melhor qualidade, pelo que as questões de adaptabilidade e aproveitamento dos recursos disponíveis não são tão evidentes e necessários como em meios rurais. O CHL tem uma mistura de edifícios rurais e nobres, pelo que na sua maioria, é constituído por edifícios nobres ou de maior envergadura, onde a madeira e a alvenaria de pedra são os materiais predominantes na construção tradicional.

3.2. Sistema Construtivo de Edifícios Antigos

A designação de edifício antigo destina-se a todos os edifícios edificados depois da época dos quinhentos até à primeira metade do século XX, que estruturalmente, apresentam paredes exteriores em alvenaria de pedra, abobe, taipa e paredes interiores em tabique, pavimentos em vigamentos de madeira e estrutura de cobertura em madeira com revestimento a telha cerâmica. Um edifício antigo pode muita vez ser caracterizado como sendo um edifício histórico, ser dotado de valor e identidade no meio em que se encontra, formando núcleos e centros históricos, pelos quais é importante a sua conservação e manutenção. De acordo com uma citação de Feilden (1982): “ ... *Um edifício histórico é aquele que nos proporciona um sentimento de admiração e nos faz querer saber mais sobre o povo e a cultura que o construíram. Ele possui valor arquitetónico, estético, histórico, documental, arqueológico, económico, social e também político e espiritual ou de valores simbólicos; mas o primeiro impacto é sempre emocional, porque ele é um símbolo da nossa identidade e continuidade cultural – uma parte da nossa herança...* ”.

Existe uma certa complexidade e cultura histórica em torno destes edifícios, pelo que é necessário ter sentido de responsabilidade, coerência nos factos históricos e cronologia

de acontecimentos e conhecimentos quando se realizam intervenções nestes edifícios, que possuem sistemas construtivos particulares e interessantes.

Classifica-se “sistema construtivo” a uma combinação de pelo menos dois elementos construtivos que se completam, originando um sistema principal. Segundo Moreira (2009), destes elementos podem-se enumerar as fundações, as paredes resistentes (paredes mestras e frontais), paredes de compartimentação, núcleo de escadas interiores, pavimentos e a cobertura. A interligação de todos estes sistemas é crucial para a obtenção de percursos estruturais homogéneos e ininterruptos, cuja função caracteriza-se sobretudo para conduzir os esforços das ações exteriores e do peso próprio da estrutura global até às fundações.

Adicionalmente, existem outros tipos de sistemas construtivos “subsistemas”, constituídos e interligados por componentes elementares, criando funcionalidade. Os componentes construtivos mais comuns dos edifícios antigos são a madeira e a alvenaria em pedra, sendo as fundações e paredes-mestras de alvenaria em pedra, e algumas fundações em madeira, paredes interiores e tabiques, escadas, pavimentos e estrutura de cobertura em madeira.

A grande parte dos edifícios antigos existentes foram concebidos para apresentar as necessidades de habitação e de comércio, onde usualmente o comércio corresponde ao piso térreo e/ou cave, pelo que a habitação destina-se aos pisos superiores. A cobertura geralmente tinha como função de armazém ou de habitação.

3.3. Coberturas Tradicionais

As coberturas tradicionais em Portugal são constituídas sobretudo por uma estrutura principal de suporte em madeira e revestidas com elementos cerâmicos, sejam estes em telha canudo, marselha ou lusa, de acordo com a época, enquadramento do edifício em si mesmo e no seu meio envolvente.

As coberturas detêm de diversas formas e diferentes elementos estruturais e não estruturais. Por questão de adaptação ao meio envolvente e ao clima, as coberturas tradicionais apresentam-se como inclinadas, permitindo o escoamento das águas pluviais e garantido uma melhor estanqueidade à água. A presença de várias singularidades, como caleiras (interiores e exteriores) e tubos de queda, permitem uma melhor eficácia neste

escoamento. Sobretudo em edifícios nobres, as caleiras eram colocadas antes da platibanda, escondendo assim o sistema de drenagem.

Além da estanqueidade, outra principal função das coberturas tradicionais era a necessidade de conduzir os esforços de tração e de compressão (como o seu peso próprio) para a restante estrutura abaixo, para elementos estruturais. Assim, a estrutura de cobertura era formada por dois tipos de estrutura: uma estrutura principal e uma secundária. A principal tinha função estrutural e assentava diretamente nos elementos estruturais inferiores, zona responsável pela absorção dos esforços, garantido a estabilidade e segurança da estrutura. A estrutura secundária tinha como função o apoio do assentamento do revestimento de elementos cerâmicos (Moreira, 2009). A Figura 7 apresenta o esquema geral de uma cobertura tradicional.

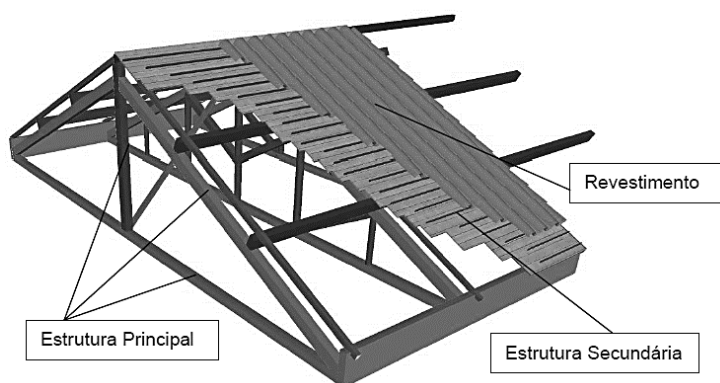


Figura 7 – Esquema geral de uma cobertura tradicional, Moreira (2009)

3.3.1. Estrutura principal

Como já foi referido anteriormente, a estrutura principal garantia a conduta dos esforços para os elementos estruturais inferiores. Para tal, era necessário um certo arranjo da estrutura de maneira que garantisse a robustez, através da aplicação de estruturas de madeira em forma de triângulos, ou seja, o uso de asnas, como também a aplicação de ligações adequadas, proporcionando durabilidade e resistência à cobertura.

As asnas, são interligadas por um sistema de travamento. Assim, a estrutura principal de uma cobertura divide-se em dois grupos: as asnas e os travamentos.

As asnas são conjuntos de elementos de madeira unidos entre si, através de ligações metálicas e entalhes, normalmente dispostas paralelamente entre si, que para além de

responder às necessidades de suporte da cobertura, serviam também para vencer grandes vãos quando as paredes-mestras não possuíam capacidade de sustentar eficazmente toda a estrutura. Este sistema de triangulação era composto por uma linha, que é a base da asna, duas pernas e um pendural. A presença de escoras também é comum (assim como a presença de tirantes no caso de uma asna composta). A asna é composta pelos seguintes elementos (Moreira, 2009):

- Linha – elemento na base, disposto horizontalmente, tendo como função a união e o travamento da ligação das duas pernas. É normalmente o elemento de maior secção;
- Perna – elemento inclinado, unindo as extremidades da linha, acabando ambos por se unirem no eixo de simetria da linha. Este elemento define a geometria espacial da cobertura;
- Pendural – elemento disposto verticalmente e no eixo de simetria da asna, unindo as duas pernas e a linha, ou seja, é comum a todos os elementos (assim como as escoras), tornando a asna mais robusta;
- Escora – elemento de ligação inclinado, trabalhando à compressão, colocado perto da base do pendural que ajuda no travamento da estrutura, impedindo a flexão das pernas, derivada de ações exteriores ou por pesos próprios de elementos de travamento e estrutura secundária;
- Tirante – elementos de travamento que auxiliam a função das escoras. Podem ser de madeira e em ferro ou aço, e estão normalmente presentes em asnas compostas, asnas estas destinadas ao uso de vencer grandes vãos.

A Figura 8 apresenta a identificação dos elementos na estrutura de suporte das asnas, sendo a primeira uma asna simples e a segunda uma asna composta ou mista.

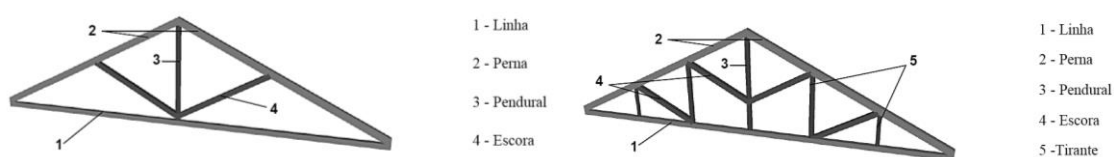


Figura 8 – Elementos que constituem as asnas, Moreira (2009)

Os travamentos, tal como o nome indica, travam toda a estrutura das asnas, sendo dispostos perpendicularmente a estas, unindo-as e evitando deformações e deslocamentos, fornecendo robustez e complementando a estrutura de suporte da cobertura, podendo enumerar-se os seguintes (Moreira, 2009):

- **Frechal** – elemento geralmente em madeira, podendo por vezes ser em alvenaria de pedra, disposto perpendicularmente às asnas, fazendo ligação com as linhas das mesmas. São colocados sobre as paredes-mestras e por vezes são a continuação das mesmas (sendo neste caso em alvenaria em pedra). Este elemento serve como meio de transferência dos esforços provenientes da cobertura e dos elementos das asnas, até às paredes-mestras;
- **Madre** – elemento disposto perpendicularmente às pernas e sobre estas (normalmente com a ajuda de calços, fixando-as) como também disposto paralelamente ao frechal. As madres fazem ligação com as diversas asnas, conferindo robustez à cobertura e também serviam de suporte para a estrutura secundária;
- **Fileira** – este elemento localiza-se no ponto mais alto da estrutura (vértice da cobertura), colocada no topo dos pendurais, paralelamente às madres e ao frechal, unindo toda a estrutura e complementando o assentamento da estrutura secundária;
- **Diagonal** – este elemento une as asnas e reforça as ligações entre elas, sendo colocada na parte inferior do pendural da primeira asna, unindo a parte superior do pendural da segunda asna. Por vezes, são colocadas diagonais entre a parte superior dos pendurais até ao canto inferior do soalho, assentando no frechal.

A Figura 9 apresenta a identificação dos elementos de travamento na estrutura de suporte das asnas.

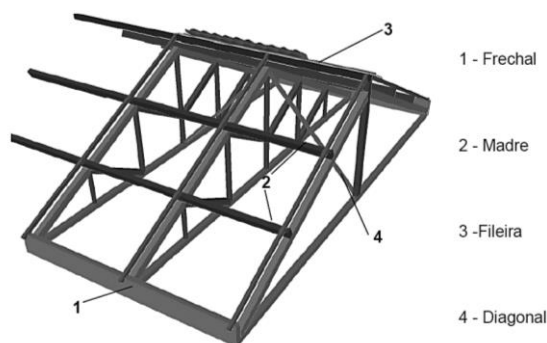


Figura 9 – Elementos de travamento que constituem as asnas, Moreira (2009)

3.3.2. Estrutura secundária

A estrutura secundária assenta e complementa a estrutura principal, e serve de suporte ao revestimento, sendo constituída pelos seguintes elementos (Figura 10):

- Varas - elementos de seção inferior aos elementos da estrutura principal, dispostos perpendicularmente às madres e paralelamente às pernas das asnas. Servem de suporte para as ripas e para a fixação do guarda-pó (caso este seja aplicado);
- Ripas – elementos que servem de encaixe aos elementos cerâmicos, normalmente assentes sobre as varas (exceto quando há presença de guarda-pó, que neste caso as ripas assentam diretamente sobre ele);
- Guarda-pó – elemento de proteção que cobre toda a cobertura, conferindo um melhor isolamento do espaço do piso de cobertura. É formado por tábuas de madeira, dispostas paralelamente às madres e ripas.

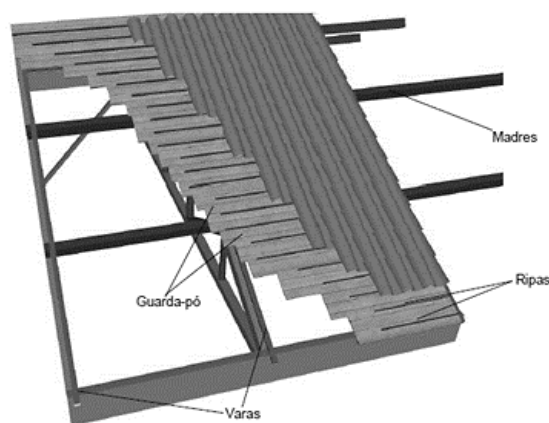


Figura 10 – Elementos da estrutura secundária, Moreira (2009)

3.4. Tipologia e Características

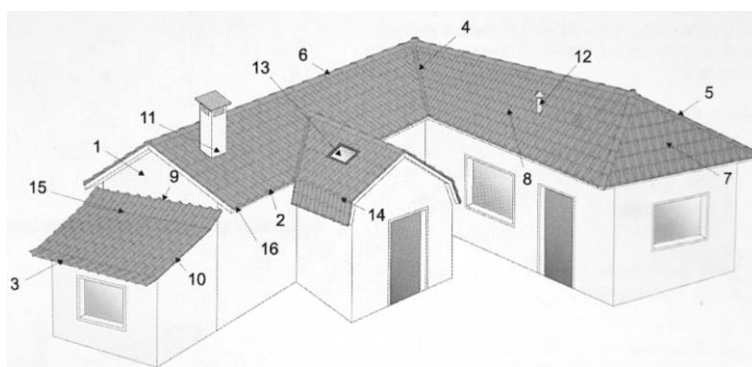
As coberturas tradicionais em madeira podem designar-se como coberturas vulgares, sendo compostas geralmente por duas ou quatro águas, característica muito típica portuguesa. Consoante a geometria e irregularidade do terreno, e exigências específicas da arquitetura do edifício por parte do dono ou do empreiteiro, a cobertura pode possuir mais do que quatro águas, característica comum dos edifícios do CHL.

A construção da cobertura deve sempre ter em conta o cumprimento de diversos requisitos rigorosos que garantam o bom comportamento da mesma, seja a inclinação, a ventilação, pormenores construtivos, forma estrutural, entre outros. Muitas das anomalias detetadas

em coberturas tradicionais advêm de deficientes aplicações ou de soluções que não se enquadram em determinado tipo de cobertura.

3.4.1. Forma da Cobertura

A terminologia portuguesa inerente às coberturas possui vários significados, consoante a região do país. Assim e segundo Sousa *et al.* (1998), recorrendo a uma recolha e seleção das terminologias, oficializou-se um conjunto de termos e designações próprios que identificam os elementos da cobertura. A Figura 11 apresenta as várias designações e identificações dos elementos que compõem uma cobertura portuguesa.

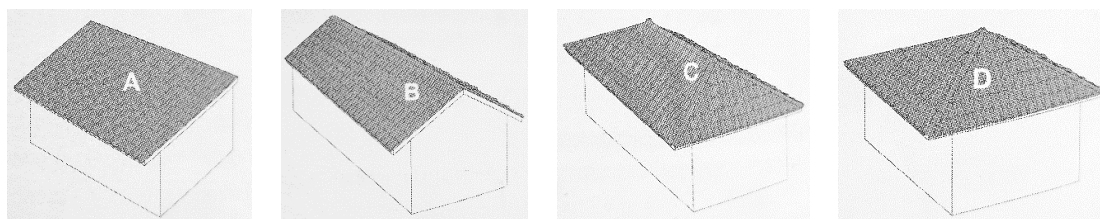


- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| 1 – Empena; | 9 – Remate de parede |
| 2 – Beiral (mansarda) | 10 – Remate lateral |
| 3 – Beirado (contrapeito) | 11 – Remate de chaminé |
| 4 – Laró | 12 – Chaminé de ventilação |
| 5 – Rincão | 13 – Clarabóia |
| 6 – Cumeeira | 14 – Quebra (mansarda) |
| 7 – Tacaniça | 15 – Quebra (contrapeito) |
| 8 – Água-mestra | 16 – Cimalha |

Figura 11 – Identificação das componentes que constituem uma cobertura portuguesa, Sousa *et al.* (1998)

Pode definir-se estrutura de cobertura como a estrutura que faz a transição entre as paredes resistentes do edifício e as ripas de apoio da telha, ou seja, sobretudo a estrutura principal.

As coberturas podem ser caracterizadas de diversas formas geométricas, nomeadamente planas ou inclinadas, sendo estas últimas as mais comuns, constituídas sobretudo por duas ou quatro águas. A Figura 12 apresenta as formas mais comuns em coberturas.



A – Cobertura de uma água

B – Cobertura de duas águas

C – Cobertura de quatro águas

D - Pavilhão

Figura 12 – Identificação do número de águas mais comum nas coberturas portuguesas, Sousa et al. (1998)

As que possuem uma água são caracterizadas por serem de dimensões reduzida, onde a estrutura de cobertura assenta apenas nos frechais. Até quatro metros não são necessários elementos de travamento, como as madres. Em dimensões superiores a cinco metros, devem ser colocadas madres e escoras (ou uma meia-asna), sempre com um frechal colocado sobre a parede resistente e uma fileira no topo (Costa, 1955).

As coberturas de duas águas são as mais comuns, detendo uma cumeeira central e dois frechais em cada extremo. Muito típicas quando aplicadas em coberturas entre edifícios, o que é amplamente usado em cidades e nos seus centros históricos.

As coberturas de três águas são pouco comuns. No entanto a sua aplicação é possível verificar-se em edifícios em gaveto, detendo de duas águas mestras e de uma terceira água oposta às principais, que se designa por tacaniça.

As coberturas de quatro águas, assim como a de duas águas, são as mais comuns, nomeadamente em centros históricos. São constituídas por duas vertentes que se interseam, definindo uma fileira e quatro rincões. É normal possuírem asnas na sua estrutura e diagonais que se localizam no nível inferior aos rincões.

A estrutura de cobertura em pavilhão, à semelhança da cobertura de quatro águas, possui quatro vertentes que se intersectam num único ponto, formando quatro rincões, havendo ausência de fileira. Este exemplo é aplicado a coberturas com vertentes iguais, aplicada num edifício de planta quadrada.

Quando os edifícios possuem irregularidades em planta e muitas paredes resistentes, a cobertura terá de acompanhar estas características, havendo necessidade de criar várias águas, nomeadamente cinco ou mais. Neste caso, diz-se que a cobertura tem formato poligonal.

Podem ainda existir formas curiosas, como a existência de coberturas irregulares (incoerência na sua estrutura), em mansarda (presença de dupla vertente, onde a superior é mais pequena e menos íngreme do que a inferior, geralmente com trapeiras, não muito comum em Portugal), redonda, piramidal e cónica.

3.4.2. Revestimentos Cerâmicos

A telha cerâmica é enquadrada em qualquer paisagem portuguesa e tornou-se num elemento tradicional e da nossa cultura. É de facto um material de eleição para revestimento de coberturas, cumprindo requisitos rigorosos expressos em normas de especificações e detendo características notáveis para as suas exigências funcionais (Sousa *et al.*, 1998).

Permitem garantir uma maior durabilidade, eficiência e estanqueidade a todos os elementos que constituem a estrutura de cobertura. Do ponto de vista de exigências de qualidade e funções utilitárias, as telhas devem possuir leveza (impedindo excesso de cargas), dureza (garantindo uma boa resistência mecânica), superfície lisa (permitindo um fácil escoamento das águas pluviais, ventilação (através de telhas de ventilação, algo muito incomum em coberturas antigas) e sobretudo serem impermeáveis, como já referido, para garantirem uma máxima estanqueidade, prevenindo problemas associados a humidades e infiltrações na estrutura de cobertura. Por outro lado, é exigido um parâmetro de funções estéticas (tonalidades, texturas, harmonia e integração com o edifício) e ainda funções económicas (quanto custa a solução a adotar ou a conservação dos elementos) (Lourenço, 2012).

Existem três grandes tipos de telhas cerâmicas portuguesas: canudo, marselha e a lusa.

3.4.2.1. Telha Canudo

A telha canudo foi a primeira telha que surgiu em Portugal, sendo anterior ao séc. XX, que foi inicialmente produzida manualmente e sem exigências especiais quanto à qualidade do barro. Possui uma seção cónica suave, existindo uma gama de diferentes cores, muito característico da telha canudo. A sua produção era feita artesanalmente, levando a origem de telhas irregulares e de vários tons, gerando uma crença popular que eram “feitas nas coxas” dos artesãos.

Encontra-se vulgarmente em edifícios antigos, tanto no telhado como no beiral, podendo este ser simples, duplo ou triplo. Em algumas situações as telhas de canudo em beirais podem ser verdes e ter um aspeto vítreo (característica em edifícios mais relevantes) (Mendes e Lopes, 2013).

A montagem no telhado é feita em filas longitudinais, apenas sobrepostas entre si, revelando má estanqueidade a telhados que contenham esta telha e com ausência de argamassas (UTL, 2006).

3.4.2.2. Telha Marselha

A telha marselha surgiu após a telha canudo, que pelo nome tem origem francesa, surgindo a partir do início do séc. XX. São raras as coberturas de edifícios relativamente entre 1900-1960 que não possuem este tipo de telha.

É uma telha mais pesada em relação à telha canudo, possui duplo encaixe, havendo redução da superfície perdida na sobreposição de telhas, resultando num melhor aproveitamento da telha, traduzindo numa solução mais económica e vantajosa. Devido a exigências de menores valores de inclinação recomendável relativamente à telha canudo, como também um melhoramento na fixação ao ripado e entre as próprias telhas, houve um melhoramento do escoamento das águas pluviais, assim como uma melhor firmeza entre as telhas (Mendes e Lopes, 2013; UTL, 2006; Sousa *et al.*, 1998).

3.4.2.3. Telha Lusa

A telha lusa posterior à telha marselha, melhorando o encaixe, possuindo ranhuras em todo o seu perímetro, garantindo uma máxima estanquicidade do telhado.

Não é uma telha comum em coberturas de edifícios antigos, geralmente apenas quando há obras de reabilitação e o telhado é substituído pela telha lusa (onde muitas vezes fugindo ao enquadramento e à integração que a cobertura possui em relação ao edifício e à zona envolvente, no caso de centros históricos).

As inclinações mínimas recomendáveis são inferiores à da telha marselha e canudo, melhorando o escoamento das águas pluviais e o tempo de secagem das telhas (Sousa *et al.*, 1998).

A maioria das coberturas dos centros históricos possui telhas canudo e marselha pois são as telhas mais antigas e que hoje em dia não é hábito a sua aplicação. Como são telhas

que não garantem uma estanqueidade máxima devido às suas características, a ocorrência de problemas associados a humidades e infiltrações é uma realidade, como também a não substituição dos elementos cerâmicos após ultrapassar o tempo de vida útil dos mesmos.

Isto deve-se ao facto de ocorrência de um certo modo o “abandono” dos edifícios por parte do proprietário, seja por falta de meios financeiros para obras de requalificação, ou por ser propriedade hereditária que não está com ocupação (edifício devoluto), contribuindo para um agravamento de anomalias na cobertura e conseqüentemente no edifício.

3.5. Caracterização e Tipificação das Asnas

Durante séculos, as asnas foram amplamente utilizadas em coberturas de vários países, sendo uma solução viável, simples e económica. Segundo Lopes (2014), a sua origem remonta à época do Renascimento Italiano, quando o famoso e mais afluente arquiteto até à data, Andrea Palladio, inventou a designada “asna de Palladio” ou como frequentemente é designada “asna simples” ou “asna vulgar”. Segundo Branco *et al* (2008), estas asnas são constituídas por uma linha, duas pernas e um pendural, onde adicionalmente, são adicionadas duas escoras apoiadas na base do pendural, ficando assim a perna dividida em duas partes, permitindo vencer maiores vãos relativamente às estruturas de madeira até à data.

Normalmente, entre a linha e a perna o ângulo formado é próximo os 30° e entre a escora e o pendural próximo de 60°. No entanto estes valores nunca são exatos, pois cada asna é única, variando de cobertura para cobertura (Branco *et al.*, 2008).

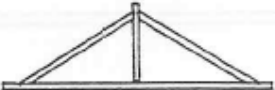
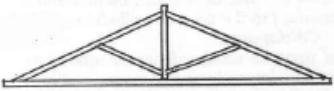
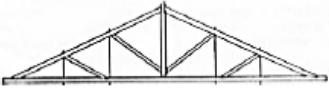
As asnas de Palladio conseguiam vencer vãos até 6 a 8 metros, onde todos os elementos são unidos através de samblagens ou entalhes, que consiste na união das peças de madeira, de forma a gerar estruturas de asnas e outras mais complexas, através de métodos de fixação. Com o início da Revolução Industrial, surgiu o desenvolvimento do aço e com ele o aparecimento de ligações metálicas, complementando as assemblagens e conferindo uma melhor robustez à estrutura. Assim, foram surgindo asnas de maiores dimensões e mais complexas que conseguiam vencer maiores vãos (Branco *et al.*, 2008; Cruz, 1955).

Existem algumas soluções de estrutura de cobertura além das asnas, como o apoio simples em pregagem, mas no entanto, as asnas formam uma solução inequívoca e simples de suporte e robustez para as coberturas. Há muitos tipos de asnas, dependendo da geometria do edifício e finalidade da cobertura, pelo que seguidamente serão enumerados os tipos de asnas mais comuns. Poderá ser consultada a publicação de Costa (1955) para um maior detalhe dos pormenores construtivos.

3.5.1. Asnas Vulgares

As asnas vulgares são estruturas em madeira de forma triangular, que abrangem todas as asnas simples ou de Paládio, pequenas asnas e asnas compostas ou mistas. Estas asnas são compostas estruturalmente por uma linha na base, duas pernas, um pendural, e no caso das asnas compostas ou mistas com escoras e tirantes (Costa, 1955; Lopes, 2014). São as asnas mais comuns na utilização de estruturas em madeira em coberturas tradicionais, sendo bastante adaptáveis à geometria da cobertura. O Quadro 1 exemplifica o tipo de asnas vulgares mais comuns e as suas características.

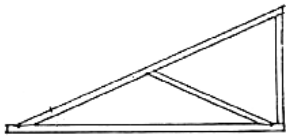
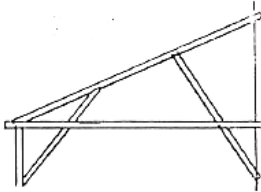
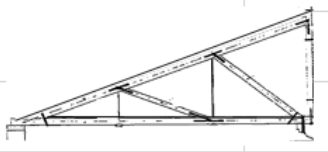
Quadro 1 – Tipos de asnas vulgares, esquemas e suas características, (Costa, 1955)

Tipos de Asnas Vulgares	Esquema ilustrativo	Características
Pequena asna		Este é o tipo de asna mais básico. Aplicada em coberturas pequenas e de fraca importância, normalmente até 4 m de vão. Detém apenas de uma linha e de duas pernas. Em alguns casos detinha de pendural.
Asna simples		As asnas simples são as asnas mais comuns na aplicação em coberturas tradicionais. Aplicável em vãos de 6 até 8 m. Em comparação à pequena asna, contém duas escoras.
Asna composta ou mista		Asnas utilizadas para vãos superiores a 8 m. Caracterizam-se por possuir duas escoras a mais em relação à asna simples e são travadas por quatro tirantes de aço ou ferro.

3.5.2. Meias-Asnas

Este tipo de solução é frequentemente usada em edifícios contíguos, ou entre edifícios, surgindo uma cobertura de apenas uma água. É também utilizada para alpendres ou para corpos salientes de edifícios. Como o próprio nome indica, esta estrutura é metade de uma asna, mas apenas das vulgares, pois o uso de outro tipo de asna não teria sentido, já que apresentam disposições diferentes (Costa, 1955). O Quadro 2 exemplifica o tipo de meias-asnas mais comuns e as suas características.

Quadro 2 – Tipos de meias-asnas, esquemas e suas características (Costa, 1955)

Tipos de Meias-Asnas	Esquema ilustrativo	Características
Meia-Asna simples		<p>Metade da estrutura de uma asna simples. O “pendural” é na realidade um prumo que está encastrado à parede, pelo que a perna intersecta os dois, assim como a linha.</p>
Meia-Asna de escoras		<p>Este tipo de asna é utilizado quando a estrutura de cobertura tem que suportar duas madres, como é possível ver na figura (no local onde as escoras intersectam a perna). As escoras podem ser apoiadas na linha, ou em cachorros num nível inferior à linha.</p>
Meia-Asna composta		<p>Tal como o nome indica, esta estrutura é metade de uma asna composta. Utilizada para suportar duas ou mais madres (nº de escoras é igual ao nº de madres). É uma asna de pelo menos 8 m, o que indica um ângulo de abertura a volta dos 20° (não muito favorável ao escoamento das águas pluviais).</p>

3.5.3. Asnas de Mansarda

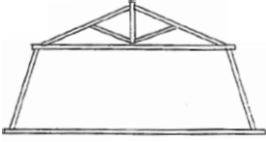
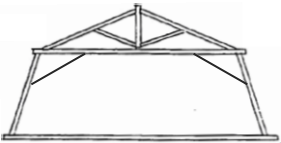
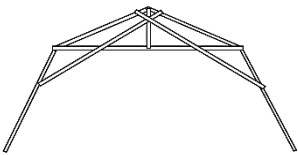
As asnas de mansarda são estruturas elegantes, refinamento, subtileza e um ótimo aproveitamento do espaço da cobertura, usufruindo de uma utilização igual a qualquer outro piso do edifício. A asna de mansarda surgiu em França no século XVII, pelo pioneiro François Mansart. Em Portugal, a asna de mansarda foi muito utilizada na época do rei D. João V inclusive na Arte Pombalina. (Costa, 1955; Felgueiras, 2011).

É caracterizada por ser aplicada em telhados dobrados e com forte inclinação, onde é possível o aproveitamento de mais um piso. No seu topo está estruturada uma asna vulgar simples, pelo que a sua grande característica são as pernas de força, dispostas inferiormente, ligando a linha da asna com o vigamento do pavimento onde se erguem ou na base das paredes resistentes (encastramento). Na vertente das pernas de força, é frequente a colocação de janelas, normalmente mais pequenas em comparação às restantes do edifício.

Na zona do revestimento exterior da asna vulgar pode ser colocado qualquer tipo de telha ou revestimento e na zona das pernas de força (zona de elevada inclinação), o revestimento normalmente adotada são placas de zinco ou de ardósia. A elevada inclinação favorece a captação das águas fluviais com a adição de caleira interiores de chapa de zinco, tanto na zona inferior das pernas de força como na zona linha da asna vulgar (Lopes, 2007).

O Quadro 3 exemplifica o tipo de asnas de mansardas mais comuns e as suas características.

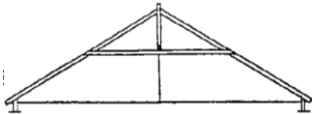

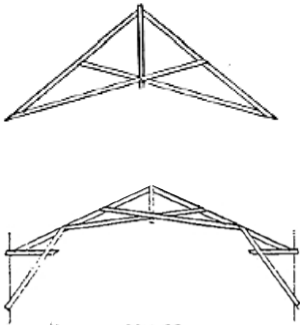
Quadro 3 – Tipos de asnas de mansarda, esquemas e suas características, (Costa, 1955)

Tipos de Asnas de Mansarda	Esquema ilustrativo	Características
Asna de Mansarda vulgar		<p>Possui uma asna vulgar na zona superior, com uma linha, duas pernas, um pendural e duas escoras. As extremidades da linha são ligadas por duas pernas de força, intersectando o vigeamento do pavimento ou o frechal no topo das paredes resistentes.</p>
Asna de Mansarda de escoras		<p>Este tipo de asna é utilizado para coberturas de grandes vãos, podendo suportar várias madres. A sua característica é o uso de escoras que permitem uma maior resistência à flexão das pernas e da linha, podendo ser apoiadas por cachorro, ou por encastramento.</p>
Asna de Mansarda para tetos cilíndricos		<p>Utilizada quando se pretendia construir tetos cilíndricos, destinados a salões, igrejas ou armazéns. Ao contrário dos outros tipos de asnas, esta não possui linha e geralmente não possui pavimento. Assim o piso usufrui de um grande pé direito. Na zona superior da asna está estruturada uma asna pequena, cruzada por duas escoras, ligadas do pendural às pernas de força, em formato de tesoura.</p>

3.5.4. Asnas Especiais

As asnas especiais são asnas que respondem a certas necessidades exigidas pela estrutura de cobertura, detendo características um pouco diferentes da asna simples tradicional, não pertencendo a categorias já especificadas pelos construtores. Das asnas especiais fazem parte a Asna de Alpendre, a de Nível e a Tesoura (Costa, 1955). O Quadro 4 exemplifica o tipo de asnas especiais mais comuns e as suas características.

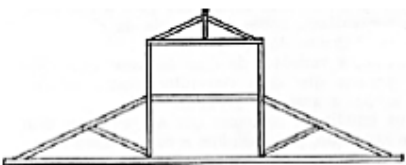
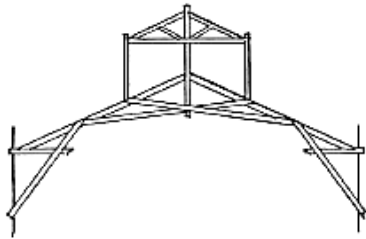
Quadro 4 – Tipos de asnas especiais, esquemas e suas características (Costa, 1955)

Tipos de Asnas Especiais	Esquema ilustrativo	Características
Asna de Alpendre		<p>Este tipo de asna era muito utilizado para coberturas de dimensão considerável, que suportasse madeiramentos de dimensões apreciáveis (múltiplas madres por exemplo). Possuía duas pernas, um nível em madeira situado a meio da altura das pernas (ligado por parafusos), um pendural unido na parte superior e na inferior por um estribo de ferro (ligado ao pendural). Geralmente, os dois prumos eram ligados por um esticador de ferro, mantendo o seu equilíbrio vertical, onde este unia-se ao estribo de ferro.</p> <p>As pernas assentavam no topo dos prumos, possuindo uma dimensão maior do que aquela vista a olho nú, pois as pernas continuavam até às paredes resistentes.</p>
Asna de Nível		<p>Este tipo de asna é utilizado para coberturas de grandes vãos, sendo muito útil quando se pretende utilizar o piso de cobertura para habitação (melhorando a sua utilização com a construção de trapeiras). Possui dois pendurais, duas escoras, dois tirantes, uma linha, duas pernas e um nível em madeira que une as pernas. Para suportar a estrutura secundária, é colocado um prumo a meio do nível, fazendo de suporte à fileira.</p>
Asna de Tesoura		<p>A asna em tesoura era aplicada quando não se pretendia a presença da linha. O seu nome deriva do cruzamento das escoras entre o pendural, fazendo ligação a este e às pernas. Dependendo do tamanho, complexidade e utilização do piso de cobertura, existem alguns tipos de asna em tesoura como é possível verificar no esquema, sendo o esquema de baixo utilizado para coberturas de maiores vãos.</p>

3.5.5. Asnas de Lanternim

As asnas de lanternim são estruturas interessantes que eram muito aplicadas em edifícios industriais, fábricas e armazéns, quando estes era desprovidos de iluminação ou ventilação insuficiente. Das mais comuns, existem a asna de lanternim vulgar e a asna de tesoura para lanternim (Costa, 1955). O Quadro 5 apresenta o tipo de asnas de lanternim mais comuns e as suas características.

Quadro 5 – Tipos de asnas de lanternim, esquemas e suas características, (Costa, 1955)

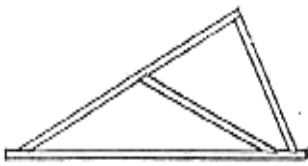
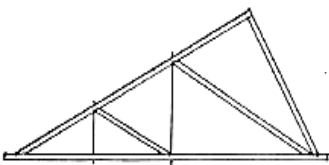
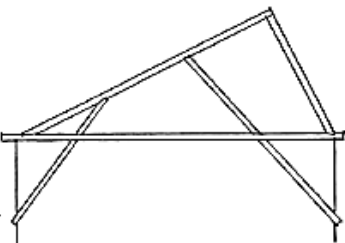
Tipos de Asnas de Lanternim	Esquema ilustrativo	Características
<p>Asna de Lanternim Vulgar</p>		<p>Asna semelhante à asna de nível, onde são acrescentados prumos na parte superior, assim como uma asna pequena, conferindo estrutura a um pequeno telhado de duas águas. O espaço entre os prumos é provido de caixilharia e envidraçados, podendo ser toda a estrutura superior saliente em vidro. O vão da asna de lanternim vulgar ronda o valor de 6 m. É a asna mais comum para lanternim.</p>
<p>Asna de Tesoura para Lanternim</p>		<p>Este tipo de asna é utilizado para coberturas de grande dimensão, como armazéns, hangares, fábricas industriais, pavilhões, entre outros. É semelhante à asna de tesoura, provida de escoras em cruzamento, com o acrescento do lanternim na zona superior. Aqui, as características do lanternim são semelhantes às do lanternim vulgar. A asna superior é normalmente simples, em vez de pequena.</p>

3.5.6. Asnas de Tipo Fabril

As asnas de tipo fabril, como o nome indica, são asnas aplicadas em edifícios industriais ou fábricas, normalmente de grandes dimensões. São montadas em cadeia e a sua grande característica é de possuir duas vertentes do telhado onde uma delas é apenas destinada à entrada de luz natural, sendo totalmente provida de um vão envidraçado. A segunda e maior vertente é geralmente dotada de um revestimento opaco, seja de telhas cerâmicas, chapas de fibrocimento ou chapas onduladas de ferro galvanizado. Em ambos os lados das vertentes em baixo, está localizado um algeroz para a captação das águas pluviais. Das mais comuns, existem a asna de tipo fabril simples, asna de tipo fabril composta e a asna de tipo fabril de escoras (Costa, 1955; Lopes, 2007).

O Quadro 6 exemplifica o tipo de asnas de tipo fabril mais comuns e as suas características.

Quadro 6 – Tipos de asnas do tipo fabril, esquemas e suas características, (Costa, 1955)

Tipos de Asnas do Tipo Fabril	Esquema ilustrativo	Características
Asna de Tipo Fabril Simples		Asna mais simples do tipo fabril, de pequena dimensão, contendo as duas vertentes características e apenas uma escora em estribo de ferro. Era aplicada sobretudo em oficinas e em vãos inferiores a 8 m.
Asna de Tipo Fabril Composta		Asna semelhante à do tipo de fabril simples que no entanto é de maiores dimensões, para espaços maiores, contendo duas escoras (suportando duas madres) e dois tirantes em estribos de ferro.
Asna de Tipo Fabril de Escoras		Asna provida de duas escoras de maiores dimensões, assentes em cachorros encastrados nas paredes ou pilares onde as asnas assentam. Neste caso, a linha é na verdade compostas por duas linhas, colocadas em cada lado das escoras, juntas por parafusos de porcas e anilhas.

3.5.7. Execução das Asnas e Ligações

Como referido anteriormente as asnas encontram-se normalmente dispostas paralelamente entre si, ligadas por elementos de travamento, como o frechal, as madres e a fileira. O topo da linha deve de encastrar no frechal ou na parede resistente cerca de 0.20 a 0.30 m, e quando tal não sucede, o mesmo topo pode apoiar sobre cachorros de pedra (Moreira, 2009).

A construção de uma asna, por mais simples e básica que seja, necessita da ligação entre todos os elementos que a constituem, podendo ser executadas ligações tradicionais (ou samblagens) ou por ligações utilizando elementos metálicos.

As ligações permitem a união de pontos mais fracos, pois são zonas críticas, sujeitas a esforços e tensões localizadas, desempenhando uma função crucial para a união e rigidez de toda a estrutura, assim como a pormenorização construtiva revela ser imprescindível para a correta execução e perceção do sistema construtivo da estrutura em causa.

3.5.7.1. Ligações Tradicionais

Todas as ligações de todos os elementos de madeira que constituem as asnas são realizados através de ligações tradicionais ou samblagens. Estas caracterizam-se por serem uniões de duas ou mais peças, onde existe uma mecha no topo e uma respiga (ou dente) no outro topo, executando um encaixe seguro e eficaz, podendo também ser em dente simples. A transmissão de esforços é feita por atrito e compressão na interface entre as peças, garantindo que não ocorra um desencaixe das peças (Palma, 2009).

Existem vários modos de execução das samblagens, como é o caso da ligação linha-perna, perna-pendural, pendural-linha e escora-pendural. A Figura 13 apresenta as samblagens entre as diferentes peças de madeira.

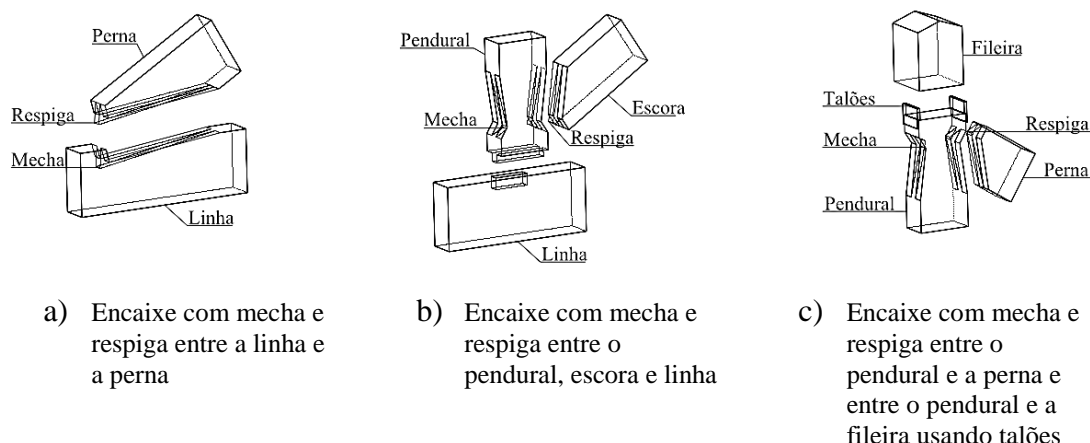


Figura 13 – Ligações tradicionais entre elementos de uma asna de madeira usando mecha e respiga, Branco et al. (2008)

No entanto, existem alguns tipos distintos de geometria das ligações ilustrados na Figura 14.

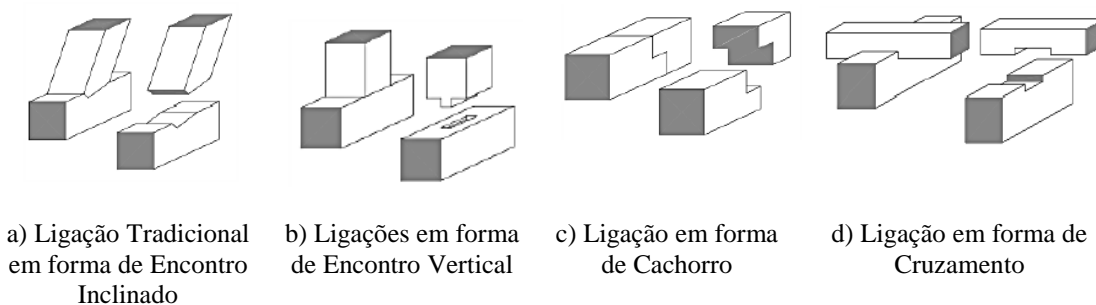


Figura 14 – Ligações tradicionais em diversas formas, Cunha (2013)

As ligações em forma de encontro inclinado são as mais comuns, e o seu entalhe pode adotar formatos diferentes, como é o caso do dente simples e do dente duplo, podendo o simples ser anterior e posterior, como é exemplificado na Figura 15.

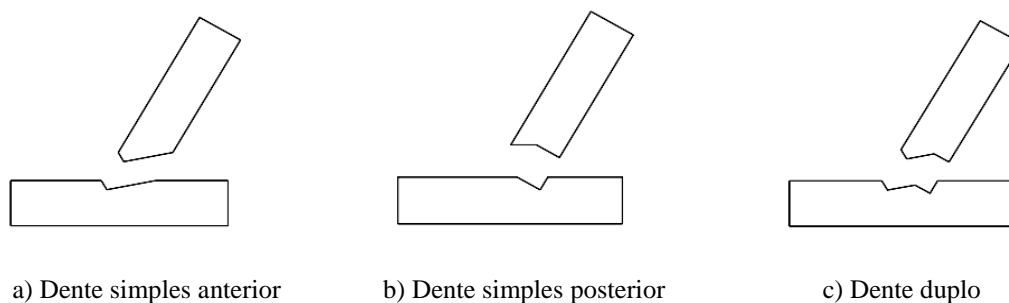


Figura 15 – Principais tipos de ligações tradicionais em forma de Encontro Inclinado, Branco et al. (2008)

Exemplos de ligações deste tipo são perna-linha, perna-pendural, escora-pendural e ainda entre diagonais. As ligações em forma de encontro vertical são usualmente aplicadas na ligação pendural-linha, apenas para não haver torção ou deslocamento do pendural sobre o seu eixo, estando apenas assente na mecha. A ligação em forma de cachorro é usual na interface de duas madres, dando continuidade ao elemento de travamento ao longo da cobertura. Por fim, a ligação em forma de cruzamento aplica-se nos apoios dos elementos de travamento na estrutura principal (exemplo, apoio das madres sob as pernas).

No geral as espessuras das respigas não vão além de 2 cm, onde em peças de pequena dimensão, o seu valor é inferior a 1 cm. No caso do pendural, o valor da espessura pode situar-se entre os 3 e 4 cm (Costa, 1955).

A execução das samblagens exige uma certa exigência técnica e experiência, pois o resultado final tem que ficar perfeito, resultando perfeitos encaixes, possibilitando a transmissão de esforços de compressão e de corte devidos à estrutura da asna (Cunha, 2013).

3.5.7.2. Ligações Mecânicas

O aço surgiu no século XIX e o seu fabrico foi efetuado em larga escala, surgindo inúmeros elementos metálicos, nomeadamente elementos de ligações mecânicas para união de peças de madeira, denominadas por ferragens. A sua aplicação veio complementar as ligações tradicionais, conferindo uma maior estabilidade e resistência nas ligações entre os elementos de madeira, fazendo impedir o deslizamento lateral dos mesmos e prevenindo possíveis inversões de esforços na estrutura (Branco *et al.*, 2008).

Geralmente, todas as ligações entre as peças são acompanhadas pela aplicação de ferragens, apresentando-se em forma de barras metálicas (com exceção de asnas de pequena dimensão, que são desprovidas de ferragens). Segundo Costa (1955), as ferragens possuem uma espessura à volta dos 0,6 cm e a sua largura oscila entre os 5 e os 6 cm. O diâmetro, dos parafusos de porca aplicados nestas ferragens pode ser de 6 mm, 9 mm ou 12 mm, dependendo da resistência e dimensão da estrutura de suporte. As ferragens são normalmente aplicadas em séries de duas, ou seja, em ambos os lados das seções das peças, fixos por parafusos (Lopes, 2007).

As mais comuns são:

- Pé de galinha – Faz ligação entre o pendural e as pernas da asna;
- Pé de galinha dobrado – Faz ligação entre o pendural e a linha e encontra-se à volta da linha, em todas as faces. É de notar que quando há presença desta ferragem, normalmente o pendural não assenta na linha;
- Té esquerdo e direito – Faz ligação entre a perna e a escora da asna;
- Cruzeta – Semelhante à função do pé de galinha, permite a união de mais uma peça de madeira;
- Esquadro - Metade de um pé de galinha. Indicado para meias-asnas, fazendo ligação entre o pendural e uma perna;
- Braçadeira – Faz ligação entre a perna e a linha, encontrando-se na extremidade da linha fixando-se e unindo-se à perna.

A Figura 16 exemplifica as várias ferragens referidas anteriormente para a aplicação em asnas de madeira.

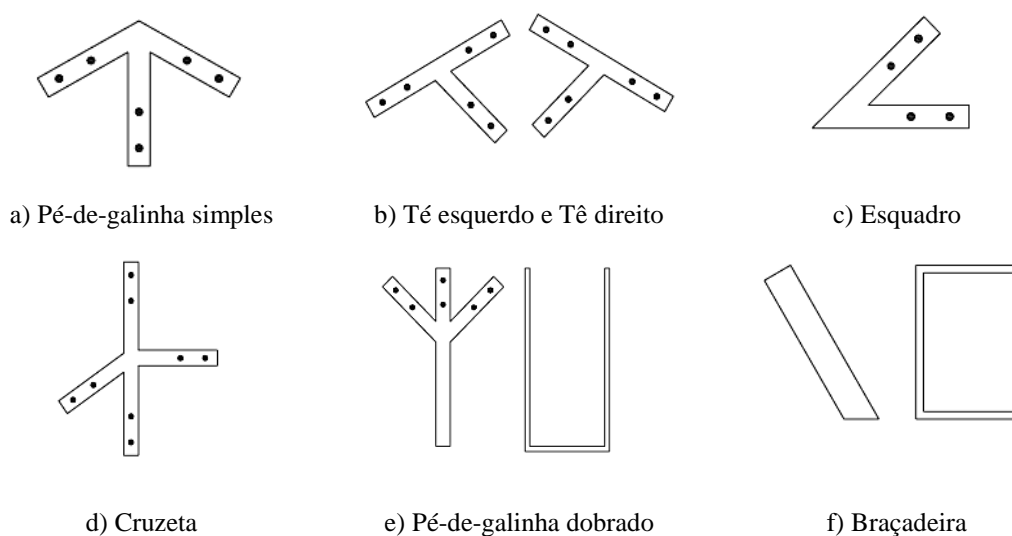


Figura 16 – Exemplo de ferragens aplicadas nas ligações em asnas de madeira, Branco et al. (2008)

3.5.8. Pormenores construtivos

3.5.8.1. Apoios das asnas

Dependendo do tipo de apoio e da espessura da parede onde assentam as asnas, existem vários tipos de pormenor de apoio da asna. A linha e o frechal transmitem os esforços para o apoio, e este deverá ser uma parede de suporte. O apoio ideal será quando a interseção das linhas de eixo da perna e da linha da asna se encontram no plano da parede, justamente a um terço da espessura da parede de suporte (Costa, 1955).

Muitas vezes este apoio não é possível (devido a presenças de cornijas e platibandas ou até mesmo má conceção do projeto), e assim recorre-se ao uso de cachorros em pedra para o apoio da linha da asna. No entanto, deve-se ter atenção à excentricidade, evitando esforços que ponham a estrutura de apoio em perigo. A Figuras 17 representa alguns tipos de apoios em paredes de suporte.

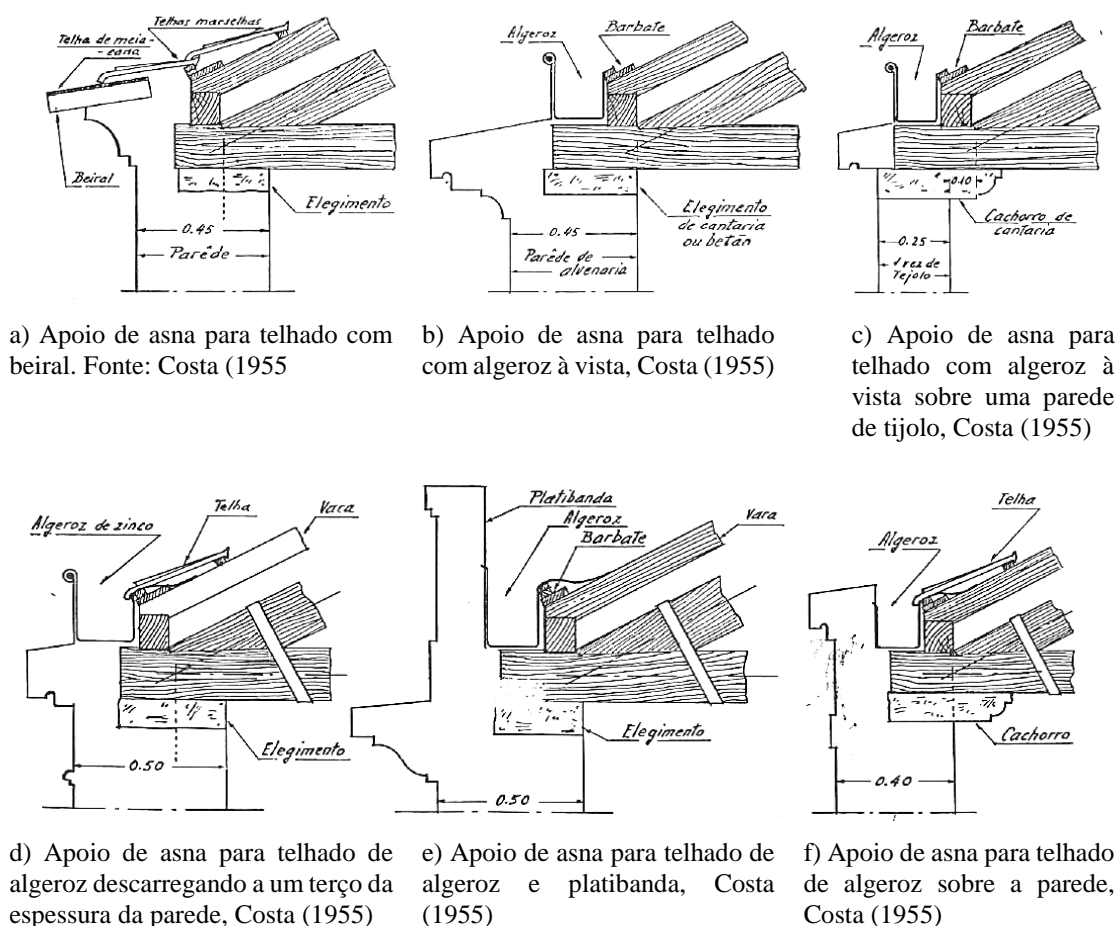


Figura 17 – Tipos de apoios das asnas de madeira em paredes de suporte

3.6. Comportamento estrutural das asnas

É importante analisar o comportamento estrutural das asnas (servindo a asna simples como modelo), no sentido de perceber a importância das ligações e a correta disposição entre os elementos, evitando esforços elevados que comprometam a segurança da estrutura. Sobretudo em edifícios antigos, no que toca a propostas de reabilitação, as intervenções costumam ser caras promovendo exageradamente uma larga margem para o lado da segurança. No caso deste tipo de edifícios antigos, analisar o comportamento estrutural da cobertura é sempre bastante ambíguo, podendo acarretar complicações a nível de tensões e esforços, sobretudo por ligações deficientes.

As ligações mais importantes em termos estruturais são as seguintes:

- Ligação linha-pendural

Esta é uma ligação importante e crucial para o comportamento estrutural da asna. Idealmente, o pendural não deve de assentar na linha, pelo que estes dois elementos devem de ser encontrar ligados por uma ligação metálica (pé de galinha dobrado), minimizando a deformação da linha que provinha do peso próprio da estrutura acima. O espaçamento entre a linha e o pendural deverá ter um mínimo de 2 cm (Costa, 1955). Assim, a linha encontra-se essencialmente à tração (pelo que também se encontra à flexão devido ao seu peso próprio). A linha pode também sofrer problemas associados a deslizamentos.

- Ligação linha-perna

As pernas são os elementos que apresentam maiores valores de esforços, pois suportam toda a estrutura secundária como também as madres, estando submetidas à compressão e apresentam valores de tensões normais e de corte (Bastos, 2011).

Através dos esforços de compressão e devido à inclinação das pernas, estas induzem esforços de tração na linha, impedindo que as pernas se afastem por ação das cargas. O uso de braçadeira é crucial como idealmente seria a aplicação de um pequeno tirante de ferro perto das braçadeiras em ambas as extremidades da linha, garantindo uma maior fixação, robustez e uma diminuição nos esforços. Esta é uma zona de ligação importante e crítica, no sentido em que é uma zona onde existem momentos fletores não

desprezáveis. Fatores como a inclinação entre a perna e a linha, dimensão da seção dos elementos de madeira, coeficientes de atrito são condicionantes. É também zona muito suscetível de vir a originar deterioração biológica (Bastos, 2011; Lopes, 2007).

- Ligação madre-perna

Como referido anteriormente, as pernas suportam a carga proveniente da estrutura secundária, que por sua vez é transmitida para as madres. Estas transmitem as cargas para as pernas através de nós (com presença de escoras nas asnas simples). A disposição das madres ao longo das pernas deve ser ponderada e colocada de maneira a prevenir grandes excentricidades, sobretudo devido a ações exteriores como o vento e sismo. Segundo Lopes (2007), as madres não devem ser colocadas a mais de 20 cm da posição dos nós (perna-escora), podendo por em causa a segurança da estrutura (aumento de momentos fletores). A seção das madres depende sobretudo do seu vão e afastamento (distância entre asnas e entre madres, respetivamente). Depende também e naturalmente da carga proveniente da estrutura secundária (peso das varas, ripado, guarda pé, telha cerâmica, inclinação da cobertura e ainda ações exteriores variáveis) (Bastos, 2011).

3.7. Patologias em coberturas de edifícios antigos

A cobertura de um edifício é um elemento de extrema importância pois permite a impermeabilização e o isolamento do topo do edifício, e conseqüentemente a sua durabilidade. Para tal, é necessária uma boa seleção dos materiais e a sua devida aplicabilidade em termos construtivos, evitando erros de execução que poderão contribuir para o surgimento de futuras anomalias. Dada a sua localização, é o elemento que apresenta uma maior vulnerabilidade aos agentes agressores. Ao longo das décadas, é normal que surjam mecanismos de degradação, sejam eles de origem biótica (fungos cromogéneos, fungos de podridão, insetos xilófagos e sociais) ou abiótica (água, radiação solar, temperatura, compostos químicos), pelo que é comum a existência de alguns agentes agressores e suas conseqüências em coberturas de edifícios antigos.

A água é o principal inimigo da conservação dos elementos de cobertura e responsável por um grande número de patologias. Devido à idade avançada dos materiais aplicados nas coberturas antigas, é comum a existência de fraturas, desalinhamentos das fiadas dos

elementos cerâmicos e entupimento das caleiras, que conseqüentemente criam condições propícias para a ocorrência de infiltrações, podendo chegar à estrutura de madeira. Em alguns casos, pode surgir podridão, principalmente justo aos apoios, devido ao facto de ser um local em contacto com a estrutura secundária e elementos de travamento. É também propício o aparecimento de insetos, sendo geralmente um dos principais agentes de deterioração das estruturas de madeira de edifícios antigos, induzindo pequenas vibrações nas estruturas de suporte, fazendo diminuir as seções dos elementos, tanto asnas como pavimentos

Tendo em conta que os agentes bióticos e abióticos são outro dos principais fatores que originam a degradação e deterioração em elementos de madeira, existem outros casos onde ocorrem danos estruturais ou patologias de origem estrutural, estando relacionados com os esforços a que a estrutura está sujeita (Lopes, 2007). Neste caso, estas anomalias podem ser mais facilmente identificáveis, através de uma simples observação visual, onde podem ser anomalias associadas a deformações excessivas (nomeadamente a meio vão) de elementos de travamento e linhas, roturas e escorregamento das ligações por falta de resistência à tração devido a excesso de esforços, entre outros (Martins, 2009).

Um erro muito comum é a deficiente conceção das estruturas de cobertura de maneira a que estas estejam devidamente protegidas contra fatores abióticos, como a não fixação correta dos elementos cerâmicos, a ausência de guarda pó, o uso de madeiras já contaminadas por insetos xilófagos, entre outras. O mau dimensionamento, como o uso de geometrias e/ou seções inadequadas, afastamentos elevados entre asnas (contribuindo para deformações), má adoção do tipo de estrutura de suporte (onde anos mais tarde realizam contraventamentos provisórios e deficientes) ou alteração e degradação das ligações entre os elementos estruturais são umas das principais anomalias presentes em edifícios antigos. Em muitos casos é comum a ausência de ventilação, o que eleva a humidade e a temperatura, criando condições propícias ao aparecimento e desenvolvimento de agentes agressores (abióticos e bióticos). Noutros casos e posteriormente à construção do edifício, surgem por vezes necessidade de criar implantação ou acréscimo da rede de abastecimento de água ou rede pluvial, o que leva ao corte de alguns elementos de madeira, induzindo a estrutura a variações de esforços. (Andrade, 2014; Brito, 2014; Lopes, 2007; Martins, 2009).

4. METODOLOGIA DE INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO

4.1. Aspectos gerais de inspeção e diagnóstico

A madeira é um material usado há séculos, e a sua aplicação na construção nem sempre foi a mais adequada ou com os devidos cuidados e manutenções, sobretudo em estruturas antigas com valor histórico, onde muitas podem apresentar deficiências estruturais, seja por erros ou omissões de projeto, como também má execução em obra. De maneira a evitar um conjunto problemas relacionados com deficiências de estanquidade na envolvente e consequentes problemas de humidade excessiva (Cruz, 2011), assim como ataques biológicos e deficiências estruturais e não estruturais, é essencial a realização de inspeções, de preferência periódicas, que permitam avaliar o estado de conservação da madeira, e consequentemente efetuar a devida manutenção. Todo este processo é de alta importância, sobretudo quando se fala em áreas de interesse, como centros históricos e de valor patrimonial, pelo que os edifícios têm que obedecer a certas exigências para uma inclusão apropriada à sua localização, tendo em conta também as suas características arquitetónicas e estruturais (Gomes, 2016).

Ao inspecionar uma estrutura de madeira e esta encontra-se em estado razoável ou bom de conservação, sem problemas estruturais e sem degradação significativa, sem que também haja alterações das cargas aplicadas à estrutura, poderá proceder-se ao acerto e reparações pontuais, e no caso da necessidade de substituição de elementos, o novo elemento deverá ser igual ao original, sem necessidade de grandes verificações estruturais. Caso sejam encontrados sinais de deficiências estruturais ou alterações das condições de apoios ou de carregamentos, como também a existência de uma elevada degradação dos elementos da madeira que justifiquem a sua inteira substituição, é imprescindível efetuar uma rigorosa inspeção, nomeadamente com vários ensaios, avaliando as condições de segurança da estrutura.

Depois de efetuada a inspeção e diagnóstico, segue-se a fase de interpretação da informação e dos resultados obtidos, caracterizando o estado de conservação da madeira.

4.2. Avaliação e Inspeção

A madeira sempre foi um material barato e de fácil uso. No entanto, no seu auge de utilização, alguns séculos atrás, o seu constante uso nas mais diversas edificações levou ao seu aperfeiçoamento, requerendo mão-de-obra qualificada, sobretudo na conceção das asnas e na execução de entalhes (Lourenço e Branco, 2014).

Com o aparecimento do aço e mais tarde do betão, como também a industrialização, houve um impacto negativo na utilização da madeira e esta deixou praticamente de ser utilizada, passando a ser aplicada essencialmente em estruturas de aplicação provisórias. Esta contínua sucessão de acontecimentos levou a uma perda significativa dos conhecimentos adquiridos ao longo dos séculos do uso e aplicação da madeira.

Hoje em dia e em Portugal a utilização da madeira regressou e tem vindo a aumentar, facto este de a madeira ser um material sustentável, de fácil manuseamento, barato e de fácil obtenção, sendo muito usado na conservação e reabilitação do património edificado degradado (Lourenço e Branco, 2014).

Tendo isto em conta, o processo de avaliação das estruturas de madeira (Brito, 2014) tem tido alguns problemas relacionados com a falta de formação de pessoas qualificadas que entendam o uso da madeira e as técnicas de sistemas estruturais tradicionais, ou seja, conhecimentos específicos que permitam interpretar as estruturas de elementos de madeira, estimando e caracterizando eventuais patologias que elas possam apresentar. Para tal, é necessário criar formações adequadas que visem o anterior referido, nomeadamente o procedimento de corretas inspeções e manutenções do edificado.

4.3. Técnicas de Inspeção, Registo e Diagnóstico

As estruturas de coberturas dos edifícios dos centros históricos antigos são maioritariamente constituídas por elementos de madeira, assim como os pavimentos, e como tal, é necessário efetuar uma inspeção preliminar de forma a garantir a segurança da mesma, para que a inspeção possa decorrer com todos os cuidados, identificando zonas críticas e criando zonas de acesso fácil, providas de uma correta iluminação e material de apoio (Cruz, 2011).

Segundo Gomes (2016), com os devidos cuidados aplicados, os processos de registo e diagnóstico podem avançar mais detalhadamente e deles podem ser contemplados:

- Registo fotográfico pelo interior da cobertura e pelo exterior (este quando é possível);
- Preenchimento das fichas de inspeção e apontamentos de notas relevantes;
- Levantamento geométrico da estrutura de cobertura;
- Ensaaios estruturais (destrutivos, semi-destrutivos e não destrutivos).

É fundamental ter conhecimentos ou reunir informação disponível sobre as características das coberturas dos edifícios antigos, nomeadamente informação histórica do edifício, como a sua época ou ano de construção, tipos de materiais usados, descrição dos sistemas e pormenores construtivos, danos identificados, acidentes ocorridos, na perspetiva de entender e esclarecer eventuais incoerências e deficiências encontradas na estrutura de madeira, assim como ações de intervenções e manutenções anteriores, de forma a abordar corretamente o diagnóstico das patologias e anomalias encontradas. A obtenção dos desenhos originais ou atuais é também importante para o processo de inspeção, quando estes estão disponíveis e/ou existem, pelo que relativamente a edifícios antigos, a sua existência é escassa ou nula (Dias, 2008).

A caracterização da zona envolvente constitui um fator importante para a metodologia de inspeção e diagnóstico, pois deverá ser feita uma primeira visita ao local, no intuito de tentar perceber que tipo de particularidades existem na envolvente, assim como a presença de árvores, linhas de água e fraca exposição solar. Estas particularidades podem contribuir para um aumento da humidade no edificado, assim como a possibilidade de existência de carunchos, devido também à existência de solos húmidos (Martins, 2009). É de notar que a fraca exposição solar está em grande parte dos casos relacionada com a existência de centros urbanos concentrados, nomeadamente centros históricos, onde grande parte dos edifícios encontram-se localizados entre dois edifícios ou as águas da cobertura detêm de uma deficiente inclinação.

Quando se reúne informação relativamente ao edifício em causa, tem-se que ter em conta que nenhum edifício é igual (Gomes, 2016), e portanto a estratégia de inspeção e diagnóstico pode ser distinta e deverá ser adaptável para cada caso do edificado. Nem todos os edifícios têm acesso ou fácil acesso à sua cobertura, e portanto deverá ser tido em conta todos os cuidados para que o registo e inspeção decorram da melhor forma. O registo terá de ser feito consoante os meios disponíveis e de uma forma exigente, criteriosa e coerente, de maneira a registar as singularidades e particularidades

importantes, registo este efetuado por uma equipa de técnicos multidisciplinares, detendo de vários conhecimentos e experiências diversas, aumentando o rigor no procedimento de inspeção e registo.

Das técnicas de inspeção mais comuns, fazem parte as técnicas não-destrutivas (TND) (Brito, 2014). Estas permitem identificar as propriedades físicas e mecânicas dos materiais sem que haja alteração das mesmas, avaliando a qualidade dos elementos de madeira. Existem vários tipos de TND, através de técnicas tradicionais, como a observação visual, a lâmina metálica, o martelo, o humidímetro, extração de carotes. Neste trabalho foi utilizada a observação visual e o humidímetro para realização do levantamento pretendido.

A observação visual é o método mais antigo e tradicional utilizado em técnicas de diagnóstico e inspeção de estruturas de madeira. É uma técnica feita a olho nu, com o apoio do registo fotográfico, utilizada para detetar evidências de deterioração externa superficial da madeira (Cruz, 2011). Permite:

- Identificar a espécie florestal da madeira a que pertence o elemento ou estrutura em causa;
- Identificar as características físicas dos elementos, nomeadamente a cor, existência de nós, inclinação dos fios, existência de fissuras e a presença de bolsas resinosas;
- Detetar deformações, empenos ou rotura mecânica nos elementos de madeira;
- Caracterizar a qualidade das ligações, assim como a ausência de samblagens;
- Identificar qual o tipo de degradação biológica (carunchos, fungos);
- Detetar manchas na madeira, cujas indicam ocorrências de humidades e infiltrações;
- Caracterizar a ventilação dos elementos de madeira nos apoios;
- Detetar presença de excrementos de animais e sujidades.

De maneira a ajudar o processo de inspeção ou observação visual, este deve ser feito com ferramentas de apoio (Martins, 2009), fornecendo auxílio e segurança à identificação e caracterização dos elementos de madeira. Assim, deve ser utilizado equipamento de segurança individual, composto por capacete, calçado específico (botas), luvas e ainda óculos de proteção.

Uma correta iluminação é imprescindível para o processo de inspeção e portanto o local deverá ser bem iluminado, com recurso a iluminação artificial (lanternas), para focar zonas escuras e de difícil acesso (pois grande parte das coberturas antigas não possuem adequada iluminação, não havendo presença de telhas de vidro) (Dias, 2008).

Muitos elementos de madeira, sobretudo quando dispostos longitudinalmente, tendem a acumular detritos e sujidades, pelo que a utilização de escovas e pincéis são ferramentas de apoio que ajudam à limpeza dos elementos, permitindo uma melhor observação das suas características.

Outro método de inspeção não-destrutivo utilizado é o ensaio utilizando o humidímetro. Este é um aparelho eletrónico portátil cuja função é medir o teor de água em elementos de madeira. Nalguns modelos é possível selecionar a espécie e a temperatura da madeira (Martins, 2014). Existem alguns tipos de humidímetros, como o humidímetro de agulhas, quando a sua função é para cravar na madeira, ou o humidímetro de superfície, quando a sua função é para encostar na superfície do elemento. No estágio foi utilizado o humidímetro de agulhas, como apresenta a Figura 18. Este é dotado de duas agulhas sensíveis (dois elétrodos) (Ferreira, 2010) na sua extremidade que servem para ser cravadas na madeira o suficiente para permitir uma leitura fiável.



Figura 18 – Exemplo da utilização do humidímetro durante as inspeções

O funcionamento deste equipamento tem por base a relação entre a resistência e condutividade elétrica com a quantidade de água presente no elemento, pois quanto maior for a presença de água, conseqüentemente maior será a condutibilidade elétrica na madeira (Martins, 2009).

Este equipamento é bastante útil e prático e possibilita uma leitura fácil e direta. No entanto, não é um método exato, devido à necessidade de requerer calibrações frequentes,

existência de incerteza na temperatura da envolvente e eventual pouca sensibilidade das agulhas.

Existem atualmente inúmeros ensaios para além dos acima referidos (usados no processo de inspeção e diagnóstico no estágio realizado), que podem ser aplicados em elementos de madeira, nomeadamente fotogrametria, ondas sónicas, termografia, microscopia, raios-x, raios-gama e infravermelhos. Ensaios como a utilização do instrumento pilodyn (determina a densidade da madeira) e o resistógrafo (mede a resistência da madeira à penetração de uma broca) são, para além do humidímetro, ensaios interessantes para o estudo do estado de conservação da madeira (Dias, 2008). No entanto, a aplicação destas técnicas não está no âmbito deste trabalho.

4.4. Estratégia de Inspeção das coberturas do CHL

Segundo Gomes (2016), o parque edificado do CHL necessita de estratégias que visem uma requalificação e reabilitação dos edifícios e do espaço público, devido à elevada degradação que esta zona sofre, devido às fracas condições/desenquadramento oferecido nesta zona, o despovoamento, envelhecimento da população, desemprego e inúmeros fatores socioeconómicos que contribuem para a migração e conseqüente degradação deste espaço urbano.

É importante entender as necessidades e planos estratégicos a implementar, para minimizar e evitar conseqüências deste tipo no futuro. Para tal, definiu-se uma estratégia de intervenção para o parque edificado do CHL, que passa primeiramente pela preparação, seguido do trabalho de campo e trabalho de gabinete, onde posteriormente será feita uma análise dos resultados que por fim irá remeter para uma análise das soluções e implementação de inspeções e manutenções, que não faz parte do âmbito deste relatório. A Figura 19 exemplifica o esquema segundo Gomes (2016).

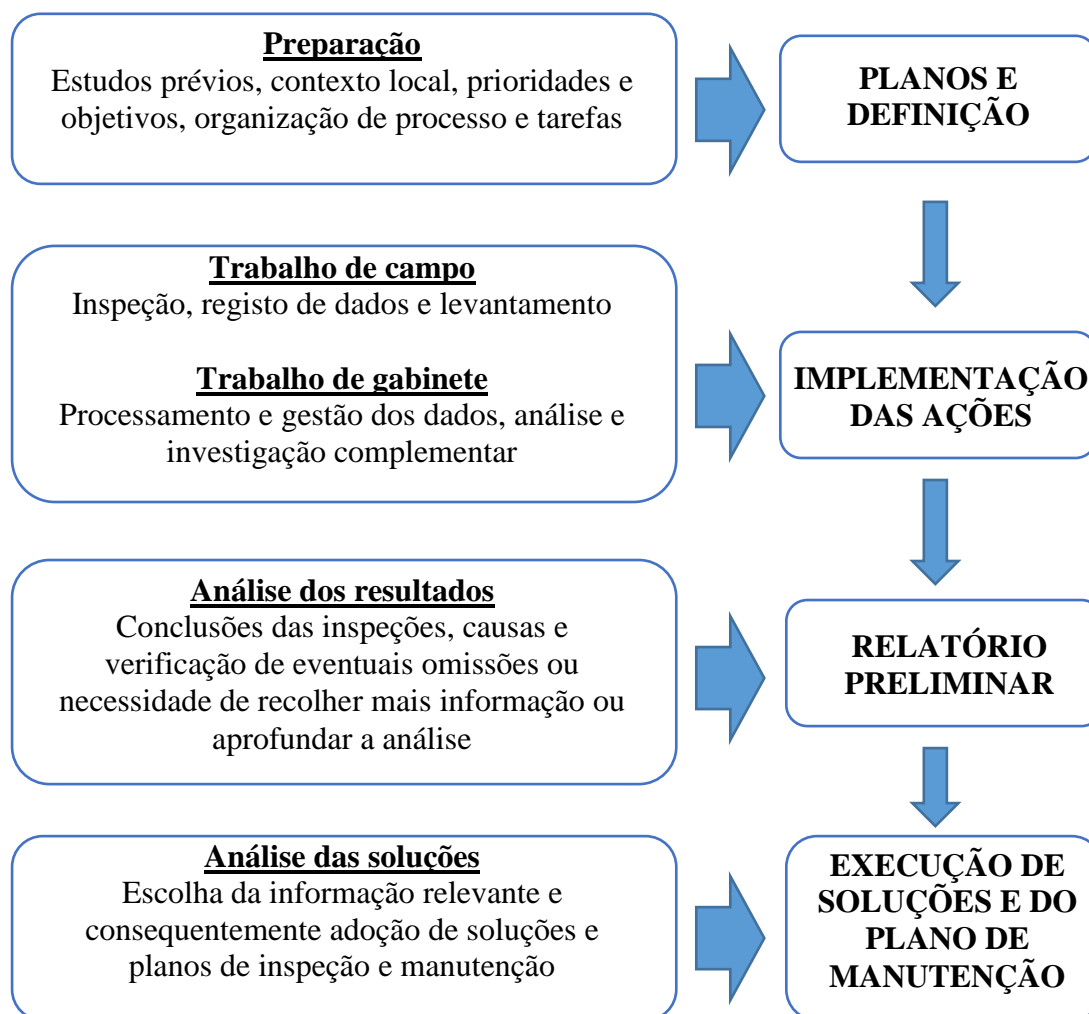


Figura 19 – Exemplo de um conjunto de estratégias de intervenção a realizar no CHL, Gomes (2016)

4.4.1. Fichas de Inspeção

As fichas de inspeção servem de forma geral para avaliar o estado de conservação das construções tradicionais em madeira das coberturas do CHL, identificando tipos de materiais, singularidades, qual o tipo de estrutura presente e quais as patologias presentes nos elementos da cobertura.

De forma a realizar uma caracterização e levantamento do estado de conservação das coberturas do CHL, procedeu-se assim à realização de fichas de inspeção, com base nas fichas realizadas por Gomes (2016) na caracterização do parque edificado no centro histórico de Leiria e por Morgado (2012) no plano de inspeção e manutenção de coberturas de edifícios correntes.

Este relatório foi concebido para o caso de estudo das coberturas e portanto apenas foram elaborados dois modelos de fichas de inspeção, uma direcionada à identificação do edifício, FI1, e a segunda ficha inerente à cobertura, FI2. Ambos os modelos encontram-se em anexo.

De forma a responder aos critérios e características do parque edificado do CHL, as fichas de inspeção foram sofrendo alterações e acertos (como o tipo de material, tipo de estrutura de asna, anomalias, entre outros), como consequência da realização de algumas inspeções iniciais que serviram também para a adaptação e ajustes das fichas. Seguidamente será mostrada a versão final das fichas apresentadas em tópicos.

A primeira ficha de inspeção, FI1, é constituída inicialmente pelo tópico 1 (Generalidades), que apresenta a seguinte informação:

- **1.Generalidades:**

- Código do edifício;
- Matriz do edifício (designação atribuída pela CML);
- Nome/localização do edifício;
- Data de inspeção;
- Técnico responsável;
- Ano de construção;
- N° de polícia;
- Condições de habitabilidade;
- Contactos efetuados (proprietário, empreiteiro, inquilino, projetista ou outro);
- Classificação do edifício (privado ou público);
- Valor arquitetónico (monumento nacional, imóvel de interesse público, valor concelho, imóvel de qualidade, imóvel de acompanhamento, dissonante parcial e dissonante total);
- Tipologia estrutural (alvenaria com pavimentos em madeira, betão armado, estrutura metálica ou outra);
- Edifício em ruína;
- Localização do edifício (isolado, gaveto, entre edifícios e extremidade);

O tópico 2 (Utilização do Edifício) está incluído o nº de pisos e a utilização por andar do edifício (comércio, habitação, serviços, armazém, garagem, edifício religioso e devoluto). Por fim o tópico 3 diz respeito às observações, caso seja pertinente registar (ex.: Edifício com elevado pé direito. No momento da inspeção, o edifício encontrava-se em obras de reabilitação. A cobertura deverá ser espaço para habitação.).

A segunda ficha de inspeção, FI2, é a ficha de inspeção com informação mais relevante de acordo com os objetivos definidos para este trabalho. Está dividida em vários tópicos principais, nomeadamente:

- **1.Classificação da cobertura:**
 - Forma da cobertura
 - Nº de águas
 - Tipo de cobertura
 - Inclinação e área da cobertura
 - Utilização e acessibilidade da cobertura
- **2.Constituição da cobertura:**
 - Exterior
 - Revestimento
 - Singularidades
 - Sistema de Ventilação
 - Interior
 - Singularidades
- **3.Estrutura de suporte:**
 - Tipo
 - Espécie da madeira
 - Tipologia da estrutura com asna
 - Estrutura
 - Tipologia
 - Elementos constituintes
 - Tipos de ligações
 - Observações
 - Esquema da cobertura

- **4.Patologias:**
 - Revestimento exterior
 - Elementos cerâmicos
 - Remates
 - Rufagem
 - Estado de conservação
 - Estrutura de madeira
 - Patologias e anomalias detetadas
 - Localização das patologias
 - Estado de conservação
 - Estabilidade aparente
 - Observações
- **5.Intervenções:**
 - Descrição da intervenção
- **6.Fotos**
- **7.Ensaio in-situ:**
 - Humidímetro
- **8.Critérios de avaliação**
- **9.Registo de observações e notas finais**

4.4.2. Aplicação das Fichas *in-situ*

As fichas de inspeção, depois de elaboradas, foram aplicadas numa série de inspeções iniciais, com o objetivo de proceder às inspeções regulares e de uma certa forma ajustar e adaptar as fichas mediante as características dos edifícios antigos do CHL. Assim, as fichas foram reajustadas algumas vezes, até chegar à sua versão final, que se encontra no Anexo A.

No decorrer das inspeções iniciais e como era de esperar, surgiram alguns impedimentos ao registo de toda a informação que era relevante e importante para o estudo. O processo de registo foi em formato de papel. Algumas coberturas tinham difícil acesso e fraca luminosidade, que também foram fatores que dificultaram esta tarefa. Posteriormente à inspeção, toda a informação das fichas, foi registada em formato digital em folha de

cálculo do Microsoft Excel e também recorrendo ao AutoCad para elaboração das peças desenhadas.

Durante as visitas aos edifícios foram utilizados diversos materiais de apoio e suporte, como o equipamento de proteção individual, mencionado anteriormente, fichas de inspeção, lanterna, fita métrica, máquina fotográfica, telemóvel, caderno de notas e equipamento de ensaios como o humidímetro, como é possível verificar na Figura 20.



Figura 20 – Material e equipamento utilizado durante as inspeções nas coberturas do CHL

Como foi referido, com a realização das inspeções iniciais, surgiu necessidade de efetuar várias alterações, com vista a abranger toda a informação possível derivada das coberturas em estruturas de madeira dos edifícios antigos do CHL. Assim, as fichas foram preparadas de forma a incluir algumas informações que se consideram relevantes, nomeadamente:

- ✓ A inclinação recomendável da cobertura;
- ✓ Os tipos de asnas encontrados no CHL;
- ✓ Um esquema ilustrativo da estrutura da asna;
- ✓ O estado de conservação do revestimento exterior;
- ✓ As patologias e anomalias principais na estrutura de madeira, expondo de maneira simples o nível de degradação e extensão das patologias em 5 níveis distintos, do “não se aplica” ao “muito grave”, bem como a sua localização;
- ✓ O estado de conservação e a estabilidade aparente inerentes apenas à estrutura de madeira;
- ✓ Os critérios de avaliação, referindo uma descrição para o nível de degradação e para a extensão (muito ligeira, ligeira, média, grave e muito grave), para auxílio da inspeção.

4.4.3. Condicionantes e dificuldades no processo de inspeção e registo

Foi disponibilizada pela Câmara Municipal de Leiria uma base de dados com vários contactos de proprietários e inquilinos de edifícios de interesse, e os planos de pormenor de cada edifício do CHL, facilitando desta forma a recolha de informação dos edifícios, como informação histórica, tipologia, classificação do edifício, singularidades, estado de conservação e ainda uma parte sobre a cobertura, que veio a ser muito útil. Através da consulta dos planos de pormenor e pelas inspeções realizadas foi efetuado um devido registo com as dificuldades inerentes. Entre elas, encontram-se as seguintes:

- ✓ Por vezes foi difícil entrar em contacto com os proprietários e/ou inquilinos dos edifícios, muito devido ao facto de os edifícios estarem desabitados, ou não haver informação de contactos para o edifício em vista, dificultando e até mesmo impedindo realizar inspeções;
- ✓ Dificuldade na determinação da inclinação da cobertura, devido ao erro na determinação da distância da pendente;
- ✓ Dificuldade em identificar o tipo de telha, pois muitas vezes, o telhado possuía uma beirado com um tipo de telha e o restante telhado com outro tipo de telha. Este erro está associado quando não era possível visualizar o telhado em si, mas apenas o beirado pela vista de rua;
- ✓ Dificuldade em caracterizar o sistema de ventilação (se existia ou não, e se sim quais as suas características). A sua existência na maior parte das vezes consistiu na observação de telhas de ventilação, algo muito raro de se verificar em telhados de edifícios antigos;
- ✓ Dificuldade em inspecionar todos os elementos, por vezes devido à dificuldade de visualização (obstrução, pé direito muito baixo, fraca luminosidade) levando a resultados menos conclusivos em algumas situações;
- ✓ A visualização da zona exterior do telhado foi muitas vezes condicionada pelo facto de não haver condições para a sua observação, como a falta de janelas, clarabóias ou varandas, criando assim alguma incerteza na identificação de patologias no revestimento exterior;

A identificação da espécie da madeira mostrou ser por vezes complicado, porque em muitas situações a madeira encontrava-se em mau estado de conservação, presença elevada de sujidade, e por vezes muita fraca luminosidade que permitisse identificar com clareza a espécie;

5. RESULTADOS ANÁLISE E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os dados recolhidos, das 29 inspeções realizadas, através das fichas de inspeção e apresentados os resultados graficamente. Por fim é feita uma análise e discussão dos resultados obtidos.

Os dados recolhidos durante a inspeção foram introduzidos em folhas de cálculo.

O principal objetivo dos resultados da abordagem estatística foi elaborar uma caracterização detalhada das coberturas em estrutura de madeira de edifícios antigos, efetuando o seu respetivo diagnóstico de patologias, de forma a determinar o seu estado de conservação, ficando assim um registo de dados inerente ao diagnóstico e geometria das estruturas de coberturas dos edifícios antigos, caracterizando-se também por possuir relevo histórico em relação às coberturas do CHL e da ARU.

5.1. Análise de resultados do CHL e da ARU

A metodologia de análise de resultados segue os estudos realizados por Gomes (2016) relativamente ao CHL, pelo que este relatório serve também como um aprofundamento e um complemento de conhecimentos e dos resultados obtidos pelo mesmo. Conforme já referido, a amostra em estudo é de 29 edifícios, dos quais grande parte são de interesse a obras de reabilitação e conservação, sendo todos edifícios antigos. Embora sendo uma amostra razoável, os resultados apresentados têm alguma incerteza quando comparado a todo o edificado do CHL, que contém cerca de 488 edifícios.

A Figura 21 apresenta o número de edifícios inspecionados consoante a sua área de inserção na ARU, consequentemente no CH.

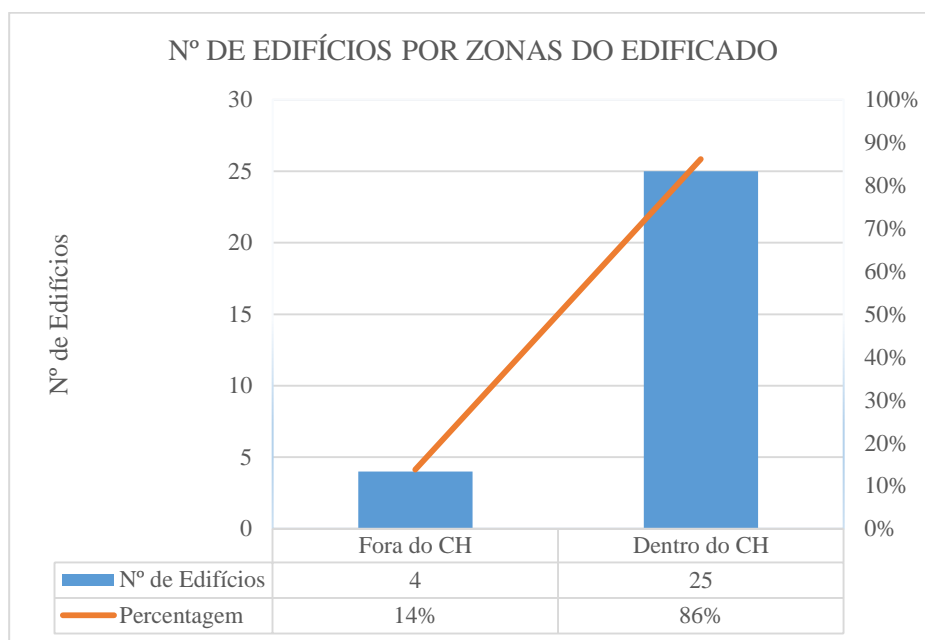


Figura 21 – Nº de edifícios por zonas do edificado do CHL

5.2. Identificação do Edifício e Aspetos Gerais (FI1)

Nesta secção são apresentados os resultados de dados inerentes à ficha de inspeção 1 (FI1), ou seja, à identificação do edifício contendo os seguintes tópicos: generalidades (época de construção; condições de habitabilidade; tipologia estrutural; localização do edifício) e utilização do edifício (nº de pisos e utilização por piso).

A Figura 22 apresenta o historial da época de construção dos edifícios inspecionados, verificando-se que maior parte das coberturas inspecionadas são de edifícios do séc. XIX (55%) e de início do séc. XX (28%). Apenas 14% são anteriores ao século XIX, resultado em parte devido às consequências das invasões francesas na cidade de Leiria que levou à destruição de muitas construções, assim como também demolições posteriores, entre outros. Estes dados são importantes no sentido que ajudam a perceber as tipologias de asnas utilizadas nas diversas épocas, como também o seu estado de conservação. Dos anos 40 aos 70 do séc. XX foi apenas verificado um edifício, correspondendo a 3% da amostra.

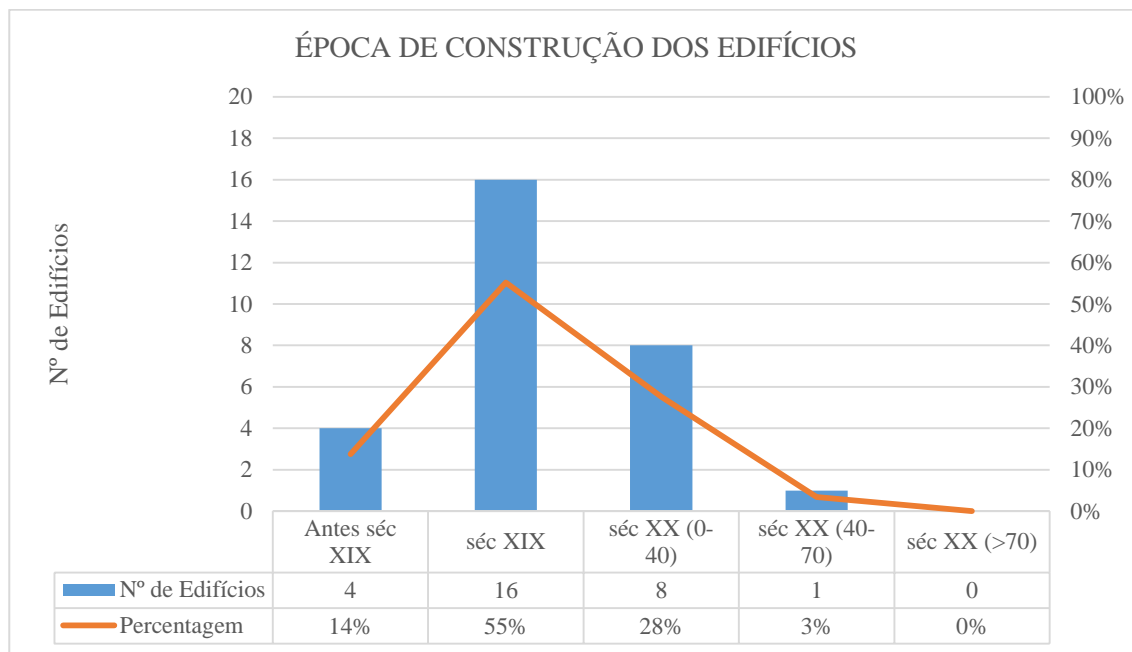


Figura 22 – Época de construção dos edifícios inspecionados

Relativamente ao uso verificou-se 55 % se encontram não habitados, sendo esta percentagem muito próxima de edifícios devolutos da amostra. Cerca de 34% dos edifícios encontram-se habitados e 13% encontram-se em obras de reabilitação, conservação ou requalificação do espaço, como é possível verificar na Figura 23.

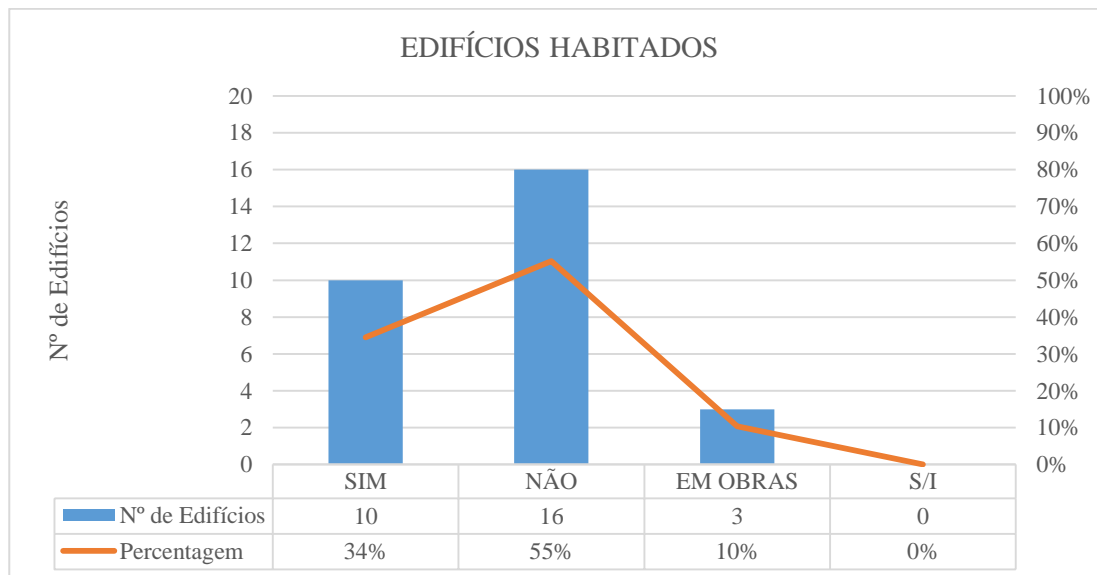


Figura 23 – Condições de habitabilidade (edifícios habitáveis) dos edifícios inspecionados

A Figura 24 apresenta a classificação (privados e públicos) dos edifícios inspecionados, verificando que 93% são privados (27 edifícios) sendo apenas 7% edifícios públicos (cerca de 32 edifícios)

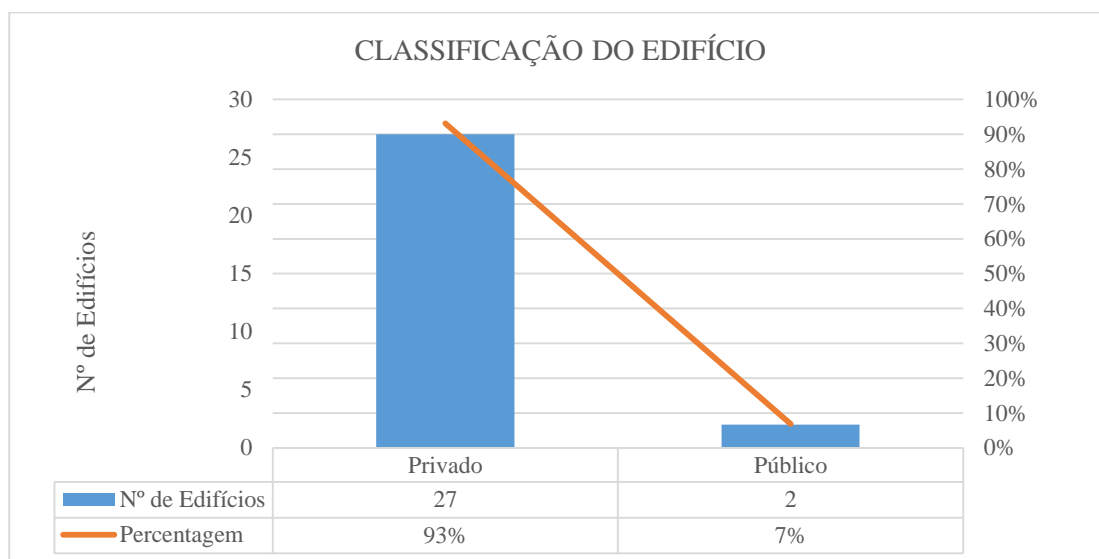


Figura 24 – Classificação dos edifícios inspecionados

Na Figura 25 verificam-se os dados relativamente à tipologia estrutural dos edifícios inspecionados, onde a maioria (27 edifícios) são constituídos por alvenaria com pavimentos em madeira (93%) e a restante percentagem (7%) remete para edifícios de tipologia mista (mais do que uma tipologia estrutural). Estes últimos edifícios sofreram obras de reabilitação e por isso foram acrescentados novos materiais de construção, seja betão armado ou estrutura metálica aos materiais originais (alvenaria com pavimentos em madeira).

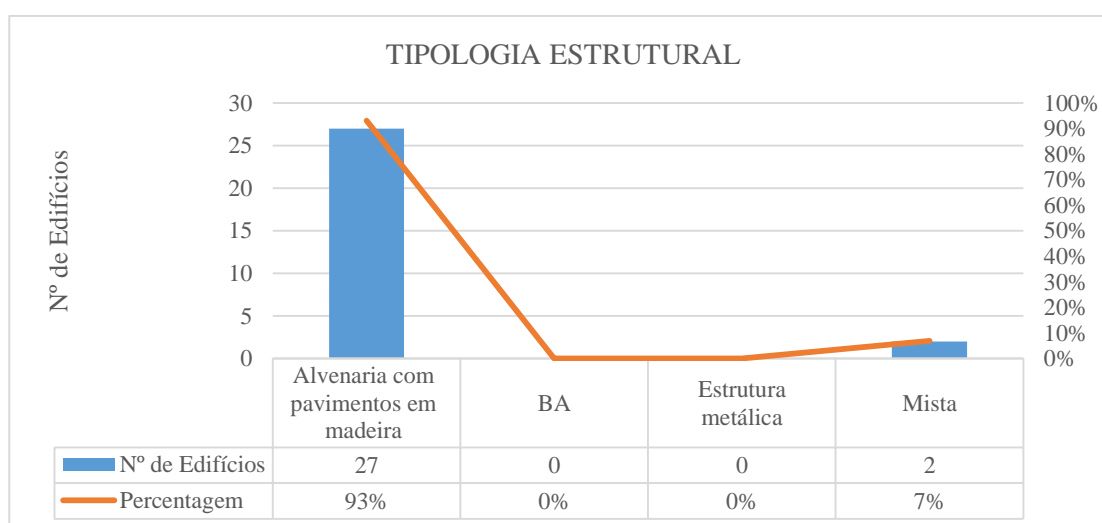


Figura 25 – Tipologia estrutural dos edifícios inspecionados

Na Figura 26 é possível observar os resultados relativos à localização do edifício, onde 38% dos edifícios inspecionados localizam-se em gaveto (11 edifícios), 31% entre edifícios, 21% em extremidade e apenas 10% são edifícios isolados.

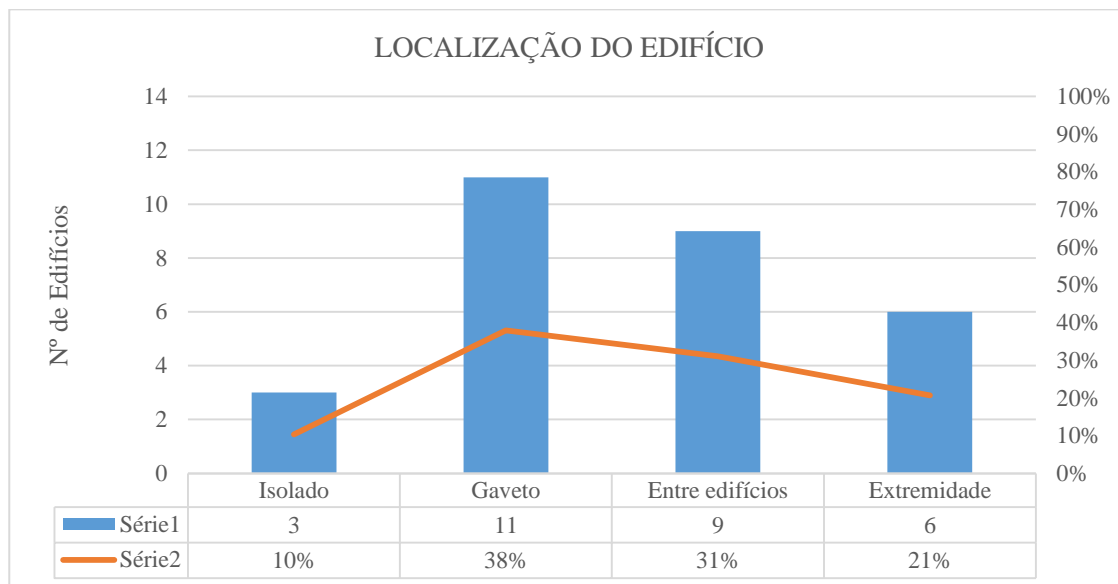


Figura 26 – Localização dos edifícios inspecionados

Os edifícios da ARU e particularmente do CH possuem maioritariamente três ou quatro pisos (Figura 27), onde se observa que 13 edifícios (45%) possuem quatro pisos, 12 edifícios (41%) possuem três pisos, 2 edifícios possuem 2 pisos (7%) e 2 edifícios possuem 5 pisos (7%), sendo estes últimos considerados edifícios altos e normalmente edifícios com relevância.

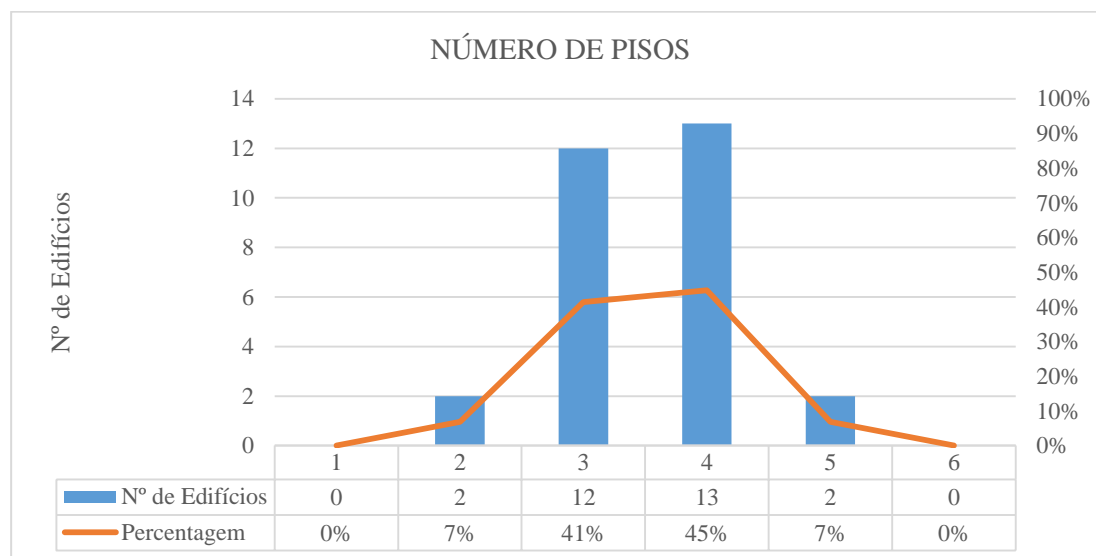


Figura 27 – Número de pisos dos edifícios inspecionados

A Figura 28 apresenta os dados quanto ao tipo de utilização do edifício por piso, como também a presença ou não de cave e à condição de ocupação (devoluto ou não). É possível verificar que existe um número significativo de pisos em estado devolutos, nomeadamente um terço dos edifícios inspecionados possuem as suas coberturas em estado devolutas.

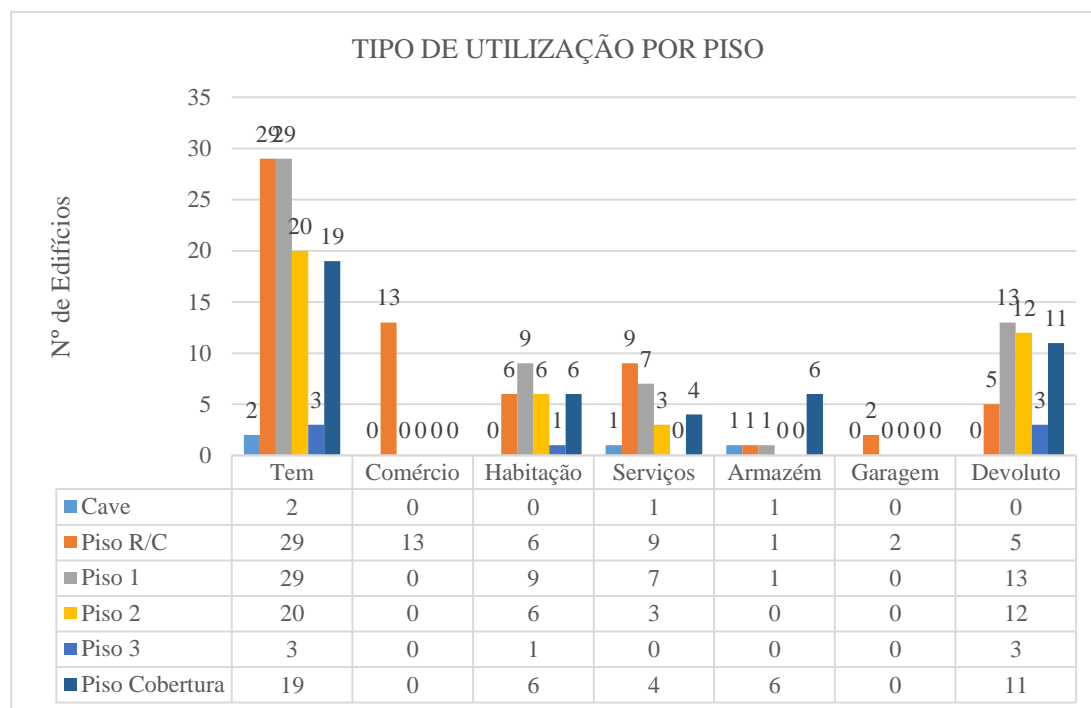


Figura 28 – Tipo de utilização por piso dos edifícios inspecionados

5.3. Coberturas (FI2)

Seguidamente são apresentados os resultados de dados inerentes à ficha de inspeção 2 (FI2), ou seja, à ficha que especifica os dados relativos às coberturas, contendo os seguintes tópicos de acordo com a ordem da ficha de inspeção: classificação da cobertura, constituição da cobertura, estrutura de suporte, patologias complementadas com algum registo de fotográfico, intervenções e ensaios *in-situ* não destrutivos.

5.3.1. Classificação da Cobertura

Neste tópico serão apresentados resultados inerentes à classificação da cobertura, ou seja, tipo, forma, número de águas e inclinação.

A Figura 29 apresenta o tipo e a forma da cobertura dos edifícios inspecionados, pelo que não foi encontrada nenhuma cobertura plana, sendo todas coberturas inclinadas (100%).

A mais comum e que abrange 76% das coberturas inspeccionadas são de forma quadrada (22 coberturas da amostra de 29). O número da amostra neste gráfico é de 30, pois estão englobados duas formas de coberturas num edifício apenas (é o caso do edifício Q69L03). Este edifício localiza-se em gaveto e possui uma cobertura irregular, sendo que na esquina do mesmo possui um topo piramidal, daí o número de coberturas piramidais da amostra ser apenas 1.

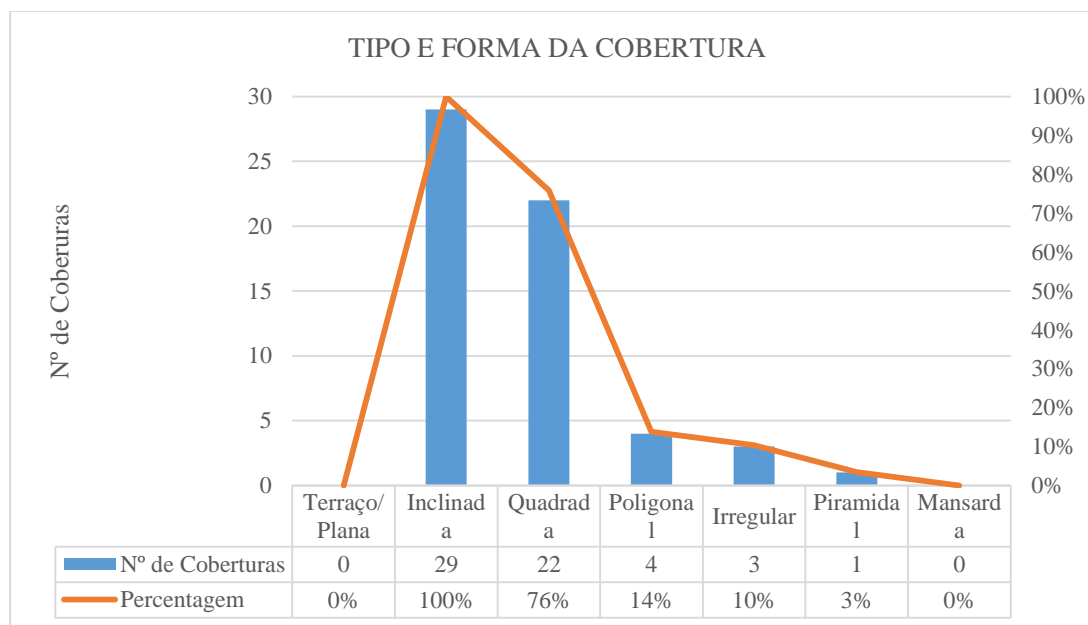


Figura 29 – Tipo e forma das coberturas inspeccionadas

Em seguida é apresentada a Figura 30 relativamente ao número de águas, onde o maior resultado de dados incide sobre as 2 águas (34%). De seguida encontram-se as coberturas de 3 águas (24%), 4 águas (10%) e de 5 águas (17%). Verificaram-se 3 edifícios (10%) que detinham 8 águas nas suas coberturas (e ainda um edifício com 6 águas).

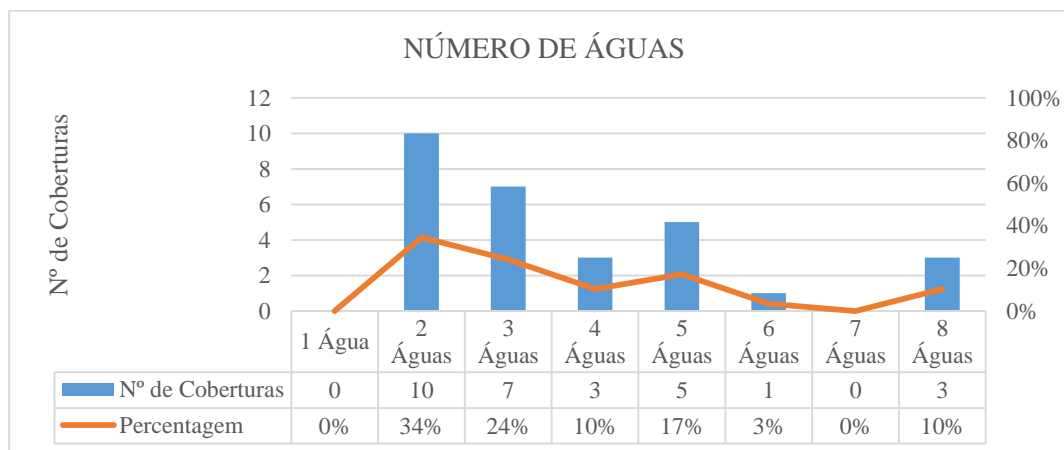


Figura 30 – Número de águas nas coberturas inspeccionadas

A inclinação das coberturas é um aspeto muito importante e crucial no dimensionamento e construção das mesmas. Dependendo do tipo de telha, há recomendações mínimas que devem de ser respeitadas, evitando inclinações insuficientes ou excessivas. A inclinação das coberturas foi determinada através de uma ficha técnica (C. Torreense, “Coberturas”, 2010), para a conceção de cobertura com telhado, onde posteriormente determinaram-se as inclinações mínimas recomendáveis consoante o tipo de telha. Assim, efetuou-se uma comparação entre a percentagem de inclinação das coberturas inspecionadas com os valores de percentagem recomendados pela ficha técnica, onde os resultados encontram-se no gráfico seguinte. Aqui a amostra é de 27 pois não foi possível efetuar medições e registos em duas coberturas que permitissem o cálculo da inclinação.

É possível verificar na Figura 31 que cerca de 93% das coberturas inspecionadas possuem uma inclinação suficiente. Apenas 7% detém de uma inclinação insuficiente (menor que a inclinação mínima recomendável). É de notar que estes valores poderão ter algum erro devido à dificuldade de efetuar um correto registo dos valores dos comprimentos das vertentes e do pé direito das coberturas, pelo que os valores são arredondados e não exatos.

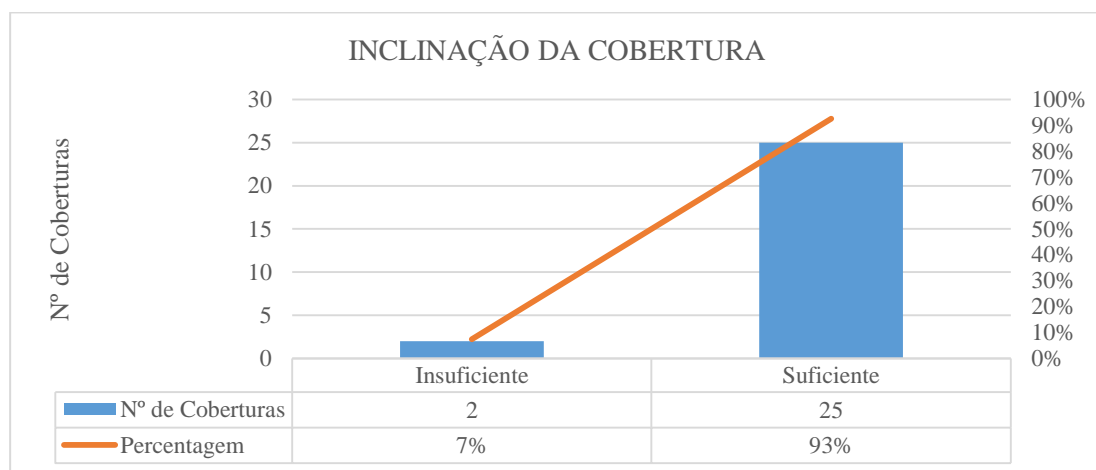


Figura 31 – Inclinação das coberturas inspecionadas

5.3.2. Constituição da Cobertura

Nesta secção são apresentados os dados referentes aos elementos constituintes da cobertura (exterior e interior), o seu revestimento e singularidades.

Como dito no Capítulo 3, o revestimento exterior em coberturas em Portugal, e especialmente em centros históricos, é o revestimento a telhas cerâmicas, nomeadamente telha canudo e marselha, que são normalmente as telhas mais comuns em edifícios antigos, onde o CHL não é exceção. Muitas vezes, o registo do tipo de telha através do exterior era enganoso, quando não era possível observar as águas e as vertentes, apenas os beirados. Estes muitas vezes têm um tipo de telha que não corresponde à telha presente no resto da cobertura (exemplo: muitos beirados são em telha canudo e o telhado em telha marselha). Para contornar este problema, tentou-se observar o telhado em diversos pontos e ângulos, e quando possível, observar diretamente na cobertura quando a existência de janelas ou claraboias.

Na Figura 32 apresenta-se o tipo de revestimento exterior encontrado nas coberturas inspeccionadas. Através da sua análise verifica-se que o tipo de revestimento mais comum é a telha marselha (55%), seguindo a telha canudo (24%) e a telha lusa (14%). Foi encontrado uma cobertura em chapas de fibrocimento e uma outra que com chapa metálica (cobertura encontrava-se em obras de reabilitação, pelo que a telha original foi substituída). A amostra deste gráfico é de 29.

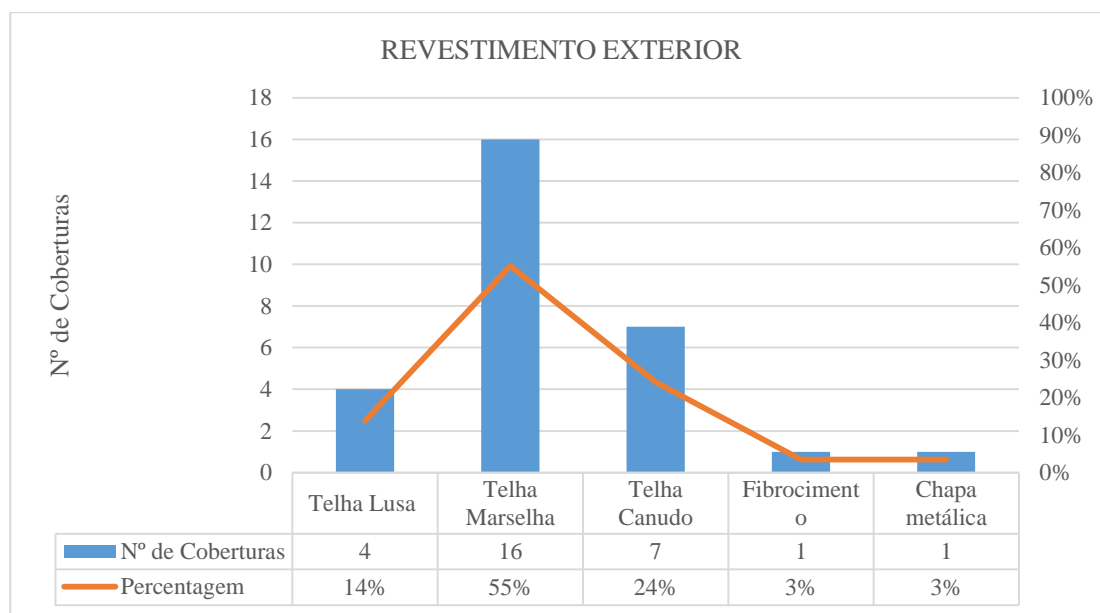


Figura 32 – Tipo de revestimento exterior das coberturas inspeccionadas

Tendo em conta o referido acima, o tipo de telha presente no beirado nem sempre corresponde ao mesmo tipo de telha presente no telhado. O beirado pode ser simples, duplo ou até mesmo triplo. A Figura 33 apresenta o tipo de telha presente nos beirados,

assim como o tipo de beirado. Neste caso a amostra é de 24 edifícios, devido à presença de platibandas e ausência de beirados, reduzindo o número.

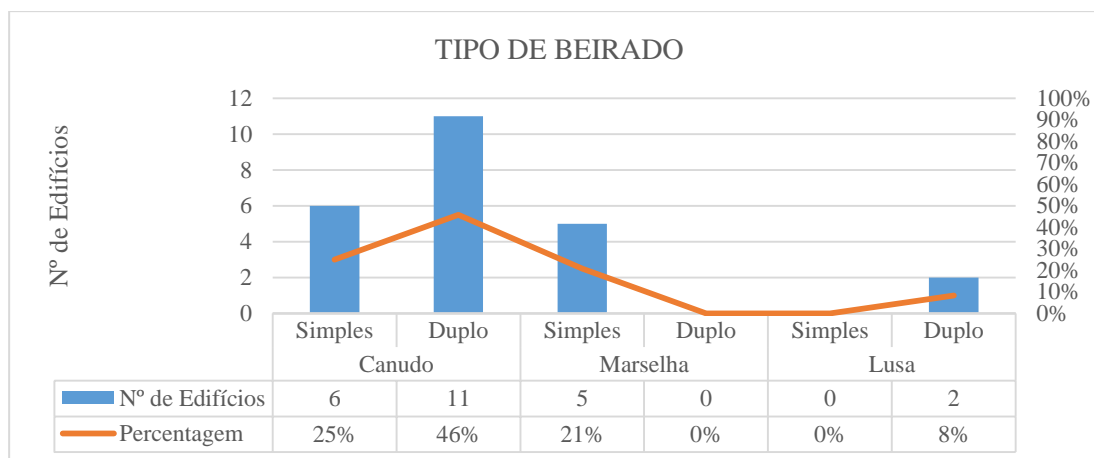


Figura 33 – Tipo de beirado dos edifícios inspecionados

É possível verificar que o beirado duplo em telha canudo é o mais comum na amostra dos 24 edifícios inspecionados (46%), seguindo pelo beirado simples em telha canudo (25%), beirado simples em telha marselha (21%) e apenas 8% em beirados duplos em telha lusa. Estes últimos resultaram da substituição dos elementos cerâmicos originais, onde posteriormente foram colocados beirados duplos em telha lusa.

Na Figura 34 estão expostos os resultados dos dados relativos a singularidades exteriores. A amostra continua a ser de 29, e em cada cobertura registaram-se as singularidades existentes. Verificou-se então que a singularidade mais comum é a presença de tubos de queda (97%) em 28 edifícios. A presença de beiral surge com percentagem de 83% (24 edifícios) e a de platibanda com 34% de ocorrência (10 edifícios). Por vezes surgiam edifícios que detinham de ambas as singularidades (beiral e platibanda), dependendo da localização da água e da importância da fachada. A presença de caleira exterior foi observado em 79% (23 edifícios), a de cornija em 69%, chaminés 62%, trapeiras em 38%, janelas em 45%, janela/clarabóia em 34%, clarabóias em 24% e a presença de lambrequim (detalhe decorativo em madeira muito característico em trapeiras) em 10% das coberturas inspecionadas.

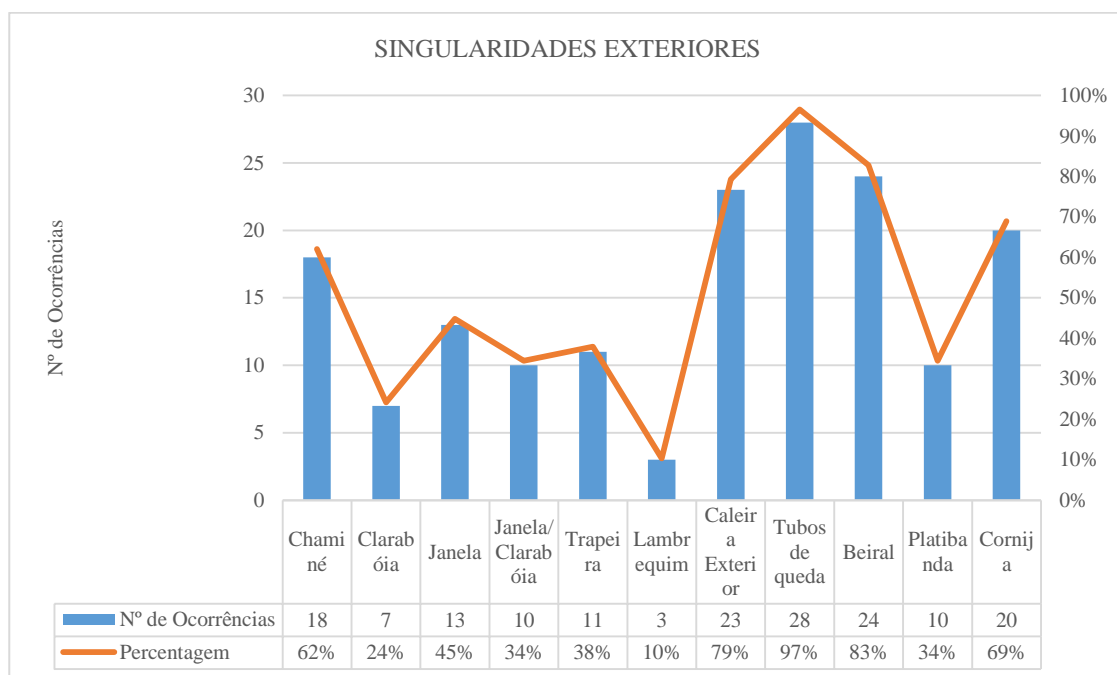


Figura 34 – Singularidades exteriores das coberturas inspeccionadas

Na Figura 35 estão apresentados os resultados dos dados relativos a singularidades interiores. A amostra continua a ser de 29, e em cada cobertura registaram-se as singularidades existentes. Verificou-se então que a singularidade mais comum é a presença de laje de esteira em 86% dos casos (25 coberturas), onde os 4 restantes o último piso é junto com a cobertura, estando a sua estrutura à vista. Verificou-se a presença de guarda pó em 66% dos casos (19 coberturas), 62% dos casos a presença de chaminé (em 18 coberturas), 34% dos casos a presença de caleira interior (em 10 coberturas) e cerca de 9 coberturas possuem tela impermeabilizante (31%).

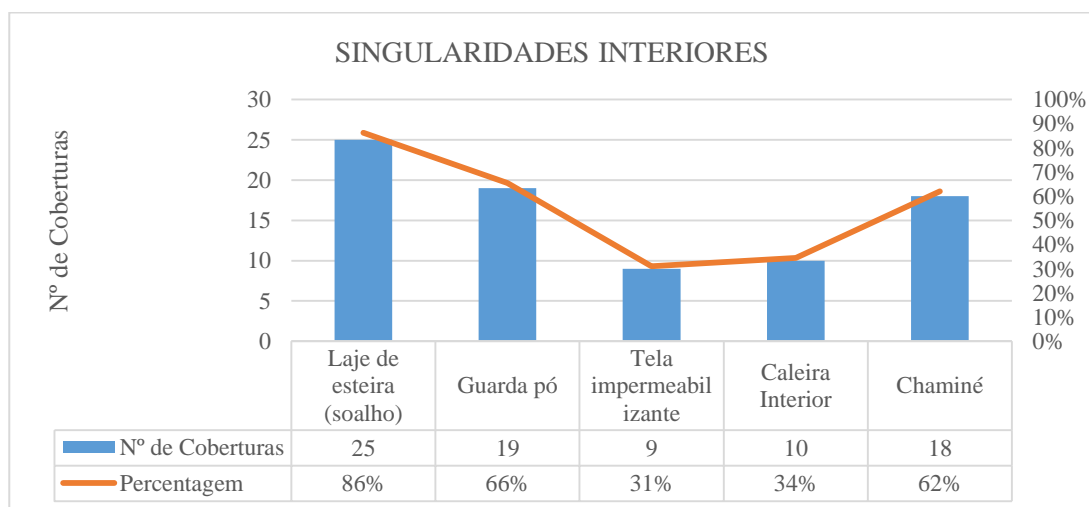


Figura 35 – Singularidades interiores das coberturas inspeccionadas

Na Figura 36 é possível verificar a presença ou não de sistema de ventilação nas coberturas. A amostra neste caso é de 29. Cerca de duas coberturas (7%) possui sistema de ventilação (presença de telhas de ventilação, colocadas posteriormente ao telhado original). Em 11 coberturas (38%) não foi observado qualquer tipo de sistema de ventilação e em maioria dos casos, em 16 coberturas (55%), não houve informação suficiente que permitisse um correto registo (como a presença de guarda-pó que impedia a visualização direta das telhas cerâmicas).

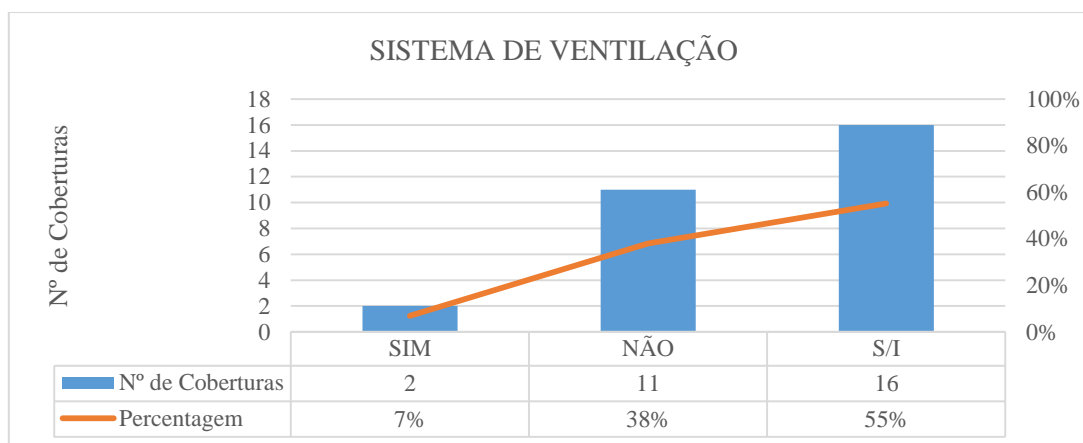


Figura 36 – Sistema de ventilação das coberturas inspeccionadas

5.3.3. Estrutura de Suporte

Nesta secção são apresentados os dados referentes à da estrutura de suporte em madeira, nomeadamente a espécie da madeira, tipologia da estrutura e tipo de ligações.

A Figura 37 apresenta a espécie da madeira encontrada nas estruturas de cobertura. Neste caso a amostra é de 28 edifícios pois uma cobertura encontrava-se em obras de reabilitação, onde toda a sua estrutura de suporte em madeira na cobertura foi substituída por elementos metálicos. Assim, verifica-se que grande parte das coberturas inspeccionadas são em pinho (86%), seguido pela madeira de eucalipto e castanheiro, ambas com 7% da amostra total.

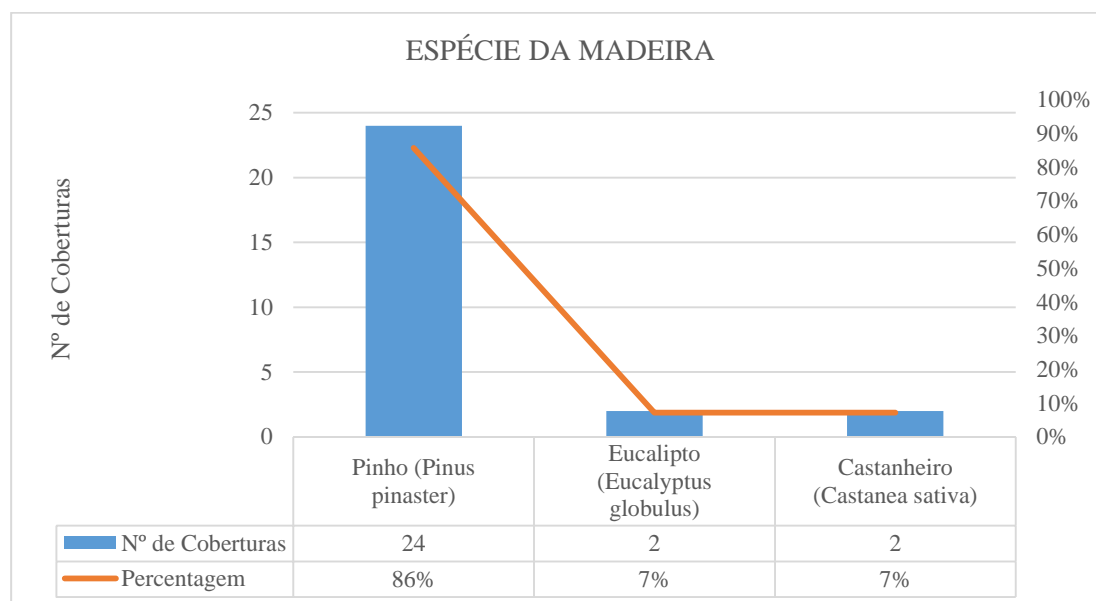


Figura 37 – Espécie da madeira das coberturas inspecionadas

A Figura 38 apresenta a tipologia das asnas. A maior parte das coberturas inspecionadas são compostas por asnas, e este elemento de suporte é característico em edifícios de média e grande dimensão, ao contrário de edifícios pequenos, onde a sua estrutura de suporte é vulgarmente composta por vigas apoiadas, que representam 14% dos edifícios inspecionados. O valor da amostra em estudo é de 29 coberturas. No entanto, algumas coberturas inspecionadas eram composta por tipos de asnas diferentes, o que fez elevar o valor do número de casos da estrutura de suporte para 41.

Verificou-se que a asna mais comum detetada foi a asna simples, em 11 casos (cerca de 27% das coberturas inspecionadas). O segundo tipo mais comum foi a asna de alpendre, em 9 casos (22%), seguido da asna pequena, em 5 casos (12%). Em 10% das coberturas inspecionadas e em 4 casos, o caso de vigas apoiadas e outros 4 casos sem informação disponível. Em 5% correspondem os casos de meia asna simples e asna em tesoura 1 (a asna em tesoura 2 encontra-se nas fichas de inspeção mas não foi encontrado nenhum exemplo). A asna composta foi encontrada em apenas 1 caso, numa cobertura que tinha sofrido obras de reabilitação anteriormente. Cerca de 7% das coberturas inspecionadas possuem uma estrutura que não está exemplificada, incidindo na categoria “outros”.

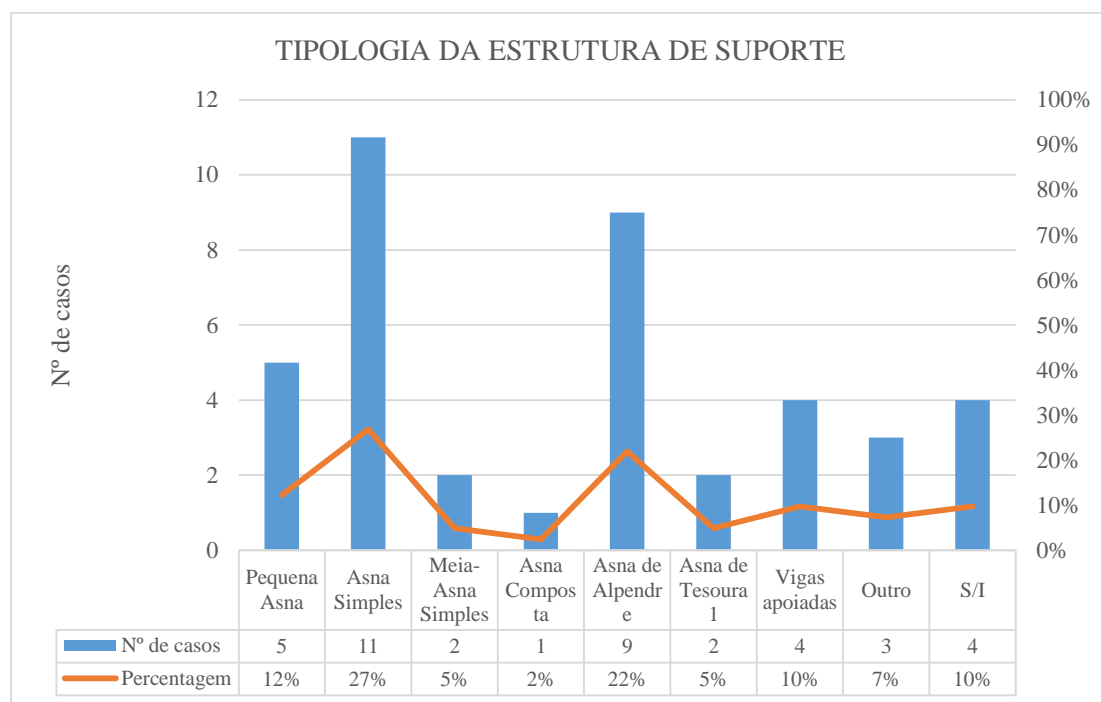


Figura 38 – Tipologia da estrutura de suporte das coberturas inspeccionadas

Na Figura 39 é possível verificar informação relativamente às ligações tradicionais encontradas nas estruturas de suporte. A amostra é de 29, sendo o número de casos 58, casos ocorridos entre os vários tipos de ligação. Como é possível verificar, o tipo de ligação mais encontrado foi em forma de encontro inclinado, como era de esperar, pois esta ligação sempre existente em asnas (ligação entre perna e linha), e o seu valor é de 34% nas coberturas inspeccionadas. A segunda ligação mais comum foi o apoio simples com pregagem (26%), onde elementos como madres encontram-se simplesmente apoiadas nas pernas. Segue-se a ligação em forma de cruzamento (16%), seguido da ligação em forma de cachorro (14%), a ligação em forma de apoio vertical (3%) e cerca de 7% sem informação.

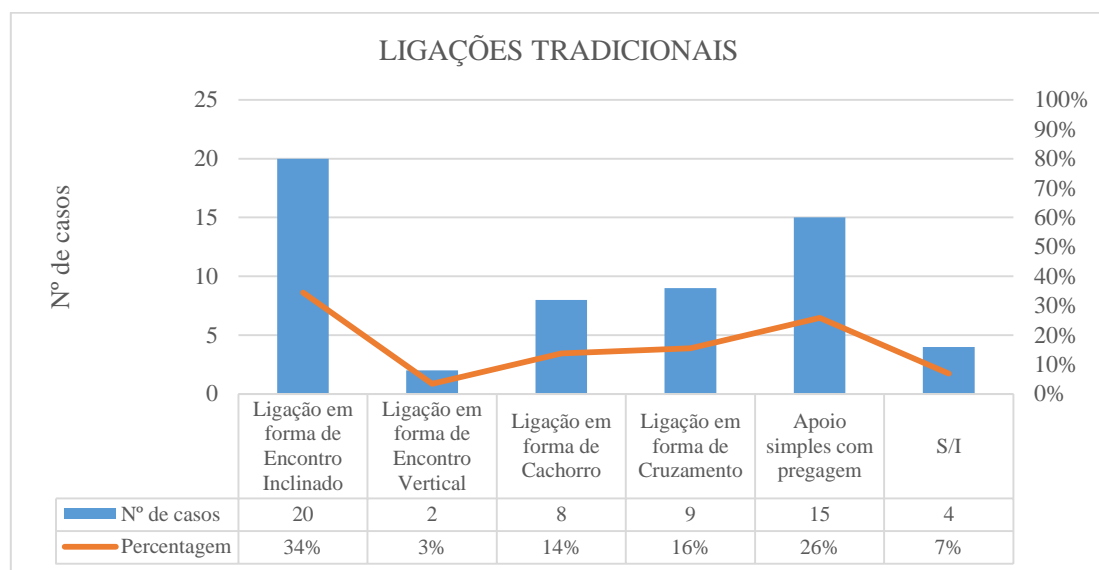


Figura 39 – Tipos de ligações tradicionais encontradas nas coberturas inspecionadas

A Figura 40 apresenta as ligações mecânicas encontradas nas estruturas de madeira, mais concretamente as ferragens. A amostra aqui é 29, sendo o número de casos 39, onde se verificaram os vários tipos de ferragens. A ferragem mais comum encontrada foi a braçadeira, elemento importante na ligação linha-perna, em cerca de 14 casos correspondendo a 36%. A segunda e terceira ferragem mais comum foi o pé de galinha (10%) e o pé de galinha dobrado (8%). O té esquerdo e direito, assim como o esquadro e “outro” possuem 3% nas coberturas inspecionadas. Em 8% dos casos, não houve informação suficiente para a recolha de dados e cerca de 28% dos casos de estruturas de suporte em madeira não possuíam qualquer tipo de ligação mecânica.

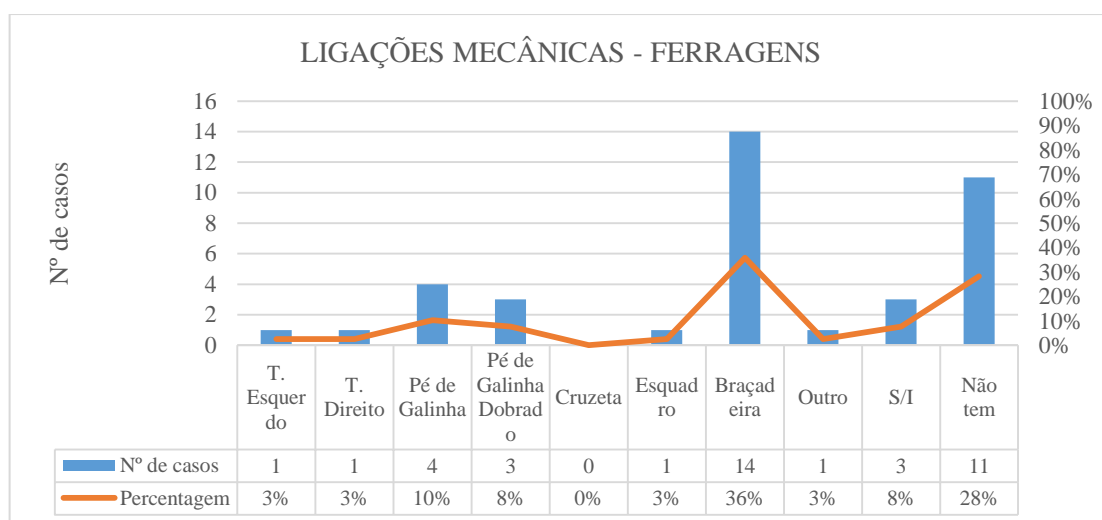


Figura 40 – Tipos de ferragens encontradas nas coberturas inspecionadas

5.3.4. Patologias

Neste tópico são expostos os dados dos resultados derivados das patologias, tanto na estrutura de suporte da cobertura (asnas) como no revestimento exterior (elementos cerâmicos), expondo uma análise ao estado de conservação e algum registo fotográfico alusivo a exemplos de patologias em elementos de madeira e revestimentos do CHL.

Depois de introduzidos os gráficos que mostram as patologias, serão introduzidos gráficos posteriormente que expressam critérios de avaliação em relação às patologias, nomeadamente o “nível de degradação” e a “extensão”. Ambos os critérios possuem uma escala que se inicia no “não se aplica” até ao “muito grave”, sendo o “não se aplica” nível 0 e o “muito grave” nível 5. O “nível de degradação” avalia o estado de degradação do elemento ou estrutura em causa e a “extensão” avalia o nível de extensão de danos causados pela patologia em causa. Ambos os critérios encontram-se devidamente expressos em detalhe no modelo da ficha de inspeção no Anexo A.

5.3.4.1. Revestimento Exterior – Elementos Cerâmicos

A Figura 41 apresenta o tipo de patologias encontradas nos elementos cerâmicos das coberturas do CHL. A amostra aqui é de 29 sendo o número de casos 65, onde se verificaram os diferentes patologias observadas. Inequivocamente, a presença de musgos e líquenes como salinidades foram as patologias mais encontradas nas coberturas, cerca de 32% e 29% respetivamente. Esta elevada percentagem pode estar diretamente relacionada com o número elevado de deficientes inclinações em coberturas do CHL, como a idade das telhas e falta de manutenção e limpeza. Seguidamente encontram-se a rotura e o desalinhamento, com 14% e 12% respetivamente, seguidas pelas patologias de mau encaixe e descolagem de telhas com 3% e 1% respetivamente. Cerca de 5% das coberturas inspecionadas não detinha de patologias nos elementos cerâmicos, todas elas devido ao facto de a cobertura ter sofrido obras de reabilitação, onde as telhas são recentes. Por fim, em 3% dos casos não houve informação disponível nem meios que possibilitassem o registo de dados pela observação direta nos elementos.

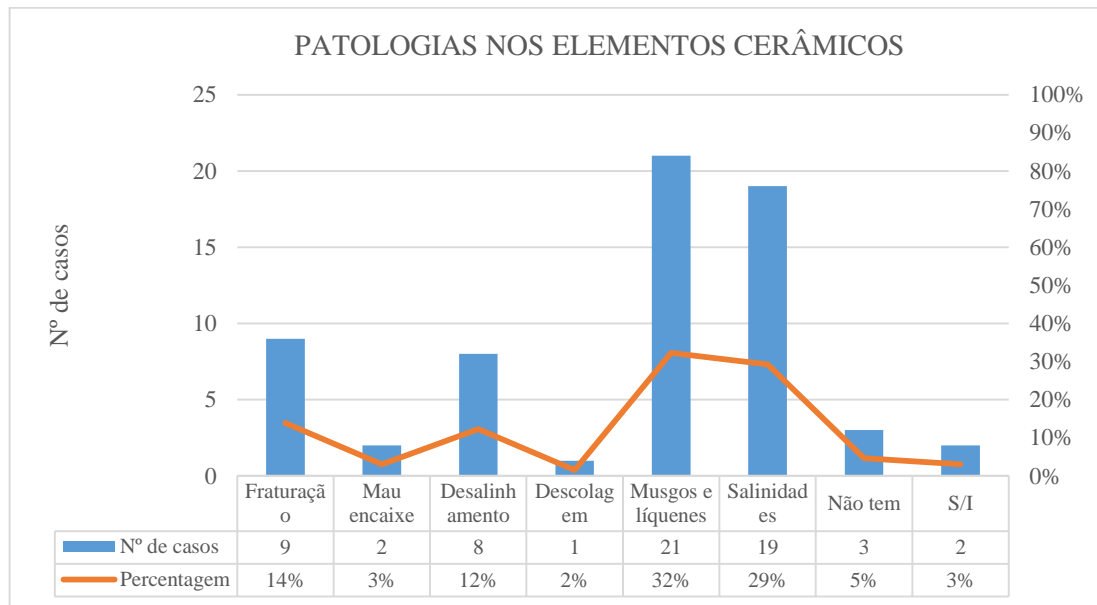




Figura 41 – Patologias nos elementos cerâmicos das coberturas inspecionadas

Nos Quadros 7, 8 e 9 são apresentados exemplos de patologias / anomalias mais comuns identificadas nas coberturas inspecionadas, nomeadamente nos elementos cerâmicos, sua descrição e possíveis causas e observações.


Quadro 7 – Esquema sucinto da descrição e possíveis causas da patologia da presença de musgos e líquenes nos elementos cerâmicos das coberturas inspecionadas do CHL

Tipo de Anomalia/Problema
Presença de musgos e líquenes
Fotos do CHL

<p>Figura 42 – Presença de musgos e líquenes em elementos cerâmicos das coberturas inspecionadas</p>
Descrição
<p>A Figura 42 ilustra alguns exemplos da presença de musgos e líquenes em elementos cerâmicos nas coberturas inspecionadas. A foto da esquerda mostra a presença de líquenes e as restantes de musgos e vegetação. Em coberturas em que as telhas ultrapassaram o seu tempo de vida útil, é comum observar esta patologia. A sua presença dificulta o escoamento das águas pluviais (por vezes entupimentos das caleiras e tubos de queda), promovendo uma aceleração na degradação dos materiais.</p>
Possíveis Causas e Observações (Gomes, 2016; Morgado, 2012; Lopes, 2007)
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entre as causas mais comuns estão a porosidade da telha, pois é um material razoavelmente poroso, permitindo a entrada de água que, através de ciclos de molhagem secagem, origina microfissuras, aumentando o espaço em que a água pode circular. Assim e através do desenvolvimento de seres vivos, podem surgir pequenos musgos e por vezes plantas. ✓ Coberturas pouco inclinadas (fraco escoamento das águas), promovendo a estagnação das águas. ✓ Coberturas muito inclinadas, havendo sempre vertentes onde a secagem é mais morosa e difícil (pouca exposição solar). ✓ Fraca ventilação da cobertura, como ausência de telhas de ventilação e presença de janelas. ✓ A telha canudo é uma das telhas mais propícias ao aparecimento de estas patologias, devido à sua forma e à maneira como encaixa e está disposta nos beirados, havendo zonas em que a água possa estagnar (dependendo também da inclinação). ✓ Limpeza insuficiente e falta da remoção de detritos.

Quadro 8 – Esquema sucinto da descrição e possíveis causas da patologia da presença de sais em elementos cerâmicos nas coberturas inspecionadas do CHL

Tipo de Anomalia/Problema	
Presença de sais em elementos cerâmicos (salinidades)	
Fotos do CHL	
	
<p>Figura 43 – Presença de salinidades em elementos cerâmicos das coberturas inspecionadas</p>	
Descrição	
<p>A Figura 43 apresenta alguns exemplos da presença de sais em elementos cerâmicos nas coberturas do CHL. A sua identificação foi sempre observada no interior da cobertura. A sua presença quer dizer que o tempo de vida útil das telhas já foi ultrapassado e portanto devem de ser removidas e substituídas por novos elementos. É uma patologia muito comum nas coberturas do CHL, onde normalmente encontra-se generalizada na cobertura em si.</p>	
Possíveis Causas e Observações (Gomes, 2016; Morgado, 2012; Lopes, 2007)	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entre as causas mais comuns está a porosidade da telha, pois é um material razoavelmente poroso, aumentando o fenómeno de capilaridade. Os ciclos de molhagem e secagem originam expansões e retrações, que vai criar micro fissuras, promovendo ainda mais o fenómeno da capilaridade. ✓ Havendo capilaridade, os sais presentes na matéria-prima das telhas vão ser dissolvidos com a água e cristalizam, surgindo eflorescências. ✓ Inclinação da cobertura deficiente. ✓ Fraca ventilação da cobertura, como ausência de telhas de ventilação e presença de janelas. ✓ Teor de humidade elevado e/ou presença de infiltrações. ✓ A manutenção deficiente e falta de inspeções periódicas permitem o alastramento da patologia. 	

Quadro 9 – Esquema sucinto da descrição e possíveis causas da patologia de desalinhamento e deformação das fiadas nas coberturas inspecionadas do CHL

Tipo de Anomalia/Problema	
Desalinhamento e deformação das fiadas	
Fotos do CHL	
	
<p>Figura 44 – Desalinhamentos e deformação das fiadas nas coberturas inspecionadas</p>	
Descrição	
<p>A Figura 44 mostra alguns exemplos da existência de deformações e desalinhamentos nas fiadas de telhas em coberturas do CHL, dando um aspeto de deformabilidade e instabilidade aos telhados.</p>	
Possíveis Causas e Observações	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entre as causas mais comuns está a deformação de elementos da estrutura de madeira. ✓ Assentamento da estrutura de suporte de madeira. ✓ Inclinação da cobertura deficiente. 	

Na Figura 45 é possível verificar o nível de degradação e extensão em relação às patologias nos elementos cerâmicos, do nível 0 (não se aplica) a 5 (muito grave), tendo em conta as coberturas inspecionadas, sendo neste caso a amostra 29. Analisando a Figura 58 é possível verificar que, em relação ao nível de degradação, em 21% das coberturas não se aplica qualquer tipo de patologias nos elementos cerâmicos. Cerca de 7% possuem ND muito ligeiro, com patologias pontuais, 21% possuem ND ligeiro, 28% contêm ND médio, 17% grave e cerca de 7% muito grave. Relativamente à extensão, em 21% das coberturas não se aplica qualquer tipo de patologia. Na extensão muito ligeira e ligeira não foram identificadas coberturas. Em 28% possuem uma E média e cerca de 38% (maior nível de extensão) das coberturas inspecionadas possuem uma E grave. Por fim, cerca de 7% possuem uma E muito grave.

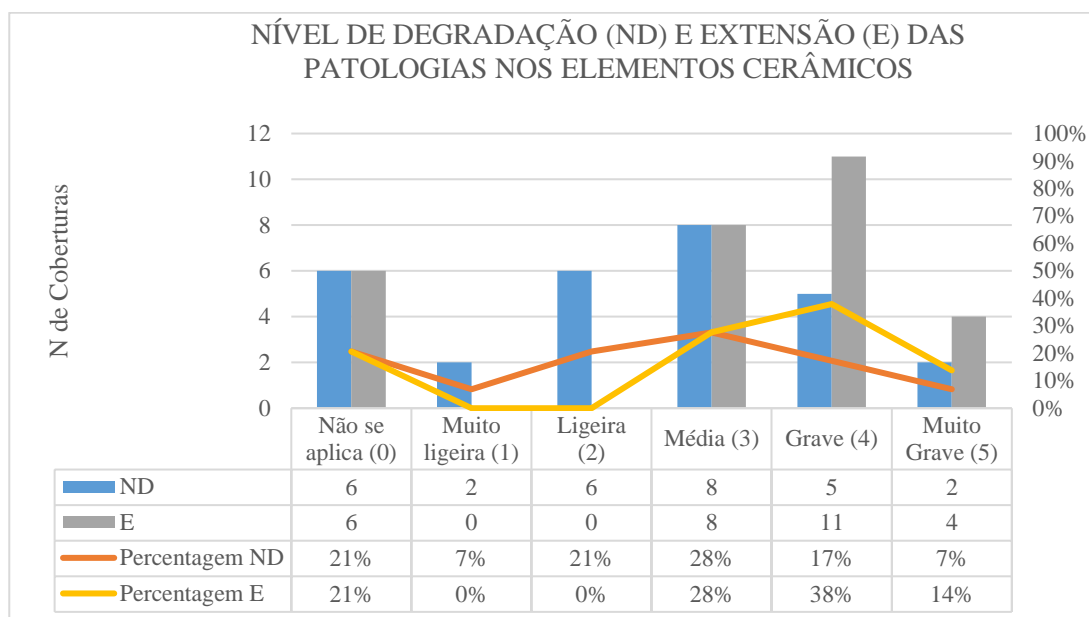


Figura 45 – Nível de Degradação (ND) e Extensão (E) em elementos cerâmicos nas coberturas inspecionadas

5.3.4.2. Estado de Conservação Global Exterior

O estado de conservação global exterior tem em conta as patologias anteriormente referidas e tem como base o registo da inspeção visual e fotográfico, onde posteriormente foi feita uma análise. Elaborou-se uma escala de avaliação empírica, tendo em conta toda a informação dos resultados obtidos relativamente ao exterior da cobertura e todos os elementos que a compõem, pelo que foi criada a escala “muito bom”, “bom”, “razoável”, “mau”, “muito mau”, “risco de ruína” e “S/I” (sem informação), quando não era possível observar os elementos cerâmicos pela zona exterior

Com a análise da Figura 46 é possível verificar que cerca de 10% das coberturas inspecionadas possuem um estado de conservação “muito bom” (devendo-se ao facto de serem coberturas que já sofreram obras de reabilitação e portanto estas possuem elementos cerâmicos relativamente novos). Cerca de 7% possuem um estado de conservação “bom”. O maior valor de escala é o “razoável” com 34%, seguido pelo “muito mau” que tem 24% e em terceiro o “mau” com 17% das coberturas inspecionadas.

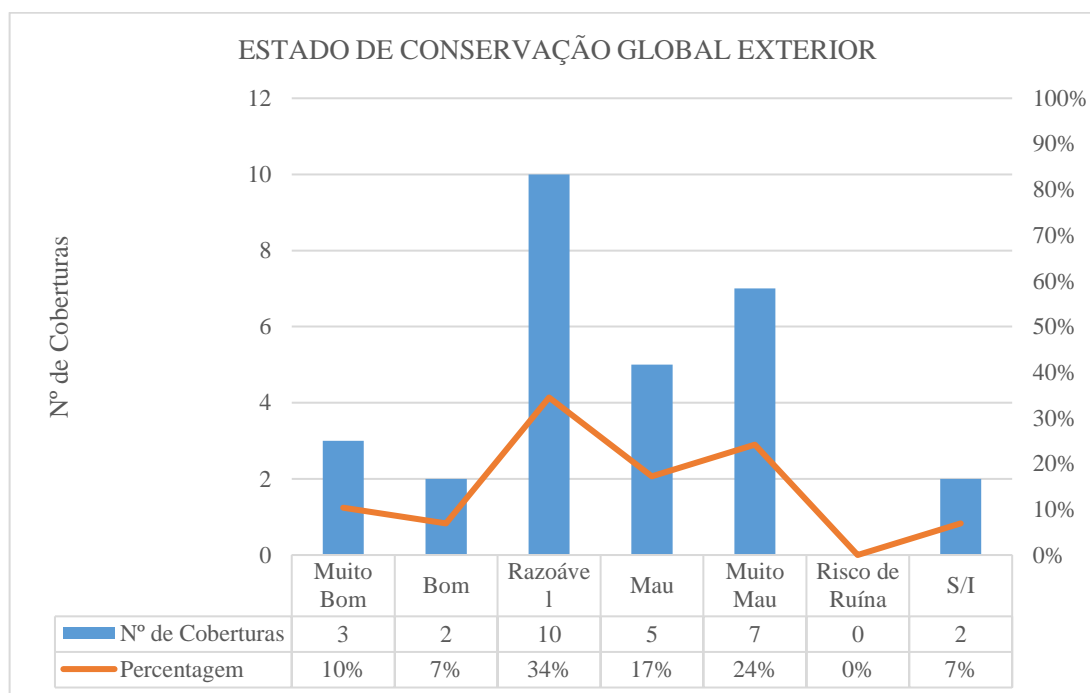


Figura 46 – Estado de conservação global exterior das coberturas inspeccionadas

5.3.4.3. Estrutura de Madeira

Neste subtópico serão abordadas as patologias mais frequentes detetadas em estruturas de suporte em madeira, expostas em gráficos expressos nos critérios de avaliação “nível de degradação” e a “extensão”, com a escala “não se aplica” até “muito grave”. Em seguida são expostos quadros detalhados com o tipo de anomalia/patologia referente à figura anterior, com registo fotográfico, descrição e causas possíveis e observações. As patologias presentes nestes resultados são: deformação dos elementos de suporte; degradação/envelhecimento dos materiais (madeira e ferragens); escorregamento das ligações; deformação dos apoios; rotação dos apoios; infiltrações; condensações interiores; salinidades; musgos e líquenes; fungos e bolores; fissuras e ataque de insetos. A amostra é o total das 29 coberturas inspeccionadas. Em relação à análise das figuras, na legenda, o “Nº de coberturas” diz respeito às barras do nível de degradação e da extensão (cada um destes critérios de avaliação possui uma amostra de 29). A legenda “Percentagem” diz respeito à linha de percentagem que percorre os gráficos. A Figura 47 apresenta a análise de deformações dos elementos de suporte, ou seja, das estruturas principal e secundária que compõe a cobertura. Em relação ao ND, verifica-se que em 34% das coberturas inspeccionadas não se verifica deformações dos elementos (maior valor percentual). Cerca de 28% possuem um ND “ligeiro”, 17% (médio) e 10% (muito

ligeiro e grave). Relativamente à extensão E, 34% das coberturas inspecionadas não se verificam deformações dos elementos (maior valor percentual). Em seguida, cerca de 31% possuem uma E “média”, 28% uma E “ligeira”, e cerca de 3% possuem uma E “muito ligeira, grave e muito grave”.

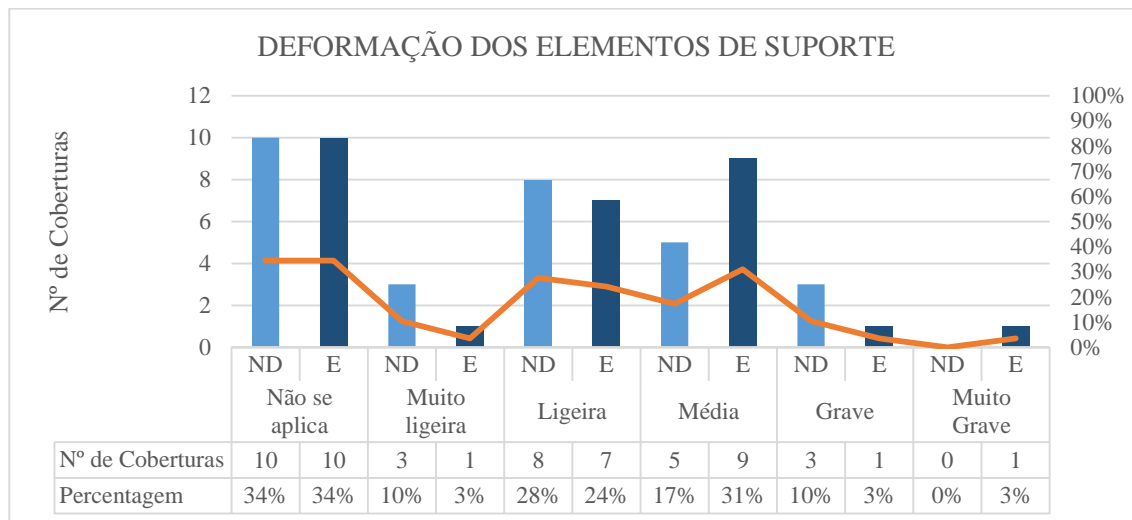
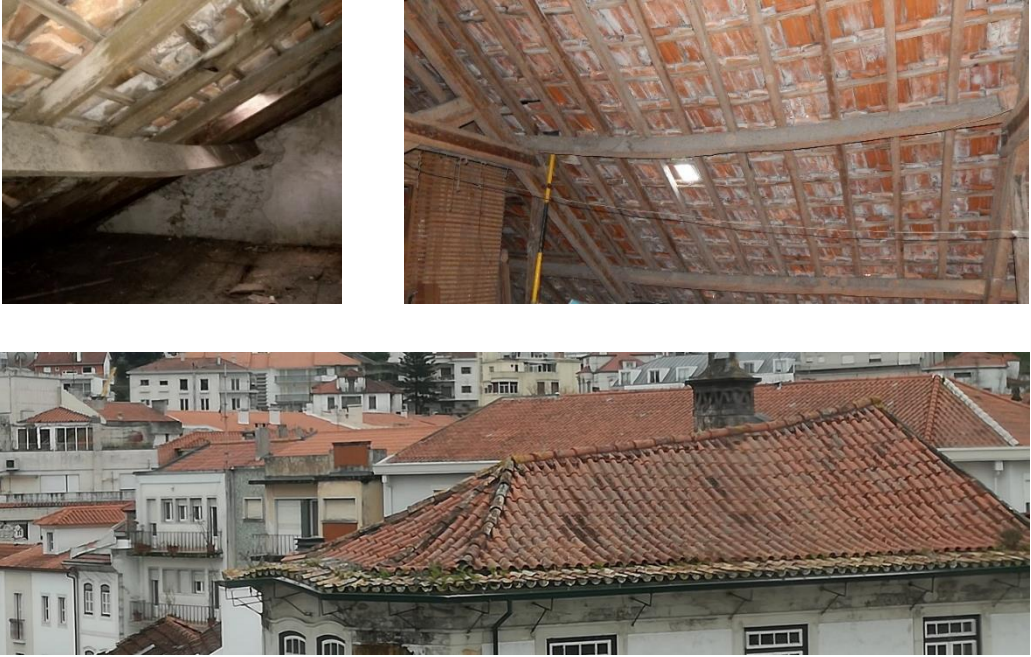


Figura 47 – Deformação dos elementos de suporte das coberturas inspecionadas

O Quadro 10 mostra um registo fotográfico e descrição da patologia de deformação dos elementos de suporte, complementado com uma enumeração de possíveis causas e observações.

Quadro 10 – Esquema sucinto da descrição e possíveis causas da patologia de deformações excessivas na estrutura de suporte das coberturas inspecionadas do CHL

Tipo de Anomalia/Problema
Deformações excessivas em elementos de madeira da estrutura de suporte
Fotos do CHL

<p>Figura 48 – Deformações excessivas nos elementos de madeira da estrutura de suporte nas coberturas inspecionadas do CHL</p>
Descrição
<p>A Figura 48 identifica várias deformações em elementos de travamento, nomeadamente madres, que por sua vez deformam a estrutura secundária (varas), acentuando a deformação das pendentes.</p>
Possíveis Causas e Observações (Gomes, 2016)
<ul style="list-style-type: none"> ✓ As causas mais comuns deste tipo de anomalia caem sobretudo na deficiente conceção estrutural, nomeadamente grandes afastamentos entre asnas, levando à necessidade de contraventar. ✓ Muitas vezes, deve-se à presença de seções insuficientes, incapazes de responder aos esforços necessários, como também alterações com o tempo de valores de cargas aplicadas na cobertura. ✓ As deformações podem também surgir devido ao facto de aplicação de madeiras verdes, que com o passar do tempo, sofrem perda de água (variação da temperatura) e assim ocorre fissuração, diminuindo a resistência mecânica, ocorrendo deformações. ✓ As deformações podem ser permanentes, evoluindo ao longo do tempo, devido eventualmente a cargas permanentes excessivas.

Na Figura 49 é possível verificar os resultados inerentes à degradação / envelhecimento dos materiais, nomeadamente a madeira. Sendo edifícios antigos e a sua grande maioria ainda possui elementos de madeira originais, era expectável encontrar um nível de degradação médio/grave, assim como a sua extensão. Pela análise da Figura 61 verifica-se que não foi encontrado nenhum caso em que não houvesse degradação da madeira. A nível do ND, o maior valor percentual foi de 41% das coberturas inspeccionadas, atribuído ao “médio”, seguido ao “ligeiro” com 24%. Cerca de 26% possuem um ND “grave”, 10% “muito ligeiro” e 3% “muito grave”. Relativamente à extensão E, os valores dos resultados são muito similares aos do ND, onde o maior valor percentual incide na E “média” com 38%. Seguidamente, tem-se uma E “grave” com 28%, “ligeira” com 21%, e “muito ligeira” e “muito grave” com 7%.

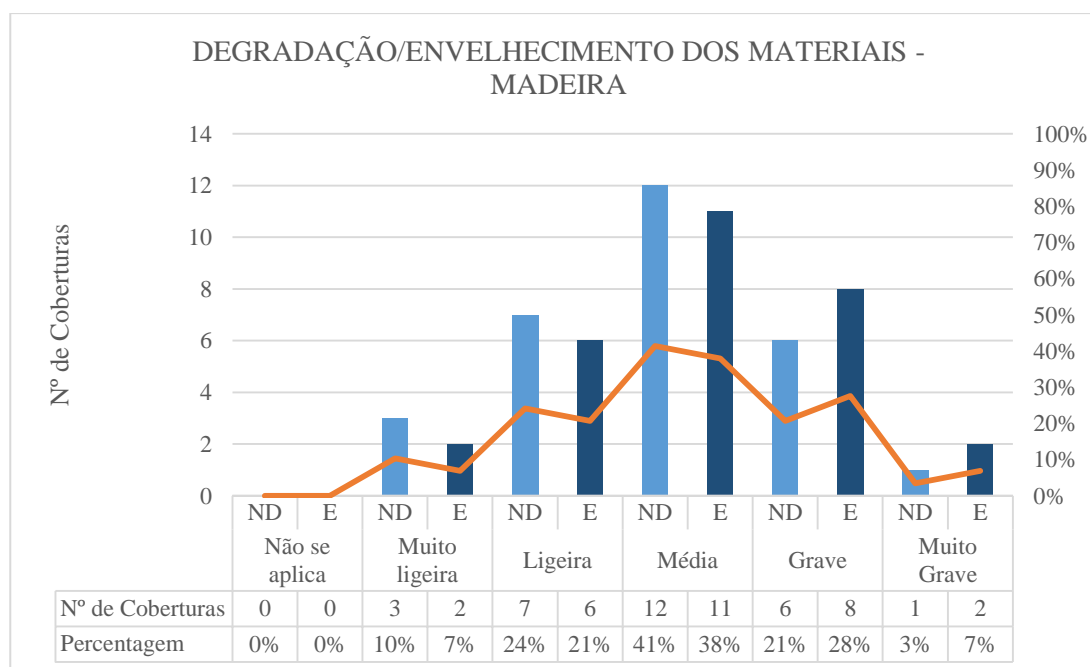


Figura 49 – Degradação/envelhecimento da madeira nas estruturas de suporte das coberturas inspeccionadas

A Figura 50 é relativa à degradação/envelhecimento das ferragens aplicadas nas ligações dos elementos de madeira. Relativamente ao ND, grande parte da amostra (45%) não possui qualquer tipo de patologias e apenas 7% foram consideradas como “muito ligeiras”. Cerca de 17% considerou-se “ligeira”, 24% e o segundo maior valor do nível de degradação foi “média” e 7% como “grave”. A extensão E à semelhança do ND possui 45% em relação ao “não se aplica”. Cerca de 21% estão inerentes à extensão “ligeira” e “média”, 3% à E “muito ligeira” e 7% a uma E de “grave” (sendo possivelmente as ferragens mais antigas das coberturas inspeccionadas).

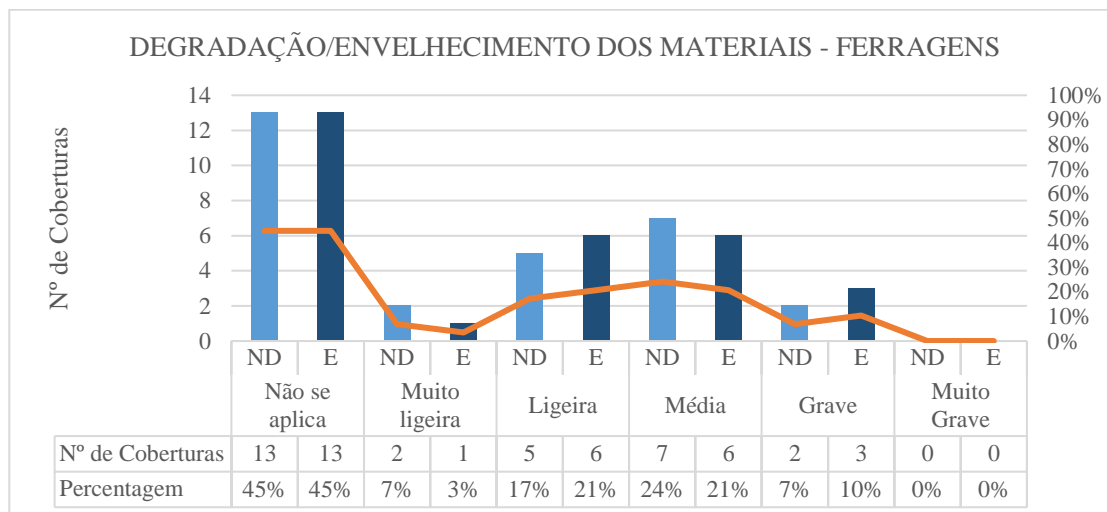


Figura 50 – Degradação/envelhecimento das ferragens nas estruturas de suporte das coberturas inspeccionadas

A Figura 51 apresenta os resultados inerentes ao escorregamento das ligações, nomeadamente escorregamento entre os elementos de madeira e entre os apoios da estrutura no frechal de alvenaria. Não foi uma anomalia comum detetada, o que reforça o facto que as ligações entre elementos foram bem executadas e permanecem a exercer a sua função até à atualidade, mas com ligeiras deficiências pontuais. Cerca de 72% dos casos, tanto o ND como a E não se aplicam e portanto não houve registo desta anomalia. Apenas em 2 casos (7%) houve um ND e E “muito ligeira”. Em relação ao ND, 7% dos casos possuíam um nível “ligeiro”, 10% “médio” e 3% um ND “grave”. A extensão E possuíam 10% em “ligeira”, 3% em “média” e 7% em “grave”.

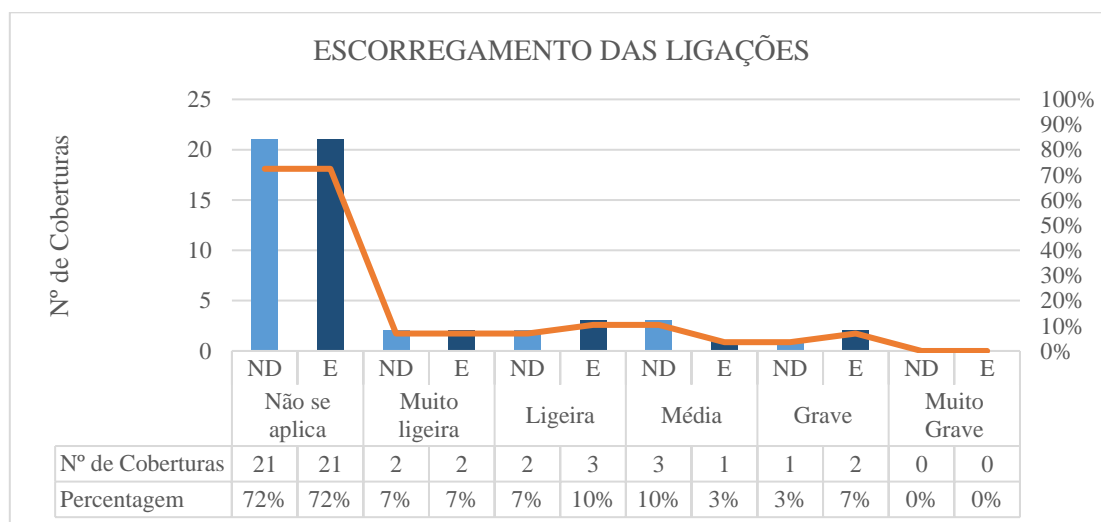



Figura 51 – Escorregamento das ligações nas estruturas de suporte das coberturas inspeccionadas

O Quadro 11 apresenta um registo fotográfico e descrição da patologia de escorregamento das ligações nas estruturas de suporte, complementado com uma enumeração de possíveis causas e observações.

Quadro 11 – Esquema sucinto da descrição e possíveis causas da patologia de escorregamento das ligações na estrutura de suporte das coberturas inspeccionadas do CHL

Tipo de Anomalia/Problema
Escorregamento das ligações
Fotos do CHL

<p><i>Figura 52</i> – Escorregamento das ligações entre os elementos de madeira da estrutura de suporte nas coberturas inspeccionadas do CHL</p>
Descrição
<p>A Figura 52 identifica alguns exemplos de escorregamento entre elementos de madeira, nomeadamente entre madres.</p>
Possíveis Causas e Observações (Gomes, 2016; Martins, 2009; Lopes, 2007)
<ul style="list-style-type: none"> ✓ As causas mais comuns estão relacionadas com mau dimensionamento/encaixe inicial que não foi capaz de responder aos valores de cargas aplicadas na estrutura. ✓ Ausência de ligações mecânicas. ✓ Escorregamento devido a deformações elásticas que a estrutura sofreu e sofre, onde os desvios de tensão são direcionados para as ligações, havendo assim escorregamentos e por vezes roturas. ✓ É fundamental analisar os detalhes construtivos das uniões e ligações, mesmo poucos anos depois após a construção da estrutura, para perceber e detetar indícios de escorregamentos ou esmagamentos localizados caso ocorram. ✓ As estruturas de madeira antigas dos edifícios antigos são muito vulneráveis a alterações de esforços globais em si próprias, nomeadamente à criação de tensões nas ligações pelo que é importante estimar a rigidez a considerar nas ligações.

A Figura 53 é inerente à deformação nos apoios. Esta anomalia diz respeito a deformações presentes nos elementos de madeira assentem nos apoios, induzidas por cargas e eventuais excentricidades das mesmas. Em relação ao ND e à E, ambos possuem um ND e E que “não se aplica” em 66% das coberturas inspecionadas. O ND “muito ligeiro” e “ligeiro” diz respeito a 14% e cerca de 7% para um ND “médio”. Relativamente à extensão E, cerca de 17% é inerente a uma E “muito ligeira”, 10% “ligeira” e 3% “média” e “grave”.

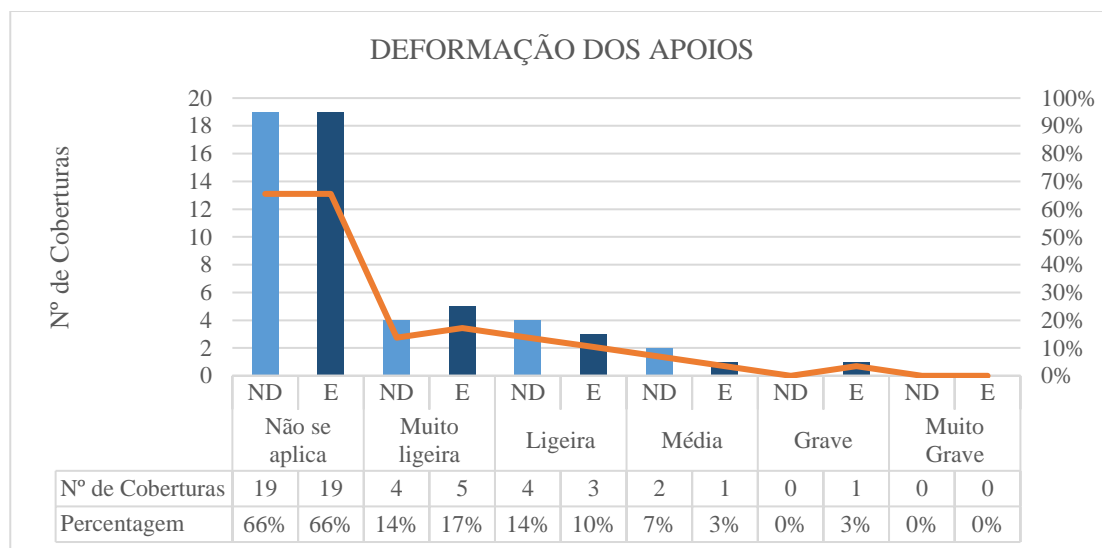


Figura 53 – Deformação dos apoios nas estruturas de suporte das coberturas inspecionadas

Outra patologia presente nas coberturas é a rotação dos apoios onde assentam por vezes as pernas (no frechal em alvenaria), e por vezes as varas (sendo portanto a estrutura secundária). Em alguns casos pontuais podem ocorrer nas ligações entre elementos o como encaixe entre madres em coberturas de maiores dimensões. Esta anomalia advém de cargas induzidas e variações das mesmas a longo prazo na estrutura, induzindo a excessos de cargas pontuais que se traduzem em momentos fletores nos apoios, criando destabilização dos mesmos. A Figura 54 traduz os resultados das 29 coberturas inspecionadas ao nível do ND e da E. Verifica-se que, felizmente, não é uma anomalia muito comum, onde em 72% das coberturas inspecionadas não a possuíam. Cerca de 17% possuíam um ND e uma E “muito ligeira” e apenas 3% como “ligeira”. Por último, 7% possuíam um ND “médio” e 3% uma extensão “média” e “grave”.

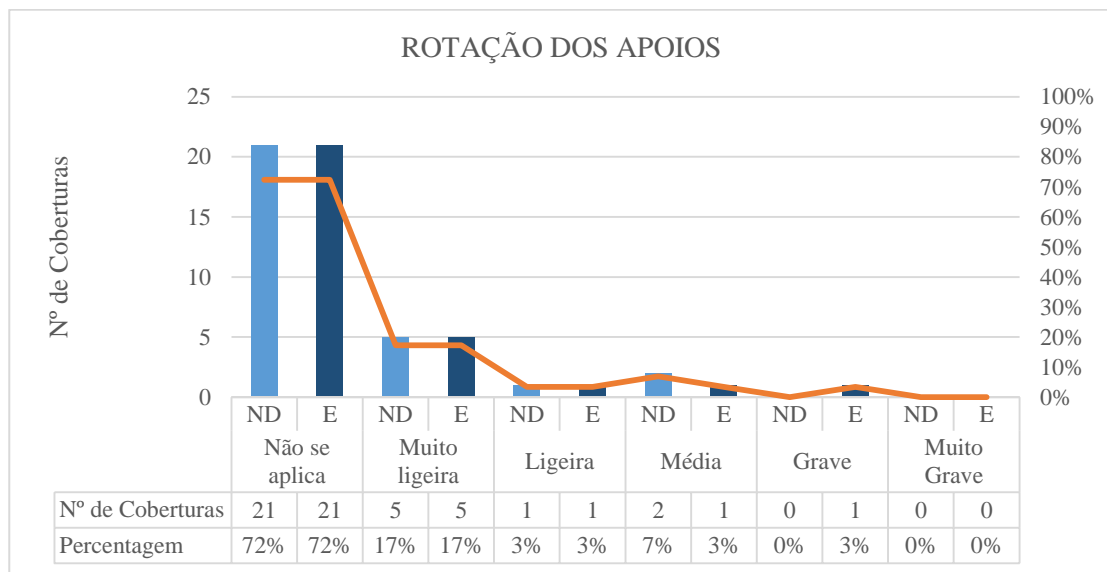



Figura 54 – Rotação dos apoios nas estruturas de suporte das coberturas inspecionadas

O Quadro 12 mostra um registo fotográfico e descrição da patologia de deformação e rotação dos apoios, complementado com uma enumeração de possíveis causas e observações.

Quadro 12 – Esquema sucinto da descrição e possíveis causas da patologia de rotação e deformação dos apoios na estrutura de suporte das coberturas inspecionadas do CHL

Tipo de Anomalia/Problema	
Rotação e deformação dos apoios	
Fotos do CHL	
	
<p><i>Figura 55</i> – Rotação e deformação dos apoios nas estruturas de suporte das coberturas inspecionadas</p>	
Descrição	
<p>A Figura 55 identifica alguns exemplos de rotação e deformação dos apoios da estrutura secundária (varas) em frechais de alvenaria de pedra, como também o apoio de vigas de pavimento, onde os frechais se encontram visivelmente degradados.</p>	
Possíveis Causas e Observações (Martins, 2009; Lopes, 2007)	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ As causas mais comuns estão relacionadas com mau dimensionamento/encaixe e/ou má conceção inicial que não foi capaz de responder aos valores de cargas aplicadas na estrutura. ✓ Variações de cargas ao longo do tempo, provenientes de agentes abióticos e deformações na estrutura, havendo acumulação de tensões levando por vezes à rotura dos apoios. ✓ Ausência de fixadores metálicos. ✓ Falta de ventilação na base dos apoios, levando a infiltrações, modificando as propriedades da madeira, tornando-a menos resistente e propícia ao ataque de fungos xilófagos, nomeadamente podridão. ✓ Fraca qualidade da argamassa utilizada na alvenaria de pedra, que com o tempo, foi perdendo aderência e resistência, havendo rotura em vários locais pontuais, pondo em risco a estabilidade dos elementos em madeira que nela assentam. 	

Uma das anomalias verificadas durante as inspeções refere-se uma geometria inadequada da estrutura de suporte. Esta anomalia representa várias outras, como ligações entre elementos inadequados, excentricidade das madres em relação às ligações das escoras, escolha errada do tipo de asna ou estrutura de suporte aplicada na cobertura, seção insuficiente e até mesmo um contraventamento deficiente / insuficiente.

A geometria deficiente da estrutura ou de determinado elemento pode traduzir-se em vários exemplos, pelo que as mais verificadas durante as inspeções foram a seção insuficiente e por vezes alguma excentricidade das madres. A presença de uma seção insuficiente não responde às necessidades de cargas que a estrutura exige. Em consequência desta anomalia surge outra como o contraventamento insuficiente. Se determinada seção é insuficiente, a resposta às cargas da estrutura vai traduzir-se em deformações. Escoras e diagonais são utilizadas como contraventamento. Verificou-se nas inspeções que alguns elementos colocados eram recentes, colocados de maneira e efetuar um pequeno contraventamento auxiliar que não respondia às necessidades reais. Em algumas situações, elementos eram simples tábuas de madeira, não respondendo à capacidade de carga exigida.

Entre as causas mais comuns destas anomalias referem-se a uma deficiente conceção estrutural ou mau dimensionamento, pelo que a estrutura não foi capaz de responder aos valores de cargas aplicadas. A má execução dos pormenores entre elementos de madeira é outra causa, remetendo para a origem de excentricidades e variações de cargas na estrutura. Outra causa poderá ser a presença de carga excessiva, resultando na rotura dos apoios, fazendo com que incidam mais cargas noutros locais da estrutura (transferência de cargas). A perda de seção devido ao ataque de fungos xilófagos e/ou insetos xilófagos, em consequência da presença de humidade e ainda roturas parciais de alguns elementos de madeira, sobrecarregando outros com cargas excessivas é também uma causa.

De uma forma global, durante as inspeções verificou-se que estas anomalias terão causado um baixo desempenho das estruturas de suporte em cerca de 25%, onde uma grande percentagem mostrava um nível de degradação (ND) e extensão (E) muito ligeiro ou ligeiro, não havendo assim ou ND e E graves.

A Figura 56 mostra os resultados inerentes às infiltrações. Esta é uma das principais patologias observadas durante as inspeções, como também um problema generalizado das coberturas dos CHL. É através de infiltrações que podem surgir outras tantas anomalias, sendo importante o seu levantamento para que trabalhos de reabilitação futuros possam ocorrer. Verifica-se que em 28% dos casos, tanto no ND como na E, não se aplica esta patologia, pelo que em coberturas que sofreram obras de reabilitação e as que estavam a sofrer no momento das inspeções, estavam isentas de infiltrações. Relativamente ao ND, o seu maior valor percentual foi de 41% para “médio” e em seguida de 17% para “grave”,

havendo ainda 3% num caso “muito grave” e 10% para “ligeira”. Em relação à extensão E, o maior valor percentual é também para “média”, com 34%. Com 24%, as coberturas inspeccionadas possuem uma E “grave”, e 14% para “ligeira”.

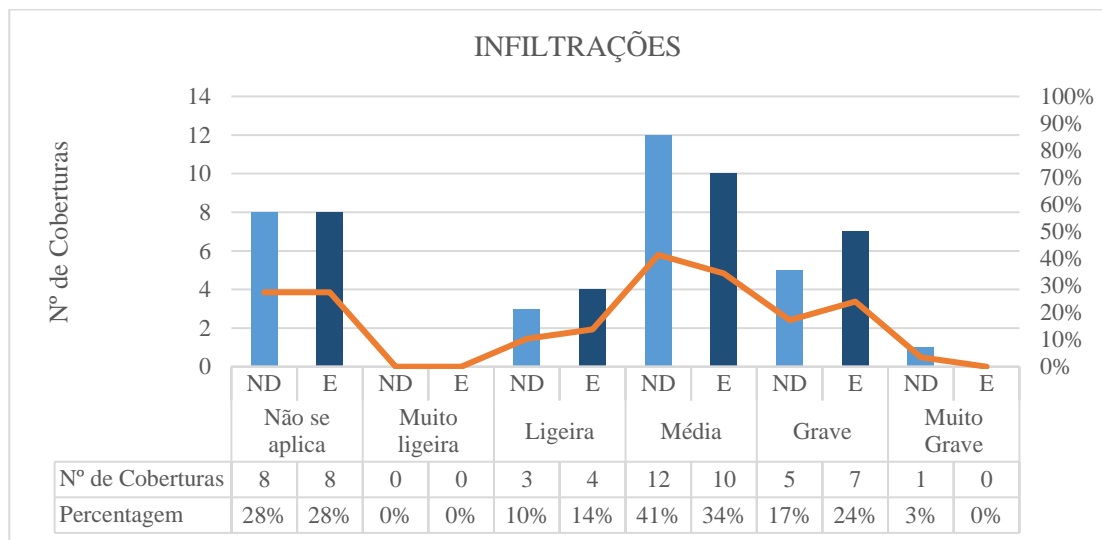


Figura 56 – Infiltrações nas estruturas de suporte das coberturas inspeccionadas

A Figura 57 apresenta os resultados inerentes às condensações interiores, derivadas de mau isolamento e infiltrações. Verifica-se que em 45% dos casos, tanto no ND como na E, não se verificou esta patologia (em 13 coberturas). Simultaneamente e respetivamente, o ND e a E para “muito ligeiro” tiveram um valor percentual de 21% e cerca de 7% para “ligeiro”. O segundo maior valor percentual (24% para ND) incide no “médio” e 3% para “grave”. Em relação à E, cerca de 21% para “média” e 7% para “grave”.

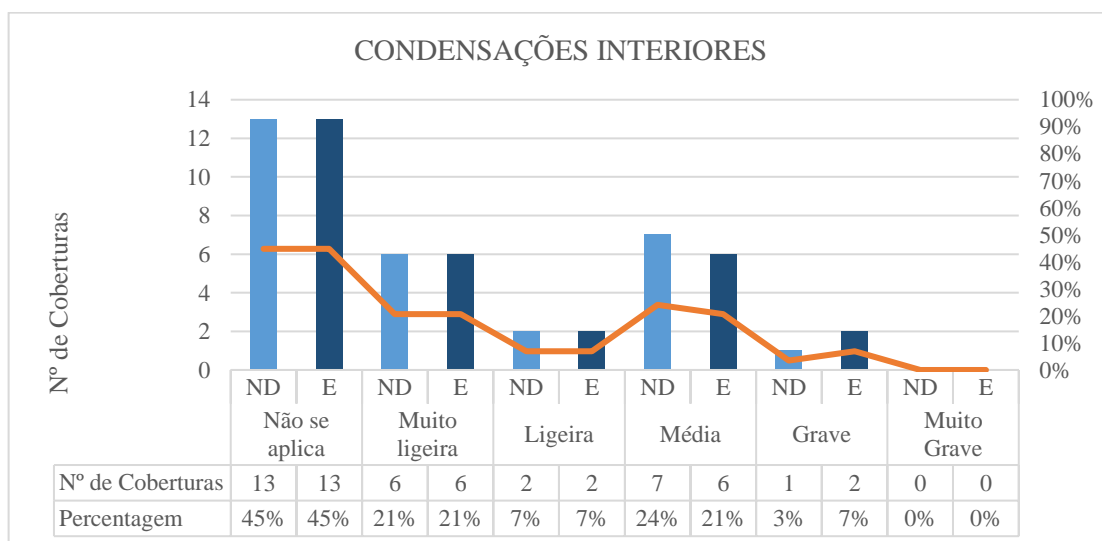



Figura 57 – Condensações interiores nas estruturas de suporte das coberturas inspeccionadas

O Quadro 13 mostra um registo fotográfico e descrição da patologia de infiltrações e condensações interiores, complementado com uma enumeração de possíveis causas e observações.

Quadro 13 – Esquema sucinto da descrição e possíveis causas da patologia infiltrações e condensações interiores na estrutura de suporte das coberturas inspecionadas do CHL

Tipo de Anomalia/Problema
Infiltrações e condensações interiores
Fotos do CHL
 <p data-bbox="248 1016 1342 1048"><i>Figura 58 – Infiltrações e alguma podridão em elementos de madeira das coberturas inspecionadas</i></p>
Descrição
<p>A Figura 58 mostra alguns exemplos de presença de infiltrações, localizadas na zona da cumeeira nas telhas cerâmicas e em elementos de madeira, nomeadamente nos apoios, sendo locais comuns para o aparecimento desta patologia. Na foto do centro é possível verificar já a existência de podridão na madeira, afetando a resistência mecânica e a estabilidade do apoio. É uma das patologias mais comuns verificada no CHL.</p>
Possíveis Causas e Observações
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Porosidade dos elementos cerâmicos e possíveis fraturas nos mesmos. ✓ Mau encaixe das telhas, má execução na zona de remates e rufagens ou má impermeabilização de zonas de convergência de águas. ✓ Erro de conceção dos pormenores construtivos, como assentamento de elementos de madeira muito próximos da zona exterior da cobertura, falta ou fraca ventilação (aumento a humidade no interior da cobertura), ausência de guarda-pó. ✓ Ultrapassagem do tempo de vida útil dos elementos cerâmicos. ✓ Degradação de elementos de madeira que levem à perda de seção (fissuração, ataque de insetos), expondo a madeira mais facilmente ao acesso de infiltrações. ✓ As condensações interiores devem-se à presença de temperaturas elevadas no interior da cobertura e um alto teor de água, criando por vezes condições propícias para o seu aparecimento. ✓ A manutenção deficiente e falta de inspeções periódicas permitem o alastramento da patologia.

De seguida é apresentada a Figura 59 relativamente às salinidades. Esta patologia é mais comum em elementos cerâmicos, mas no entanto, pode encontrar-se presente em peças de madeira, como é possível verificar no gráfico. Verifica-se que em 52% dos casos, tanto no ND como na E, não se verificou esta patologia (em 15 coberturas). Em relação ao ND, para “muito ligeira” e “ligeira” houve um valor percentual de 21% e para ND “médio” 7%. Relativamente à extensão E, para “muito ligeira” houve 28% dos casos, 14% para “ligeira” e 7% para extensão “média”.

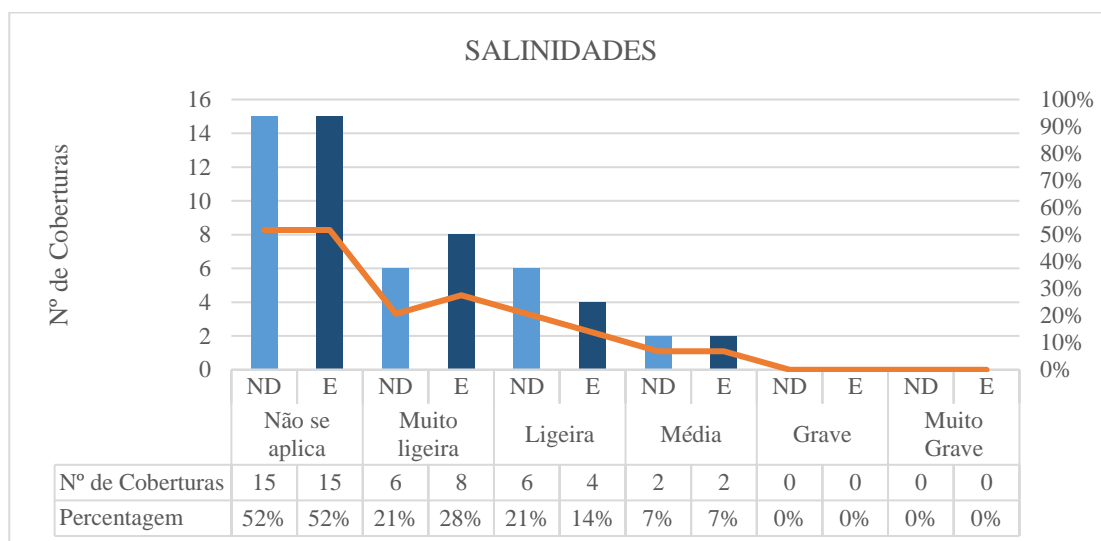


Figura 59 – Salinidades nas estruturas de suporte das coberturas inspeccionadas

A Figura 60 diz respeito às patologias relacionadas com musgos e líquenes. Esta patologia revela-se ser uma em estado avançado, relativamente a infiltrações ou condensações, pois já é ataque biológico. Verifica-se que em 86% dos casos, tanto no ND como na E, não se verificou esta patologia (em 25 coberturas). Dos 14% dos casos restantes, observou-se um ND e E “muito ligeiros”, “ligeiros” e “médio”, com pouca relevância. Para um ND e uma E “média”, apenas se verificou um caso (3%). Não foi portanto uma patologia muito relevante pois em apenas se verificou em 14% dos casos.

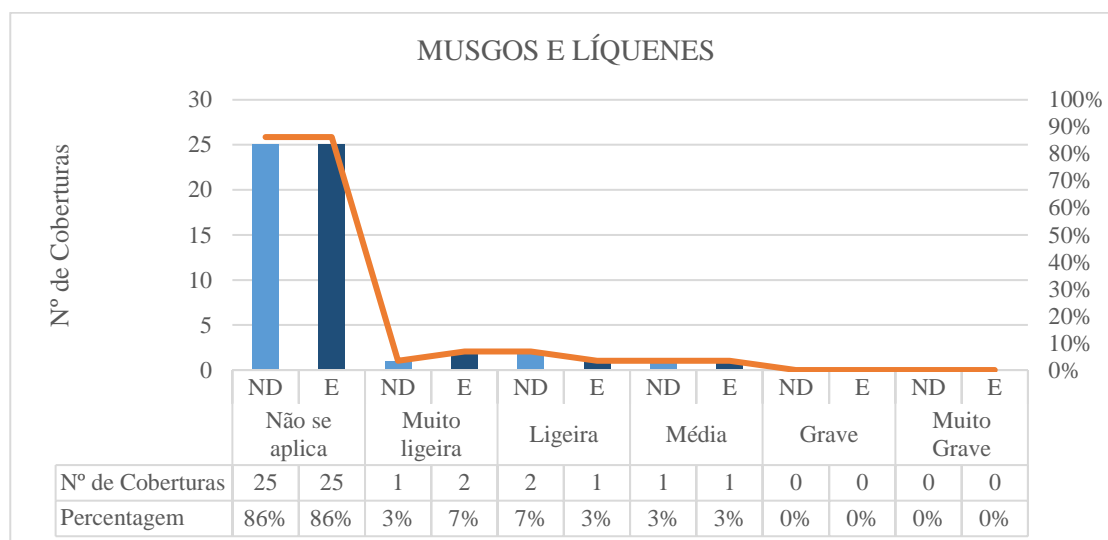


Figura 60 – Musgos e líquenes nas estruturas de suporte das coberturas inspeccionadas

A Figura 61 apresenta os resultados inerentes à patologia de fungos e bolores, sendo comum quando já existem infiltrações. Pela análise do gráfico observa-se que em 62% dos casos, tanto no ND como na E, não se verificou esta patologia (em 18 das coberturas). Em ambos os casos (ND e E), para “ligeiro”, o valor percentual é de 21%. Houve um ND “muito ligeiro” de 14% e “médio” de 3%. Para a extensão E, houve uma E “muito ligeira” de 7% e “média” de 10%.

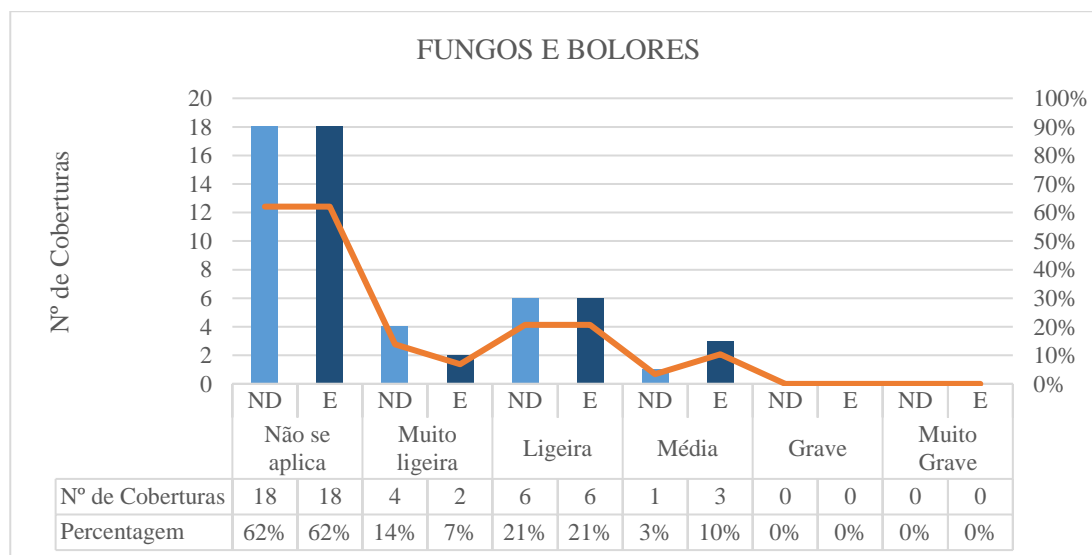



Figura 61 – Fungos e bolores nas estruturas de suporte das coberturas inspeccionadas

O Quadro 14 apresenta um registo fotográfico e descrição da patologia de fungos xilófagos, complementado com uma enumeração de possíveis causas e observações.

Quadro 14 – Esquema sucinto da descrição e possíveis causas da patologia de fungos xilófagos na estrutura de suporte das coberturas inspecionadas do CHL

Tipo de Anomalia/Problema
Fungos xilófagos
Fotos do CHL

<p><i>Figura 62 – Fungos xilófagos na estrutura de suporte das coberturas inspecionadas</i></p>
Descrição
<p>A Figura 62 mostra alguns exemplos de presença de fungos xilófagos, nomeadamente fungos cromogéneos, localizados em diversos e variados elementos de madeira, mostrando a sua característica de superfície esbranquiçada. Na foto da direita, grande parte da zona do topo da viga encontra-se consumida pelos fungos. Muitas vezes, estas patologias encontram-se localizadas junto a infiltrações na madeira.</p>
Possíveis Causas e Observações (Morgado, 2012; Martins, 2009)
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Presença de nutrientes/celulose da madeira (caso a esta se encontra com algum produto de impermeabilização, como a resina epóxi, o aparecimento de fungos será quase zero). No entanto, estas resinas não eram aplicadas em edifícios antigos, a não ser que a estrutura de cobertura tenha já sofrido obras de reabilitação e conservação. ✓ Existência de valores de humidade superiores a 21% para que os esporos possam germinar. ✓ A presença de uma temperatura favorável (normalmente entre 25 a 32°C) como também a presença de oxigénio e de pH elevado. ✓ A existência de madeira já infestada vai causar a propagação para outros elementos de madeira. ✓ A micro fissuração e a fissuração nos elementos de madeira agravam e ajudam a propagação dos fungos. ✓ A manutenção deficiente e falta de inspeções periódicas permitem o alastramento da patologia.

Em seguida é apresentada a Figura 63 que apresenta os resultados relativos à presença de fissuras nos elementos de madeira. Esta característica é comum, pois em grande parte dos casos em peças de madeira, surgem fissuras originadas pela retração da madeira, que podem por vezes serem extensas. Em consequência e em alguns casos, pode haver uma ligeira perda da resistência, mas não é muito significativo. No entanto, outro tipo de

fendas são originadas através de esforços consideráveis, compressão ou tração, quebrando os fios podendo originar rotura do elemento.

Como é possível verificar, não foi encontrado nenhum caso em que não houvesse ausência de fissuração. Em relação ao ND “muito ligeiro” e “ligeiro”, resultou um valor percentual de 48%, e cerca de 10% para “médio”. Na extensão E, para “muito ligeira” o valor foi de 28% e para “ligeira” de 55% (maior valor percentual). Para extensão “média”, o valor foi de 14%.

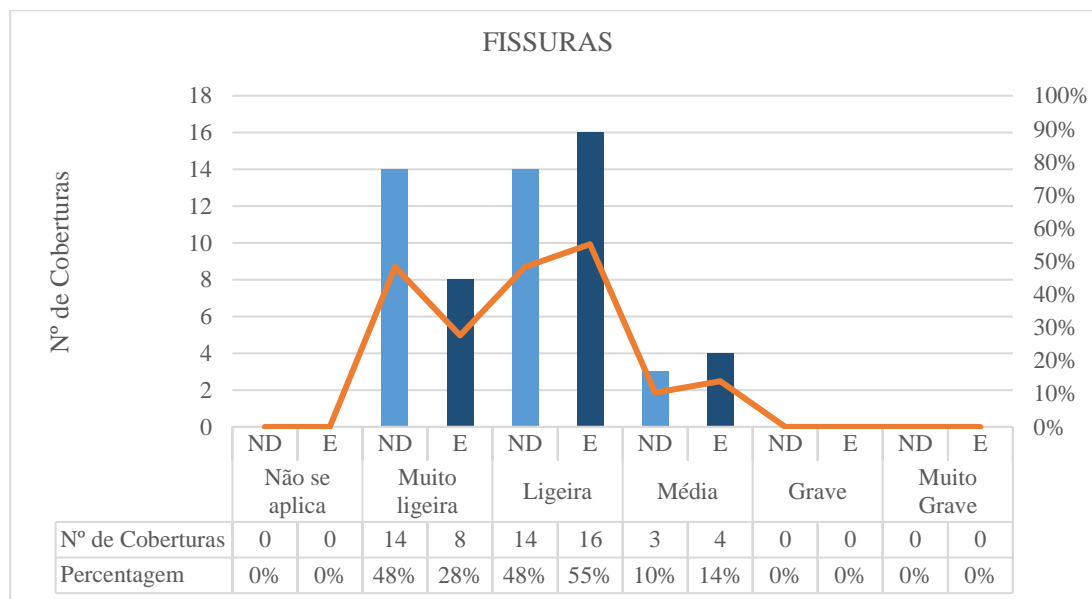



Figura 63 – Fissuras em estruturas de suporte das coberturas inspecionadas

O Quadro 15 mostra um registo fotográfico e descrição da patologia de fissuração e fendas longitudinais, complementado com uma enumeração de possíveis causas e observações.

Quadro 15 – Esquema sucinto da descrição e possíveis causas da patologia de fissuração na estrutura de suporte das coberturas inspecionadas do CHL

Tipo de Anomalia/Problema	
Fissuração e fendas longitudinais	
Fotos do CHL	
	
<p>Figura 64 – Fissuras e fendas longitudinais em estruturas de suporte das coberturas inspecionadas</p>	
Descrição	
<p>Na Figura 64 é possível verificar alguns exemplos de fendas longitudinais na madeira provenientes da retração da madeira. Geralmente a retração promove uma expansão do volume ocupado pela madeira, criando tensões e possíveis deslizamentos nas ligações (foto central). Em outros casos (foto da direita), a expansão foi tão acentuada que originou rotura do elemento no apoio de uma vara.</p>	
Possíveis Causas e Observações	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ As causas mais comuns estão os ciclos de humidade/secagem que os elementos de madeira sofrem devido à presença de temperaturas elevadas (fraca ventilação). ✓ Uso de madeiras verdes na construção inicial, pois não estando suficientemente com valores de humidade dentro dos parâmetros, com o tempo vai ocorrer uma secagem mais acentuada, provocando fendas de retração mais facilmente. ✓ Presença de carga excessiva ou variações de cargas, promovendo rotações e deformações pela acumulação de tensões. 	

A Figura 65 apresenta os resultados em relação ao ataque de insetos nos elementos de madeira. É uma patologia bastante comum em edifícios antigos de centros históricos e normalmente a sua extensão é generalizada. Verifica-se que em apenas 28% dos casos, tanto no ND como na E, não se verificou esta patologia (em 8 das coberturas). Cerca de 34% possui um ND “ligeiro” e 28% “média”. A extensão é cerca de 7% para “ligeira” e 52% (maior valor percentual) para “média”. Há ainda 10% para E “grave” e 3% para “muito grave”.

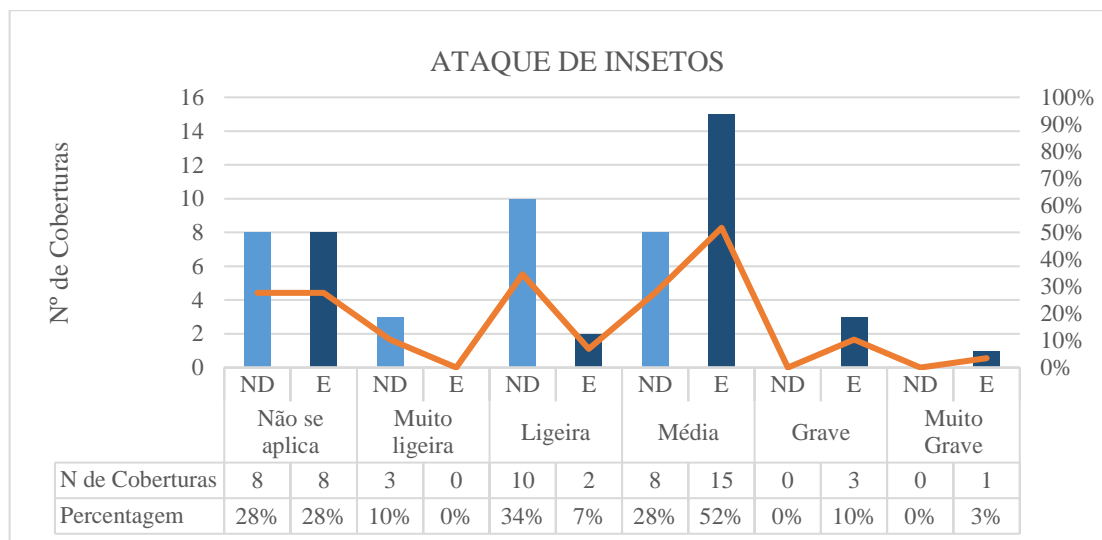



Figura 65 – Ataque em insetos em estruturas de suporte das coberturas inspecionadas


O Quadro 16 apresenta um registo fotográfico e descrição da patologia de ataque de insetos xilófagos, complementado com uma enumeração de possíveis causas e observações.

Quadro 16 – Esquema sucinto da descrição e possíveis causas da patologia de insetos xilófagos na estrutura de suporte das coberturas inspecionadas do CHL

Tipo de Anomalia/Problema	
Insetos xilófagos	
Fotos do CHL	
	
<p>Figura 66 – Ataque em insetos em estruturas de suporte das coberturas inspecionadas</p>	
Descrição	
<p>A Figura 66 mostra alguns exemplos de presença de insetos xilófagos, nomeadamente carunchos normais e grandes. Na foto da esquerda verifica-se um ataque muito acentuado, havendo perda de seção e onde é possível observar os pequenos orifícios. A foto central mostra um ataque ativo, devido à presença de aglomerados de pó da madeira que indicam ataque recente.</p>	
Possíveis Causas e Observações (Moreira, 2009)	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Presença de valores altos de humidade e de temperatura que determinam a proliferação de insetos xilófagos. ✓ Fraca ventilação da cobertura. ✓ Existência de madeira já infestada que conseqüentemente irá causar a propagação para outros elementos de madeira. ✓ Levam à perda de seção e à diminuição da resistência mecânica da madeira. ✓ A manutenção deficiente e falta de inspeções periódicas permitem o alastramento da patologia. 	

Foi também observada a patologia de roturas pontuais entre vários elementos de suporte, como apresenta o Quadro 17. No entanto, não se encontram registada sob a forma de figura. Porém, realizou-se um registo fotográfico e descrição da patologia de roturas pontuais, complementado com uma enumeração de possíveis causas e observações.

Quadro 17 – Esquema sucinto da descrição e possíveis causas da patologia de roturas pontuais na estrutura de suporte das coberturas inspecionadas do CHL

Tipo de Anomalia/Problema
Roturas pontuais ou dos ligadores
Fotos do CHL

<p>Figura 67 – Roturas dos elementos de madeira nas estruturas de suporte das coberturas inspecionadas</p>
Descrição
<p>A Figura 67 mostra alguns exemplos de roturas dos elementos de madeira. A foto da esquerda mostra a rotura de uma madre, e a central a rotura entre uma ligação e apoio numa vara. A foto da direita mostra a rotura de uma fileira no apoio de um pendural, estando fortemente atacada por infiltrações.</p>
Possíveis Causas e Observações
<ul style="list-style-type: none"> ✓ As causas mais comuns estão relacionadas com mau dimensionamento/encaixe e/ou má conceção inicial que não foi capaz de responder aos valores de cargas aplicadas na estrutura. ✓ Variações de cargas ao longo do tempo, deformações na estrutura, havendo acumulação de tensões levando por vezes à rotura dos elementos. ✓ Ausência de fixadores metálicos. ✓ Contraventamento insuficiente e seção insuficiente. ✓ Presença de fissuração ou fendas de retração que com o tempo, podem agravar-se e originar rotura. ✓ Ataque de agentes abióticos (nomeadamente a água) que ocorrendo infiltrações, diminui a resistência mecânica na madeira, e por vezes em conjunto com outras patologias, pode ocorrer rotura.

De maneira a perceber os locais onde as patologias são mais comuns, expôs-se na Figura 68 a localização das patologias nos elementos que constituem a cobertura (principal e secundária). Em cada elemento encontra-se a soma total de casos de patologias encontradas nas 29 coberturas nesse elemento específico, dando uma ideia de quais os elementos que mais estão sujeitos a sofrerem patologias.

Verificou-se que o elemento com mais casos de ocorrências patológicas é o elemento que se encontra mais próximo da envolvente exterior, que é as varas. Era de esperar que as ripas também detivessem de um valor semelhante. No entanto, o nº de patologias relativo

às ripas têm algum erro, pois nos casos onde havia existência de guarda-pó, não era possível observar as ripas.

Os elementos mais solicitados depois das varas são as madres e as pernas. Como as varas assentam nas madres, e estas assentam nas pernas faz sentido este tipo de resultados quando comparando com patologias associadas a infiltrações, ataque de fungos e insetos, havendo propagação de determinada patologia para o elemento de madeira mais próximo.

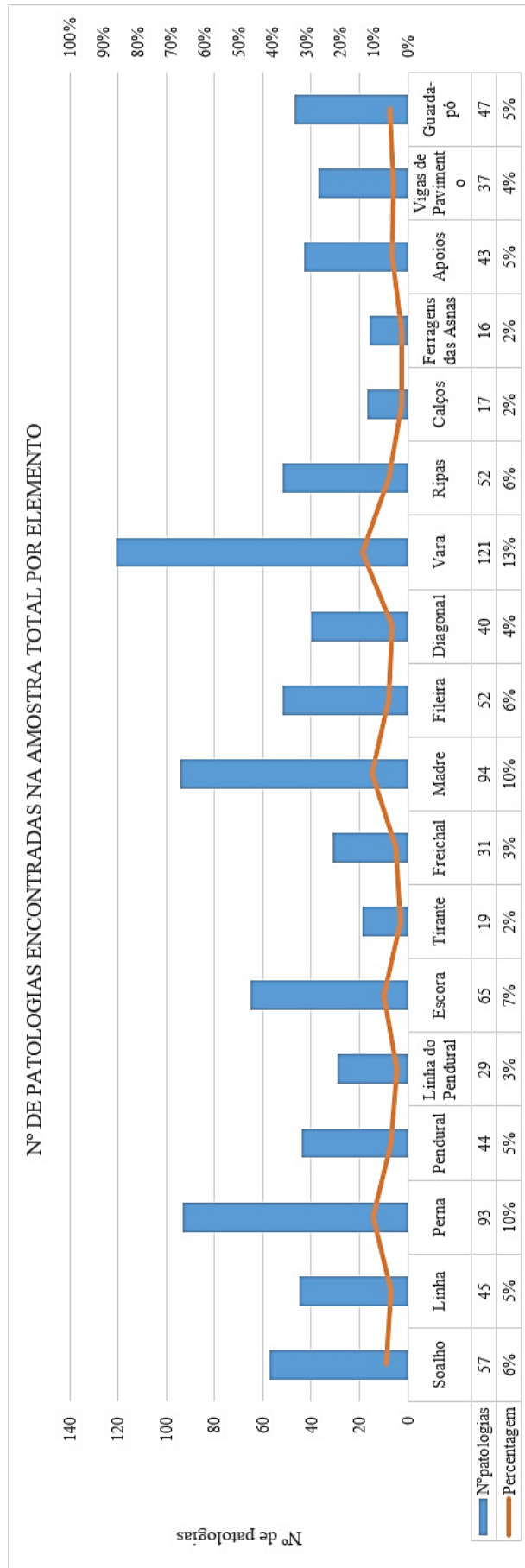


Figura 68 – Nº de patologias encontradas em cada elemento nas estruturas de suporte das coberturas inspeccionadas

5.3.4.4. Estado de Conservação Global da Estrutura de Madeira

O estado de conservação global da estrutura de madeira tem em conta as patologias anteriores referidas e tem como base o registo pela observação visual e fotográfico, onde posteriormente foi feita uma análise global e genérica. Elaborou-se uma escala de avaliação, desde o “muito bom” até ao “risco de ruína.

Com a análise da Figura 69 é possível verificar que cerca de 3% das coberturas inspeccionadas possuem um estado de conservação “muito bom” (coberturas que já foram intervencionadas anteriormente). Cerca de 17% possuem um estado de conservação “bom”, 28% (maior valor percentual) possuem um estado de conservação “razoável”, 24% (segundo maior valor percentual) possuem um estado de conservação “mau”, 17% “muito mau” e cerca de 10% das coberturas inspeccionadas possuem um estado de conservação em “risco de ruína”, sendo necessário uma intervenção urgente.

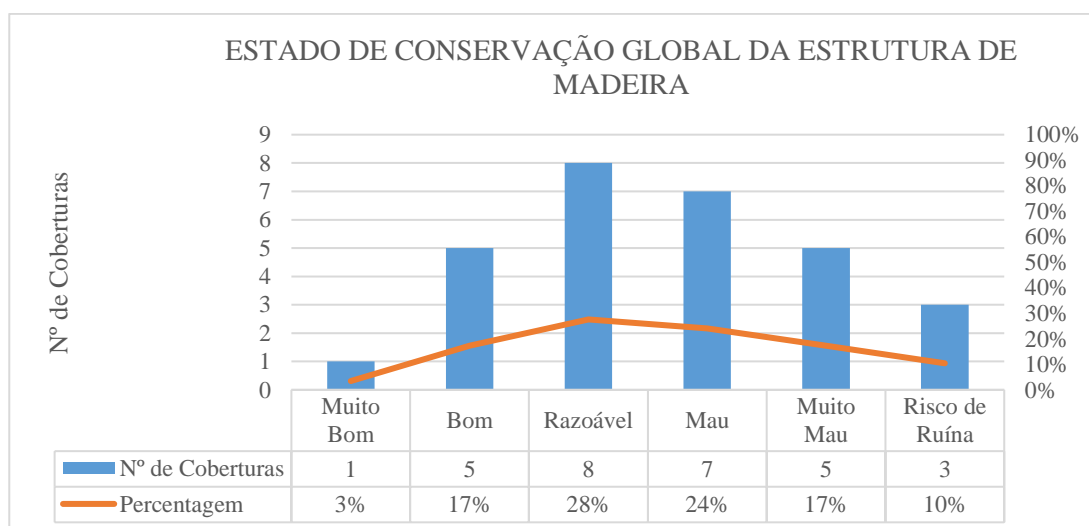


Figura 69 – Estado de conservação global da estrutura de madeira das coberturas inspeccionadas

5.3.4.5. Estabilidade Aparente da Estrutura de Madeira

A estabilidade aparente tem como base os resultados de todas as figuras expostas anteriormente neste capítulo, sobretudo a deformação dos elementos, infiltrações, deformações e rotações nos apoios e seção insuficiente. Ou seja, fatores e patologias que comprometam a segurança da estrutura de cobertura (principal e secundária). Assim como a avaliação do estado de conservação, a avaliação da estabilidade aparente é neste caso um método empírico, baseado na observação visual, registo fotográfico e ainda uso de ensaio medidor da humidade. Na Figura 70 é possível observar que 7% das coberturas

inspeccionadas (2 coberturas) possuem “ótima estabilidade”, pois foram intervencionadas anteriormente. Grande parte da amostra, das 29 coberturas, 11 possuem “boa estabilidade” (38%). O segundo maior valor percentual (28%) diz respeito a uma “média estabilidade” aparente, seguido de 17% de “má estabilidade” e cerca de 10% das coberturas possuem “risco de ruína”, necessitando de uma intervenção urgente. Em “ruína” não foi encontrada nenhuma cobertura das inspeccionadas.

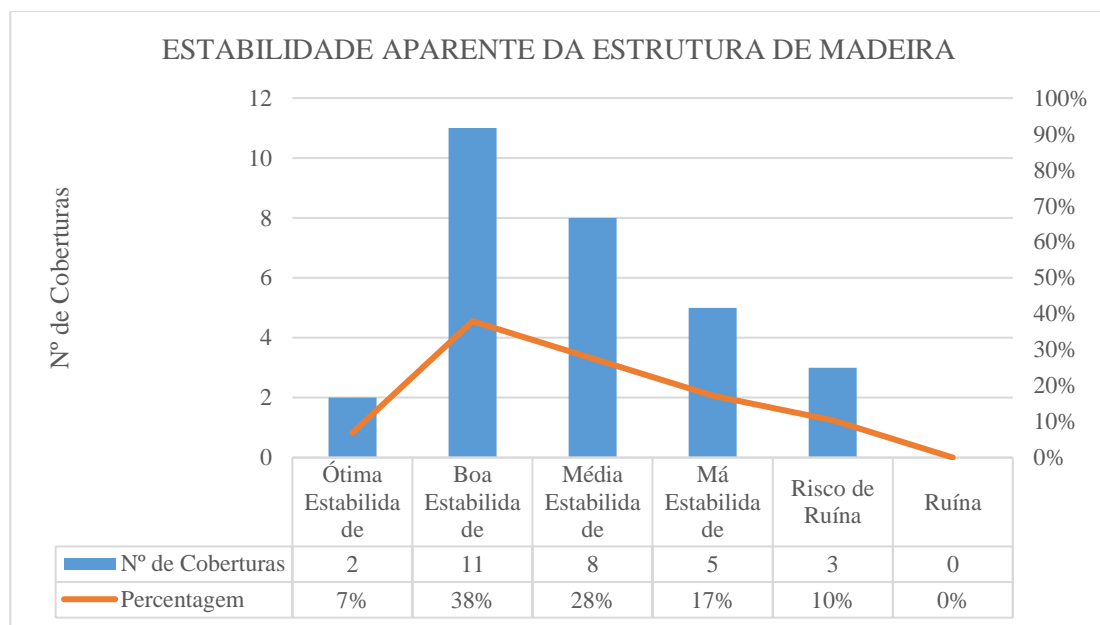


Figura 70 – Estabilidade aparente das estruturas de suporte das coberturas inspeccionadas

5.3.5. Intervenções

Neste tópico são expostos os dados dos resultados referentes a intervenções anteriores nas coberturas, sejam elas de conservação, remodelação ou ampliação. Muitos edifícios sofreram intervenções, alguns mais do que outros e por vezes dois tipos de intervenção. Intervenções localizadas ou generalizadas. Com a realização das inspeções foi possível ter uma ideia do tipo de intervenção realizada e também se não foi alvo de intervenção. A Figura 71 mostra os resultados inerentes às intervenções nas coberturas do CHL.

Verifica-se que 10% das coberturas não sofreram qualquer tipo de intervenção, levando a concluir que 90% sofreram intervenção. Cerca de metade das coberturas (50%) sofreu obras de conservação, 38% obras de remodelação e apenas 3% de ampliação.

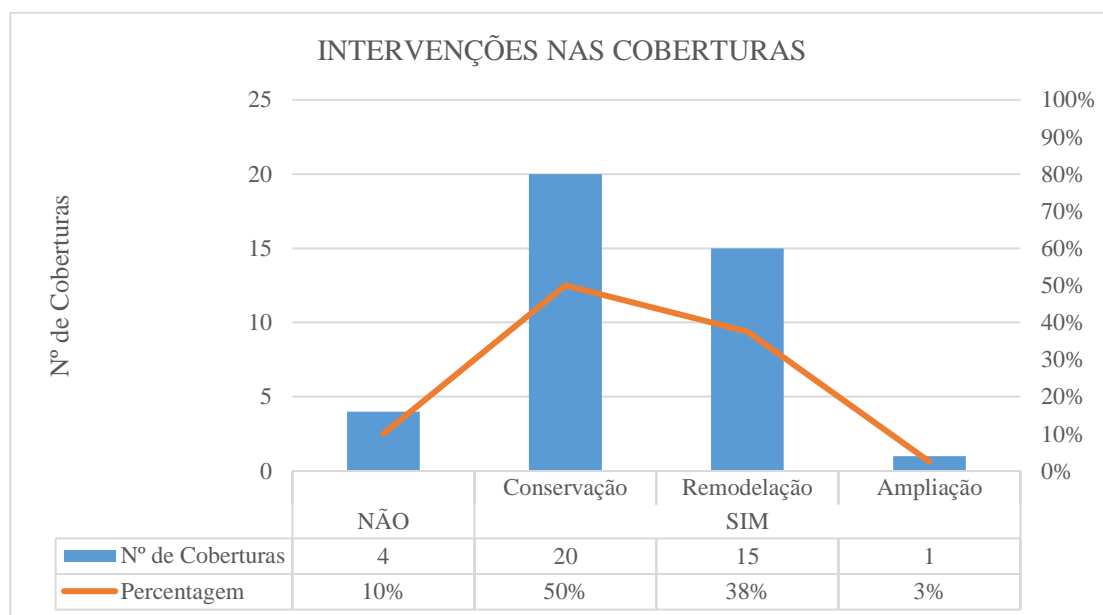


Figura 71 – Intervenções nas coberturas inspecionadas

Em seguida serão apresentados os resultados inerentes aos valores de teor de água retirados dos ensaios nos elementos de madeira de cada cobertura.

Segundo Roma (2011), a Figura 72 apresenta aproximadamente a relação entre a humidade relativa do ar com a percentagem de teor em água encontrada nas madeiras. As linhas horizontais mostram a extensão dos valores de humidade em determinadas circunstâncias. Normalmente a madeira encontrada em ambientes húmidos tende a chegar a um equilíbrio no teor de água, indicado na escala vertical (eixo yy). Até 75% de humidade relativa é aceitável a humidade da madeira (eixo xx), onde corresponde aproximadamente a 15/16% de teor de água.

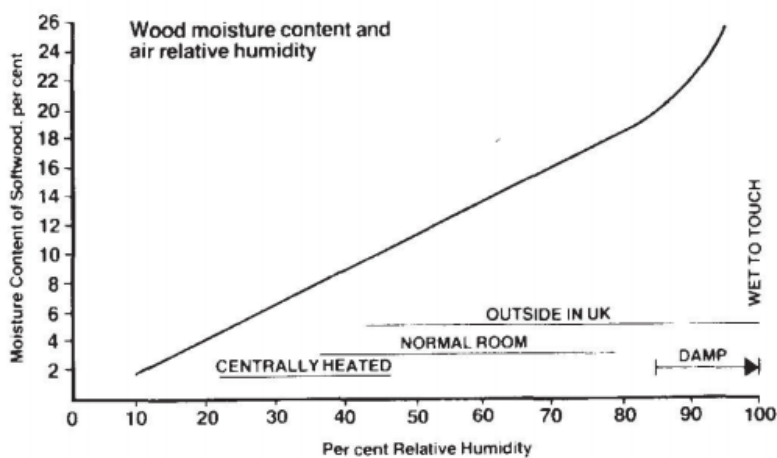


Figura 72 – Relação entre a humidade relativa do ar com a percentagem de teor em água nas madeiras, Roma (2011)

Em seguida é apresentada a Figura 73 com os resultados dos valores médios de teor de água retirados do ensaio com o humidímetro nas várias coberturas. O eixo x diz respeito ao número de cobertura, pelo que a amostra é de 26, pois em 3 situações não foi possível realizar ensaios, devido à presença de guarda-pó ou inacessibilidade da estrutura de madeira. Verifica-se que nenhum dos valores excedeu os 16% (valor máximo aceitável segundo J. Roma.), o que se pode concluir que os valores dos teores de água nas coberturas do CHL são aceitáveis e não constituem um risco maior, mas no entanto devem de ser tomadas as medidas adequadas para prevenir agravamentos do estado de conservação da madeira.

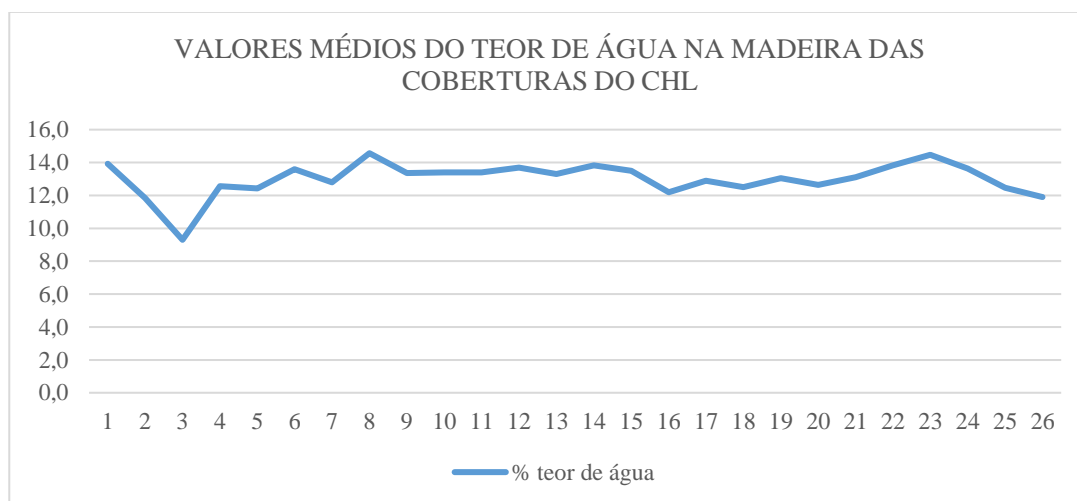


Figura 73 – Valores médios do teor de água na madeira das coberturas inspeccionadas

5.3.6. Observações Finais

Pela análise dos resultados apresentados nos gráficos deste capítulo, pode dizer-se que dentro da amostra de coberturas inspeccionadas, grande parte (cerca de 80%) necessita de intervenção, 50% necessita de intervenção urgente (estimativas com base nos resultados obtidos nos estados de conservação).

O abandono do edifício, falta de utilização (devoluto), ausência de intervenções, manutenções e inspeções são as principais causas do agravamento do estado de conservação nos edifícios, nomeadamente nas coberturas, acelerando a degradação nos edifícios do CHL. Apesar da existência de algumas intervenções de conservação,

remodelação e ampliação no passado e presente, ainda existe um grande défice e necessidade de intervenção.

As anomalias / patologias mais encontradas durante a inspeções foram a deformação excessiva dos elementos de suporte, a degradação e envelhecimento dos materiais, infiltrações e ataque de insetos xilófagos. Relativamente ao número de anomalias / patologias encontradas, os elementos que possuíam um maior valor de anomalias / patologias são os elementos da estrutura secundária (mais próxima do contacto com o exterior) e elementos que conectam e ligam estes elementos, como o conjunto ripa / vara /madre / perna.

6. CONCLUSÕES

6.1. Principais conclusões

Como principal conclusão deste trabalho é possível afirmar que as coberturas análise de estudo se encontram num estado bastante deteriorado e degradado. Existe urgência em intervir remetendo para a importância da intervenção, inspeção e manutenção das coberturas de edifícios antigos. Estas medidas tomam um papel crucial na conservação das mesmas, aumentando o tempo de vida útil do edifício, recuperando a habitabilidade e, por ventura, criar investimentos e atrair de novo a população para os centros históricos, como é o caso do CHL. É necessário criar mecanismos que fomentem a atração de investimentos, seja através de privados e/ou pela ação da Câmara Municipal de Leiria, permitindo uma aposta no CHL para criar fluxos geradores de ações, nomeadamente comércio e serviços, como também criar condições de habitabilidade aos muitos edifícios abandonados, devolutos e degradados. Ou seja, para que haja intervenções numa cobertura de um edifício antigo do CHL, é necessário que seja uma intervenção concertada e que se estenda a todo o edifício, sendo esta simbiose importante para a reabilitação futura.

A elaboração deste relatório de estágio serviu para compreender e conhecer estatisticamente diversos fatores inerentes às coberturas do CHL. Os principais foram caracterizar os materiais presentes nas coberturas, a tipologia da estrutura de suporte, onde as principais estruturas de suporte são asnas de madeira, nomeadamente a asna simples, asna de alpendre, pequena asna e asna em tesoura foram as mais comuns observadas. Outro aspeto de estudo foi um levantamento dos tipos de anomalias e patologias presentes e observadas nos elementos de madeira e cerâmicos, como o seu nível de degradação e extensão. Tendo em conta este levantamento, caracterizou-se no fim o estado de conservação das coberturas, tanto nas estruturas de madeira como nos elementos cerâmicos.

Muitas das intervenções realizadas ao nível da conservação, remodelação e ampliação não foram devidamente executadas, pelo que apenas atrasaram o processo de degradação, e eliminando a sua origem. Possivelmente, muitas destas intervenções não foram executadas com mão-de-obra qualificada, pelo que é necessário sensibilizar empresas e a Câmara Municipal para intervir, apoiando profissionais qualificados para o efeito, com

conhecimentos específicos. Destes são a arte de trabalhar a madeira, executar corretas ligações de asnas, manter a arquitetura e elementos de aspeto original nas coberturas, aplicar soluções adequadas como métodos de intervenção específicos e ajustados às necessidades de cada cobertura, para que o seu modelo e imagem se mantenha único e identitário, conferindo autenticidade e valor histórico à cobertura e por sua vez ao edifício.

Foi muito importante realizar um levantamento das anomalias / patologias no sentido em que serve de apoio a possíveis futuras intervenções, havendo assim dados que indiquem o melhor tipo de solução a adotar. As intervenções devem de ser executadas para prevenir e evitar soluções de reabilitação profundas e dispendiosas no futuro, em contrapartida com intervenções e soluções simples que podem ser resposta em alguns casos para uma reabilitação satisfatória e aceitável.

Além do que foi anteriormente referido, a elaboração de peças desenhadas através de medições exaustivas e morosas feitas nas coberturas, vieram complementar todo o trabalho, conferindo uma imagem real do tipo de estrutura de suporte dos edifícios inspecionados, pois destes já não existem os desenhos originais, ficando assim o registo para que possa ser visualizado em caso de obras e intervenções futuras.

Apesar da amostra em estudo ser limitada em comparação ao número total de edifícios que compõem o CHL (488 edifícios face aos 29 estudados), conseguiu-se obter uma base de dados satisfatória com uma variedade de elementos que constituem as coberturas de edifícios antigos, havendo uma complementação presente nas fichas de inspeção referente a inúmeras singularidades e características do exterior das coberturas, para além do estudo do tipo de suporte. Ou seja, tipo de telha, tipo de beirado, presença de caleiras, tubos de queda, trapeiras, lambrequim, janelas / clarabóias, inclinação da cobertura, sistema de ventilação entre outros e várias observações que permitem facilitar a caracterização do exterior das coberturas.

No fim da realização do estágio, os objetivos foram atingidos e foi adquirido um maior conhecimento sobre coberturas de edifícios antigos, havendo uma melhor perceção de características construtivas e singularidades.

6.2. Sugestões para futuros trabalhos

Foi realizado um estudo no CHL, com inspeção de coberturas de madeira existentes mas com as limitações associadas a um trabalho desta natureza e que obrigaram a limitar os edifícios avaliados. Como complemento do trabalho realizado sugere-se para trabalhos futuros o seguinte:

- Relativamente a ensaios não destrutivos, poderão ser realizados outros ensaios (visto que apenas foi efetuado o ensaio com o humidímetro), como a termografia, resistógrafo e também o pilodyn, comparando e complementando com os valores de teor de água obtidos neste trabalho com outros fatores, como a resistência e densidade da madeira.
- Apesar da amostra em estudo ser limitada, este relatório pode servir para a criação e continuação de uma base de dados sobre as coberturas dos edifícios antigos do CHL, fomentando mais inspeções que complementariam este trabalho, aumentando assim o número da amostra.
- Seria interessante a elaboração de um manual com propostas de soluções de reabilitação direcionado para coberturas de edifícios antigos, adaptado ao parque edificado do CHL. Este trabalho pode acrescentar informação relevante a esse manual promovendo assim uma boa base de dados para trabalhos de futuras intervenções. Consequentemente a aplicação de soluções poderá potenciar eventuais investidores.
- Poderá ser também de interesse realizar um estudo ao dimensionamento e à análise estrutural dos sistemas de suporte em madeira das coberturas, nomeadamente as asnas, visto que a geometria foi levantada e os desenhos das estruturas realizados, complementando este trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, M. (2014). *A madeira em estruturas antigas: diagnóstico e metodologias de intervenção estrutural*, Dissertação de Mestrado, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.
- Azevedo, M. (2005). *Toponímia Moçárabe no Antigo Condado Conimbricense*, Dissertação de Doutoramento, Universidade de Coimbra - Faculdade de Letras, Coimbra.
- Branco, J. (1993). *Obras de Madeira em Tosco Limpo na Construção Civil*, Queluz: Edição Escola Profissional Gustave Eiffel.
- Bastos, J. (2011). *Asnas Tradicionais de Madeira: Caracterização e Reforço*, Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Branco, J., Cruz, P., Santos, A. (2008). Asnas tradicionais de madeira: evolução, comportamento e reforço com materiais compósitos. *Revista Portuguesa de Engenharia de Estruturas*, 1-13.
- Branco, J., Lourenço, P (2014). *Coberturas Tradicionais de Madeira. Caracterização, Inspeção e Classificação*, Institute for Sustainability and Innovation in Structural Engineering.
- Brito, L. (2014). *Patologia em Estruturas de Madeira: Metodologia de Inspeção e Técnicas de Reabilitação*, Tese de Doutoramento, Escola de Engenharia de Estruturas de São Carlos, São Carlos.
- C. Torreense (2010), “Coberturas”.
- Cabral, J. (1993). *ANAIS do Município de Leiria*. Leiria: Câmara Municipal de Leiria.
- C. M. d. L. <http://www.cm-leiria.pt/pages/404>.
- C. M. d. L. (2014). Deliberação da reunião da Câmara Municipal de 21 de Janeiro de 2014 – Epígrafe 1.8. Missão, Visão, Valores e Objetivos Estratégicos.
- C. M. d. L. (2015). 2ª Alteração da Área do Reabilitação Urbana do Centro Histórico de Leiria, Aditamento, Câmara Municipal de Leiria, Leiria.
- Correia, E. (2009). *Análise e Dimensionamento de Estruturas de Madeira*, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

- Costa, F. P. (1955). *Enciclopédia prática da Construção Civil*. Lisboa: Portugália Editora.
- Cruz, H. (2001). *Patologia, Avaliação e Conservação de Estruturas de Madeira. Associação Portuguesa dos Municípios com centro histórico: Fórum UNESCO Portugal*.
- Cruz, H. (2011). *Inspeção, Avaliação e Conservação de Estruturas de Madeira. 1^{as} Jornadas de Materiais na Construção*, 215-227.
- Cunha, M. (1981). *Botânica Florestal*. Faculdade de Ciências Universidade do Porto, Silvicultura Geral.
- Cunha, J. (2013). *Diagnóstico e Avaliação da Segurança de Estruturas de Madeira Existentes*, Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto.
- Dias, T. (2008). *Pavimentos de madeira em edifícios antigos. Diagnóstico e intervenção estrutural*, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Dinis, C. (2013). *Caracterização da Área de Reabilitação Urbana - Edificado e População, Leiria: Gabinete de Reabilitação Urbana*. Leiria: Departamento de Planeamento e Gestão Urbanística - Câmara Municipal de Leiria.
- Feilden, B. (1982, Outubro). *Conservation of Historic Buildings*. Taylor and Francis Ltd: United Kingdom.
- Felgueiras, S. (2011). *Telha de Mansarda CS – Projetar ou reabilitar. Pedra & Cal*, 22.
- Ferreira, J. (2010). *Técnicas de Diagnóstico de Patologias em Edifícios*, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Gomes, T. (2016). *Caracterização do Parque Edificado do Centro Histórico de Leiria*, Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Leiria.
- Lopes, M. (2007). *Tipificação de Soluções de Reabilitação de Estruturas de Madeira em Coberturas de Edifícios Antigos*, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Lopes, P. (2014). *Estudo Comportamental de Asnas de Cobertura Palladianas*, Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- Lourenço, P. (2012). *Cobertura com telha cerâmica, uma solução construtiva sustentável, Seminário Coberturas de Madeira*, 103-116.

- Lourenço, P., Branco, J. (2013). *Dos Abrigos da Pré-História aos Edifícios de Madeira do Século XXI*, ISISE, 201-213.
- Margarido, A. P. (1988). *Leiria, história e morfologia urbana*. Leiria: Câmara Municipal de Leiria.
- Martins, S. (2009). *Estruturas de Madeira – Inspeção e Diagnóstico. Aplicação em Caso de Estudo*, Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho, Braga.
- Mendes, V., Lopes, S. (2013). *Manual de Boas Práticas na Reabilitação de Edifícios no Centro Histórico de Leiria*. Leiria, Câmara Municipal de Leiria: Gabinete de Reabilitação Urbana, Leiria.
- Moreira, M. (2009). *Reabilitação de Estruturas de Madeira em Edifícios Antigos*, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Morgado, J. (2012). *Plano de inspeção e manutenção de coberturas de edifícios correntes*, Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- Oliveira, E; Galhano, F. (1992). *Arquitetura Tradicional Portuguesa* (2ª ed.). Lisboa: Dom Quixote.
- Palma, P. (2009). *Ligações Tradicionais em Estrutura de Madeira*, Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- Roma, J. (2011). *How to Measure Moisture in Buildings – GE Measurement & Control Solutions*, Lisboa.
- Silva, V. (2016, Agosto). Impacto do sismo de 1755 nos termos de Leiria e Ourém. *Luz da Serra*, 14.
- Sousa, A., Abrantes, V., Silva, R., Freitas, V., Sousa, H. (1998). *Manual de Aplicação de Telhas Cerâmicas*, Associação Portuguesa dos Industriais da Cerâmica de Construção, Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro, Coimbra.
- U.T.L. (2006). *Materiais – Grupo de disciplinas de materiais edificações e ambiente*, Faculdade de Arquitetura de Lisboa, Lisboa.

ANEXOS

ANEXO A – FICHAS DE INSPEÇÃO

1. GENERALIDADES

Código do Edifício					Foto do Alçado Principal
Matriz do Edifício					
Nome/localização do edifício					
Data de Inspeção					
Técnico responsável					
Ano da Construção					
Nº Polícia					
Habitado	Sim	Não	Em obras	S/I	

1.1. CONTACTOS EFETUADOS

Proprietário		Empreiteiro		Inquilino	
Projetista		Outro			

1.2. CLASSIFICAÇÃO DO EDIFÍCIO:

Privado		Público		S/I		
---------	--	---------	--	-----	--	--

1.3. VALOR ARQUITETÓNICO:

Monumento Nacional	Imóvel de Interesse Público	Valor concelhio	Imóvel de Qualidade	Imóvel de Acompanhamento	Dissonante Parcial	Dissonante Total

1.4. TIPOLOGIA ESTRUTURAL:

Alvenaria com pavimentos em madeira			
Betão armado			
Estrutura metálica			
Mista		Qual:	

1.5. EDIFÍCIO EM RUÍNA:

Sim		Não		S/I	0
-----	--	-----	--	-----	---

1.6. LOCALIZAÇÃO DO EDIFÍCIO

Isolado		Gaveto		Entre edifícios		Extremidade	
---------	--	--------	--	-----------------	--	-------------	--

2. UTILIZAÇÃO DO EDIFÍCIO

	1	2	3	4	5	6	7	8
Nº de pisos								
Andar/Utilização	Tem	Comércio	Habitação	Serviços	Armazém	Garagem	Edifício Religioso	Devoluto
Cave								
R/C								
1º								
2º								
3º								
4º								
Cobertura								

3. OBSERVAÇÕES

1. CLASSIFICAÇÃO DA COBERTURA

1.1. FORMA DA COBERTURA

Terraço/Plana	<input type="text"/>	Inclinada	<input type="text"/>	Mansarda	<input type="text"/>	Irregular	<input type="text"/>	
Redonda	<input type="text"/>	Quadrada	<input type="text"/>	Piramidal	<input type="text"/>	Poligonal	<input type="text"/>	
Cónica	<input type="text"/>	Redonda	<input type="text"/>					
	1	2	3	4	5	6	7	8
Nº águas	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Notas	<input type="text"/>							

1.2. TIPO

Tradicional	<input type="text"/>	Invertida	<input type="text"/>
-------------	----------------------	-----------	----------------------

1.3. INCLINAÇÃO DA COBERTURA

Inclinação (°)	<input type="text"/>						
Percentagem (%)	<input type="text"/>						
Inclinação recomendável (%)	<input type="text"/>	Insuficiente	<input type="text"/>	Suficiente	<input type="text"/>	Excessiva	<input type="text"/>

1.4. ÁREA DA COBERTURA

Área (m2)	<input type="text"/>	Notas	<input type="text"/>
-----------	----------------------	-------	----------------------

1.5. UTILIZAÇÃO E ACESSIBILIDADE

Área útil	<input type="text"/>	Área não-útil	<input type="text"/>
Acessível	<input type="text"/>	Não Acessível	<input type="text"/>

2. CONSTITUIÇÃO DA COBERTURA

2.1. EXTERIOR

2.1.1. REVESTIMENTO

Telha de micro-betão	<input type="text"/>	Telha cerâmica	<input type="text"/>	Lusa	<input type="text"/>
Telha asfáltica	<input type="text"/>			Marselha	<input type="text"/>
Fibrocimento	<input type="text"/>			Canudo	<input type="text"/>
Chapa metálica	<input type="text"/>				

2.1.2. SINGULARIDADES

	SIM	NÃO	Quantidade	Observações
Lanternim	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Chaminé	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Clarabóia	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Janela	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Janela/Clarabóia	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Cúpula	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Trapeira	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Lamberquim	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Caleira Exterior	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Tubos de queda	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Beiral	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Platibanda	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Cornija	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

2.1.3. SISTEMA DE VENTILAÇÃO

	SIM	NÃO	Observações
Sistema de ventilação	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Micro-ventilação	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Telhas de ventilação	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Beiral com ventilação	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
S/	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

2.2. INTERIOR

2.2.1. SINGULARIDADES

	SIM	NÃO	Observações
Desvão útil	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Laje de esteira (soalho)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Guarda pó	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Tela impermeabilizante	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Caleira Interior	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Chaminé	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

3. ESTRUTURA DE SUPORTE

3.1. TIPO

Madeira	<input type="checkbox"/>	Aço	<input type="checkbox"/>	Mista	<input type="checkbox"/>
Betão armado	<input type="checkbox"/>	Alvenaria	<input type="checkbox"/>		

3.2. ESPÉCIE DA MADEIRA



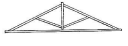
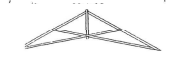

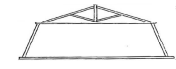
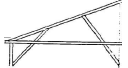
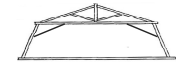

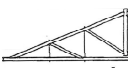
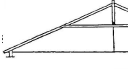

Pinho (<i>Pinus pinaster</i>)	<input type="checkbox"/>	Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>)	<input type="checkbox"/>	Castanheiro (<i>Castanea sativa</i>)	<input type="checkbox"/>
---------------------------------	--------------------------	--	--------------------------	--	--------------------------

3.3. TIPOLOGIA DA ESTRUTURA COM ASNA

3.3.1. ESTRUTURA

Estrutura com Asna	SIM	NÃO	S/I	Quantidade	
--------------------	-----	-----	-----	------------	--

3.3.2. TIPOLOGIA

Pequena Asna	<input type="checkbox"/>		Asna de Tesoura 1	<input type="checkbox"/>	
Asna Simples	<input type="checkbox"/>		Asna de Tesoura 2	<input type="checkbox"/>	
Meia-Asna Simples	<input type="checkbox"/>		Asna Mansarda Vulgares	<input type="checkbox"/>	
Meia-Asna de Escoras	<input type="checkbox"/>		Asna Mansarda de Escoras	<input type="checkbox"/>	
Meia-Asna Composta	<input type="checkbox"/>		Vigas apoiadas	<input type="checkbox"/>	
Asna Composta	<input type="checkbox"/>		Outro	<input type="checkbox"/>	
Asna de Alpendre	<input type="checkbox"/>		S/I	<input type="checkbox"/>	
Asna de Nível	<input type="checkbox"/>		Espaçamento entre Asnas (m)	<input type="checkbox"/>	

3.4. ELEMENTOS CONSTITUINTES





ASNA (Tipo 1)		Dimensões			Observações
SIM	NÃO	Secção (BxH) cm	L (m)		
Linha					
Perna					
Pendural					
Escora					
Escora Liga/					
Tirante					
Linha Alp.					
Ferragens					
ASNA (Tipo 2)		Dimensões			Observações
SIM	NÃO	Secção (BxH) cm	L (m)		
Linha					
Perna					
Pendural					
Escora					
Escora Liga/					
Tirante					
Linha Alp.					
Ferragens					
Dados Globais		Dimensões			Observações
SIM	NÃO	Secção (BxH) cm	L (m)		
Vigas Pavim/					
Madres					
Fileira					
Diagonais					
Freichal					
Varas					
Ripas					
Calços					

COBERTURA

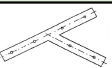
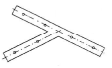
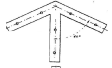


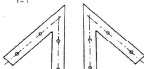

< FI 2 >

3.4.1. TIPOS DE LIGAÇÕES

Ligações Tradicionais

Ligação em forma de Encontro Inclinado	<input type="text"/>		Observações
Ligação em forma de Encontro Vertical	<input type="text"/>		
Ligação em forma de Cachorro	<input type="text"/>		
Ligação em forma de Cruzamento	<input type="text"/>		
Apoio simples com pregagem	<input type="text"/>		
S/I	<input type="text"/>		

Ligações Mecânicas

Ferragens das Asnas		Quantidade	Nº Parafusos	Observações
T. Esquerdo	<input type="text"/>			
T. Direito	<input type="text"/>			
Pé de Galinha	<input type="text"/>			
Pé de Galinha Dobrado	<input type="text"/>			
Cruzeta	<input type="text"/>			
Esquadro	<input type="text"/>			
Braçadeira	<input type="text"/>			
Outro	<input type="text"/>			
S/I	<input type="text"/>			
Não tem	<input type="text"/>			

3.4.2. OBSERVAÇÕES

3.5. ESQUEMA DA ESTRUTURA DE COBERTURA

FICHA DE INSPEÇÃO

COBERTURA

< FI 2 >

4. PATOLOGIAS

4.1. REVESTIMENTO EXTERIOR

4.1.1. ELEMENTOS CERÁMICOS

Fraturação		Sobreposição		Salinidades	
Mau encaixe		Descolagem		Não tem	
Desalinhamento		Musgos e líquenes		S/I	

	Não se aplica	Muito ligeira	Ligeira	Média	Grave	Muito Grave	
	0	1	2	3	4	5	Quais
Nível de degradação							
Extensão							

Observações

4.1.2. REMATES

Deficiência nos remates		Observações					
Cumeeira		Rincão					
Tubagens emergentes		Laró					
Paredes emergentes		Beiral					
Juntas das telhas		Não tem					
		S/I					

	Não se aplica	Muito ligeira	Ligeira	Média	Grave	Muito Grave	
	0	1	2	3	4	5	Quais
Nível de degradação							
Extensão							

4.1.3. RUFAGEM

Inexistente		Chaminés		Encontros	
		Clarabóias		Remates	
S/I		Janelas		Empenas	
		Janelas/Clarabóias			

	Não se aplica	Muito ligeira	Ligeira	Média	Grave	Muito Grave	
	0	1	2	3	4	5	Quais
Nível de degradação							
Extensão							

Observações

4.1.4. ESTADO DE CONSERVAÇÃO

	Muito Bom	Bom	Razoável	Mau	Muito Mau	Risco de Ruína	S/I
Observações							

4.3. ESTRUTURA DE MADEIRA

4.3.1. PATOLOGIAS E ANOMALIAS DETETADAS

	Nível de Degradação / Extensão (ND/E)											
	Não se aplica		Muito ligeira		Ligeira		Média		Grave		Muito Grave	
	0	E	1	E	2	E	3	E	4	E	5	E
Deformação dos elementos de suporte	ND	E	ND	E	ND	E	ND	E	ND	E	ND	E
Degradação/envelhecimento materiais												
Madeira												
Ferragens												
Escorregamento nas ligações												
Deformação dos apoios												
Rotação dos apoios												
Geometria Inadequada												
Secção Insuficiente												
Contraventamento insuficiente/deficiente												
Infiltrações												
Condensações interiores												
Salinidades												
Musgos, líquenes												
Fungos, bolores												
Fissuras												
Ataque de insectos												
Fogo												



escola superior de tecnologia e gestão
instituto politécnico de leiria

FICHA DE INSPEÇÃO

COBERTURA

< FI 2 >

4.3.3. ESTADO DE CONSERVAÇÃO

	Muito Bom	Bom	Razoável	Mau	Muito Mau	Risco de Ruína	
Observações							

4.3.4. ESTABILIDADE APARENTE

	Ótima Estabilidade	Boa Estabilidade	Média Estabilidade	Má Estabilidade	Risco de Ruína	Ruína	
	0	1	2	3	4	5	
Observações							

4.3.5. OBSERVAÇÕES

--

5. INTERVENÇÕES

Intervenções	SIM	NÃO	Conservação	Remodelação	Ampliação	Data

5.1. DESCRIÇÃO DA INTERVENÇÃO

--

6. FOTOS

--

7. ENSAIOS IN-SITU NÃO DESTRUTIVOS

7.1. HUMIDIMETRO

Localização ensaio [1] (esquema)	Localização ensaio [2] (esquema)	Localização ensaio [3] (esquema)
[1] Teor Água (%)	Reduzido	Médio
[2] Teor Água (%)	Reduzido	Médio
[3] Teor Água (%)	Reduzido	Médio

8. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

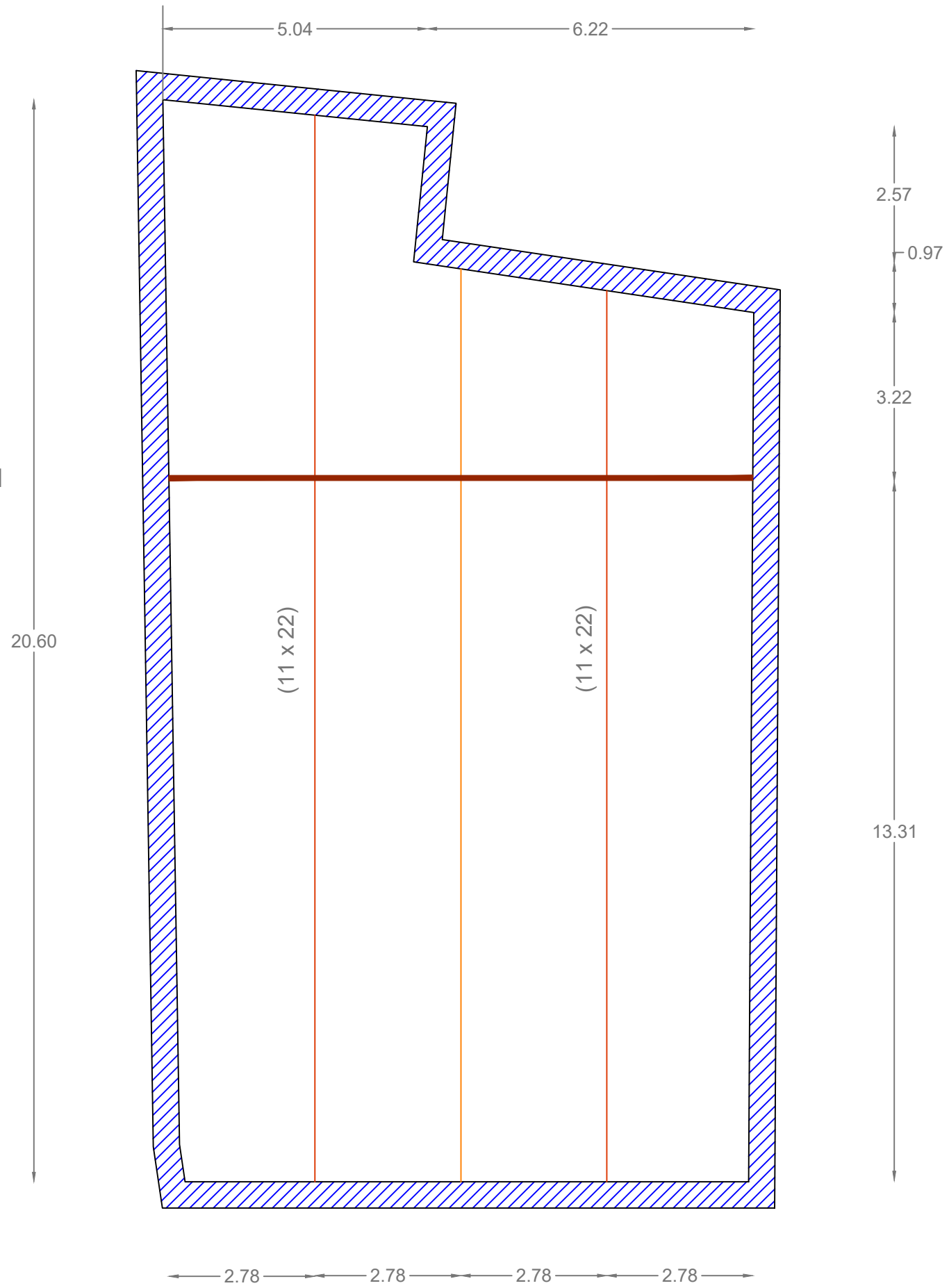
Anomalias/Patologias				
Nível de degradação				
Muito ligeira	Ligeira	Média	Grave	Muito Grave
Degradação insignificativa. Poucas ou nenhuma anomalias	Anomalias que prejudiquem apenas o aspeto. Anomalias superficiais. Requerem trabalhos de limpeza, substituição ou reparação de fácil	Anomalias que prejudiquem o aspeto e põem em causa o uso e conforto da envolvente. Requerem trabalhos de limpeza, substituição ou reparação de fácil/média execução	Anomalias que põem em causa o uso, conforto e em alguns casos a estabilidade da envolvente, pondo em causa e risco a segurança e saúde. Probabilidade média/elevada de acidentes, que não são graves na sua natureza. Requerem trabalhos de reparação de média execução	Anomalias que põem em causa e risco a segurança e saúde. Risco de instabilidade iminente. Probabilidade elevada de acidentes, de natureza média/grave. Requerem trabalhos de reparação de média/difícil execução
Extensão				
Muito ligeira	Ligeira	Média	Grave	Muito Grave
Muito fraca extensão de danos. Existência pontual da anomalia num local.	Fraca extensão de danos. Existência pontual da anomalia em alguns locais.	Média extensão de danos. A anomalia localiza-se em vários locais abrangendo uma área considerável.	Grande extensão de danos. A anomalia localiza-se em muitos locais, possuindo uma área extensa.	Enorme extensão de danos. Anomalia generalizada a toda a área de inspeção.

9. REGISTO DE OBSERVAÇÕES E NOTAS FINAIS

--

ANEXO B – PEÇAS DESENHADAS

Asna 1



Legenda

-  Estrutura de Asna
-  Madres
-  Fileiras e Diagonais
-  Parede

Instituto Politécnico de Leiria - ESTG



Mestrado em Construções Cívicas

Código do edifício

Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria

Escala: 1/100

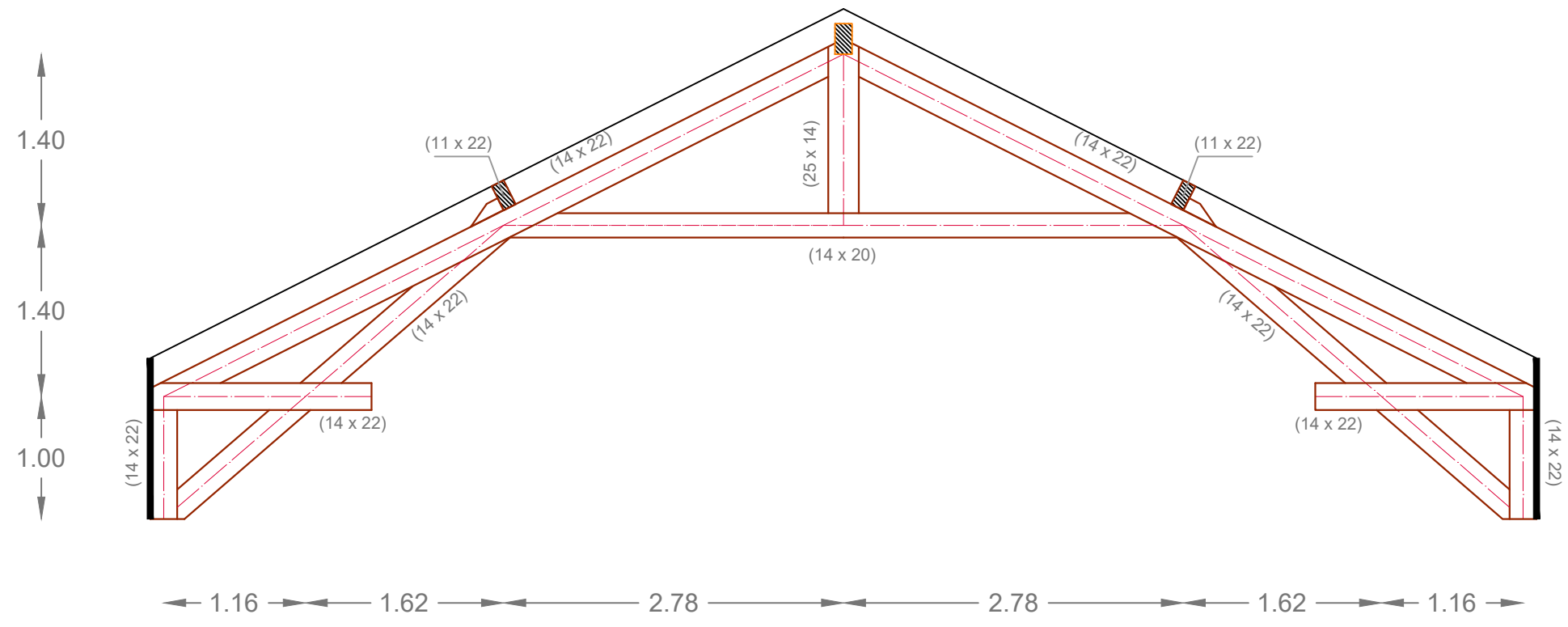
Q04L04

Planta da Cobertura

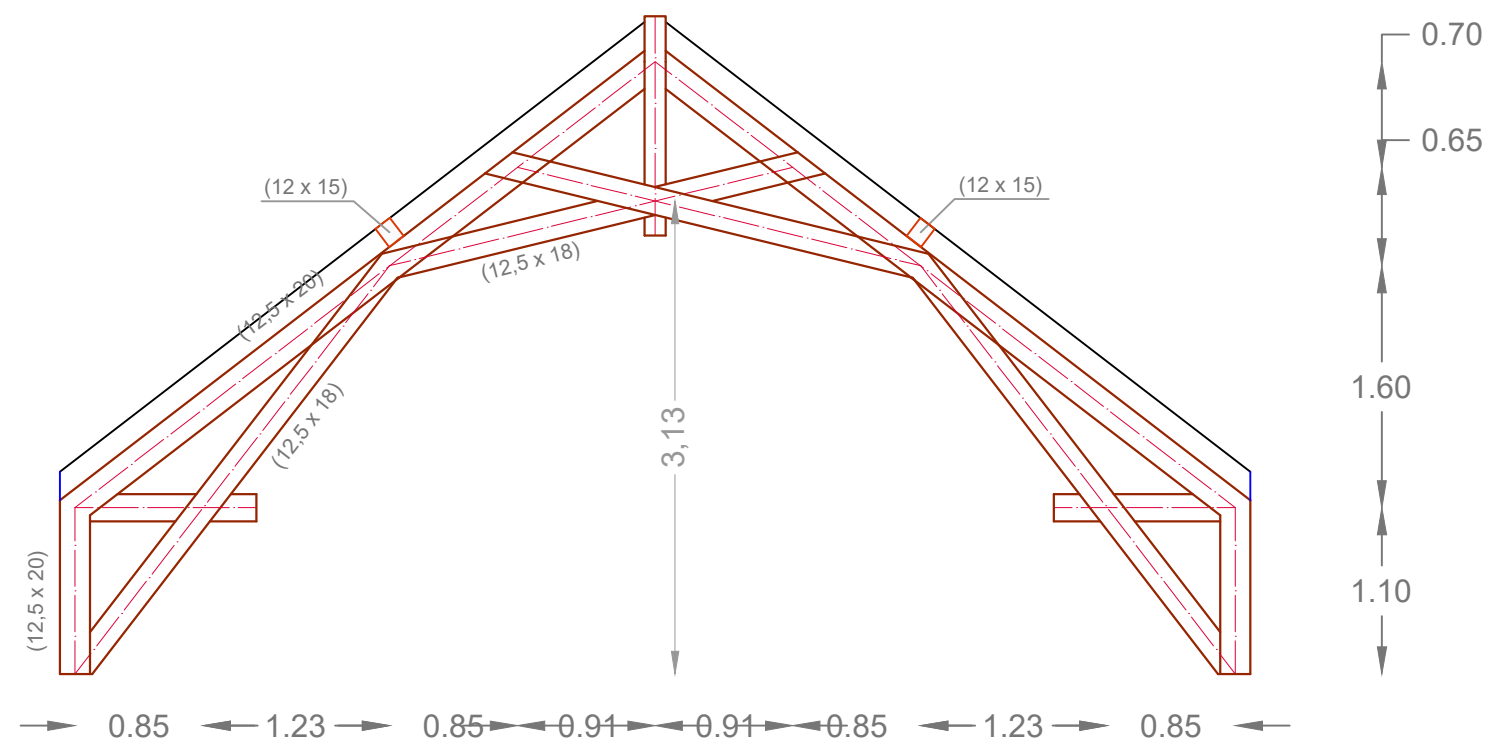
UNIDADES: m

Rúdi Israel nº2140851

PL. No.: 1

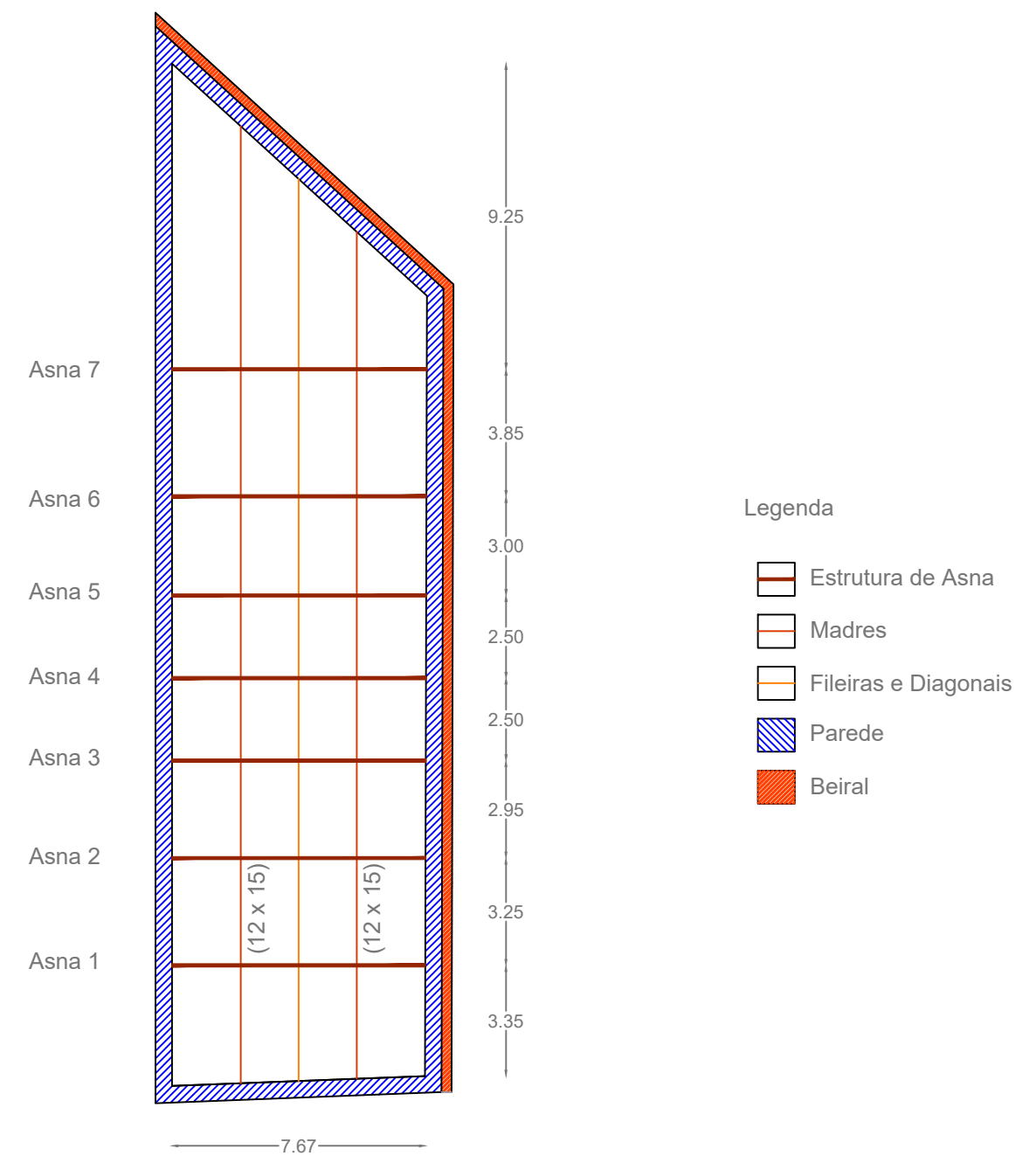


Instituto Politécnico de Leiria - ESTG		 <small>escola superior de tecnologia e gestão</small>
Mestrado em Construções Cívicas		
Código do edifício Q04L04	Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria	Escala: 1/50
	Alçado da Asna 1	UNIDADES: m
	Rúdi Israel nº2140851	PL. No.: 2



Asna 1 a 7

(1)



(2)

Instituto Politécnico de Leiria - ESTG



Mestrado em Construções Cívicas

Código do edifício

Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria

(1) Escala: 1/50

(2) Escala: 1/200

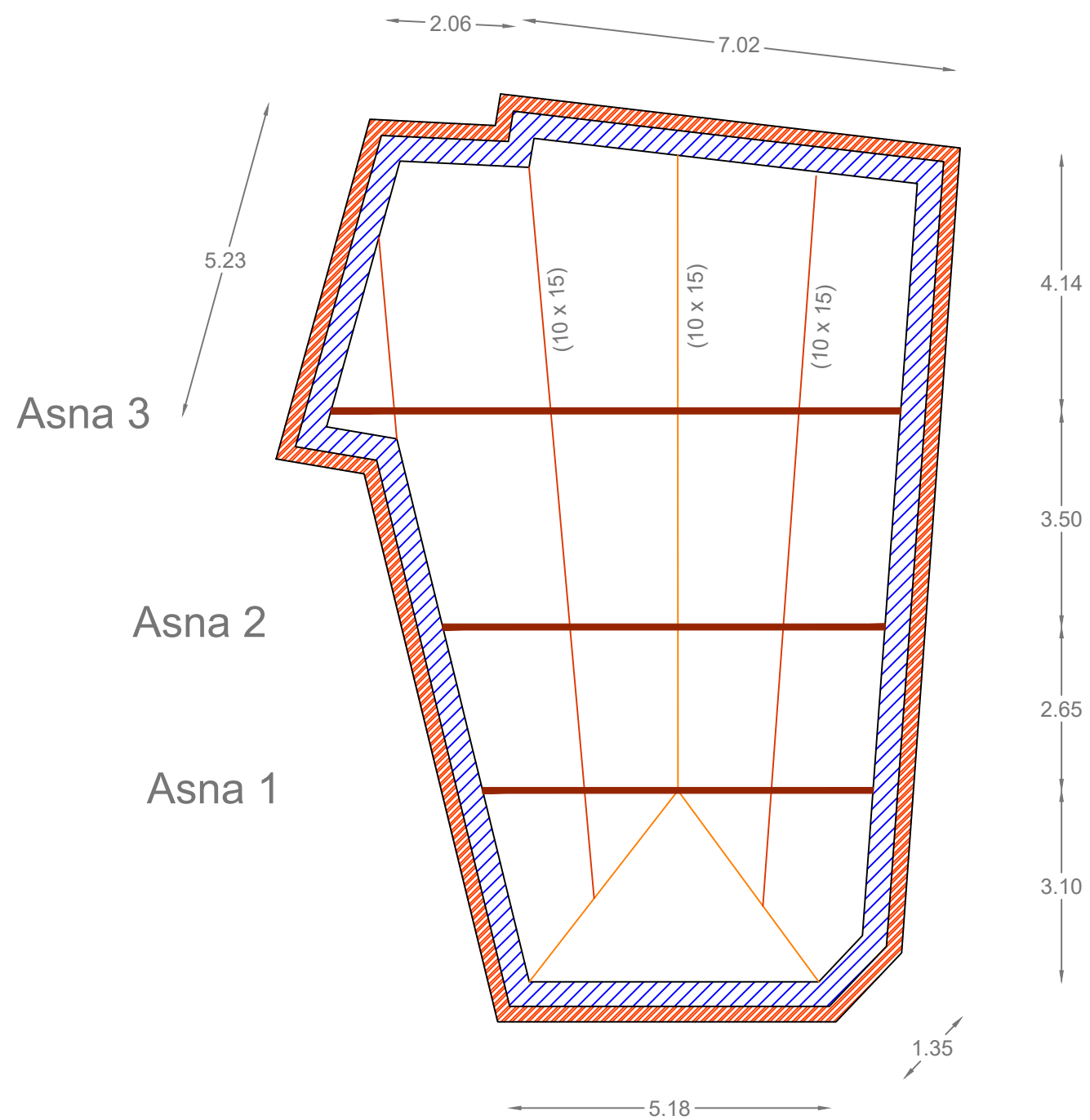
Q04L07

(1) - Alçado da Asna 1 a 7
(2) - Planta da cobertura

UNIDADES: m

Rúdi Israel nº2140851

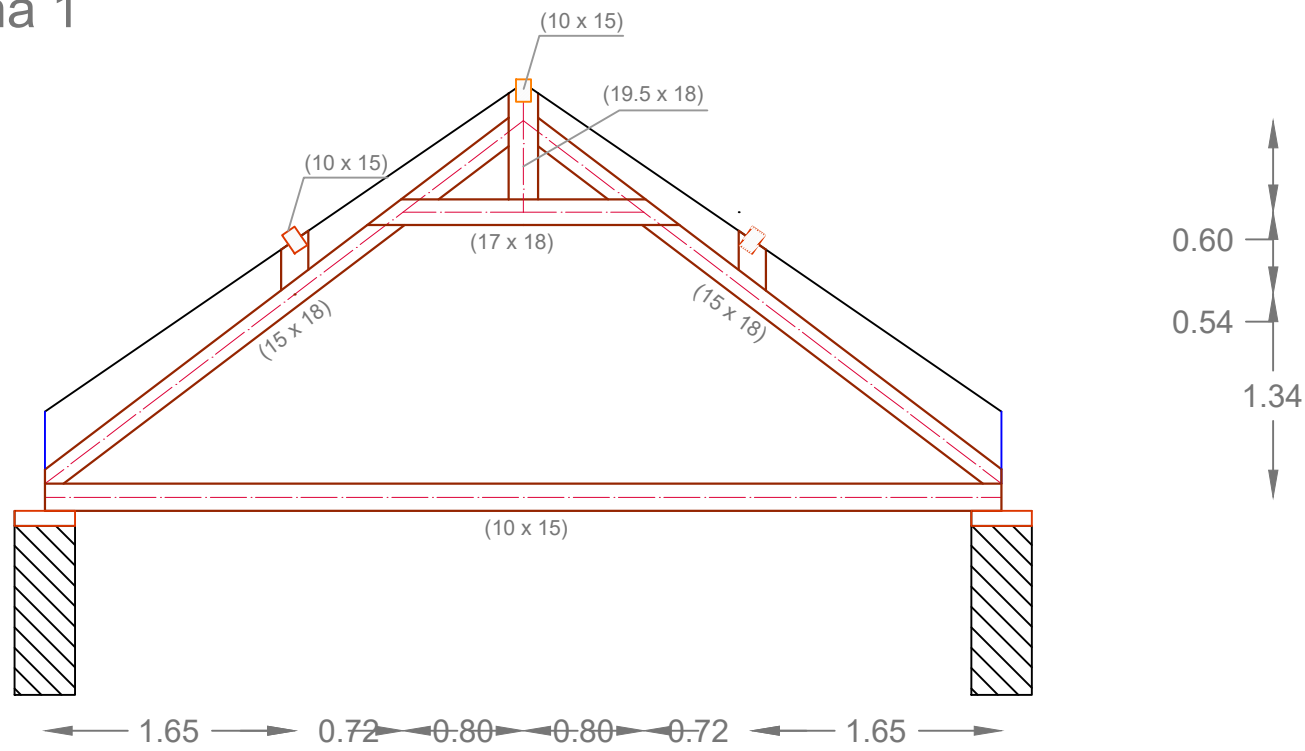
PL. No.: 3



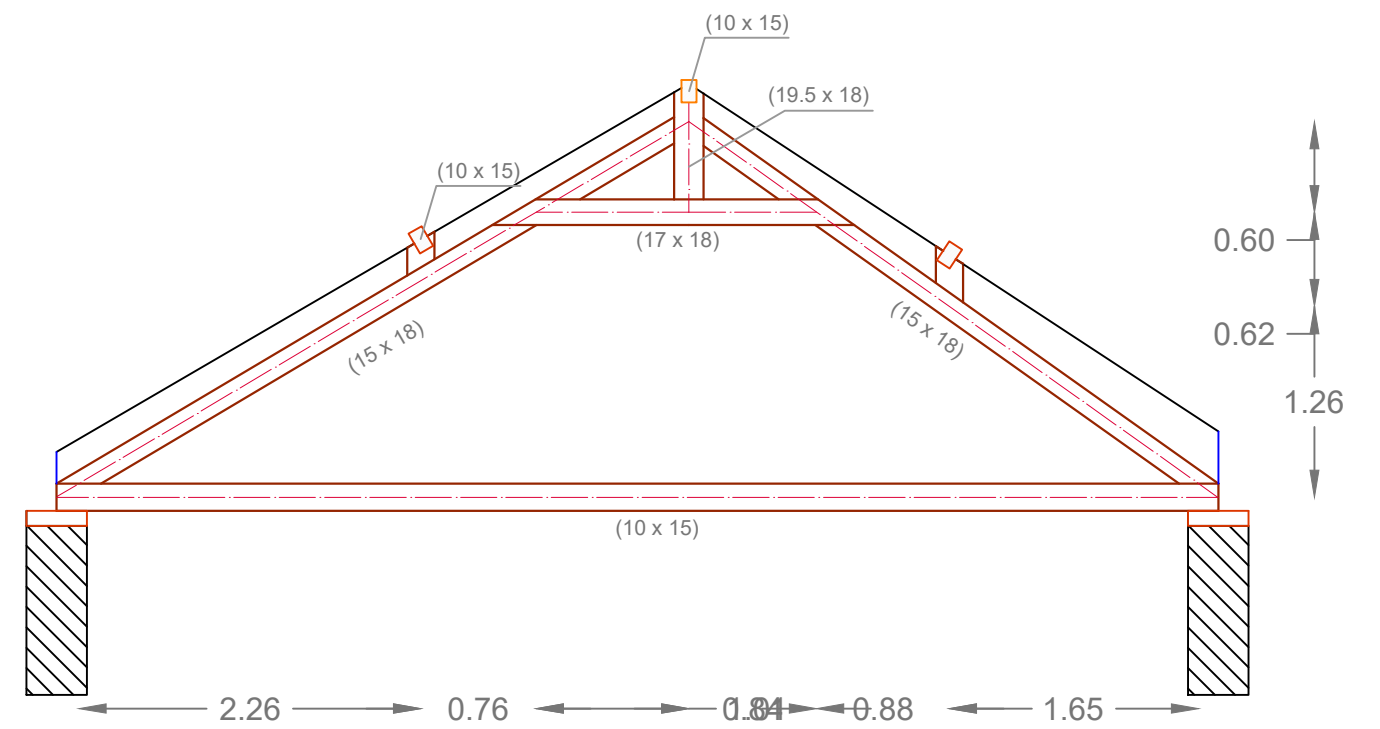
- Legenda
-  Estrutura de Asna
 -  Madres
 -  Fileiras e Diagonais
 -  Parede
 -  Beiral

Instituto Politécnico de Leiria - ESTG		 <small>escola superior de tecnologia e gestão</small>
Mestrado em Construções Cívicas		
Código do edifício Q05L01	Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria	Escala: 1/100
	Planta da cobertura	UNIDADES: m
	Rúdi Israel nº2140851	PL. No.: 4

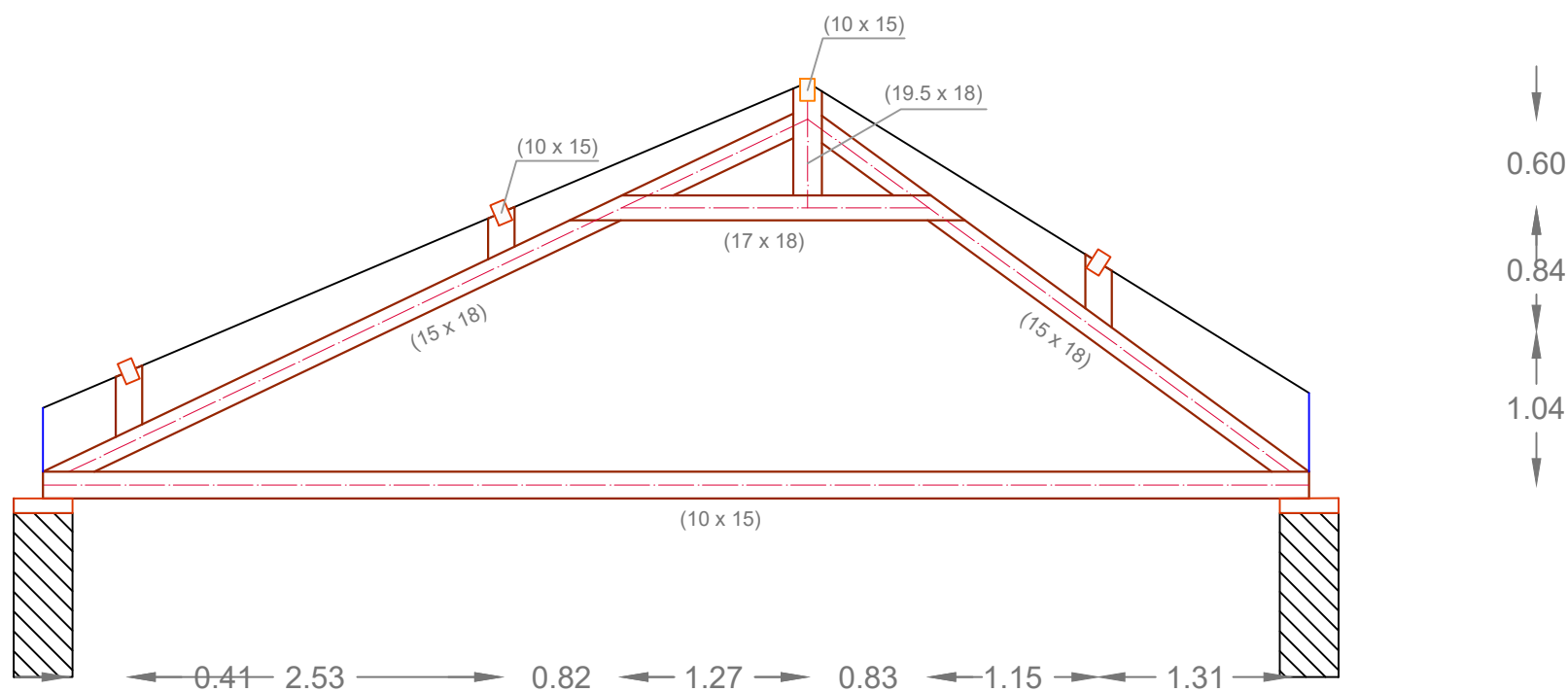
Asna 1




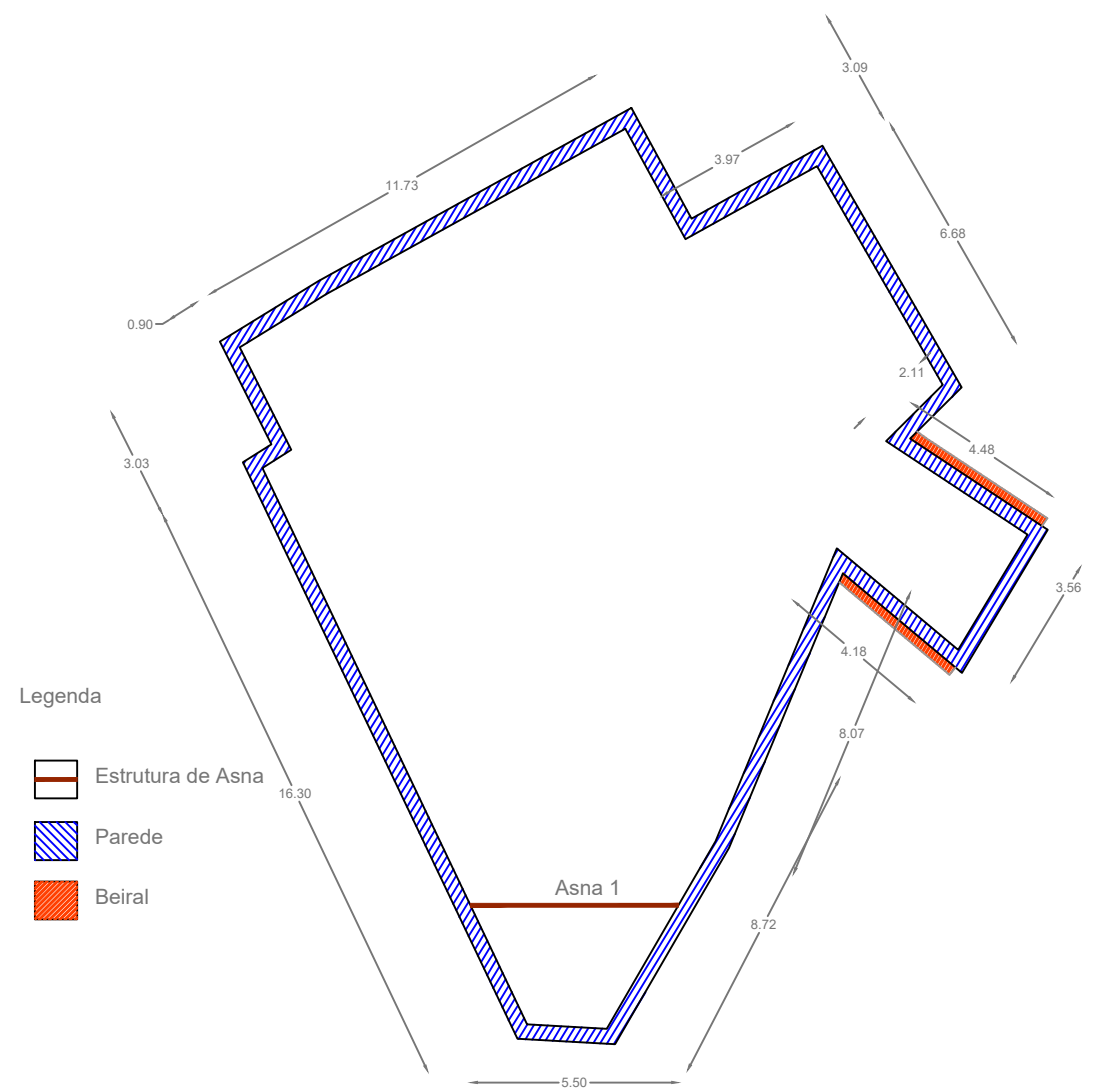
Asna 2



Asna 3

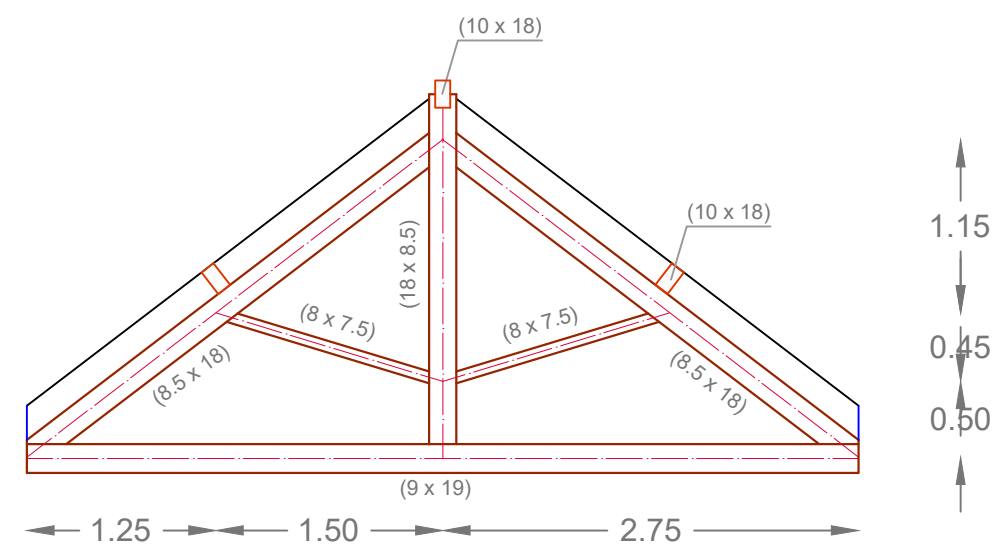


Instituto Politécnico de Leiria - ESTG		 <small>escola superior de tecnologia e gestão</small>
Mestrado em Construções Cívicas		
Código do edifício	Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria	Escala: 1/50
Q05L01	Alçado das Asnas 1, 2 e 3	UNIDADES: m
	Rúdi Israel nº2140851	PL. No.: 5



(1)

Asna 1



(2)

Instituto Politécnico de Leiria - ESTG

Mestrado em Construções Cívicas



Código do edifício

Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria

(1) Escala: 1/200

Q09L03

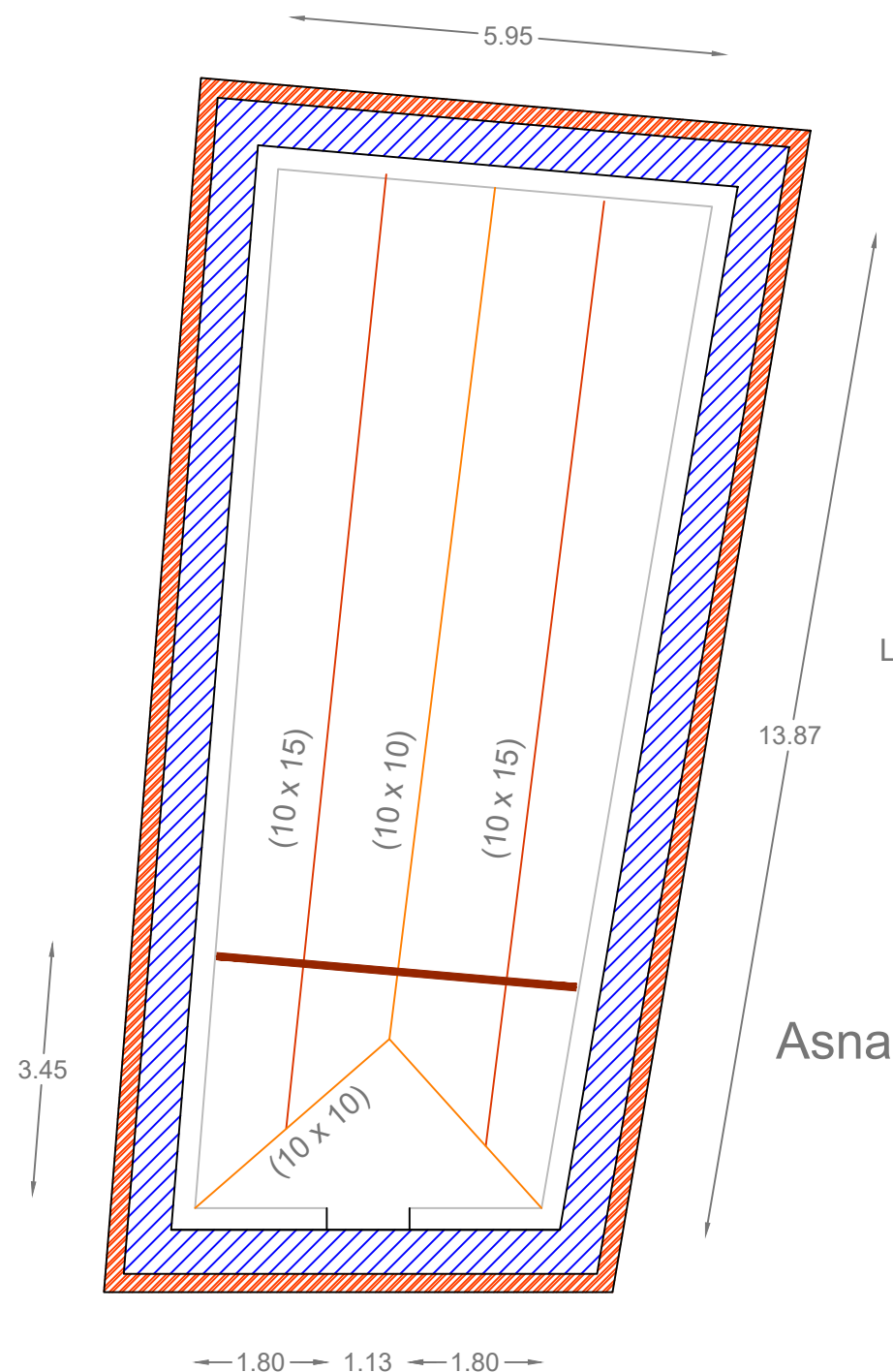
(1) Planta da cobertura
(2) Alçado da Asna 1

(2) Escala: 1/50

UNIDADES: m

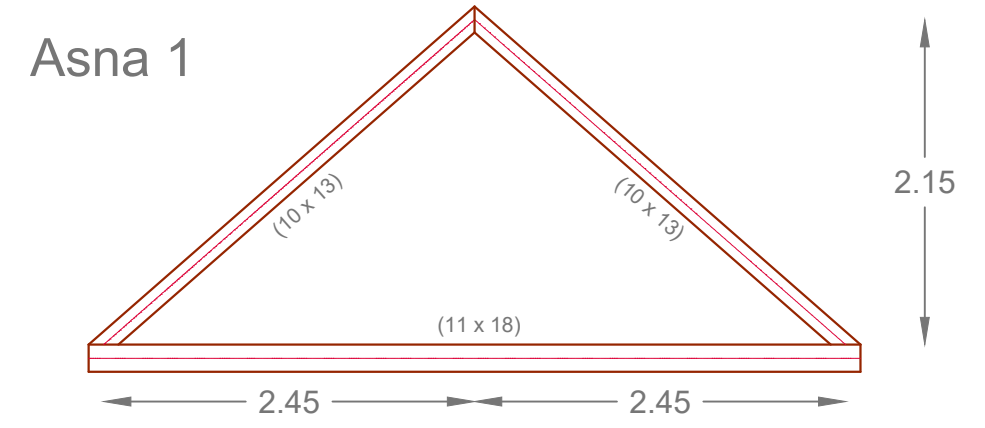
Rúdi Israel nº2140851

PL. No.: 6




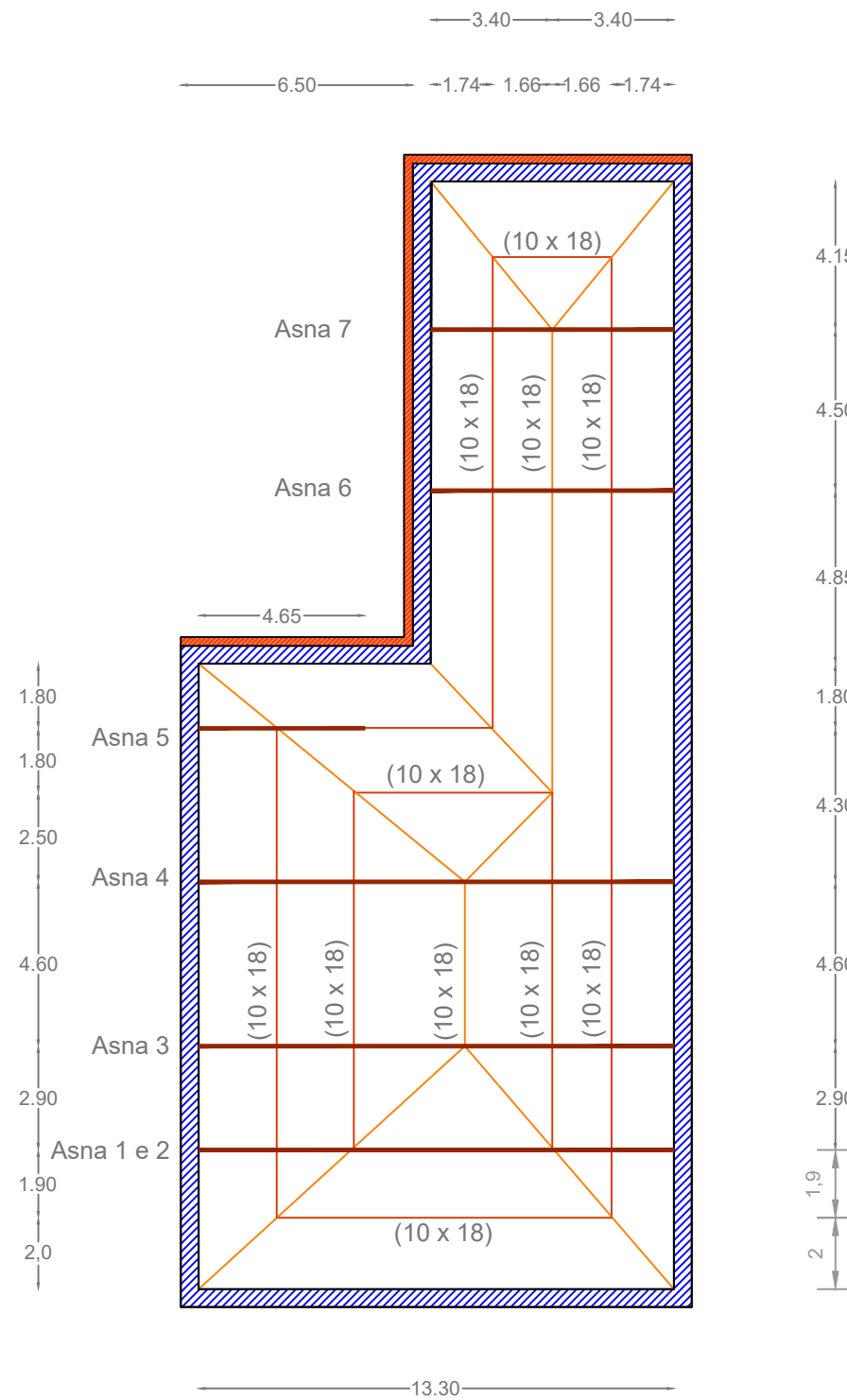
- Legenda
-  Estrutura de Asna
 -  Madres
 -  Fileiras e Diagonais
 -  Parede
 -  Beiral

(1)




(2)

Instituto Politécnico de Leiria - ESTG		 <small>escola superior de tecnologia e gestão</small>
Mestrado em Construções Cívicas		
Código do edifício Q20L01	Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria	(1) Escala: 1/100 (2) Escala: 1/50
	(1) Planta da cobertura (2) Alçado da Asna 1	UNIDADES: m
Rúdi Israel nº2140851		PL. No.: 7

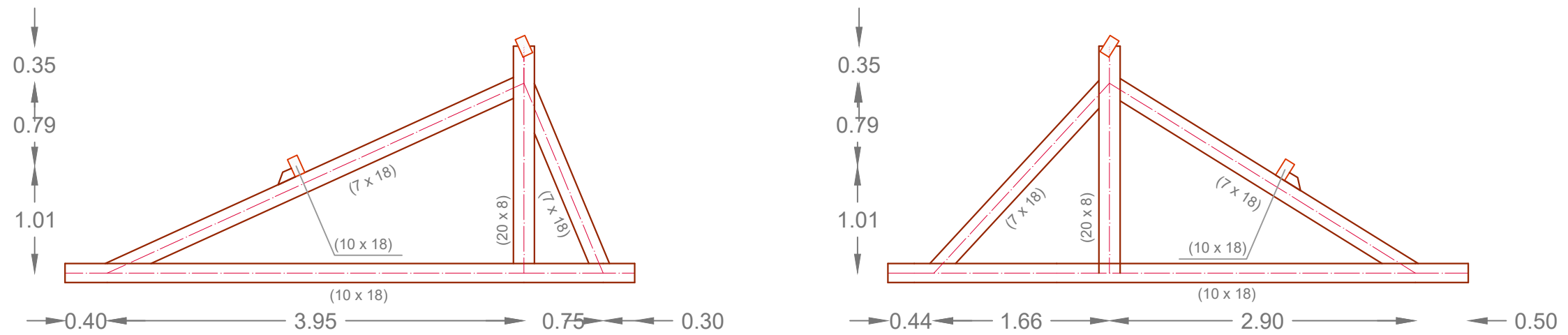


Legenda

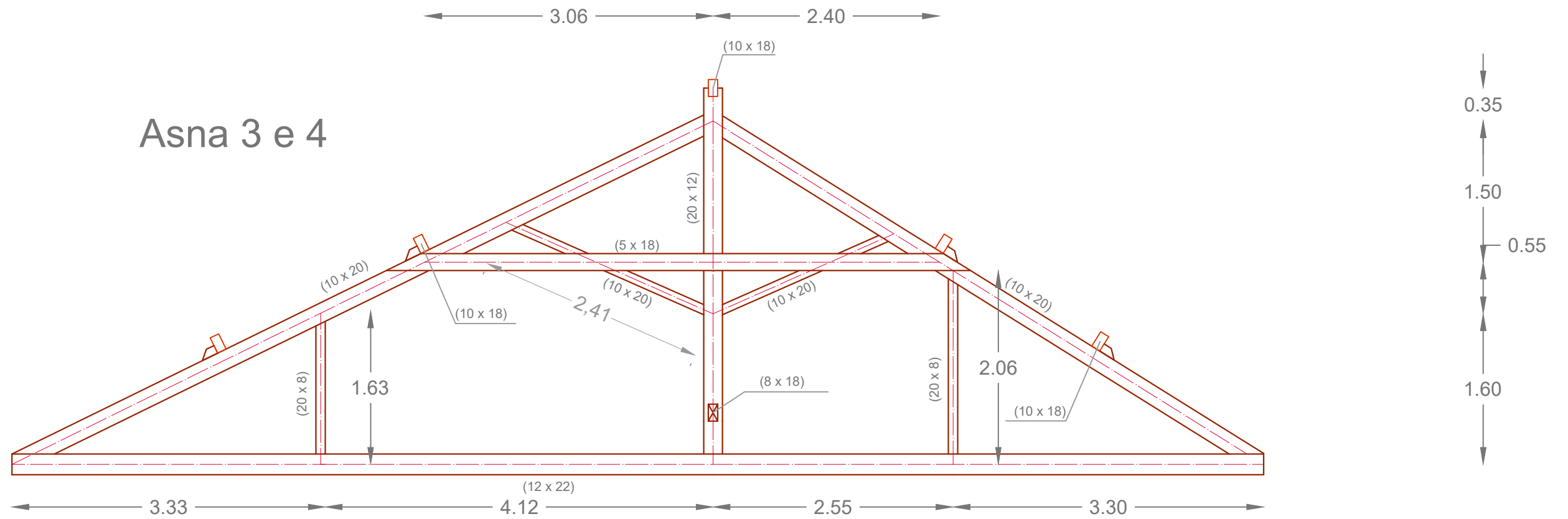
-  Estrutura de Asna
-  Madres
-  Fileiras e Diagonais
-  Parede
-  Beiral

Instituto Politécnico de Leiria - ESTG		 <small>escola superior de tecnologia e gestão</small>
Mestrado em Construções Cívicas		
Código do edifício Q26L01	Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria	Escala: 1/200
	Planta da cobertura	UNIDADES: m
	Rúdi Israel nº2140851	PL. No.: 8

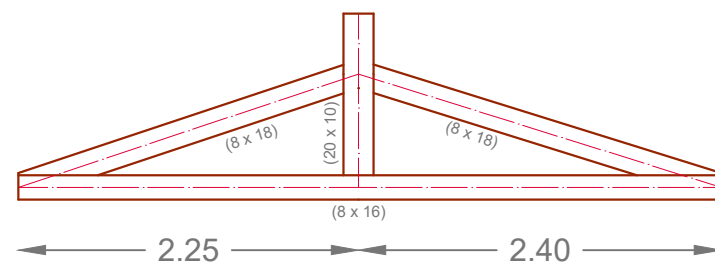
Asna 1 e 2



Asna 3 e 4



Asna 5



Instituto Politécnico de Leiria - ESTG



Mestrado em Construções Cívicas

Código do edifício

Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria

Escala: 1/50

Q26L01

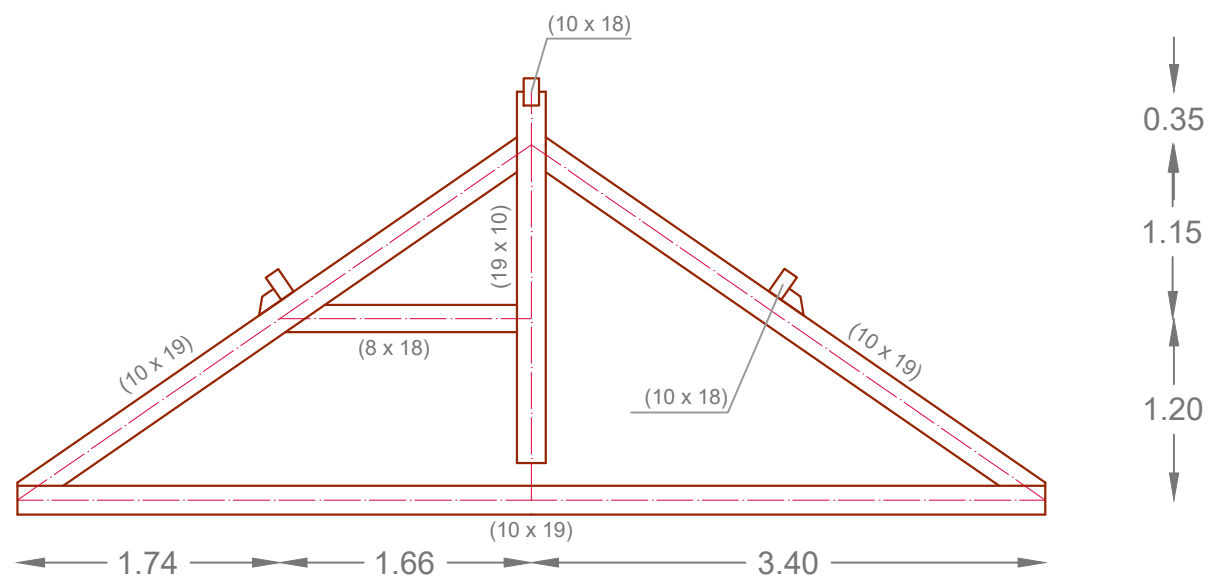
Alçado das Asnas 1 e 2, 3 e 4, e 5

UNIDADES: m

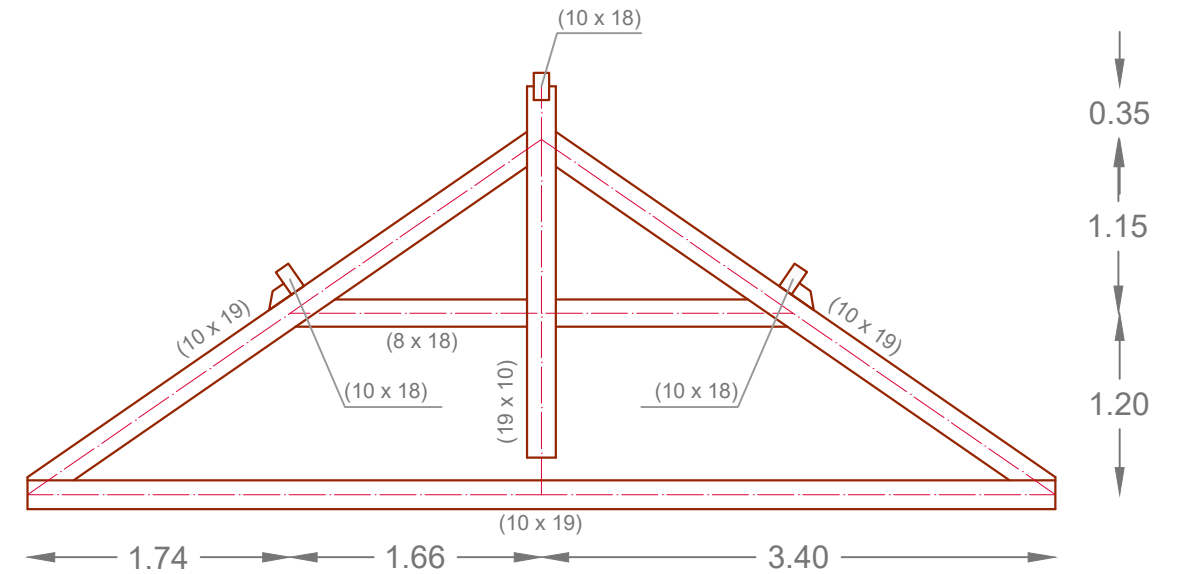
Rúdi Israel nº2140851

PL. No.: 9

Asna 6



Asna 7



Instituto Politécnico de Leiria - ESTG



Mestrado em Construções Cívicas

Código do edifício

Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria

Escala: 1/50

Q26L01

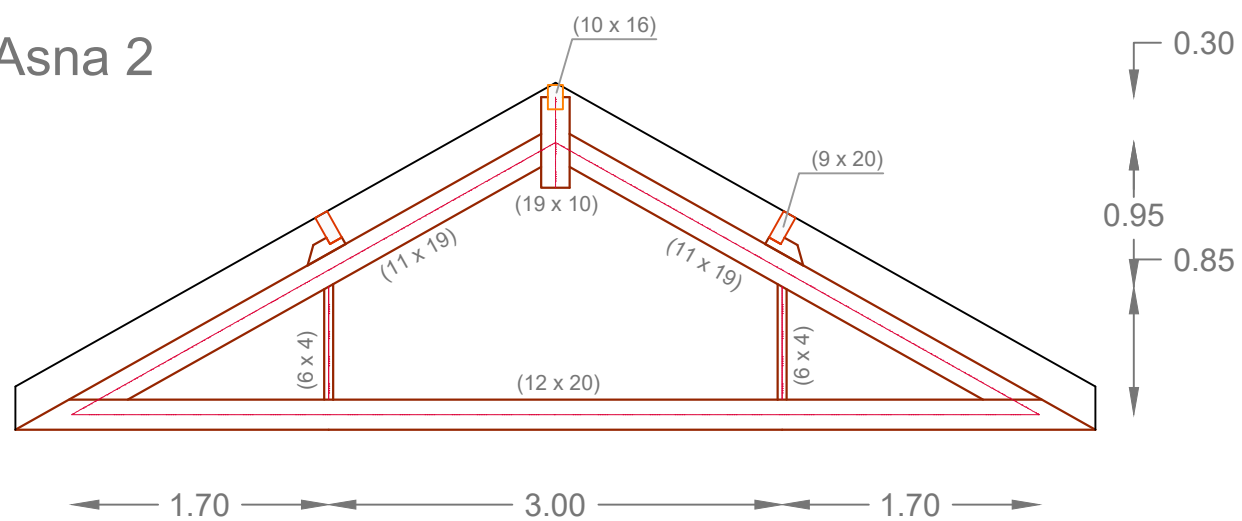
Alçado das Asnas 6 e 7

UNIDADES: m

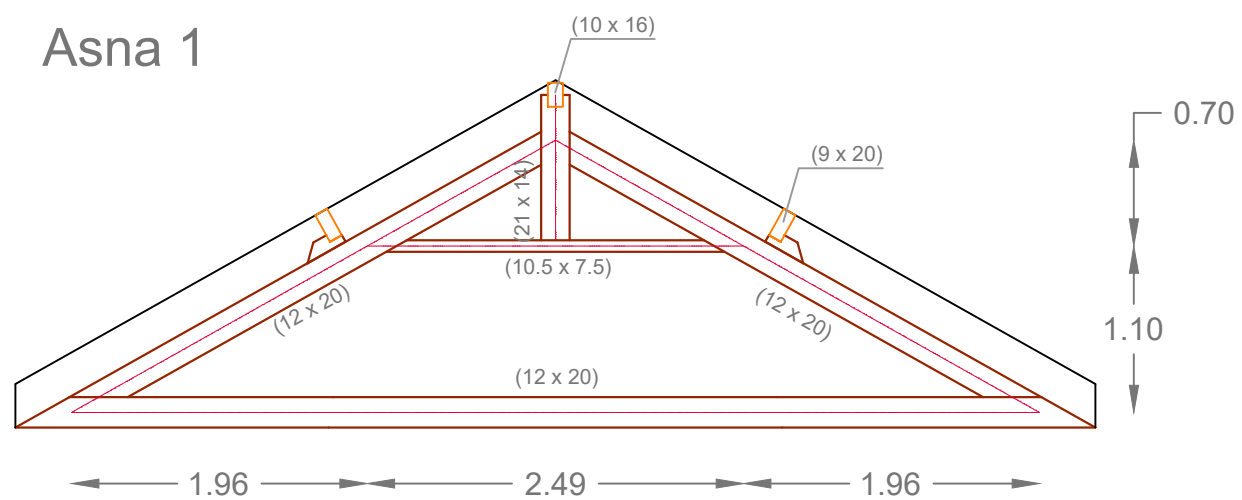
Rúdi Israel nº2140851

PL. No.: 10

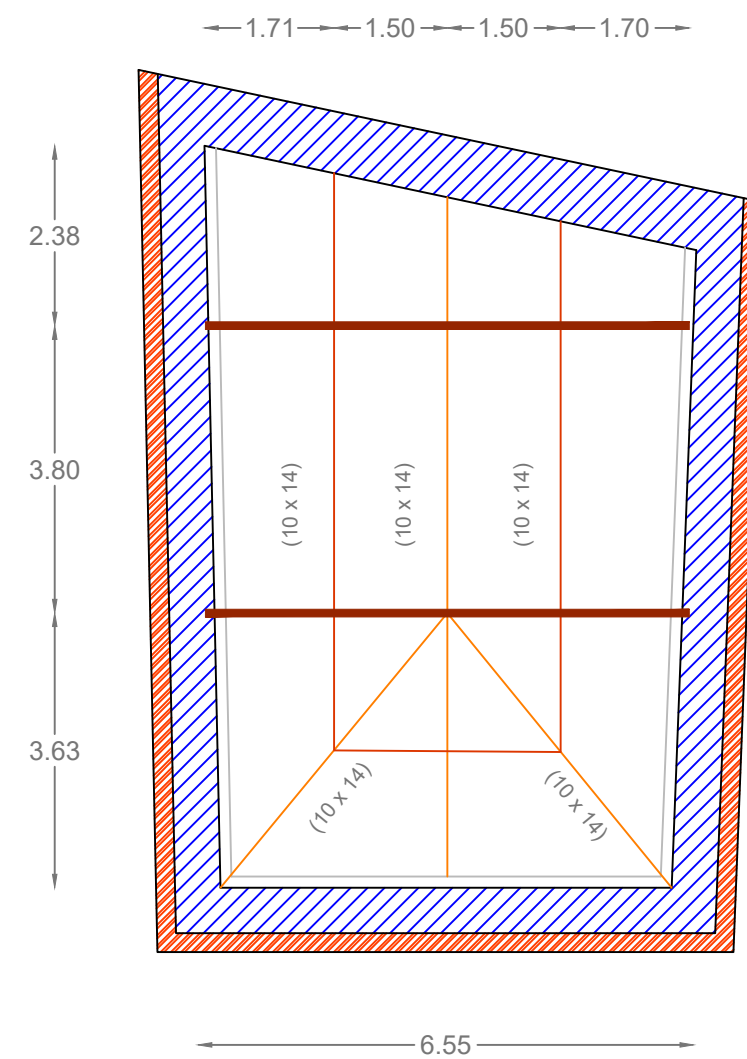
Asna 2



Asna 1



(1)



- Legenda
- Estrutura de Asna
 - Madres
 - Fileiras e Diagonais
 - Parede
 - Beiral

(2)

Instituto Politécnico de Leiria - ESTG

Mestrado em Construções Cívicas



Código do edifício

Q28L01

Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria

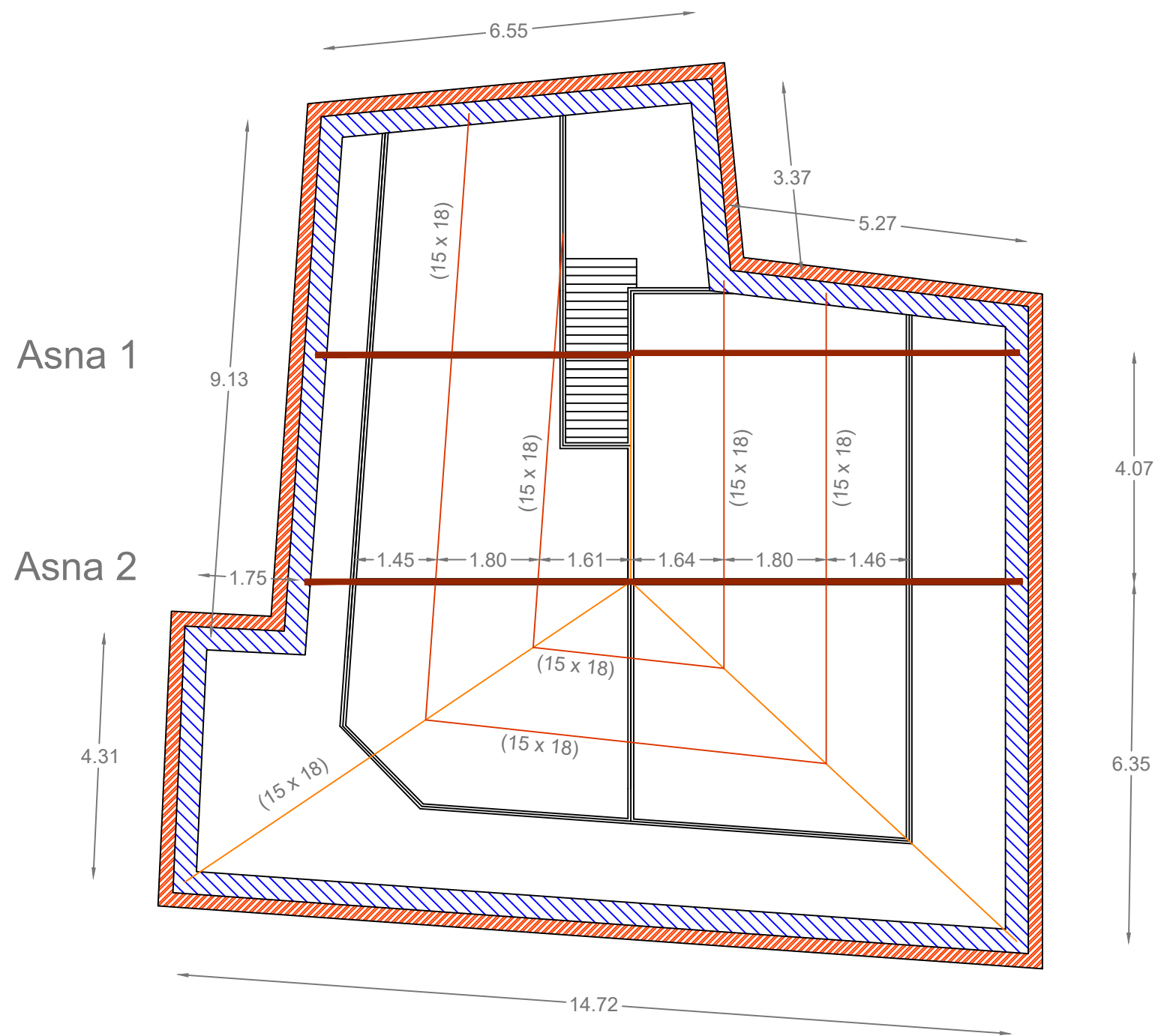
(1) Alçado da Asna 1 e 2
(2) Planta da cobertura

Rúdi Israel nº2140851

(1) Escala: 1/50
(2) Escala: 1/100

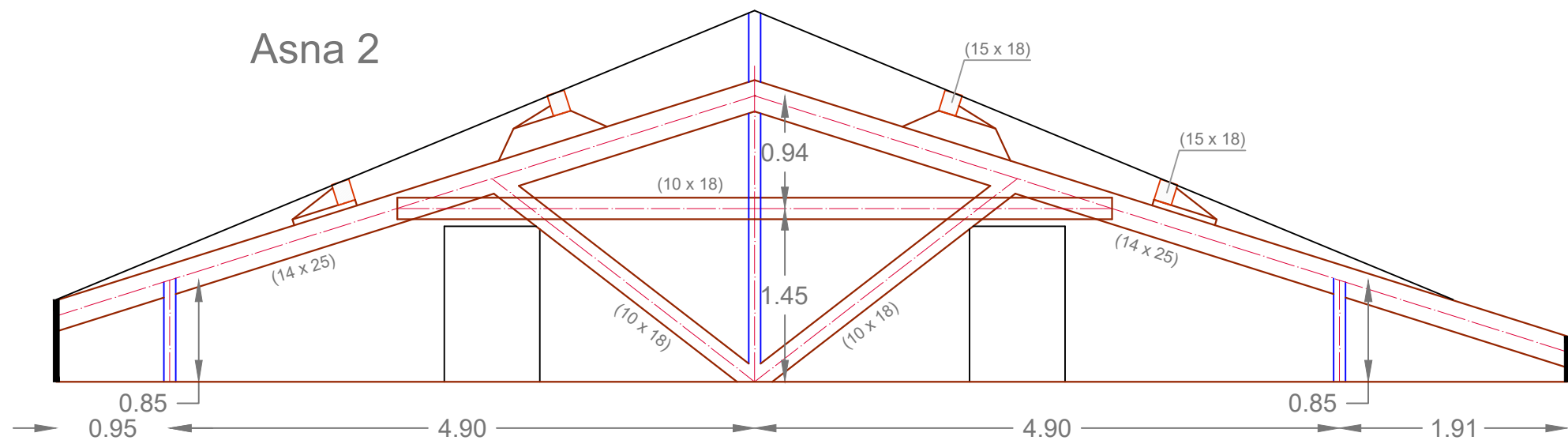
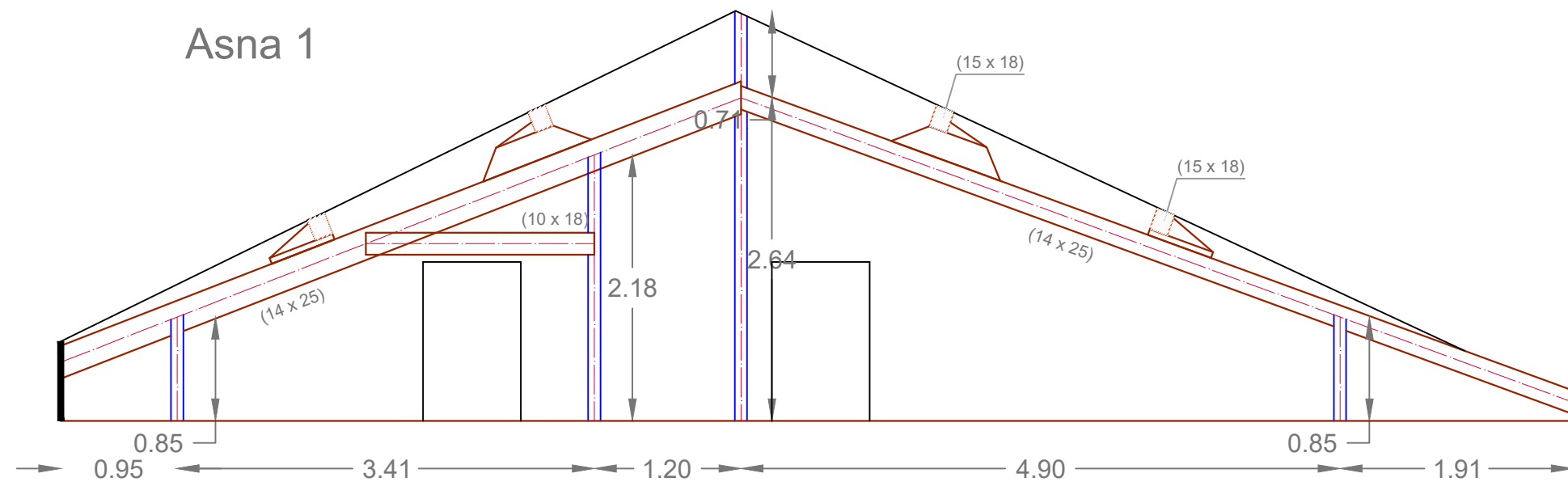
UNIDADES: m


PL. No.: 11

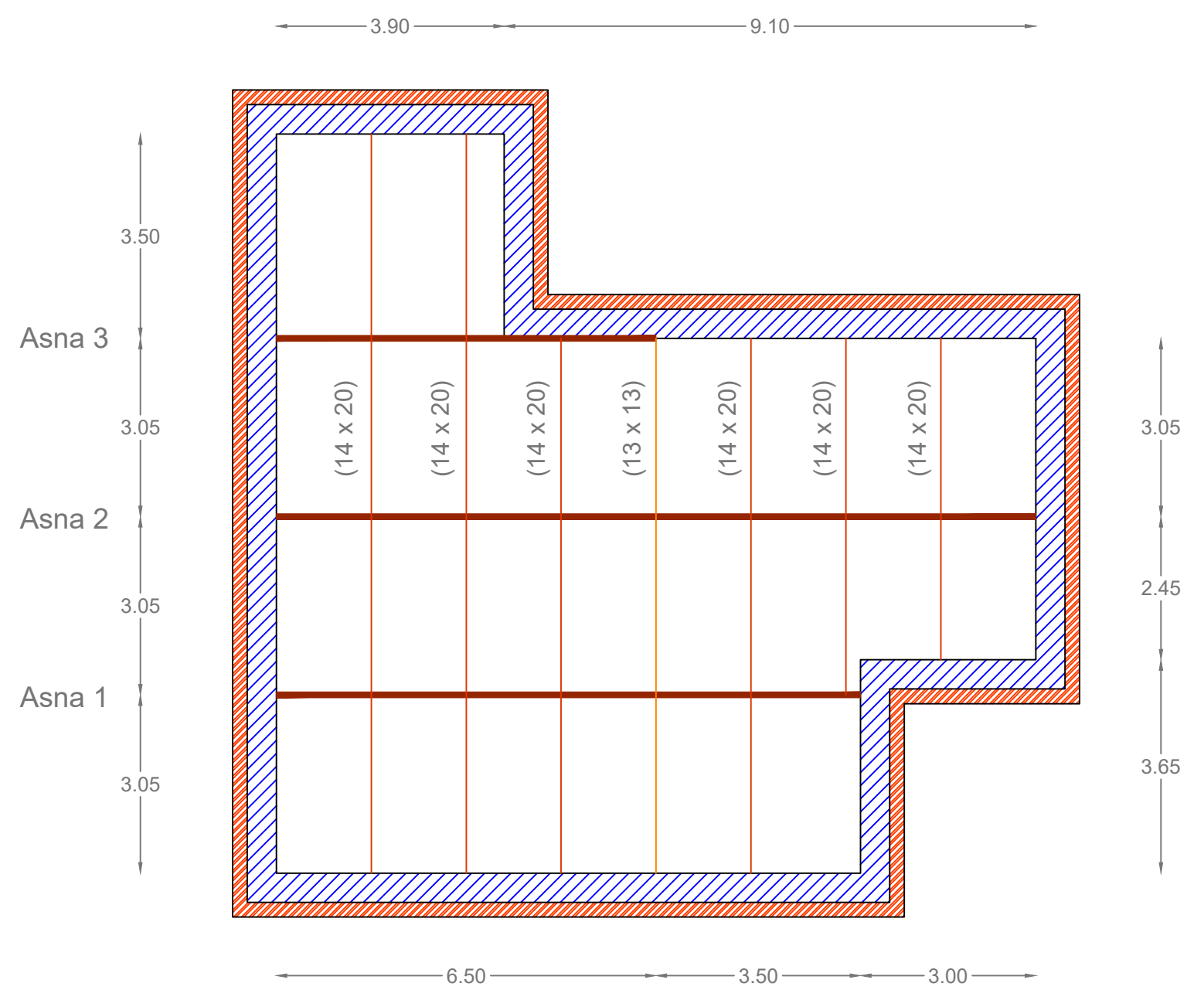


- Legenda
-  Estrutura de Asna
 -  Madres
 -  Fileiras e Diagonais
 -  Parede
 -  Beiral

Instituto Politécnico de Leiria - ESTG		 <small>escola superior de tecnologia e gestão</small>
Mestrado em Construções Cívicas		
Código do edifício Q30L01	Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria	Escala: 1/100
	Planta da cobertura	UNIDADES: m
	Rúdi Israel nº2140851	PL. No.: 12

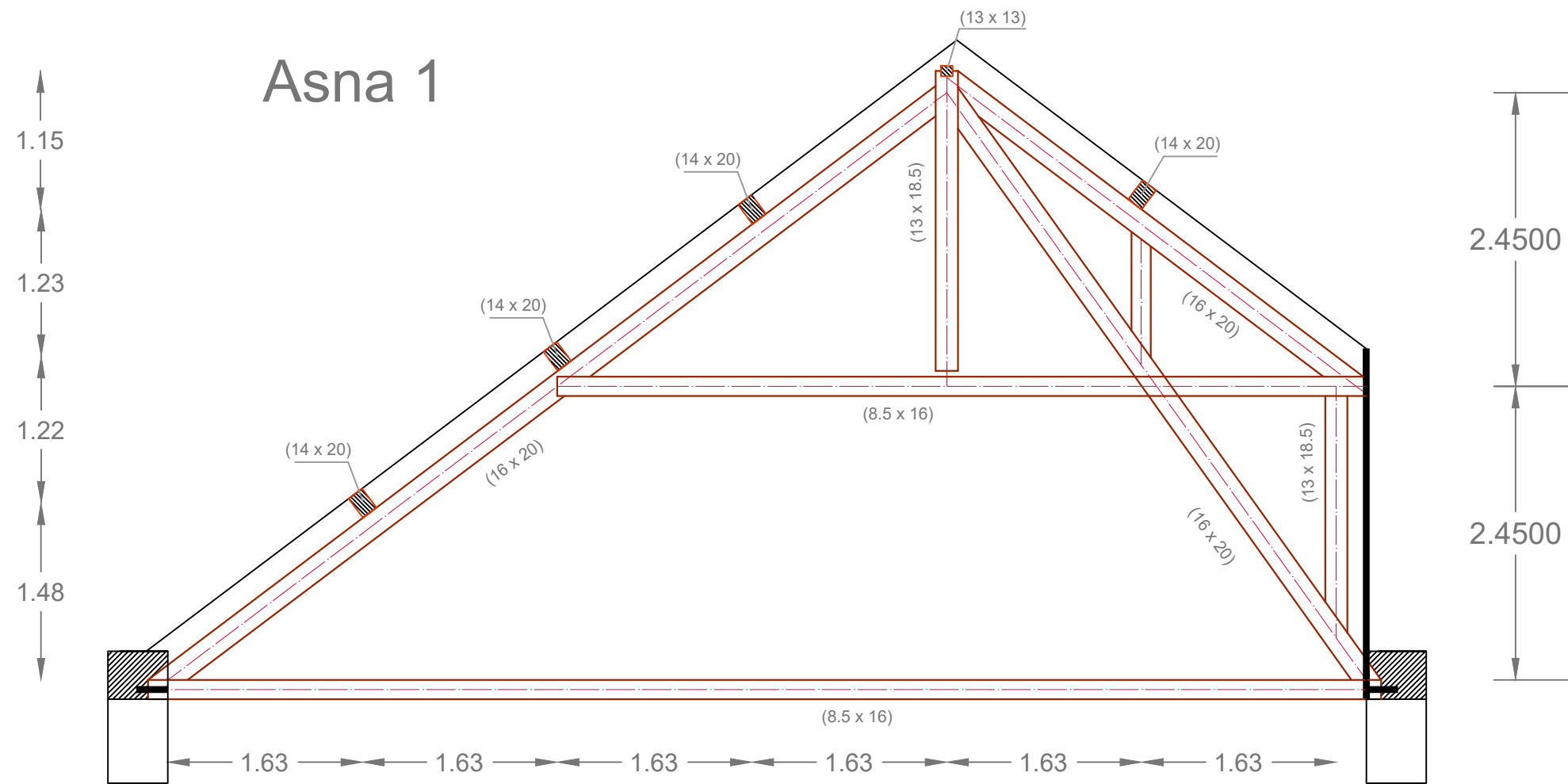



Instituto Politécnico de Leiria - ESTG		 Escola Superior de Tecnologia e Gestão Universidade Nova de Lisboa
Mestrado em Construções Cívicas		
Código do edifício Q30L01	Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria	Escala: 1/50
	Alçado das Asnas 1 e 2	UNIDADES: m
	Rúdi Israel nº2140851	PL. No.: 13

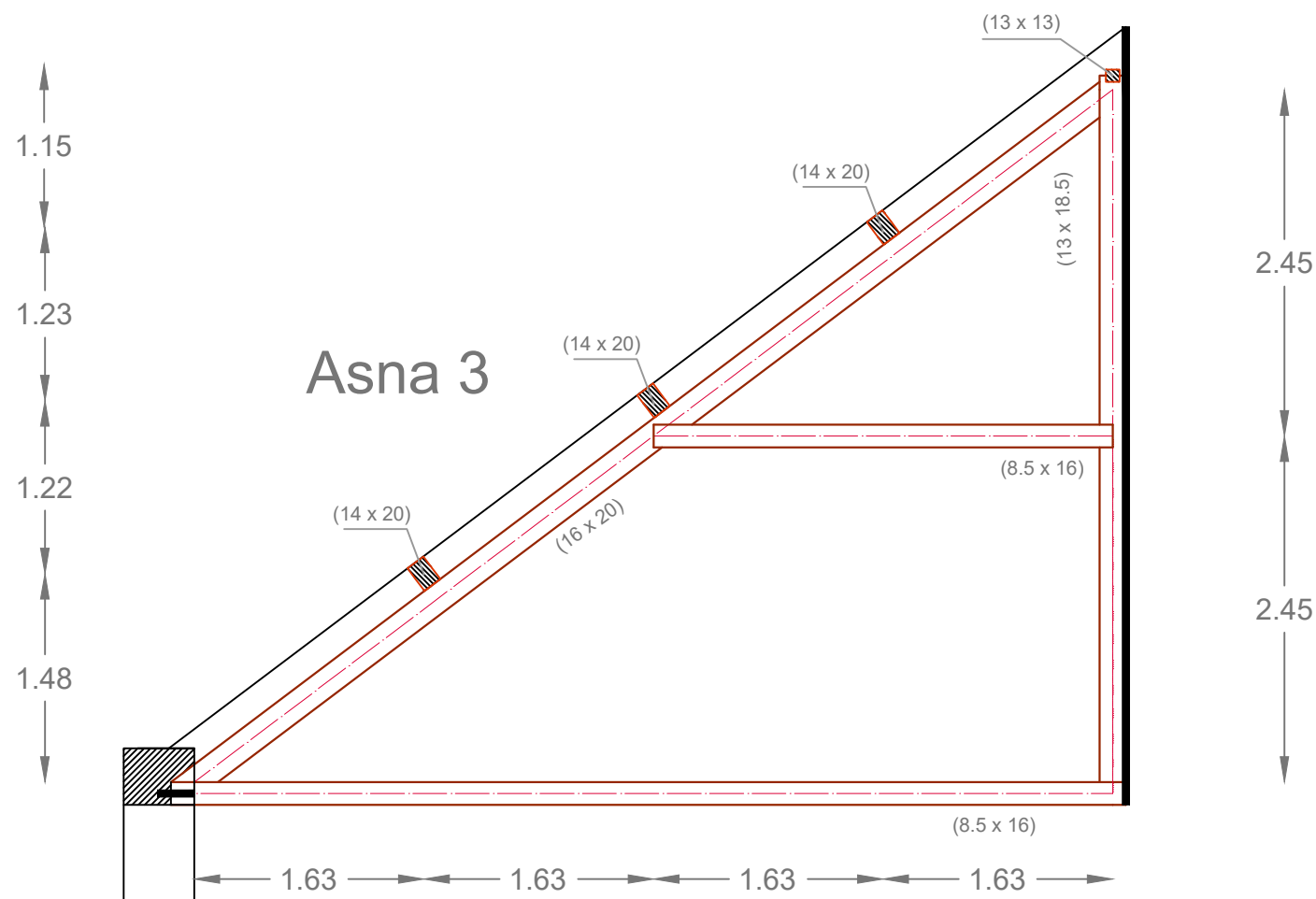
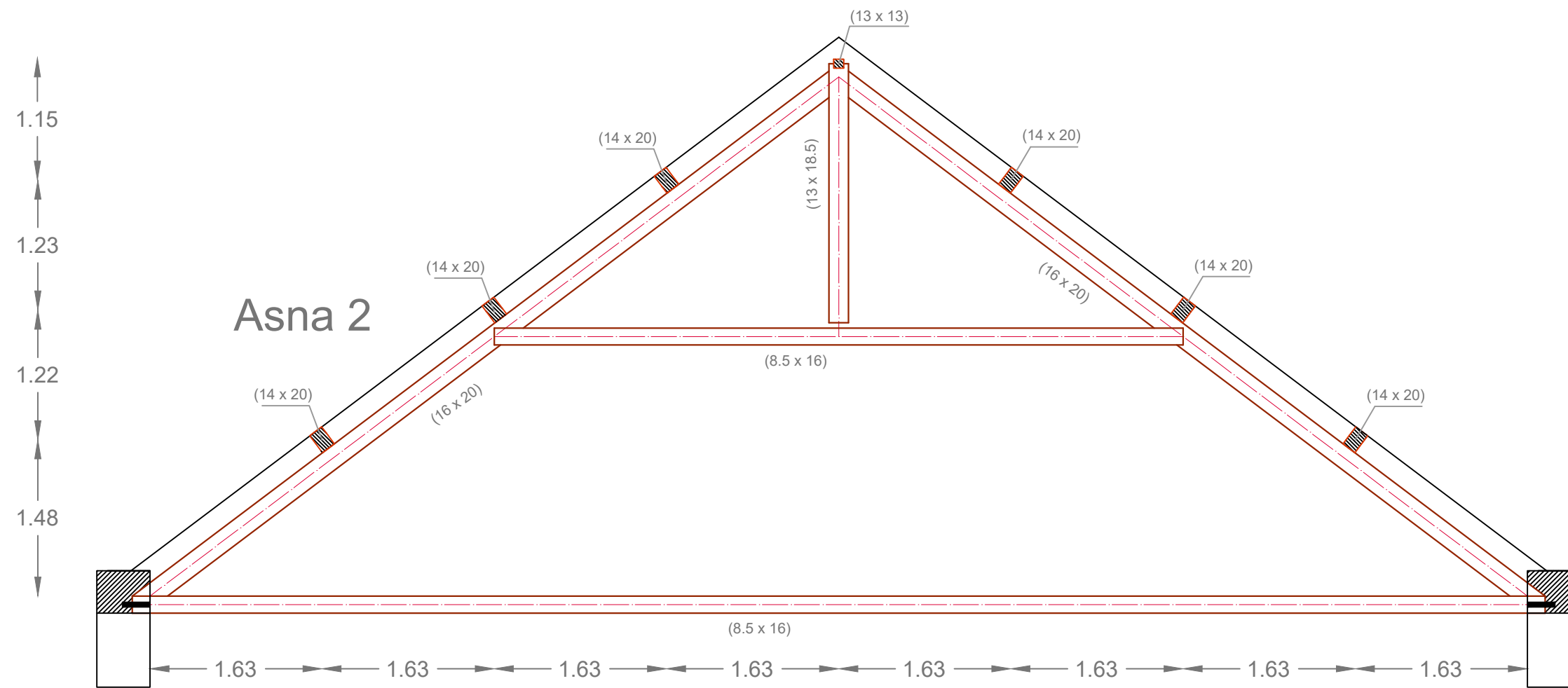


- Legenda
-  Estrutura de Asna
 -  Madres
 -  Fileiras e Diagonais
 -  Parede
 -  Beiral

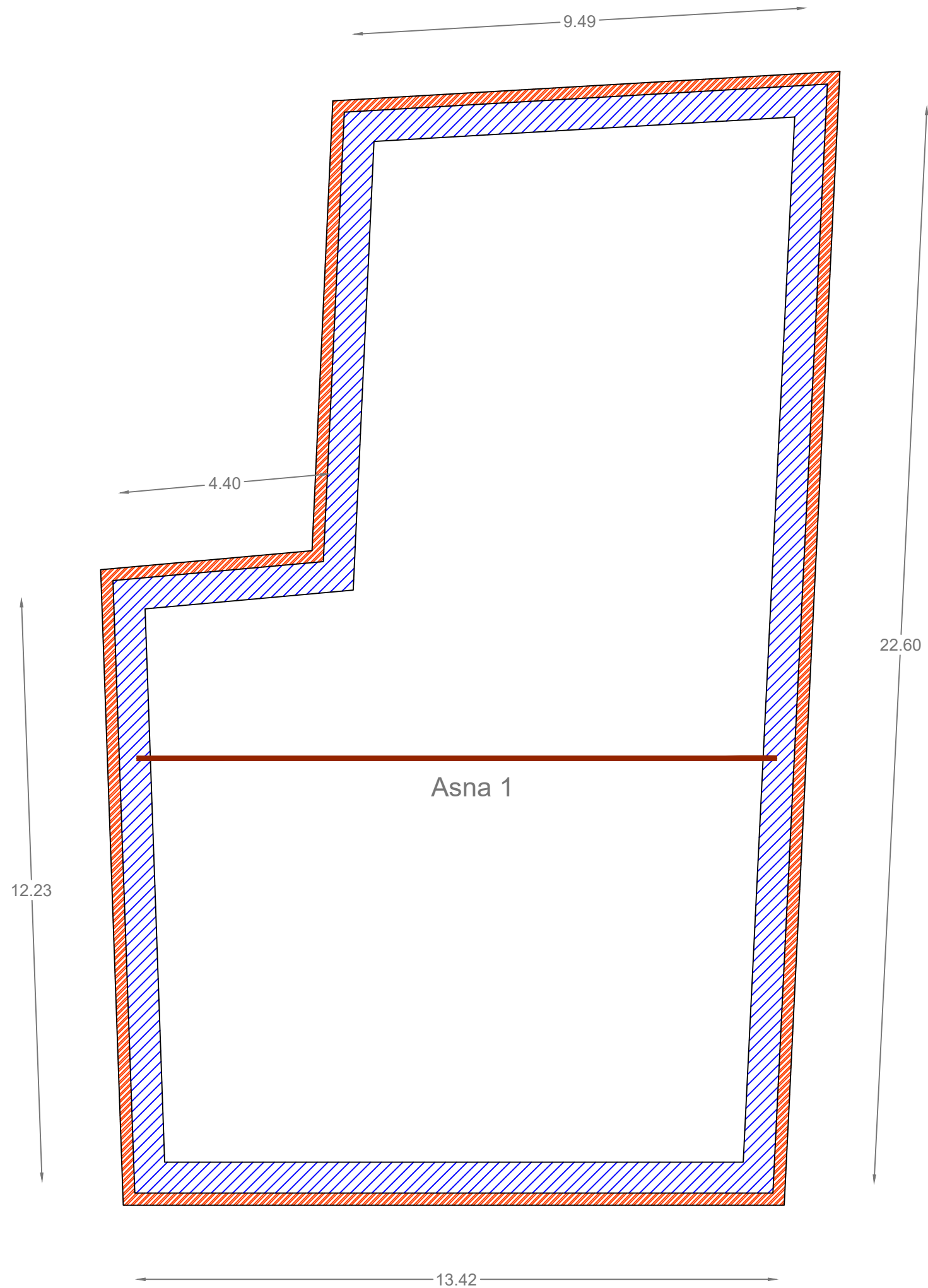
Instituto Politécnico de Leiria - ESTG		 <small>escola superior de tecnologia e gestão</small>
Mestrado em Construções Cívicas		
Código do edifício Q30L03	Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria	Escala: 1/100
	Planta da cobertura	UNIDADES: m
	Rúdi Israel nº2140851	PL. No.: 14



Instituto Politécnico de Leiria - ESTG		 <small>escola superior de tecnologia e gestão</small>
Mestrado em Construções Cívicas		
Código do edifício Q30L03	Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria	Escala: 1/50
	Alçado da Asna 1	UNIDADES: m
	Rúdi Israel nº2140851	PL. No.: 15



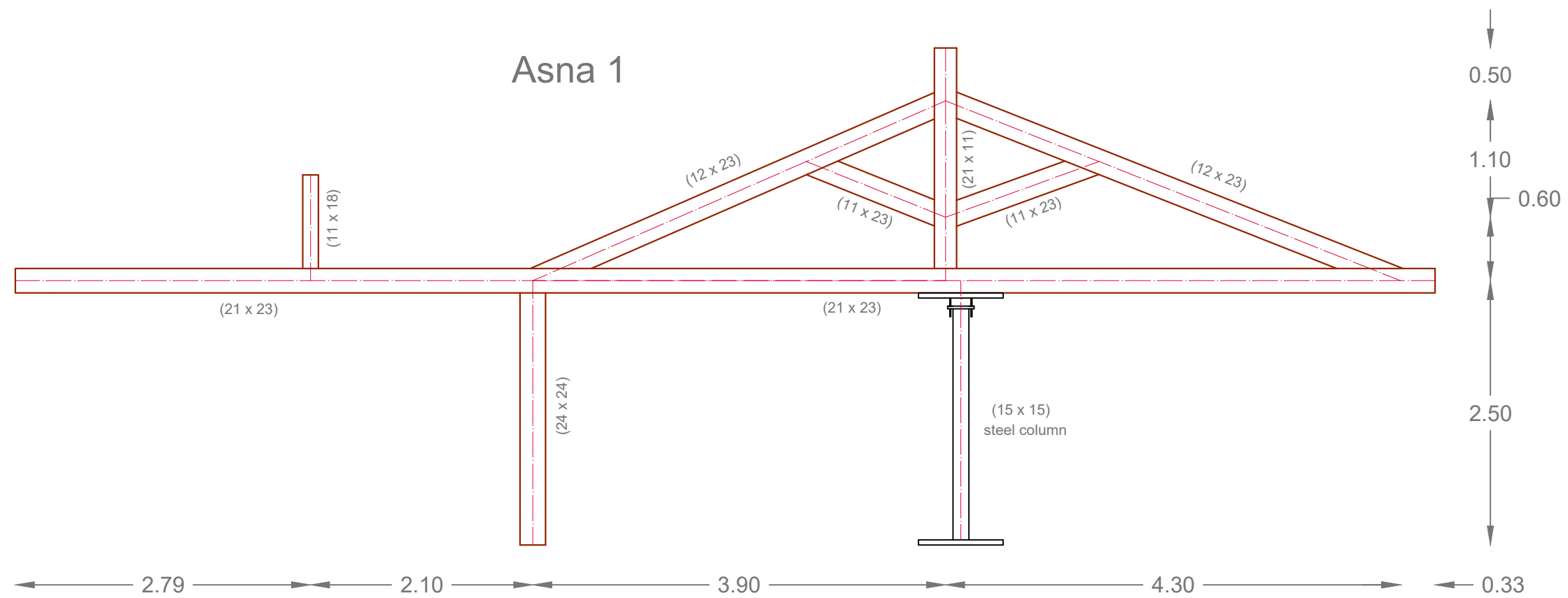
Instituto Politécnico de Leiria - ESTG		 <small>escola superior de tecnologia e gestão</small>
Mestrado em Construções Cívicas		
Código do edifício	Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria	Escala: 1/50
Q30L03	Alçado das Asnas 2 e 3	UNIDADES: m
	Rúdi Israel nº2140851	PL. No.: 16



Legenda

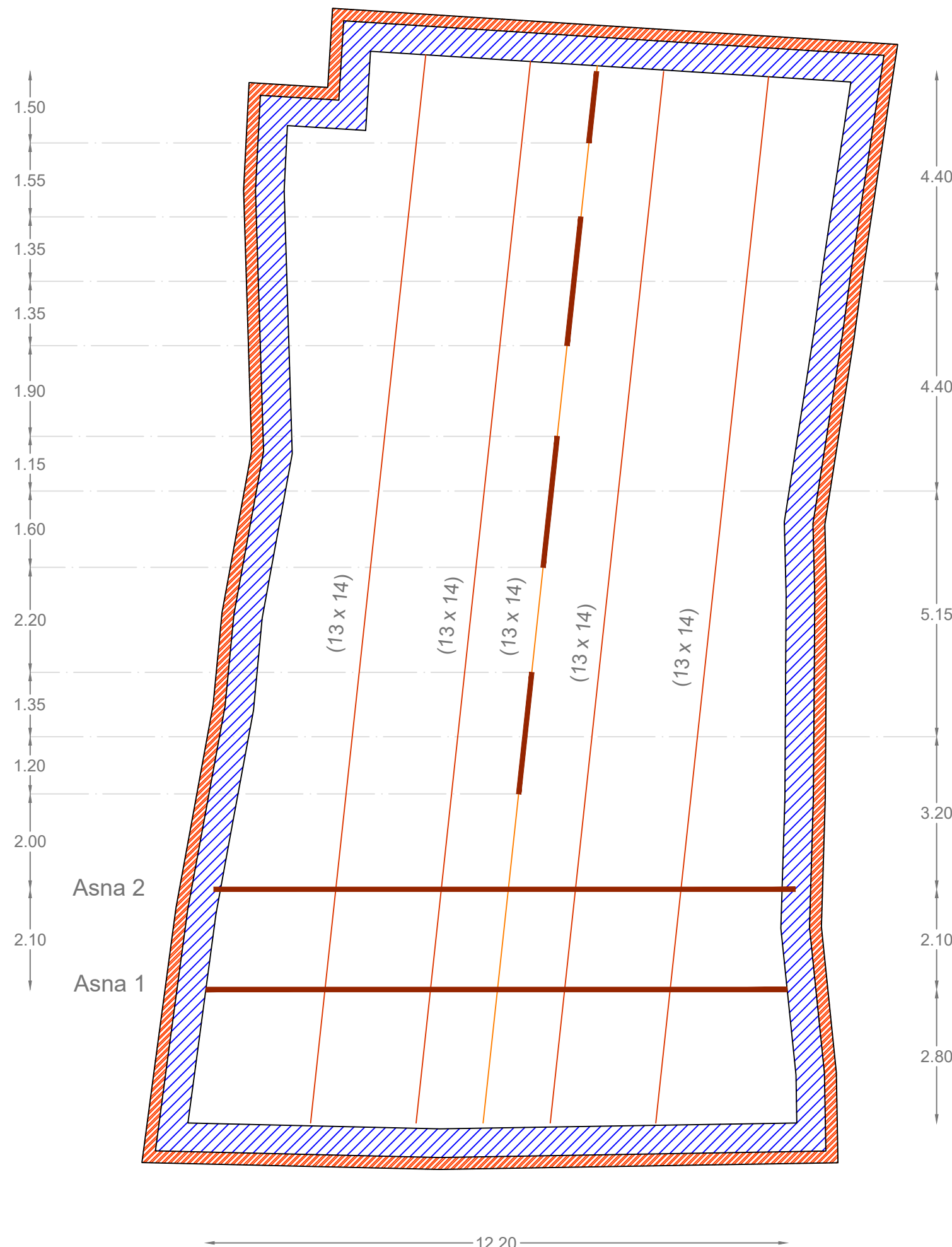
-  Estrutura de Asna
-  Parede
-  Beiral

Instituto Politécnico de Leiria - ESTG		 <small>escola superior de tecnologia e gestão</small>
Mestrado em Construções Cívicas		
Código do edifício Q33L06	Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria	Escala: 1/100
	Planta da cobertura	UNIDADES: m
	Rúdi Israel nº2140851	PL. No.: 17








Instituto Politécnico de Leiria - ESTG		 <small>escola superior de tecnologia e gestão</small>
Mestrado em Construções Cívicas		
Código do edifício Q33L06	Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria	Escala: 1/50
	Alçado da Asna 1	UNIDADES: m
	Rúdi Israel nº2140851	PL. No.: 18

Sistema de suporte
(escoras)



Legenda

-  Estrutura de Asna e Sistema de suporte (escoras)
-  Madres
-  Fileiras e Diagonais
-  Parede
-  Beiral

Instituto Politécnico de Leiria - ESTG



Mestrado em Construções Cívicas

Código do edifício

Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria

Escala: 1/100

Q35L07

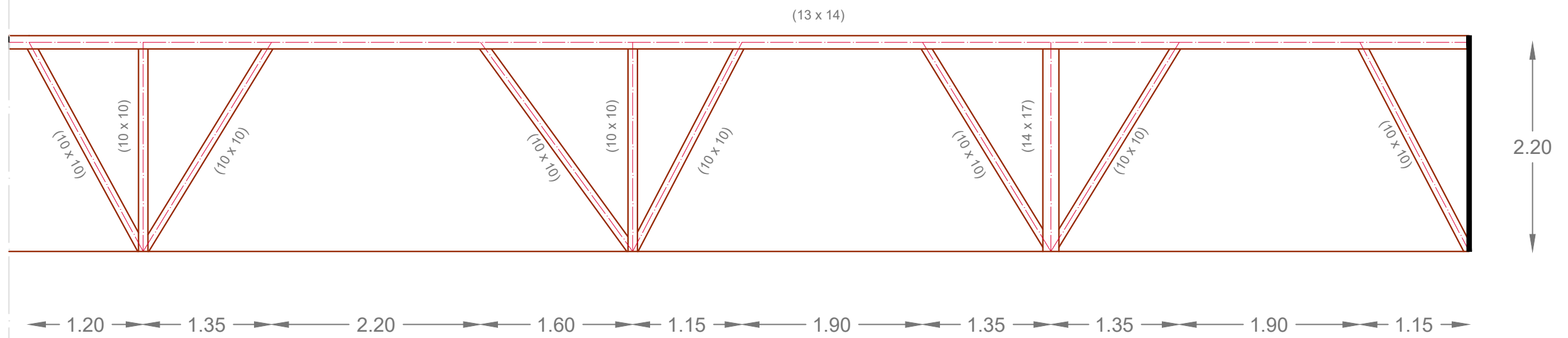
Planta de Cobertura

UNIDADES: m

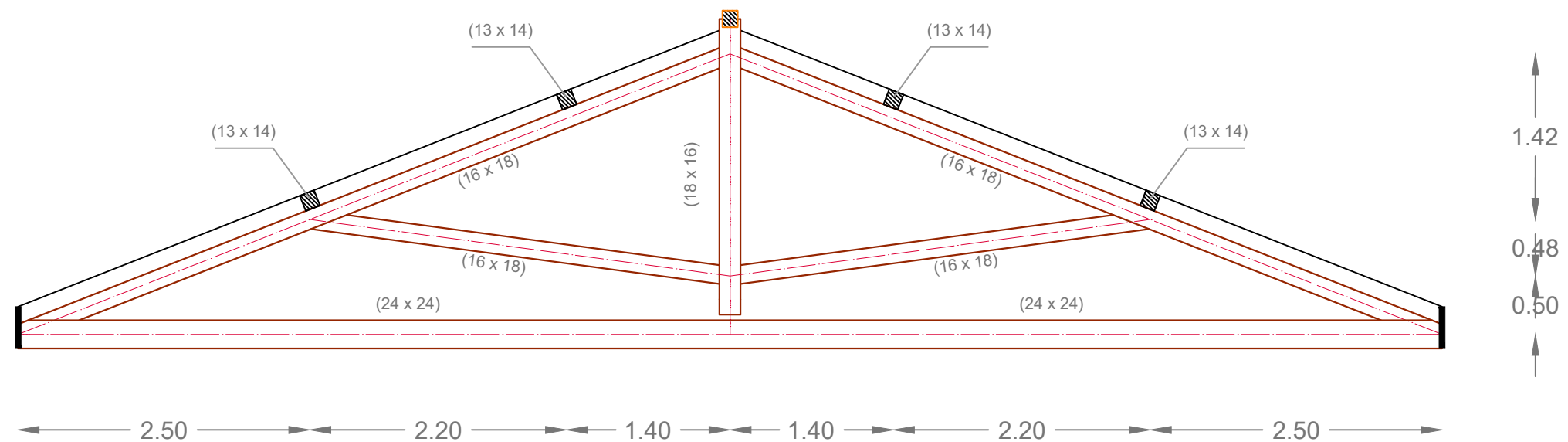
Rúdi Israel nº2140851

PL. No.: 19

Sistema de suporte (escoras)



Asna 1 e 2



Instituto Politécnico de Leiria - ESTG

Mestrado em Construções Cívicas



Código do edifício

Q35L07

Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria

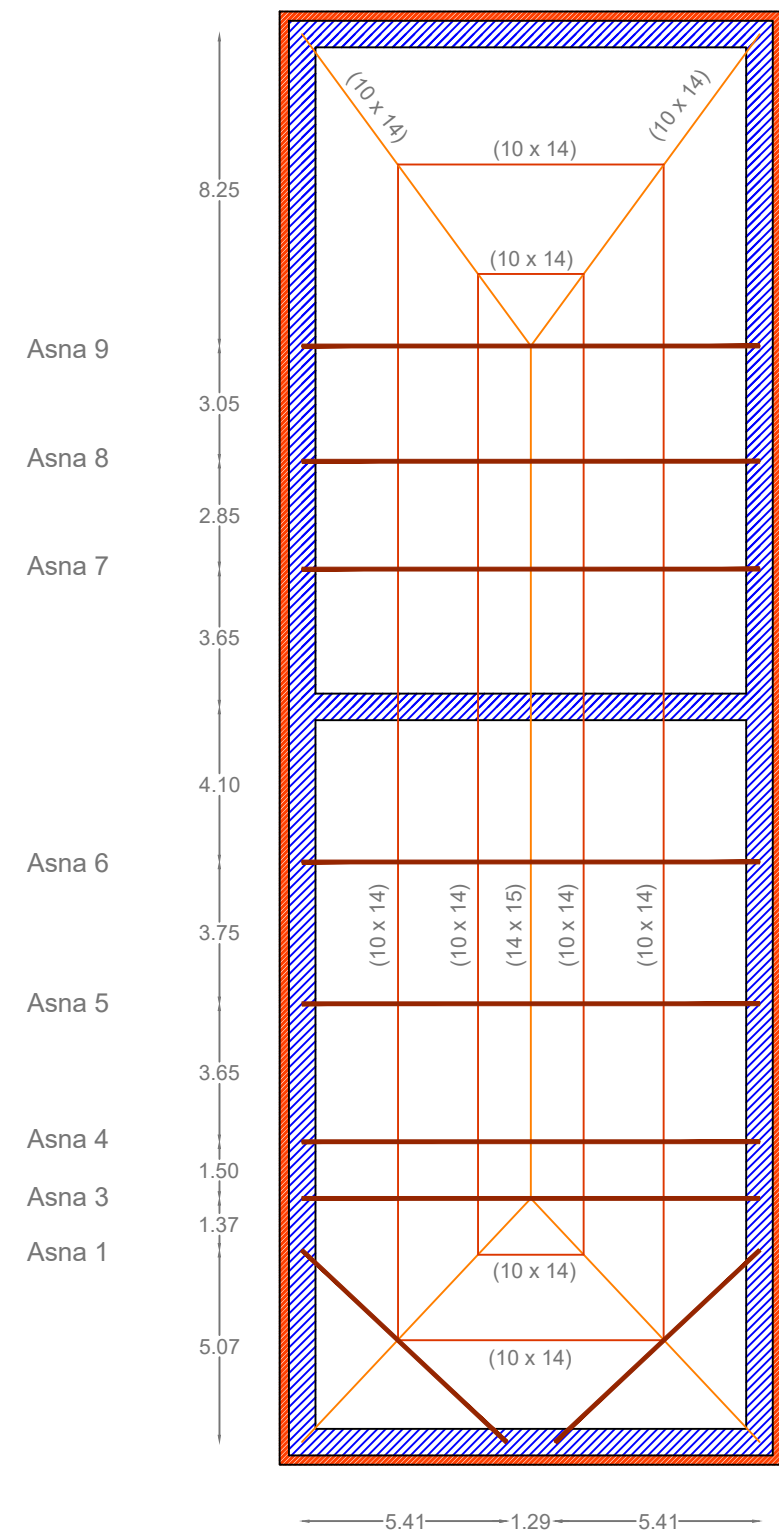
Alçado das Asnas 1 e 2 e do sistema de suporte (escoras)

Rúdi Israel nº2140851

Escala: 1/50


UNIDADES: m

PL. No.: 20

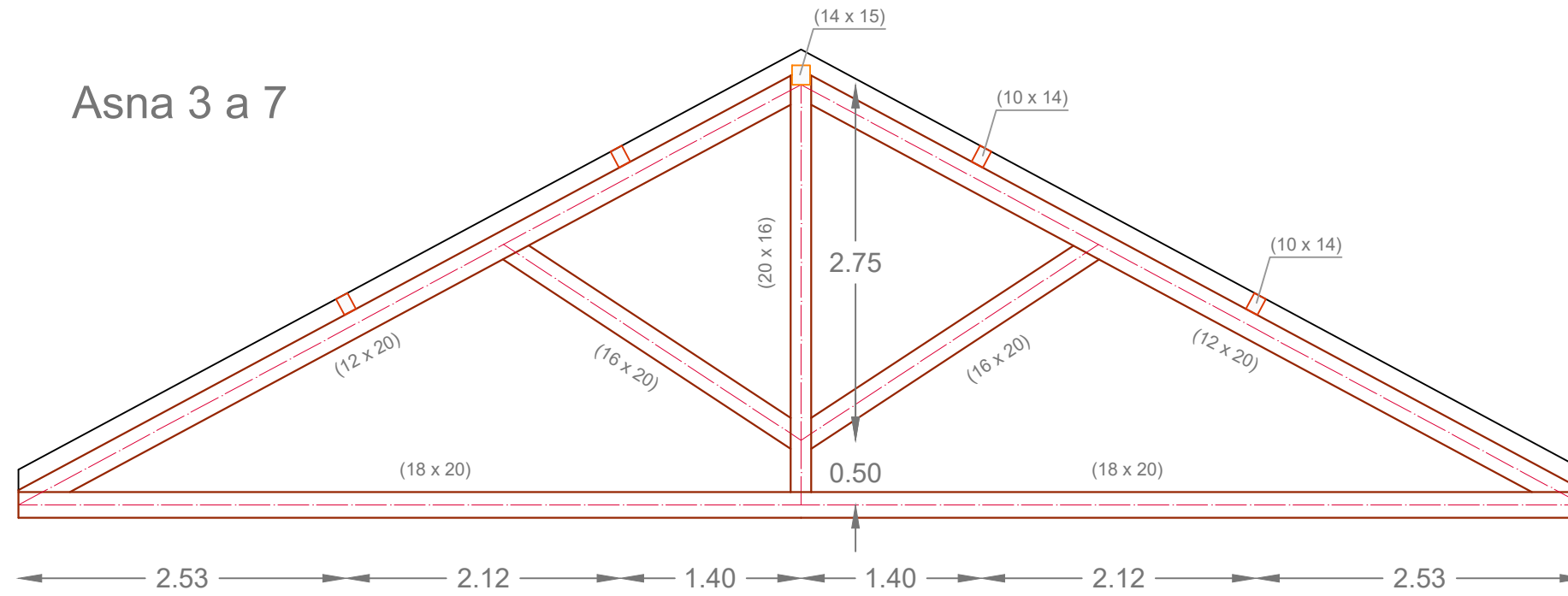


Legenda

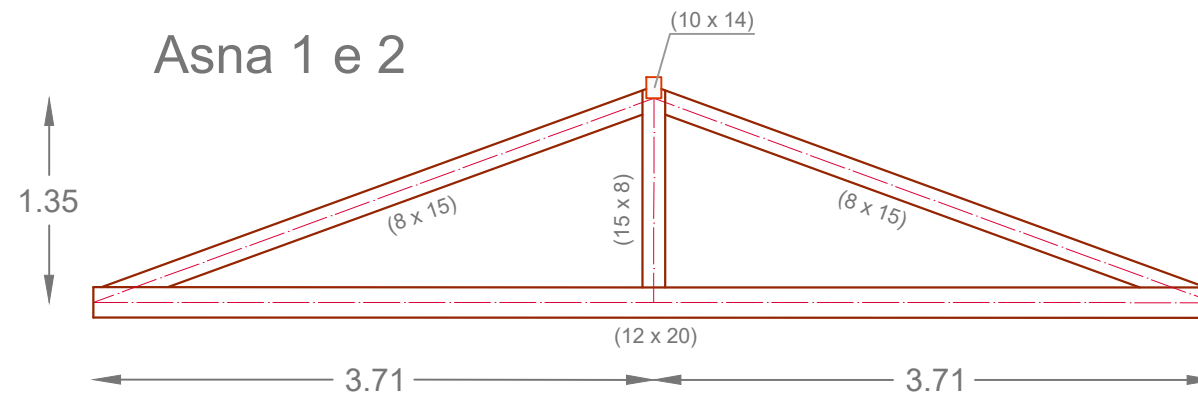
-  Estrutura de Asna
-  Madres
-  Fileiras e Diagonais
-  Parede
-  Beiral

Instituto Politécnico de Leiria - ESTG		 <small>escola superior de tecnologia e gestão</small>
Mestrado em Construções Cívicas		
Código do edifício Q53L01	Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria	Escala: 1/200
	Planta da cobertura	UNIDADES: m
	Rúdi Israel nº2140851	PL. No.: 21

Asna 3 a 7



Asna 1 e 2



Instituto Politécnico de Leiria - ESTG

Mestrado em Construções Cívicas



Código do edifício

Q53L01

Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria

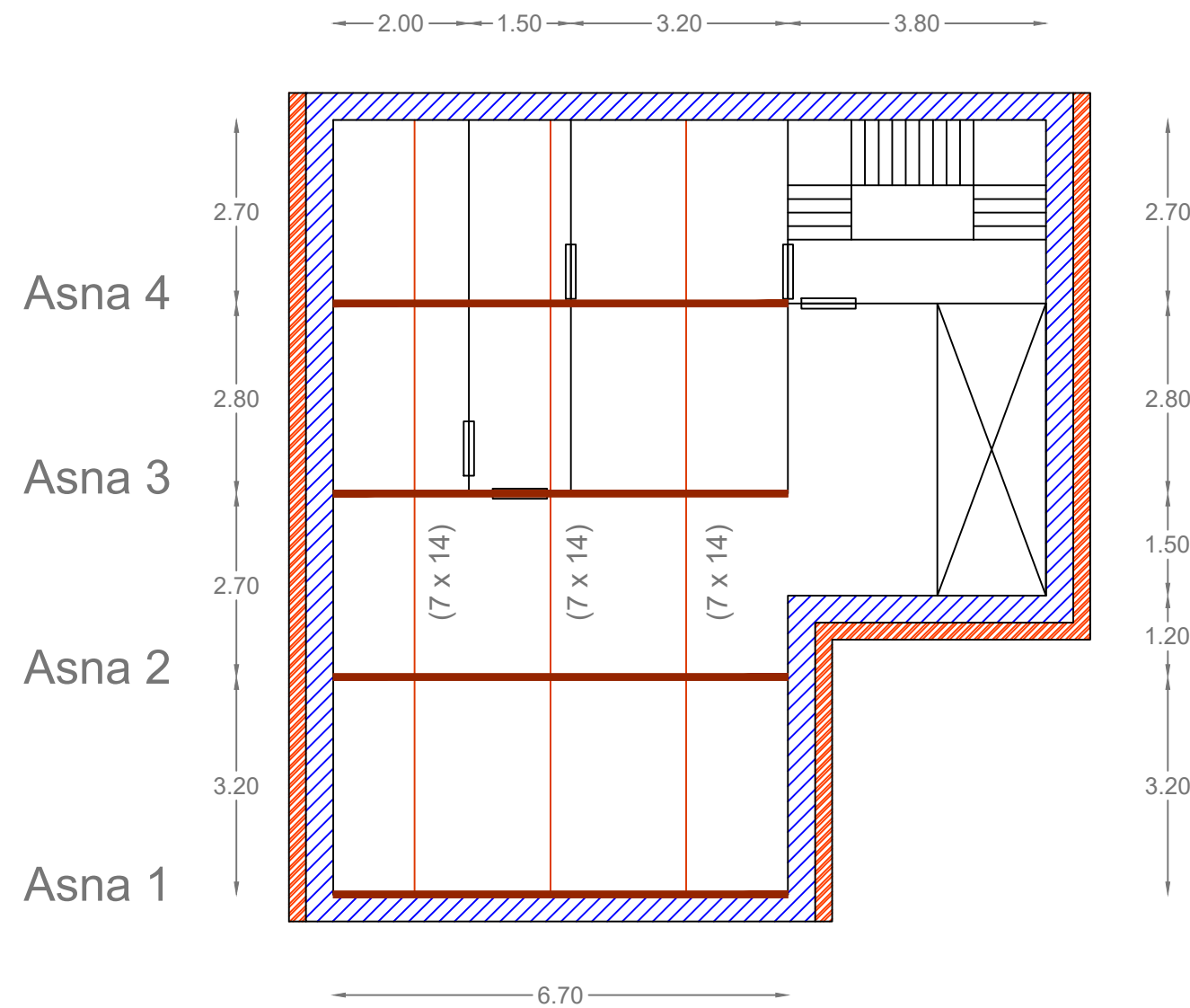
Alçado das Asnas 1, 2 e 3 a 7

Rúdi Israel nº2140851

Escala: 1/50

UNIDADES: m

PL. No.: 22



- Legenda
-  Estrutura de Asna
 -  Madres
 -  Fileiras e Diagonais
 -  Parede
 -  Beiral

Instituto Politécnico de Leiria - ESTG



Mestrado em Construções Cívicas

Código do edifício

Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria

Escala: 1/100

Q59L03

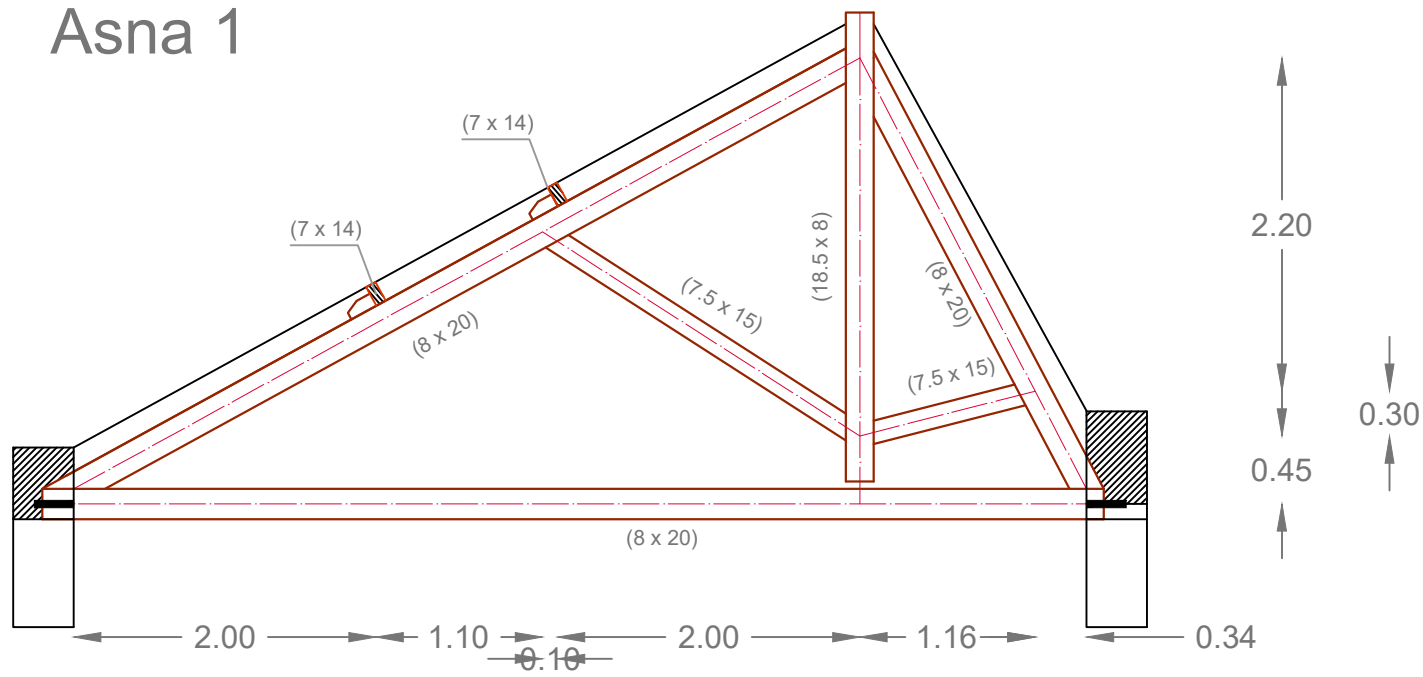
Planta da cobertura

UNIDADES: m

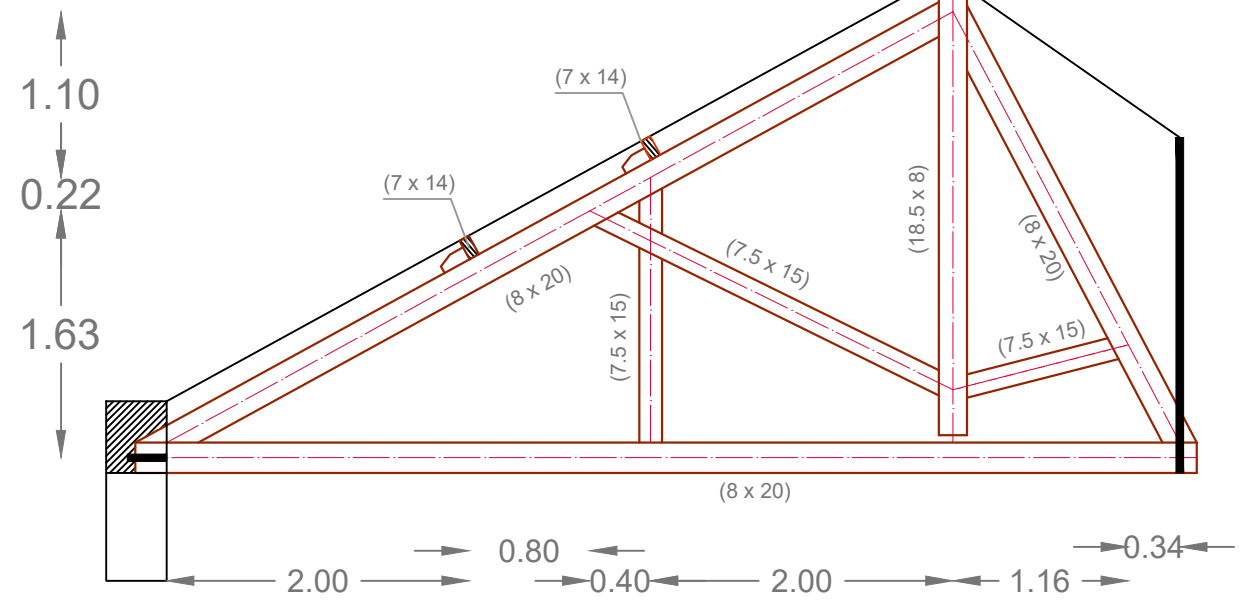
Rúdi Israel nº2140851

PL. No.: 23

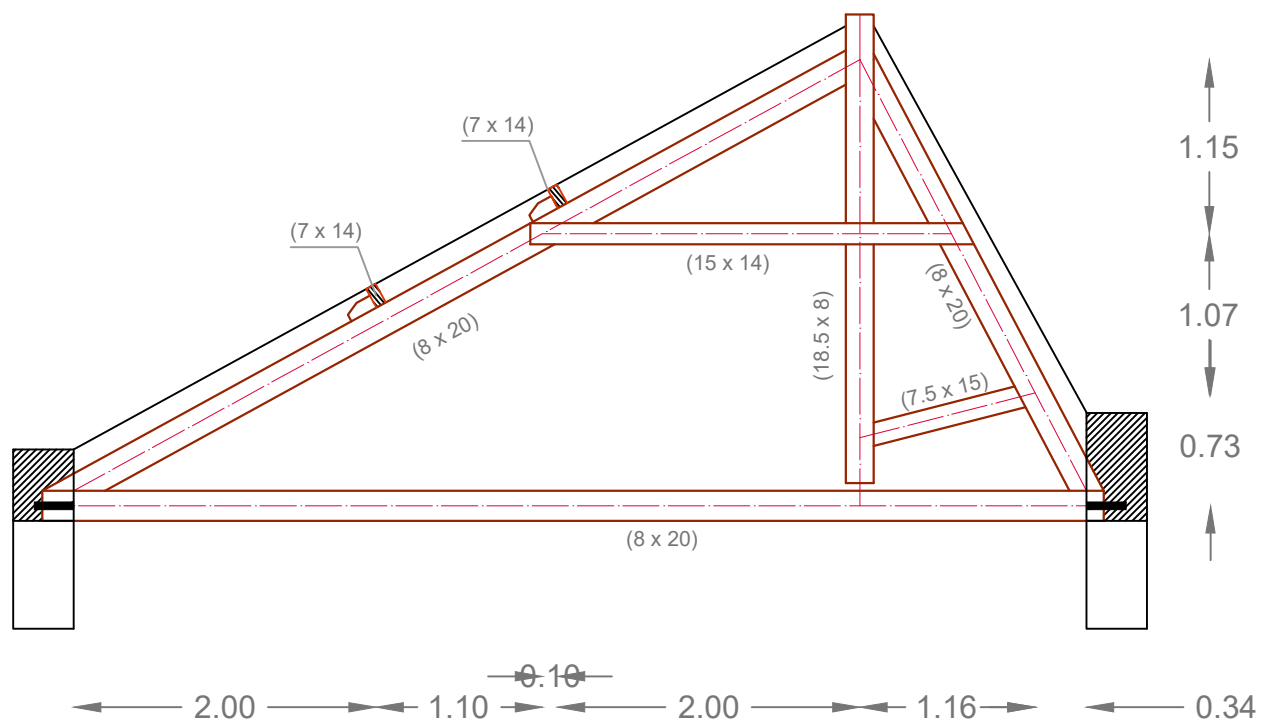
Asna 1



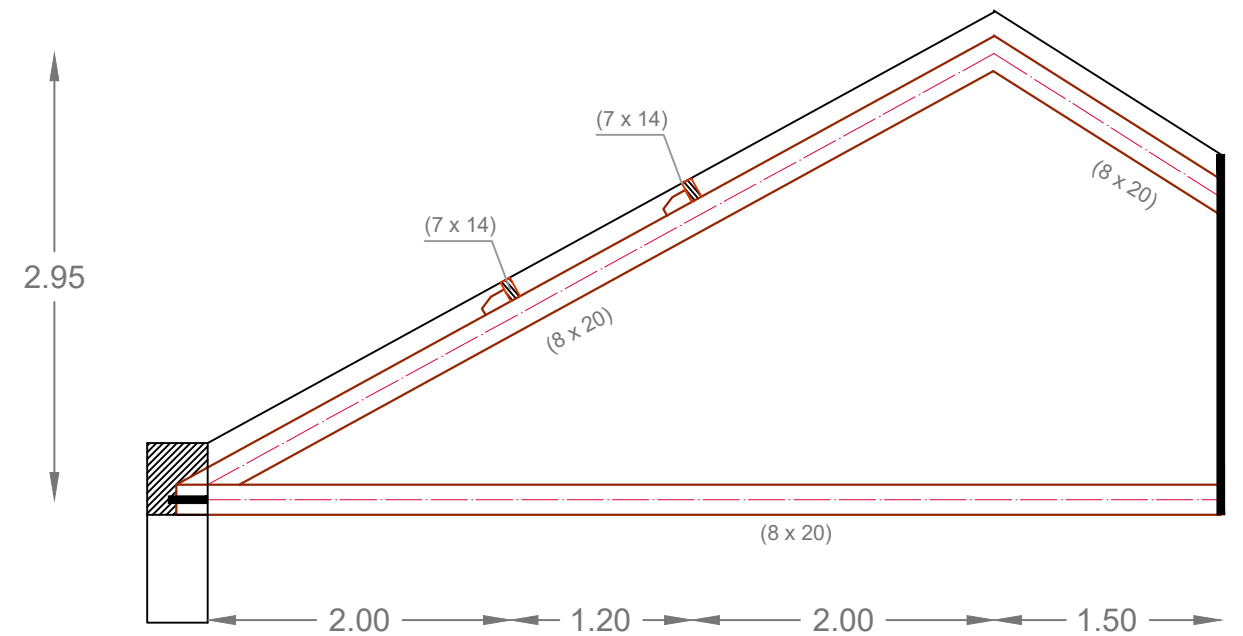
Asna 3



Asna 2



Asna 4



Instituto Politécnico de Leiria - ESTG

Mestrado em Construções Cívicas



Código do edifício

Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria

Escala: 1/50

Q59L03

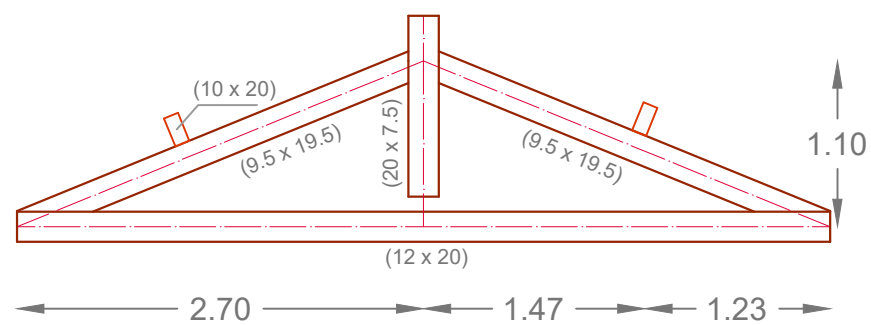
Alçado das Asnas 1, 2, 3 e 4

UNIDADES: m

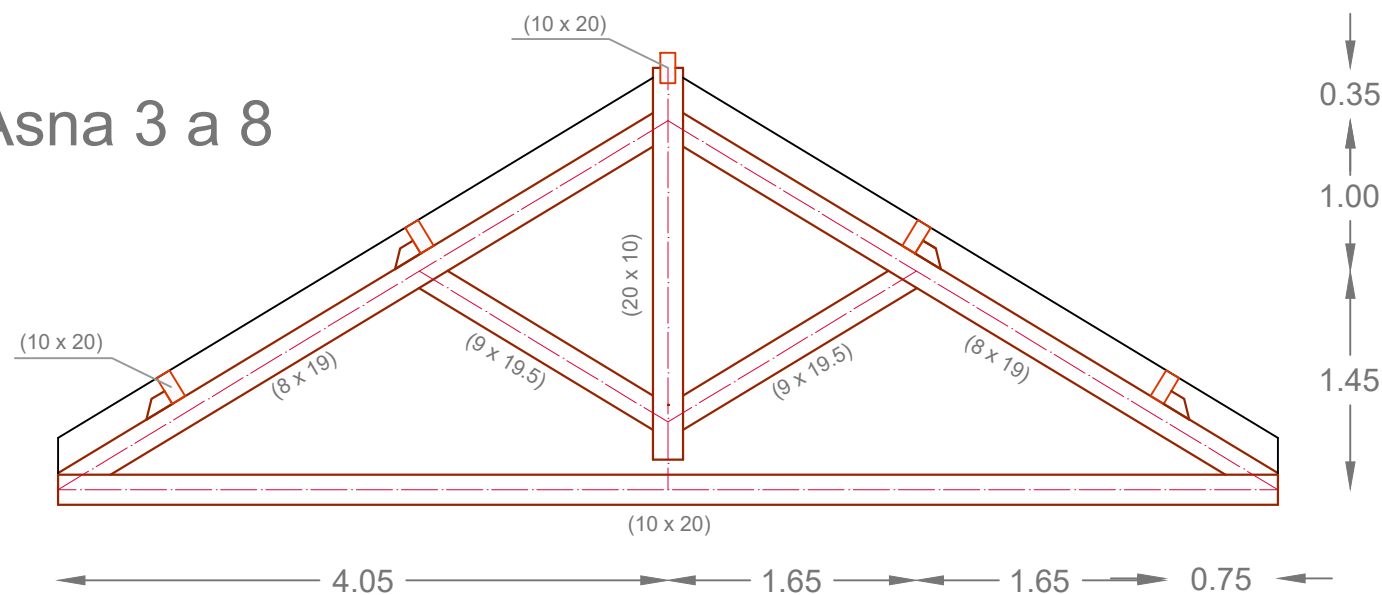
Rúdi Israel nº2140851

PL. No.: 24

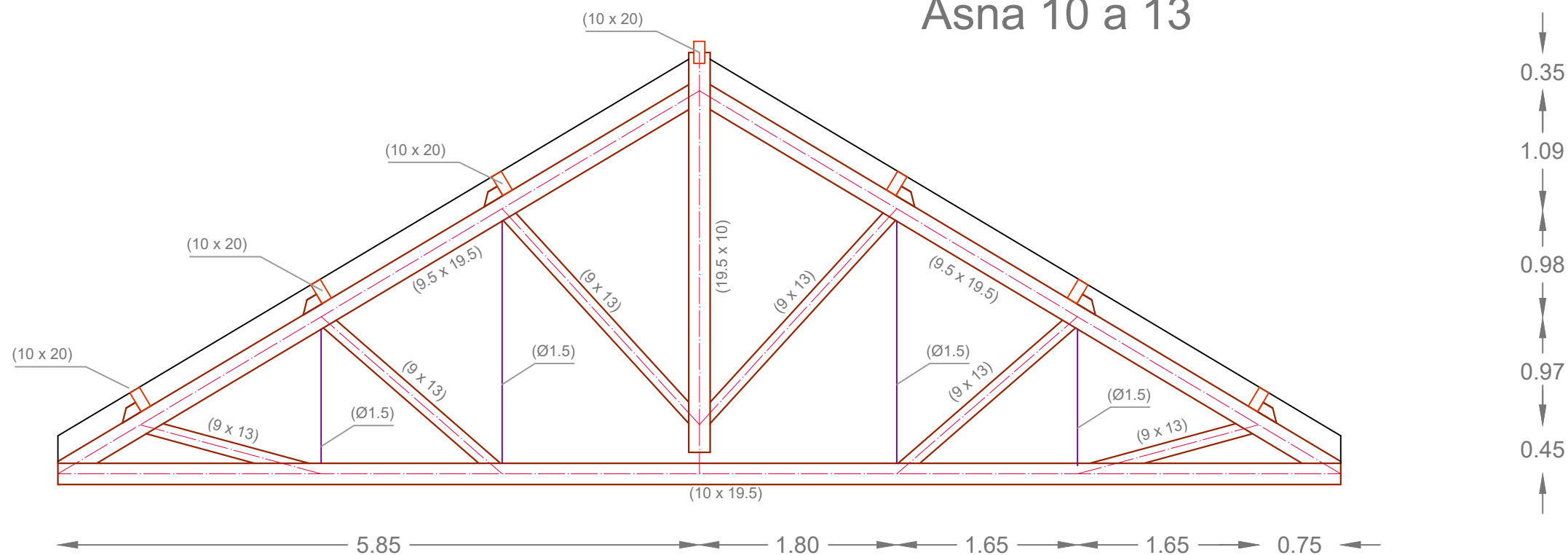
Asna 1 e 2



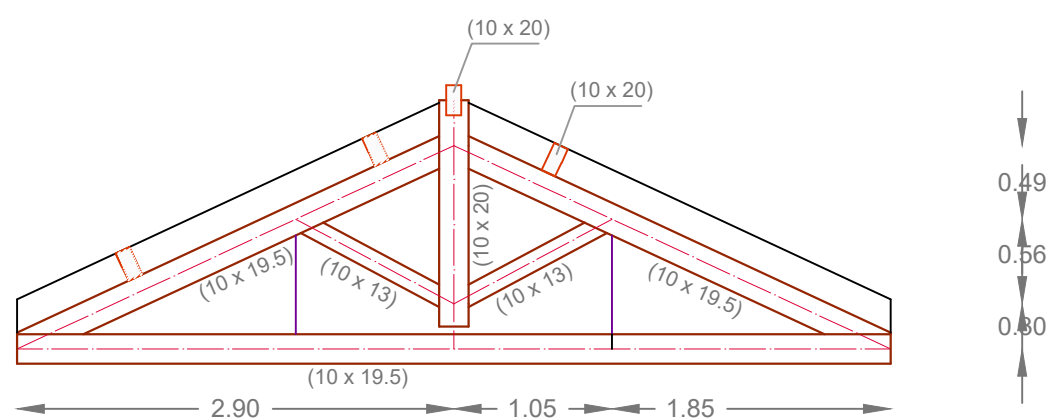
Asna 3 a 8



Asna 10 a 13



Asna 9



Instituto Politécnico de Leiria - ESTG



Mestrado em Construções Cívicas

Código do edifício

Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria

Escala: 1/50

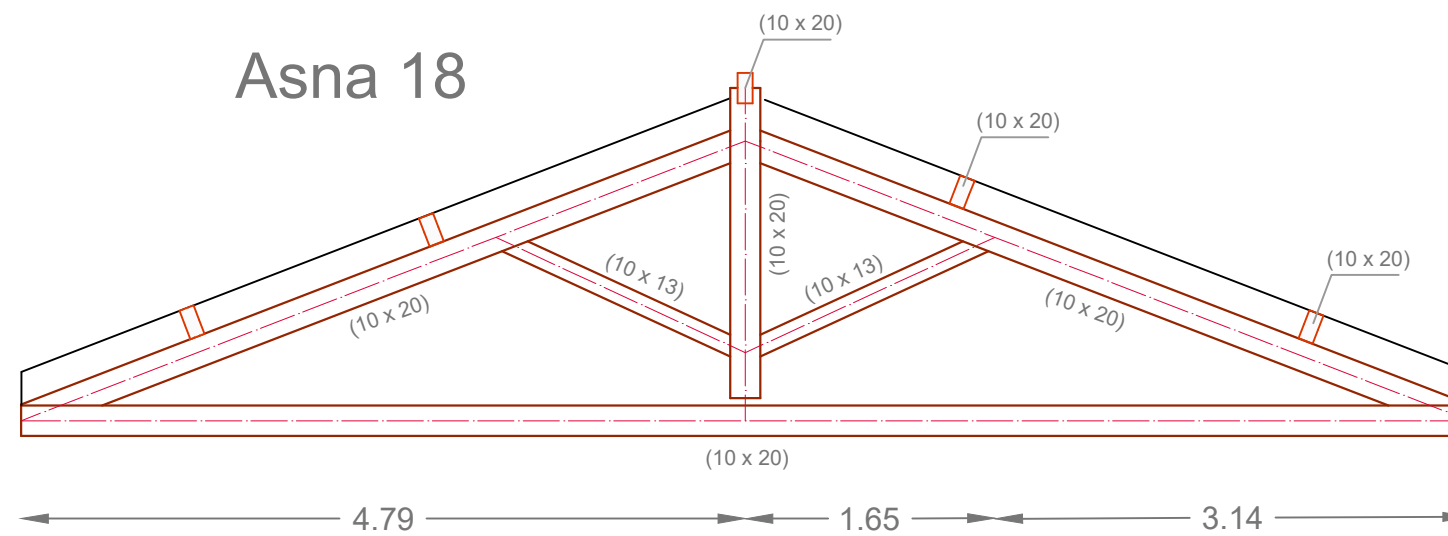
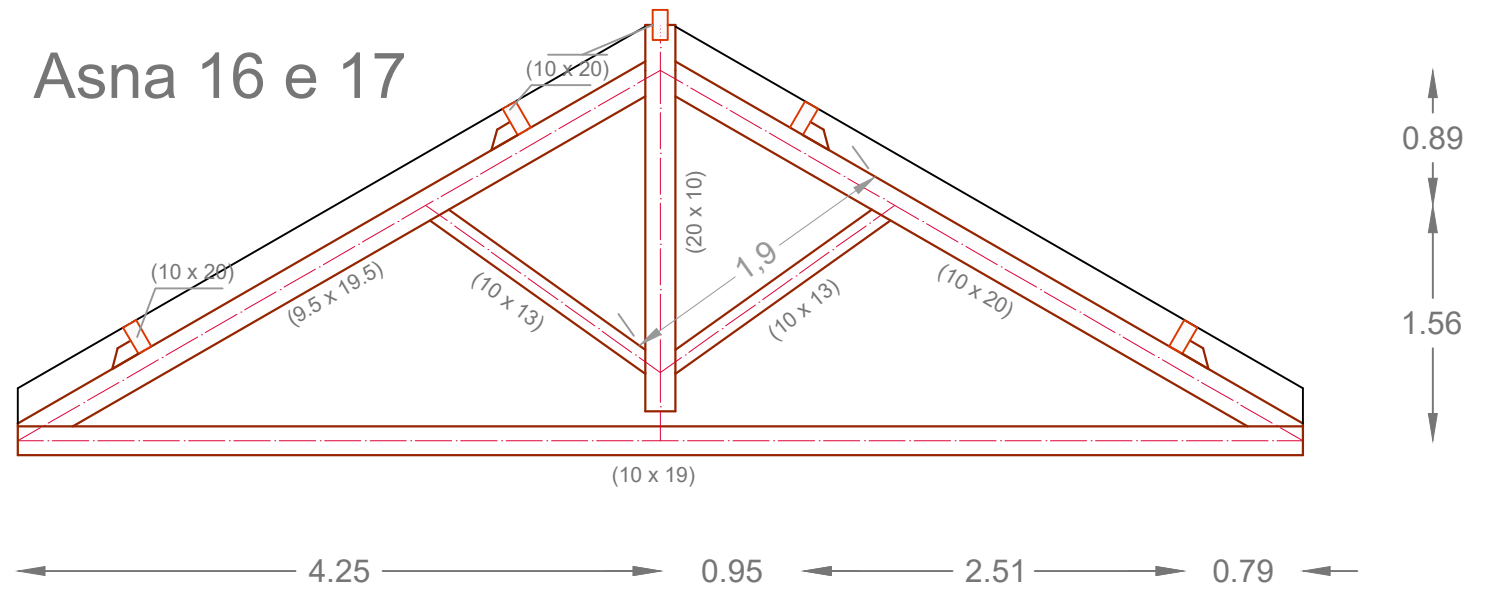
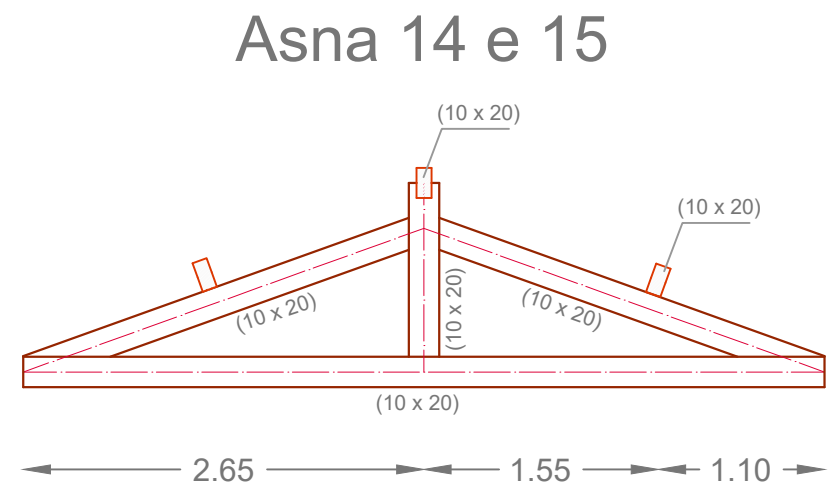
Q78L05

Alçado das Asnas 1 e 2, 3 a 8, 9 e 10 a 13

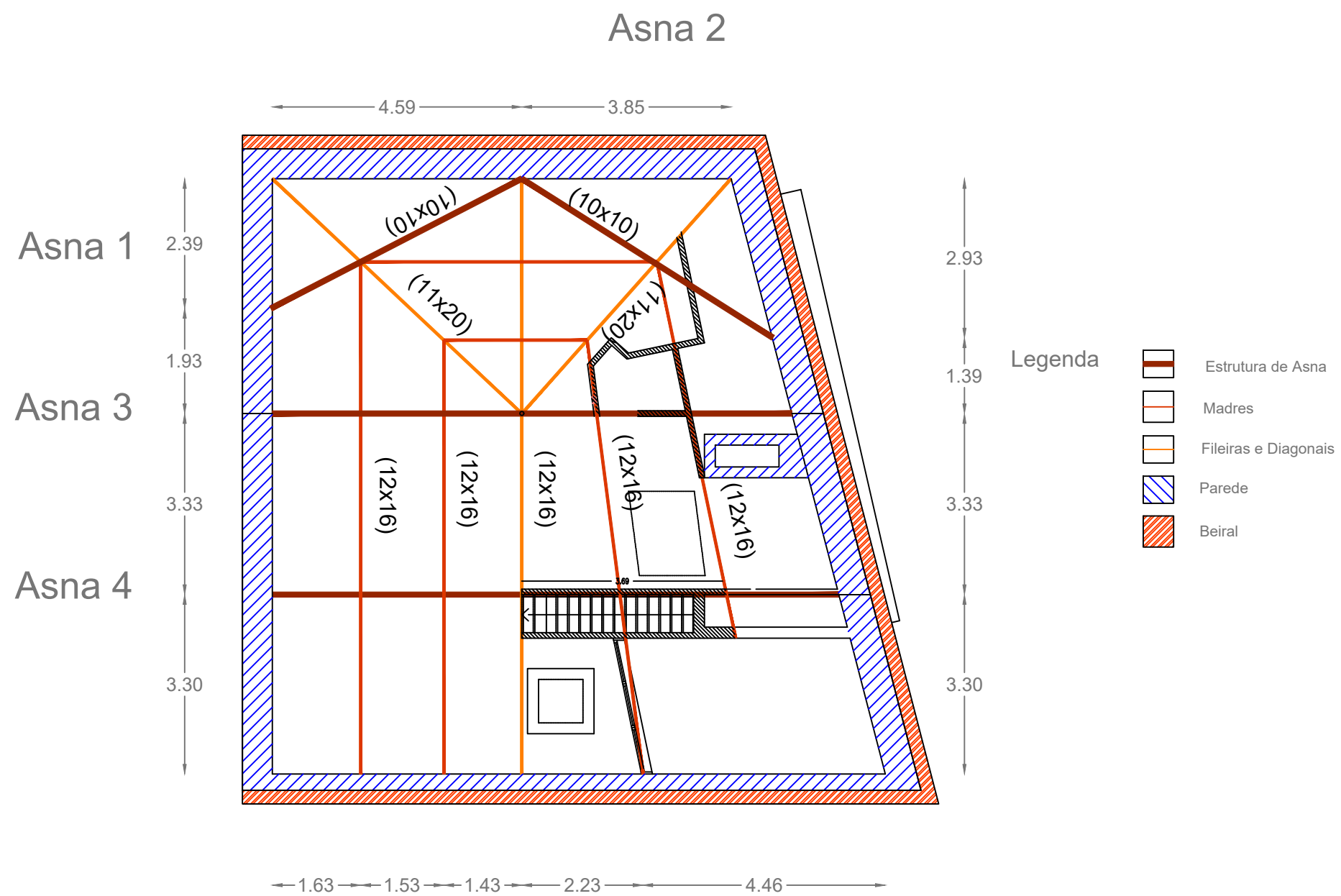
UNIDADES: m

Rúdi Israel nº2140851

PL. No.: 26



Instituto Politécnico de Leiria - ESTG		 <small>escola superior de tecnologia e gestão</small>
Mestrado em Construções Cívicas		
Código do edifício Q78L05	Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria	Escala: 1/50
	Alçado das Asnas 14 e 15, 16 e 17 e 18	UNIDADES: m
	Rúdi Israel nº2140851	PL. No.: 27



Instituto Politécnico de Leiria - ESTG



Mestrado em Construções Cívicas

Código do edifício

Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria

Escala: 1/100

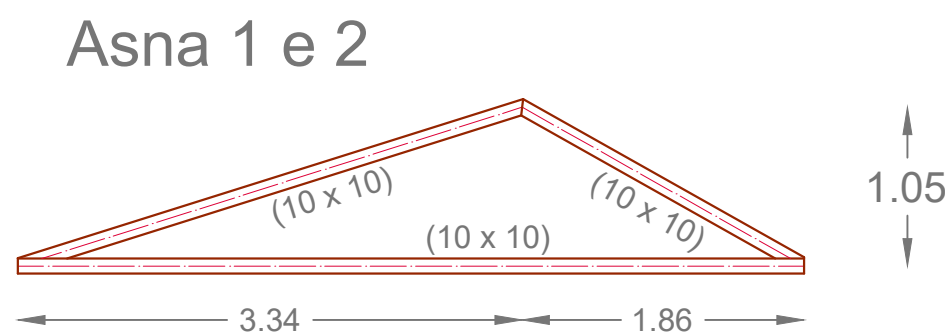
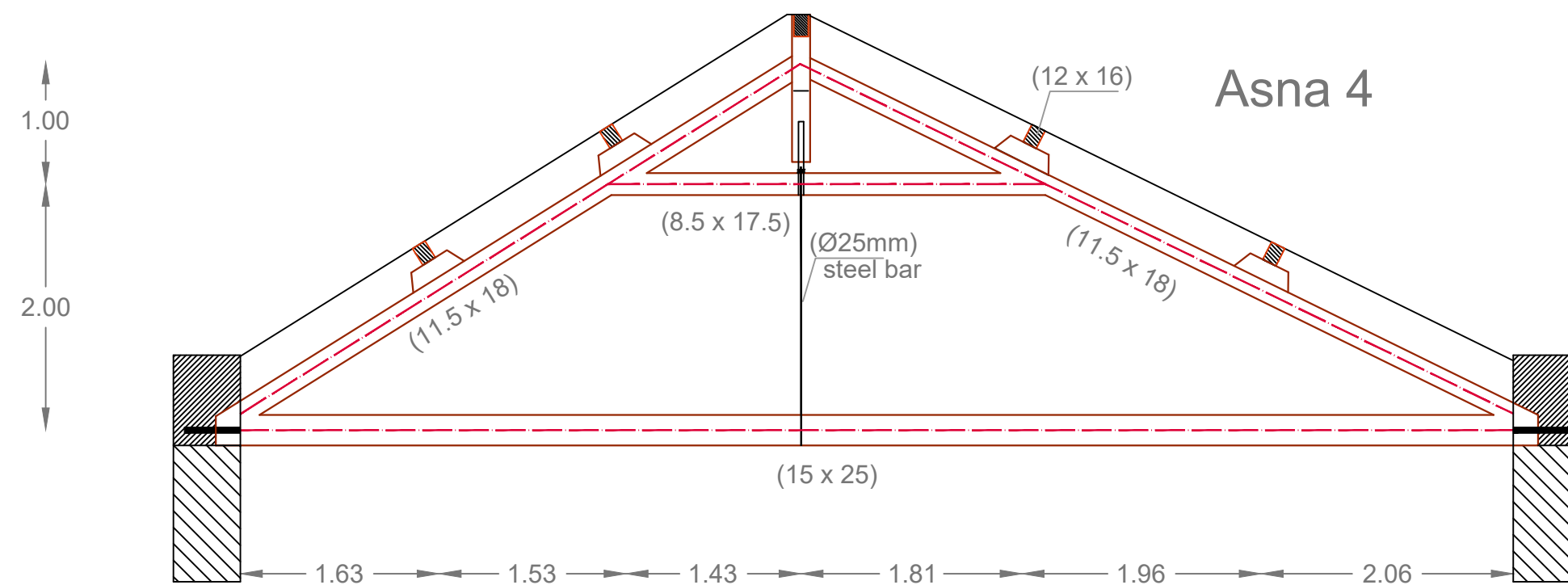
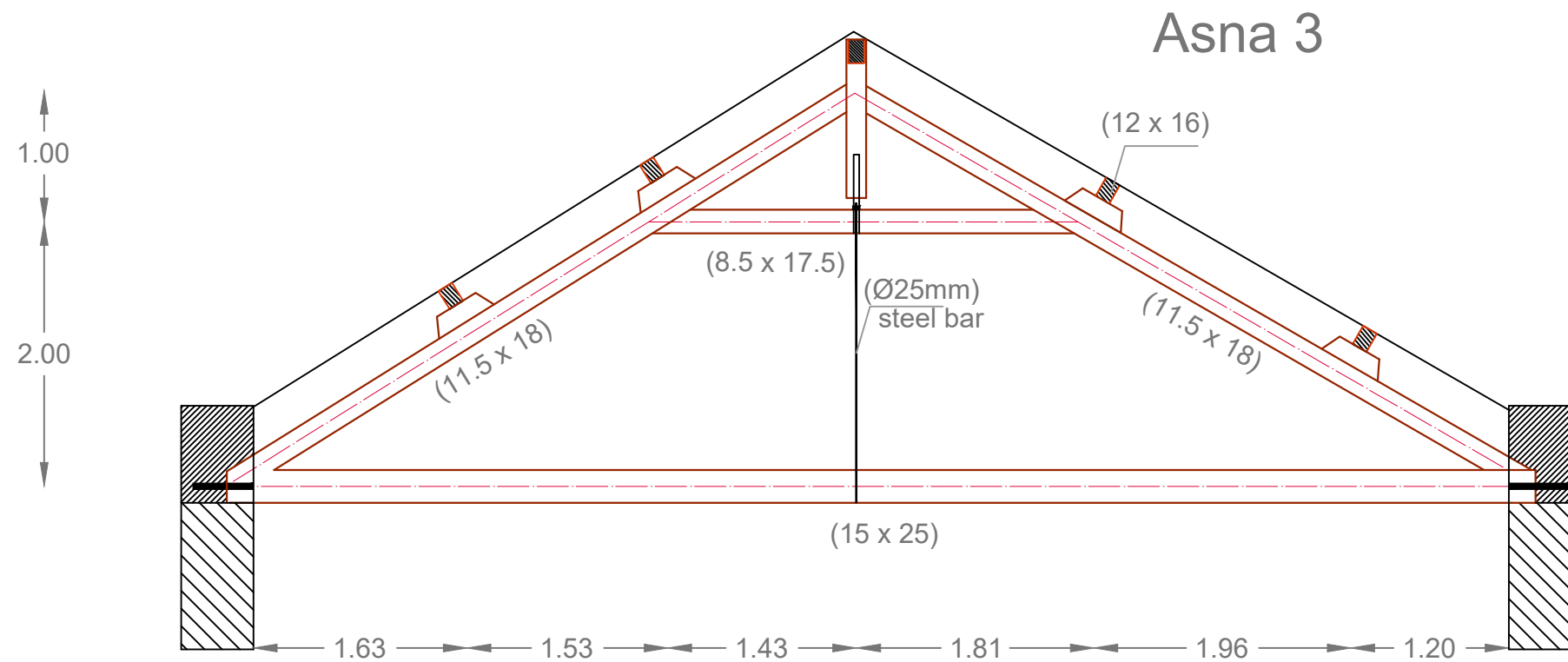
Q85L01

Planta da cobertura

UNIDADES: m

Rúdi Israel nº2140851

PL. No.: 28



Instituto Politécnico de Leiria - ESTG		 Escola Superior de Tecnologia e Gestão Universidade Nova de Lisboa
Mestrado em Construções Cívicas		
Código do edifício	Relatório de Estágio - Inspeção e Caracterização de Coberturas em Estruturas de Madeira de Edifícios do Centro Histórico de Leiria	Escala: 1/50
Q85L01	Alçado das Asnas 1, 2, 3 e 4	UNIDADES: m
	Rúdi Israel nº2140851	PL. No.: 29