



Universidade do Minho  
Escola de Arquitectura, Arte e Design

Filipa da Silva Serino

O Projeto da Cobertura da Casa Martins  
Sarmiento





Universidade do Minho  
Escola de Arquitectura, Arte e Design

Filipa da Silva Serino

O Projeto da Cobertura da Casa Martins  
Sarmento

Dissertação de Mestrado  
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao  
Grau de Mestre em Arquitetura  
Área de Construção e Tecnologia

Trabalho efetuado sob a orientação de  
Professor Doutor Carlos Alberto Maia Dominguez  
Professor Doutor Jorge Manuel Gonçalves Branco



## **DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE**

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho acadêmico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.



## **DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS**

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.



**Atribuição-NãoComercial**  
**CC BY-NC**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>





## **AGRADECIMENTOS**

A realização desta dissertação só foi concebível com o apoio de algumas pessoas, desta forma, devo especiais agradecimentos aos meus orientadores Professor Doutor Carlos Maia (EAAD) e Professor Doutor Jorge M. Branco (DECivil), pela disponibilidade, ajuda e dedicação. Um especial obrigado ao Dr. Antero Ferreira e à Dra. Célia Oliveira do Centro de Estudos do Património pela partilha de todo o conhecimento e por permitirem o fácil acesso à Casa Martins Sarmiento. À Joana Gomes e ao Miguel Ferreira fica aqui um grande abraço por todo o apoio e por disponibilizarem todo o seu material fotográfico e de vídeo. Grata ainda estou a todos os meus amigos que acompanharam o meu percurso académico.

Por fim, os mais especiais agradecimentos à minha família, à minha mãe Cristina, ao meu pai Paulo, à minha irmã Leonor e ao Alexandre pelo apoio incondicional e por me manterem sempre motivada. A eles lhes dedico este trabalho e todo o curso.

A todos, muito obrigada.



## **RESUMO**

A presente investigação manifesta-se como uma oportunidade em desenvolver uma análise sobre as Coberturas Tradicionais Portuguesas em Madeira. Esta dissertação nasce da análise sobre a madeira enquanto material de construção e a sua aplicação em coberturas tradicionais, nomeadamente o reconhecimento dos diversos elementos constituintes das coberturas. Todo o conhecimento adquirido é aplicado no caso de estudo a Casa Martins Sarmiento, construção emblemática e marcante do centro histórica da cidade de Guimarães, construída por volta do séc. XVIII e que em 1975 sofreu um incêndio com início na parte superior do edifício destruindo a cobertura e descaracterizando o edificado. A dissertação apresenta todo o processo de descoberta desta cobertura, desde a sua geometria à sua estrutura em madeira, ao revestimento, ao seu sistema de escoamento de águas e ventilação, entre outros. Esta análise baseia-se no reconhecimento e levantamento das marcas descobertas em obra.

O Projeto propõe a demolição da cobertura existente e a construção de uma nova cobertura em estrutura de madeira, que apesar de se basear nas formas e materiais tradicionais recorre a elementos e sistemas construtivos atuais conferindo à cobertura uma maior eficiência, acústica, térmica e energética.

Por fim, a investigação aqui desenvolvida procura também valorizar o uso da madeira enquanto material de construção, que, apesar de ter sido desvalorizada ao longo dos anos, é um material com um potencial renovado, que se tem posicionado como um material do futuro.

## **PALAVRAS CHAVES:**

- Coberturas Tradicionais Portuguesas | Madeira | Eficiência Energética | Novas Técnicas Construtivas



## **ABSTRACT**

This research is an opportunity to develop an analysis of Portuguese traditional roofing in wood. This research is born from the analysis of wood as a building material and its application in traditional roofing, namely the recognition of the various elements that make up a roof. All the knowledge acquired is applied to the case study ,Martins Sarmiento House, an emblematic and remarkable building in the historical center of the city of Guimarães, built around the XVIII century. In 1975, it suffered a fire which started in the upper part of the building, destroying the roof and making it uncharacteristic. The dissertation presents the whole process of uncovering this roof, from its geometry to its wooden structure, the coating, its water drainage and ventilation system, among others. This analysis is based on the recognition and survey of the marks discovered on site.

The project proposes the demolition of the existing roof and the construction of a new roof in wood structure, which, despite being based on traditional forms and materials, uses current elements and construction systems, giving the roof greater acoustic, thermal and energy efficiency.

Finally, the research developed here also seeks to enhance the use of wood as a building material, which, despite having been devalued over the years, is a material with renewed potential, which has positioned itself as a material of the future.

## **KEY WORDS:**

- Portuguese Traditional Roofing | Wood | Energy Efficiency | New Building Techniques.



**ÍNDICE****INTRODUÇÃO**

Tema e Problemática	3
---------------------	---

**01 LEVANTAMENTO E RECONHECIMENTO DA CASA MARTINS SARMENTO**

Francisco Martins de Gouveia Morais Sarmento	7
Enquadramento histórico e Geográfico	9
A história da Casa Martins Sarmento	11
Reconhecimento da Soluções Construtivas	14
Patologias	16

**02 DO ESTUDO DOS SISTEMAS DE COBERTURA EM ESTRUTURA DE MADEIRA À ANÁLISE DA ESTRUTURA DA COBERTURA DA CASA MARTINS SARMENTO.**

A Madeira	22
A Madeira enquanto material construtivo	23
Coberturas Tradicionais	24
Enquadramento histórico das asnas de madeira	25
As asnas de madeira mais utilizadas em Portugal	26

**03 À PROCURA DA COBERTURA ORIGINAL**

A cobertura da Casa Martins Sarmento	39
O traçado das águas da cobertura do edifício	40
Marcas presentes no edifício	42
A Estrutura	47
Trapeiras	50
O revestimento da cobertura	53
Telha Canudo	54
Assentamento das Telhas	54
Fixação das Telhas	57
Ventilação das Coberturas	57
Sistema de escoamento de água	58

**04 PROJETO DE REABILITAÇÃO DA COBERTURA DA CASA MARTINS SARMENTO**

Proposta	63
Glulam	68
Pormenores Construtivos	71
Ligações	76
Sistema de escoamento de água	77

**EPÍLOGO**

Considerações Finais	79
Referências	83





## **INTRODUÇÃO**



## TEMA E PROBLEMÁTICA

A presente investigação manifesta-se como uma oportunidade em desenvolver uma análise sobre as Coberturas Tradicionais Portuguesas de Madeira. Para o efeito, recorre-se a um caso de estudo a Casa Martins Sarmiento. Este caso de estudo revela ser bastante capacitado para o desenvolvimento da dissertação por se apresentar sob um grave estado de degradação devido a um incêndio ocorrido em 1975 que terá origem na cobertura e acabou por destruir na íntegra toda a cobertura composta por uma estrutura em madeira.

A informação relativa à mesma, e em concreto à antiga cobertura, é bastante limitada. Desta forma, para a obtenção de uma investigação mais rigorosa foi essencial a observação “in situ” e a procura por toda a informação disponível no arquivo fotográfico e escrito. Interessa compreender todo o funcionamento da cobertura original, desde logo a sua geometria ( as águas da cobertura), as estruturas de madeira que materializavam a cobertura e as trapeiras, a forma como era assegurado o escoamento de águas, a ventilação, etc.

Para formalizar um modelo representativo da cobertura original, é desenvolvida inicialmente uma análise sobre a madeira como material de construção e a sua utilização nas coberturas tradicionais, realizando um estudo das configurações de asnas mais utilizadas em Portugal.

O estudo da cobertura da Casa Martins Sarmiento revela ser complexo, mas bastante pertinente. Numa visita à imponente Casa Martins Sarmiento, a cobertura provisória atual chama bastante atenção pela sua inadequada implementação no edifício, desde a introdução de um material inexistente no edifício, o aço, à errada distribuição das suas cargas que está a provocar patologias posteriores ao incêndio. Desta forma, é urgente a rápida intervenção de modo a evitar o agravamento destas patologias e sobretudo tornar a reavivar a memória da Casa Martins Sarmiento que aos poucos se vai perdendo.

A intervenção arquitetónica proposta sublinha a urgência em retirar a cobertura provisória existente no edifício e propõem uma solução que vem ressuscitar a ideia original da cobertura. Sobretudo pretende-se respeitar a memória e a integridade da casa e simultaneamente enquadrá-la num contexto atual através da implementação de novas técnicas construtivas utilizando a Madeira. Além disso, esta é uma proposta que toma em atenção o melhoramento da eficiência energética.

Por fim, a dissertação procura também contrastar o sistema da cobertura original desenvolvido com os sistemas atuais, alcançando uma proposta que oferece resposta às atuais exigências.

A dissertação estrutura-se em 4 partes distintas:

No primeiro capítulo ,LEVANTAMENTO E RECONHECIMENTO DA CASA MARTINS SARMENTO, dá-se a conhecer Martins Sarmiento , tal como a casa onde viveu a maior parte da sua vida.

Além disso é realizado um enquadramento histórico e geográfico da casa, assim como se aborda de forma sucinta a evolução do largo Martins sarmento e alguns dos planos de melhoramento da cidade de Guimarães que originaram algumas mudanças na casa. Ainda neste capítulo se identifica as várias soluções construtivas encontradas no edifício tal como as suas patologias.

No segundo Capítulo, DO ESTUDO DOS SISTEMAS DE COBERTURA EM ESTRUTURA DE MADEIRA À ANÁLISE DA ESTRUTURA DA COBERTURA DA CASA MARTINS SARMENTO, é desenvolvido um estudo sobre a madeira enquanto material construtivo e a sua aplicação nas coberturas tradicionais portuguesas reconhecendo os diversos tipos de asnas mais utilizados em Portugal.

No Terceiro Capítulo, À PROCURA DA COBERTURA ORIGINAL, sucede-se o processo de descoberta da cobertura original da Casa de Sarmento.

O quarto capítulo, PROJETO DE REABILITAÇÃO DA COBERTURA DA CASA MARTINS SARMENTO, desenvolve a proposta para uma nova cobertura de madeira adequada à casa.

Por fim, no EPÍLOGO, é formulada uma conclusão que tem como objetivo elucidar para a urgente intervenção no edifício e incentivar o uso da madeira nos projetos atuais, manifestando a ideia de que, apesar de um material tradicional, é um material atual de potencialidades renovadas para um futuro mais sustentável.

**01**

**LEVANTAMENTO E RECONHECIMENTO DA CASA MARTINS SARMENTO**



## FRANCISCO MARTINS DE GOUVEIA MORAIS SARMENTO

«Alto, magro, de cabelos pretos retintos, a tez morena, o passo apressado, destacava-se em qualquer grupo, à primeira vista. Fisiologicamente um nervoso, falando por meias palavras, rápido e breve no discurso, como um homem que não pode desperdiçar o tempo, às vezes custava a perceber. A sua conversação usual, tocando aqui e ali a fugir, entrecortada de ditos alegres ou picantes, se carecia de atracção enlevadora, transbordava de típica graça portuguesa» (Alberto Sampaio, 1961).<sup>1</sup>

Francisco Martins de Gouveia de Morais Sarmiento, filho do Sr. Francisco Joaquim de Gouveia Morais Sarmiento e de Dona Joaquina Cândida de Araújo Martins, nasceu a 9 de março de 1833 e morreu a 9 de agosto de 1899 aos 66 anos de idade. Casou a 5 de fevereiro de 1876 com D. Maria da Madre de Deus Freitas Aguiar, prima do 2º Conde de Pindela. Nasceu numa casa no Campo da Feira mas foi na Casa Martins Sarmiento, no largo do Carmo, onde viveu toda a sua vida com a sua mãe e com a sua irmã, Joana Carolina, só mais tarde viria também a morar com sua esposa D. Maria Aguiar.

Prestigiado nome da arqueologia em Portugal, estudou latim no Colégio da Lapa e começa a estudar direito aos 15 anos na Universidade de Coimbra onde termina aos 20 anos de idade. Na altura em que Martins Sarmiento se formou, a literatura Romântica estava na moda e, como tal, esta não passou despercebida aos olhos de Sarmiento que entre 1855 a 1860 se dedicou às composições literárias e poéticas chegando a publicar alguns trabalhos. Desta forma, em 1855 pulicou “(...) um volume de versos intitulado Poesias (...)”, contudo, não muito bem sucedido. Aplicou-se também ao estudo de várias línguas, desde o italiano, o espanhol, o francês, o inglês, o alemão e o latim, tal como a estudos sociológicos entre 1868 a 1874 (José Sampaio).<sup>2</sup> Era um senhor que dispensava muito do seu tempo à leitura e à escrita publicando os seus artigos em algumas revistas científicas e na imprensa.

Francisco Martins Sarmiento entrega-se ao estudo da arqueologia “votado à exploração e ao estudo dos monumentos antigos, querendo ler nos vestígios ahi encontrados a origem das gerações antigas. “<sup>1</sup>. Assim, foram diversas as vezes que Martins Sarmiento passeou pelo Monte de S. Romão onde, o interesse pelas ruínas da cidade, a Citânia, lhe despertou a curiosidade de as explorar. Sarmiento sempre revelou uma atracção pela vida campestre, o que justifica as grandes caminhadas que dava pelo Monte de S. Romão. Assim, as explorações na Citânia de Briteiros iniciaram-se a 10 de julho de 1874, onde encontra vestígios de uma civilização Romana. “Descobriu as ruas ladeadas d’edificações, recompoz algumas d’estas, pôz à vista as vias e as calçadas, as muralhas e os fossos d’essa cidade fortificada: coligiu as pedras de forma ou valor mais ou menos significativos, as inscrições, as moedas, os fragmentos cerâmicos e muitos outros objectos encontrados no entulho.”<sup>1</sup>

Continuou as suas investigações, começando em 1877 as Ruínas de Sabroso. Nestas ruínas encontra vestígios que, comparados com os que encontrou na Citânia de Briteiros, lhe indicam ser da mesma

1 CARDOZO, Mário, Francisco Martins Sarmiento, esboço da sua vida e obra científica, 1ª edição, 1961, pag.2.

2 SAMPAIO, José da Cunha, Os nossos sócios honorários. I Francisco Martins de Gouveia Morais Sarmiento. Revista de Guimarães, 1 (1) Jan.-Mar. 1884, p. 35-51.

época, contudo leva-o para uma civilização Pré-Romana. Foram diversas as explorações que foi fazendo desde o Rio Minho ao Rinho Leça. Indica, através destas explorações, que estas ruínas pré-romanas, eram também pré-célticas, estabelecidas pelas primeiras migrações arianas.

Devido a este notável trabalho, a 29 de janeiro de 1882 é proclamado sócio honorário da Sociedade Martins Sarmento. Instituição cultural criada para homenagear Francisco Martins Sarmento, onde é possível encontrar a sua coleção arqueológica. Na verdade, o seu reconhecimento foi internacional, sendo hoje em dia lembrado pelo seu trabalho.

Sarmento dedicou-se também à fotografia, um gosto pessoal que tinha, chegando ele próprio a tirar muitas fotografias do que encontrava nas suas explorações.

Assim, Mário Cardozo refere que Francisco Martins Gouveia Morais Sarmento foi essencialmente um etnólogo, investigador das tradições populares e do folclore. Realizou várias explorações arqueológicas que tinham como principal objetivo responder à sua maior questão que era a origem dos Lusitanos. Contudo, como nos indica o autor, não podemos considerar que Martins Sarmento tenha sido um arqueólogo no sentido “restrito, limitado, da palavra” porque no fundo, a arqueologia foi a ciência que ele utilizou para “documentar e contraprovar as nossas origens (...) para ligar o presente ao passado”.<sup>1</sup>



Figura 1: Francisco Sarmento



Figura 2 : Ruínas de Sabroso



Figura 3: Citânia de Briteiros;



## ENQUADRAMENTO HISTÓRICO E GEOGRÁFICO

O caso de estudo desta dissertação situa-se na zona histórica da cidade de Guimarães, no antigo Largo do Carmo e atual Largo Dr. Martins Sarmiento, nome conferido pela Câmara Municipal à morte de Francisco Martins Sarmiento em 10 de agosto de 1899. Encontra-se dentro da antiga muralha da cidade e localiza-se perto do Castelo do Paço dos Duques. No largo Martins Sarmiento localizam-se também o Lar de Santa Estefânia e a Capela a Virgem Maria, Senhora Nossa.

O séc. XIX foi marcado por grandes transformações na cidade de Guimarães desde a demolição da muralha à abertura de várias ruas. O antigo Largo do Carmo, ladeado pela Rua do Poço e pela Rua da Infesta, sofreu um plano de melhoramento. Segundo o Eng. Manoel D’Almeida Ribeiro, senhor que em 1863 toma a decisão de intervir no Largo, caracteriza-o como sendo um “terreno (...) que oferece mais dificuldades de melhoramento em toda a cidade de Guimarães. As ruas são estreitas, turtuosíssimas, e estão nelas edificadas algumas casas que é força respeitar. (...)”<sup>3</sup> Para além do plano de melhoramento, onde se tencionava o alargamento do terreiro do Carmo e das suas ruas era também pretendido a construção de uma Biblioteca Pública direcionada para guardar livros de Conventos dissipados.

Na verdade, o Largo do Carmo já tinha, no séc. XVIII, sofrido um pequeno aumento, iniciativa do Convento do Carmo, por motivo de dar lugar a algumas festas religiosas, populares ou mesmo para comércio. Contudo, foi no séc. XIX que sofreu a sua maior mudança, tal como referido já acima. Para as alterações indicadas foi necessário a expropriação e demolição de muitas das casas situadas entre a Rua do Poço e a Rua das Infestas. Em 1882 o Vereador Melo propõe o plano de embelezamento procedendo-se assim ao ajardinamento do Largo do Carmo tal como à construção de alguns passeios.

Mais tarde em 1891, realiza-se a Rua Serpa Pinto e, anos depois, em 1925, também devido à anterior demolição de parte da Muralha, existe o prolongamento da Rua Serpa Pinto para poente, criando ligação com a Rua Nova de Santo António ou Lugar dos Palheiros. Este prolongamento faz parte do Plano de Requalificação Luís de Pina.

---

<sup>3</sup> MEIRELES, Maria, O património urbano de Guimarães no contexto da idade contemporânea (Séc.XIX - XX), Permanências e alterações, Volume I, Braga, Universidade do Minho, Instituto de Ciências Sociais, 2000, pág.87.



Figura 4 : Localização da Casa Martins Sarmento;

- Limite da Casa Martins Sarmento ● Igreja Nossa Senhora do Carmo ● Jardins do Carmo  
● Lar de Santa Estefânia ● Castelo do Paço dos Duques



Figura 5 : Planta representativa do plano de melhoramento realizado pelo Eng. Manoel D'Almeida Ribeiro;

- Largo Martins Sarmento antes do plano de melhoramento; — Largo Martins Sarmento depois do plano de melhoramento;  
● Casa Martins Sarmento

## A HISTÓRIA DA CASA MARTINS SARMENTO

A Casa Martins Sarmiento, atual sede do centro de estudos do património, foi em tempos a residência da família Sarmiento e foi construída por volta do séc. XVIII.

Dona Joaquina Martins, mãe de Francisco Sarmiento, após a morte do seu marido e do seu filho mais novo António Joaquim decidiu trocar a casa em que vivia no Campo da Feira e adquirir, em 1837, uma Casa na Rua do Gado, no atual Largo Martins Sarmiento. Esta Casa não é o palacete que se vê nas imagens apresentadas. Quando Dona Joaquina a comprou era uma casa de dimensões mais reduzidas, contudo, na altura já vista como sendo uma “casa nobre”. “Tinha frontaria de pedra, um andar com cinco janelas de sacada com grades de ferro, e águas-furtadas em segundo andar”. Várias foram as obras de melhoramento realizadas no interior da casa desde a entrada, à sala de jantar, aos quartos. (Manuela de Alcântara Santos)<sup>4</sup>

A organização da mesma era realizada sob uma hierarquização dos espaços, isto é, supõem-se que no rés do chão se encontravam as áreas de serviço. Assim, virada para a frente da casa estavam os compartimentos como os quartos dos criados e uma loja, já voltado para o jardim traseiro, localizavam-se os quartos de arrumos, adega, cavalariças, entre outros. No primeiro andar encontravam-se as áreas sociais, onde se recebiam as visitas e no segundo piso a zona mais íntima da casa, os quartos.

Anos mais tarde, em 1858, a mãe de Sarmiento decide adquirir “huma propriedade de casas, quintal e muro situada nesta Rua do Gado que confronta pelo Nascente com a rua pública, pelo Norte com casas e quintal de Excellentissima outorgante Dona Joaquina Rosa d’Araújo Martins, pelo Poente com casas do Illustrissimo Henrique Cardoso de Macedo.”<sup>4</sup> Dona Maria Martins, com a compra da segunda casa adjacente à que já habitava, tinha o propósito de unificar ambas as casas tornando-as numa só. Segundo o “Libro do Rezão”, lugar onde mãe de Francisco Sarmiento apontava todos os movimentos de dinheiro verificam-se alguns gastos em material de construção no ano de 1862, o que aponta ter sido esse o ano em que se iniciaram as obras de união das duas casas. Contudo, supõem-se que estas alterações tenham sido realizadas por Martins Sarmiento devido ao grave estado de saúde da sua mãe que acaba por falecer nesse ano.

A Casa Martins Sarmiento caracteriza-se por ser um edifício imponente de dois andares que nos remete para um “neoclassicismo tardio”. A sua fachada é caracterizada pelo seu frontão, pela simetria e pelos seus inúmeros vãos pouco espaçados. Presume-se que, ao contrário do que se encontra atualmente a casa tenha sido pintada de vermelho escuro, “no corpo central do andar nobre o número de vãos, o seu alongamento e os reduzidos intervalos existentes entre eles são sinais afirmativos de um gosto romântico”<sup>4</sup> As águas furtadas existentes no 3º piso da cobertura, são também elementos bastante caracterizadores da casa.

No seu interior os tetos, concebidos em estuque, são bastante chamativos. A decoração da

<sup>4</sup> SANTOS, Manuela de Alcântara, Revista de Guimarães, volume 129, 2019

casa era exuberante e com muito boa qualidade, contudo apesar deste sinal de riqueza, esta não era evidenciada. Segundo Jornais da época, Martins Sarmiento tinha o gosto de receber os seus amigos e familiares em casa, realizando grandes festas temáticas.

Neste Palacete verificava-se também uma hierarquização dos espaços, um funcionamento bastante parecido com o que foi descrito na casa anterior. Ainda é de referir que além desta hierarquização, as repartições voltadas para a rua possuíam um valor elevado comparado com os quartos virados para as traseiras da casa, que era um grande quintal que confrontava com a Rua Nova Santo António e continha duas casas com saída para esta mesma rua.

À morte da Dona Joaquina Martins foi determinado que a casa era posse de Francisco Sarmiento, contudo consigo ainda vivia sua irmã solteira, que apesar da morte da mãe ficou com direito de usar a casa. Desta forma, à irmã de Sarmiento ficaram-lhe reservados os espaços com menos relevância, ou seja, todos aqueles que ficavam voltados para o quintal.

A 9 de Agosto de 1899, Francisco Martins Sarmiento falece aos 66 anos e deixa a sua esposa Dona Maria de Freitas Aguiar Martins Sarmiento viúva. No seu testamento deixa a casa à sua esposa e determina que após a sua morte, que se viria a suceder no ano de 1929, o palacete ficava para a Sociedade Martins Sarmiento.

Contudo anteriormente à morte da sua esposa, em 1925 foi realizado o Plano de melhoramento da cidade de Guimarães que tem Luís de Pina como autor. O Largo do Carmo contou com um plano de alargamento da Rua Serpa Pinto para o lado poente. Contudo, e como é possível verificar na figura 7, este plano implicou a expropriação da parte sul do quintal. Na figura 6 é visível um volume, de cobertura plana, adjacente à Casa Martins Sarmiento que desapareceu com este plano. Além disso, não é sabido com certeza qual o programa que continha esse edifício.

Quando a casa fica posse da Sociedade Martins Sarmiento o segundo andar do edifício é ocupado pelo arquivo municipal. Em 1934, a Câmara municipal e os serviços de repartição e finanças de Guimarães ocupam-no temporariamente e desta forma o arquivo municipal sai da casa e sedia-se no largo da oliveira.

Em 1975, o palacete sofre um grave incêndio que destrói todo o terceiro piso da cobertura com águas furtadas, tal como, acaba por causar uma grande destruição nos restantes pisos. Ainda assim, a partir daqui a casa continua a ser utilizada até aos dias de hoje. Foram diversas as associações a ocupá-la, desde associações culturais, à associação dos ex combatentes da grande guerra, à Universidade do Autodidata da 3ª Idade a UNAGUI. Apesar deste edifício nunca ter sido reabilitado, estas associações modificaram-no conforme as suas necessidades e sem qualquer registo, o que torna difícil o processo de compreensão de alguns dos espaços destruídos da casa. Em 2017, o edifício é ocupado pelo Centro de estudos do património permanecendo até aos dias de hoje.



Figura 6: Casa Martins Sarmento antes do plano de melhoramento de Luis de Pina, em 1925;

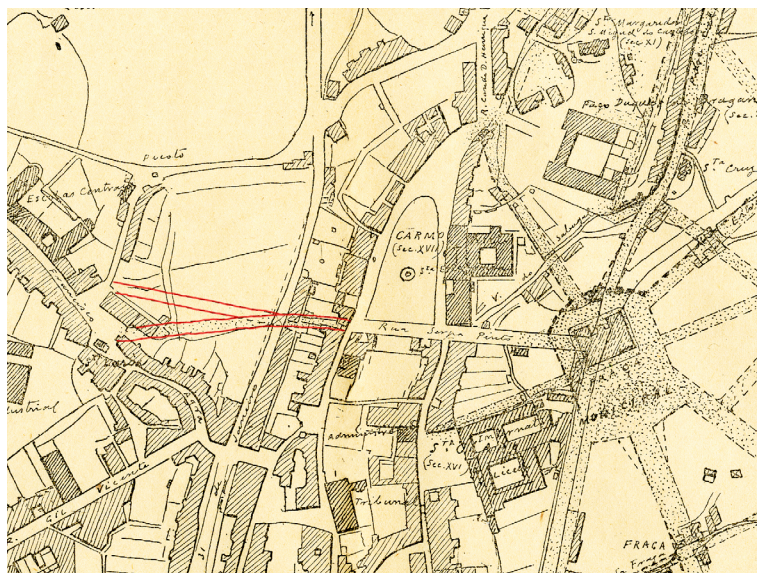


Figura 7: Planta do projeto de melhoramento, Luis de Pina;

— Linha representativa do prolongamento da Rua Serpa Pinto;

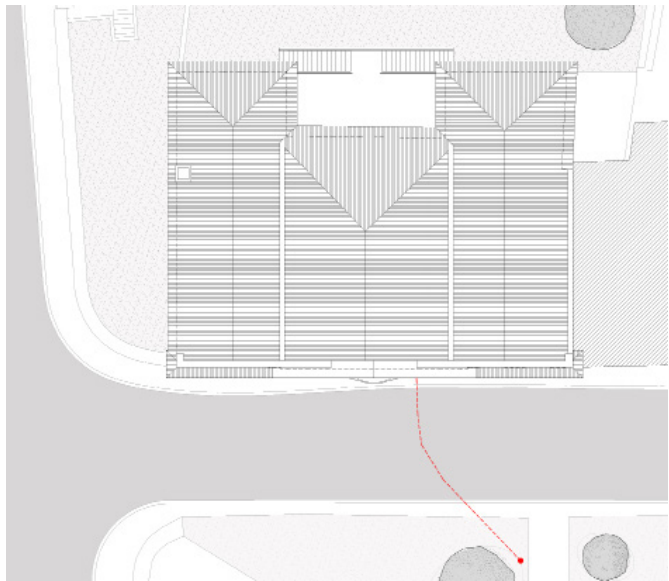


Figura 8: Casa de Sarmento ocupada pela Associação dos Ex-Combatentes da Guerra do Ultramar;

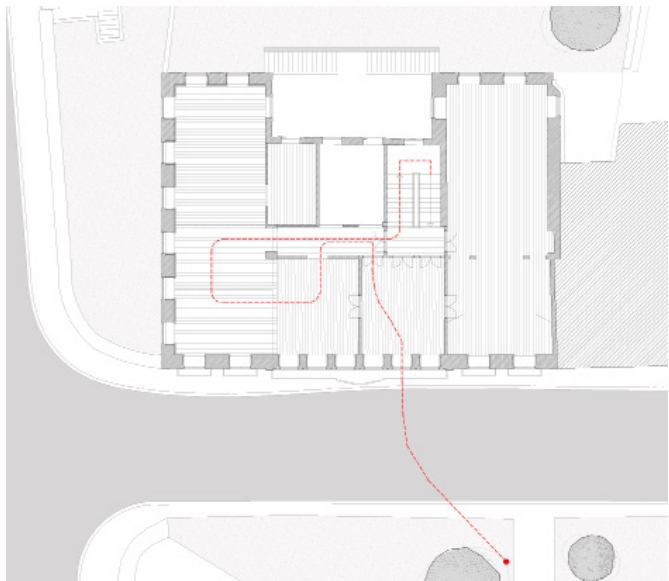
## RECONHECIMENTO DAS SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS

Como forma de demonstrar o estado atual de conservação do edifício e as soluções construtivas nele presente foi realizado um vídeo com recurso a um drone da parte mais degradada da casa, nomeadamente, o primeiro e o segundo piso. O percurso realizado por este é marcado nas plantas apresentadas.

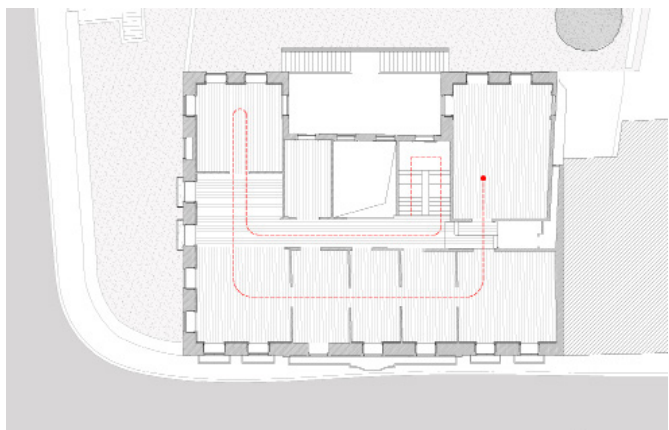
**PLANTA DE COBERTURA | INÍCIO DO PERCURSO**



**PLANTA 1º PISO**



**PLANTA 2º PISO | FIM DO PERCURSO**




— — Percurso realizado pelo drone  0 1 2 4M

Figura 9: Plantas representativas do percurso realizado pelo drone na Casa Martins Sarmento;

A Casa Martins Sarmento é constituída por soluções construtivas com recurso a materiais tradicionais como a madeira e a pedra. As paredes exteriores são em alvenaria de pedra e no interior as paredes divisórias são de tabique. O recurso à madeira enquanto material construtivo é abundante. A madeira está aplicada nas paredes de tabique e nos pavimentos, cuja estrutura é realizada com madeira de Castanho ( *Castanea sativa*) e o revestimento é executado com soalho de pinho bravo (*Pinus pinaster*). Apesar da inexistência de informação relativa à cobertura original da casa, sabe-se que também era de madeira. Os tetos da casa, e como ainda é possível verificar, são de estuque.

Posteriormente ao incêndio, o edifício foi sendo alterado numa tentativa de o adaptar às necessidades das várias associações que o ocuparam. Desta forma, acrescentaram-se materiais não tradicionais como por exemplo o betão, a alvenaria de tijolo e a cobertura em aço.



Figura 10: Parede de Alvenaria de Pedra;



Figura 11: Parede divisória de tabique;



Figura 12: Parede de frontal;



Figura 13: Estrutura em Madeira de castanho;



Figura 14: Pavimento em madeira de pinho bravo;



Figura 15: Tetos de Estuque;



Figura 16: Parede de Alvenaria de Tijolo;



Figura 18: Escadas em Betão;



Figura 17: Cobertura provisória realizada com uma estrutura em aço;

## PATOLOGIAS

A Casa de Sarmento e, muito em resultado do incêndio ocorrido em 1975, ficou num grave estado de degradação. O reconhecimento e a resolução das patologias não são o foco desta dissertação, pelo que, somente serão mencionadas as patologias e as suas causas de forma sucinta, com o objectivo central de dar a conhecer o estado atual do edifício.

De forma genérica, detetam-se as seguintes patologias manchas de infiltrações nas paredes e tetos, destacamento da pintura e da argamassa das paredes, presença de agentes biológicos tanto nas paredes como nos pavimentos, destacamento do pavimento e do estuque presente nos tetos, fissuramento, madeira carbonizada afetada pelo incêndio e perdas completas de material. A maioria destas patologias foram provocadas pelo incêndio e pelo posterior abandono do edifício, tendo a casa permanecido sem cobertura durante algum tempo. Para finalizar, a estrutura de aço, que materializa a cobertura atual, apresenta um apoio inadequado numa das paredes de alvenaria de pedra. A incorreta distribuição de cargas desta estrutura deu origem a uma grave fissura mecânica. A seguir apresentam-se algumas imagens ilustradoras destas patologias.



## INFILTRAÇÃO DE ÁGUA



Figura 19



Figura 20

## DESTACAMENTO DE PINTURA, ARGAMASSA, ESTUQUE E PAVIMENTO



Figura 21



Figura 22



Figura 23



Figura 24

## FISSURAMENTO



Figura 25



Figura 26



Figura 27



Figura 28

## AGENTES BIOLÓGICOS



Figura 29

## MADEIRA CARBONIZADA



Figura 30



Figura 31



Figura 32

## PERDAS COMPLETAS DE MATERIAL



Figura 33



Figura 34



**02**

**DO ESTUDO DOS SISTEMAS DE COBERTURA EM ESTRUTURA DE MADEIRA À ANÁLISE DA  
ESTRUTURA DA COBERTURA DA CASA MARTINS SARMENTO.**

## A MADEIRA

A Madeira é um material que se caracteriza por ser de origem natural, composto por fibras, orgânico, celular, não homogêneo e anisotrópico, ou seja, as suas propriedades físicas e mecânicas variam consoante a direção das suas fibras. Esta identifica-se também por ser um material sustentável, de baixo custo, com boas propriedades térmicas e acústicas e esteticamente agradável. Apesar das diversas vantagens, é possível constatar algumas fragilidades quando em contacto com o fogo e com a água. Deste modo, a propriedade mecânica deste material mostra-se reduzida quando o teor de água presente é alto. O ideal é manter o teor de água abaixo dos 20% para que se possa evitar e prevenir o ataque de agentes biológicos que acabam por destruir toda a madeira.

Ainda neste entender, as variações do teor de água provocam alterações nas dimensões da peça de madeira, variações estas que devem ser consideradas no momento de projetar evitando, por exemplo, o fissuramento da estrutura. Esta alternância dimensional resulta da quantidade de teor de água presente na peça, ou seja, quando o teor de água na peça reduz, a madeira encolhe e quando o teor de água aumenta, a madeira absorve e aumenta de volume. O facto deste material ser anisotrópico faz com que estas variações não aconteçam de igual modo em todas as direções da madeira, a tangencial, a axial e a radial.<sup>5</sup>

No que diz respeito ao fogo a madeira é combustível, ardendo a um ritmo de 0,7mm por minuto, sendo esta característica uma das razões pela qual a sociedade se reprime na utilização da madeira enquanto material de construção. Embora esta particularidade seja uma desvantagem é fundamental clarificar o real processo que ocorre quando se dá a combustão neste material.

Na prática, a madeira, apesar de combustível, não apresenta um mau comportamento ao fogo. Quando uma peça de madeira se apresenta sob ação do fogo começa primeiro por libertar toda a água que contém e, de seguida, a parte mais exterior da peça começa a arder. Nesse momento, “forma-se uma camada calcinada isolante, fruto de uma rápida combustão do material superficial”. De seguida, por baixo desta camada existe madeira que se encontra, de igual modo, sob a ação do fogo, contudo ainda não totalmente deteriorada ao qual se nomeia de “Camada de Pirólise”. O que acontece efetivamente é a criação de uma película, ainda na camada calcinada, que vem aligeirar a velocidade da ação do fogo, funciona aproximadamente como um “retardador da progressão da combustão, mantendo a temperatura no interior baixa com as propriedades físicas e mecânicas constantes”. Por fim, a parte mais interior da peça é aquela cuja madeira se mantém inalterada, mantendo a sua resistência. “A perda de resistência deve-se, essencialmente, à redução da secção transversal, e não a uma perda de resistência do material.”

5

Curiosamente, o Aço, um material tão utilizado na construção, não tem um comportamento à combustão melhorado em relação à madeira. Este acaba por derreter perdendo de forma integral a sua

5 BRANCO, Jorge, Comportamento das ligações tipo cavilha em estruturas mistas madeira - betão, Universidade do minho, Departamento de Engenharia Civil, Fevereiro, 2003

resistência, característica visível na figura 35. Aqui é possível verificar que a secção de madeira resistente à combustão manteve as suas propriedades, ao contrário do aço.



Figura 35 : Reação da madeira e do aço ao fogo;

### **A MADEIRA ENQUANTO MATERIAL CONSTRUTIVO**

A utilização da Madeira como material construtivo iniciou-se nas construções pré-históricas por se verificar bastante abundante na natureza e por ser muito simples de trabalhar. Começou a ser utilizada na pré-história pelo homem para a construção de abrigos contra as intempéries e contra os animais, garantindo assim a sua segurança. Desde então esta foi sempre um material presente na construção.

A Madeira foi recorrentemente utilizada para construções de igrejas, monumentos, habitações e pontes. Na construção de edifícios antigos era o material construtivo mais utilizado, sendo empregue em pisos, paredes e coberturas.

“Edifício antigo é aquele que foi construído antes do advento do betão armado como material estrutural dominante, ou seja, antes do aparecimento do cimento Portland, recorrendo, portanto, a materiais e tecnologias tradicionais para a construção dos diferentes elementos construtivos, materiais e técnicas que têm origem quase perdida no tempo, mas que foi herdada, e nem sempre bem compreendida e aplicada, da tradição romana de construir.”<sup>6</sup>

Com o aparecimento do betão armado, “que marca efetivamente um plano de rotura com o passado”, a madeira e todos os materiais naturais deixaram de ser tão frequentemente usados nas novas construções, o que provocou o desinteresse pela aprendizagem das técnicas tradicionais e a consequente falta de mão de obra especializada. “A perda das técnicas tradicionais, o longo período de abandono a que foram votadas, a ausência de interesse ou de competências que as escolas têm vindo a demonstrar, dificultam o trabalho de quem enfrente tarefas no domínio do estudo dos edifícios antigos, nomeadamente em estudos de diagnóstico de anomalias e de propostas de conservação, reparação ou

<sup>6</sup> APPLETON, João, Reabilitação de Edifícios Antigos , Patologias e Tecnologias de Intervenção, Edições Orion, 2ª edição, Novembro de 2011 ,pag 2

reabilitação desses edifícios.”<sup>7</sup>

Ainda assim, é possível verificar que, hoje em dia, o uso dos materiais tradicionais e em específico da Madeira tem vindo a aumentar. Nos últimos anos, em Portugal, a construção nova foi executada exaustivamente, o que provocou um desinteresse pelos edifícios antigos e sua consequente degradação. Deste modo, existe um recente interesse pela reabilitação e reconstrução destes edifícios que tem vindo a subir exponencialmente o que por sua vez, vem repor o interesse pela madeira. Esta vontade de recuperar as técnicas tradicionais, o interesse em ressuscitar a madeira para tornar a ser utilizada nas construções atuais deve-se à desmistificação de que este é um material pobre e dos antigos. Além disso, comprova-se que as soluções mais apropriadas e aconselhadas para a reabilitação de edifícios antigos são as técnicas tradicionais já presentes no edifício, evitando a possível incompatibilidade do material novo com as técnicas antigas, mantendo a autenticidade e integridade do edifício.

Relativamente ao regresso da Madeira na construção nova, este deve-se muito à neutralidade carbónica do material, característica bastante requisitada nos materiais a aplicar nos dias de hoje.

## **COBERTURAS TRADICIONAIS**

A madeira foi abundantemente utilizada para a construção de coberturas em edifícios antigos e Portugal, não foi exceção. A função primordial da cobertura é proteger o edifício dos diferentes agentes atmosféricos. Assim, a inclinação de uma cobertura altera-se consoante o clima do lugar onde se implanta o edifício, ou seja, a cobertura é mais inclinada em lugares onde a queda de neve e a precipitação é bastante frequente. Neste sentido, Portugal é um país cujas coberturas não são muito inclinadas, rondando os 20° a 30° de pendente.

A finalidade da estrutura principal é sustentar a cobertura, fazendo com que todo o seu peso seja conduzido para a estrutura abaixo do edifício. Além do suporte do peso da subestrutura e de todo o revestimento da cobertura, ou seja, todo o “peso próprio” da cobertura, esta encontra-se também submetida à ação do vento que, por conceber uma força contrária à estrutura, pode chegar a erguê-la, tornando-se relevante contraventar a mesma.<sup>8</sup>

A cobertura Tradicional de madeira é composta por asnas que são os elementos mais importantes no suporte de toda a cobertura, desde a estrutura secundária ao revestimento que em Portugal era habitualmente realizado em telha cerâmica. É de extrema importância que todos estes elementos constituintes da cobertura estejam a trabalhar adequadamente na sua função para que a estanquidade esteja assegurada, evitando o desabamento da mesma. Na realização das coberturas em Portugal é

---

<sup>7</sup> APPLETON, João, Reabilitação de Edifícios Antigos, Patologias e Tecnologias de Intervenção, Edições Orion, 2ª edição, Novembro de 2011, pag 4

<sup>8</sup> MASCARENHAS, Jorge. Sistemas de Construção, VI - Coberturas inclinadas(1ª parte), Descrição ilustrada e detalhada de processos construtivos utilizados correntemente em Portugal, Livros Horizonte, Lisboa, 2011, pag.45.



possível identificar uma hierarquia, isto é, um edifício com algum prestígio continha uma cobertura mais complexa ao invés de um edifício mais simples ou com menos importância na sociedade.

No que concerne às espécies de madeira mais recorrentes destaca-se pelo extremo uso o Pinho Nacional (*Pinus pinaster*, Ait), contudo, realça-se também o Castanho (*Castanea sativa*, Mill). Já o uso do Eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill) tem vindo a aumentar desde há 50 anos para cá. Existem particularidades a ter em atenção no momento de utilizar um tipo de madeira para a produção de asnas. Estas devem estar bem secas, sem empenos e devem preferencialmente ser alinhadas (Costa, 1955).<sup>9</sup>

## ENQUADRAMENTO HISTÓRICO DAS ASNAS DE MADEIRA

“A Estrutura Tradicional em Madeira era construída de forma engenhosa. Uma subestrutura transmitia em determinados pontos da asna a carga do revestimento, por sua vez a asna conjugada de uma forma subtil uma série de forças em jogo que se alteram com as variações higrométricas tanto dos Materiais de revestimento como dos elementos estruturais.”<sup>10</sup>

No que diz respeito ao desenho das asnas as configurações são diversas. As Asnas estruturais são fundamentadas nos sistemas romanos, que já usavam asnas simples com recurso ao pendural para obterem uma melhor estabilidade. Este sistema foi bastante empregue nas coberturas das igrejas cristãs. No entanto, foi no Renascimento com Andrea Palladio que esta técnica evoluiu de modo significativo, sendo premiada pela grande resistência que concede à cobertura. Antes de Andreas Palladio, estas técnicas despertaram o interesse de Mariano di Jacopo, Giovan Battista Da Sangallo e Sebastiano Serlio, no Séc. XVI.

A forma mais recorrente nas asnas é um triângulo, uma vez que é a geometria que melhor se adequa às várias configurações possíveis das coberturas. Deste modo, Mariano di Jacopo configurou alguns modelos de estruturas de asnas, tal como, a asna simples onde é proposto o Pendural ligado ao elemento linha ou mesmo uma asna projetada sem a Linha. Além desta, pensou também na combinação de materiais, ou seja, a inclusão de componentes metálicos junto com a madeira. Relativamente a Giovan Battista Da Sangallo estas asnas foram configuradas constituindo três pendurais separados da linha, isto é, não havia contacto entre a linha e os pendurais.(Branco, J)<sup>11</sup>

O ilustre Sebastiano Serlio, expôs também no seu VII livro “I sette libri dell’architettura” algumas configurações bastante elaboradas de asnas. Aqui, como forma de reduzir a tensão provocada nos elementos pernas, o que poderia causar a flexão das mesmas, propõem o acrescento de pendurais, o que é possível verificar na figura 36.

<sup>9</sup> COSTA, F. , Enciclopédia Prática da Construção Civil. Edição do Autor, Depositária Portugália Editora, Lisboa, 1955

<sup>10</sup> MASCARENHAS, Jorge, Sistemas de Construção, VI - Coberturas inclinadas(1ª parte), Descrição ilustrada e detalhada de processos construtivos utilizados correntemente em Portugal, Livros Horizonte, Lisboa, 2011, pag.45.

<sup>11</sup> BRANCO, Jorge, Influence of the joints stiffness in the monotonic and cyclic behaviour of traditional timber trusses. Assesment of the efficacy of different strengthening techniques, 2008

As Asnas de Palladio herdaram o nome do prestigiado arquiteto Andrea Palladio, em consequência da intensiva aplicação das mesmas nas suas obras. Palladio, nascido a 30 de Novembro de 1508 em Pádua, destaca-se pelo estudo da teoria da arquitetura da Antiguidade Clássica, salientando os dez livros de Vitruvius. Este interesse, muito influenciado pelo seu mestre Trissino, levou Palladio a conhecer inúmeros edifícios da Antiguidade Clássica em Roma, por volta de 1545 e 1547.<sup>12</sup> (Gympel)

O sistema de asna adotada por Palladio destaca-se em relação às técnicas até então estudadas por prometer uma configuração com superior resistência e segurança. Esta é também conhecida por asna simples ou asna vulgar. De acordo com Branco (2003), estas asnas são constituídas por duas pernas ligadas à linha e um pendural que contém duas escoras apoiadas.

Assim, foram inúmeros os estudiosos dedicados à configuração desta estrutura. Embora as configurações tenham sido várias, importa realçar que o seu desempenho estrutural não se apresentava completamente desenvolvido, criando tensões de flexão. Assim foi no Séc. XIX que este desempenho foi corrigido elaborando uma solução onde o pendural não se encontra ligado ao elemento linha. <sup>11</sup>(Branco, J)

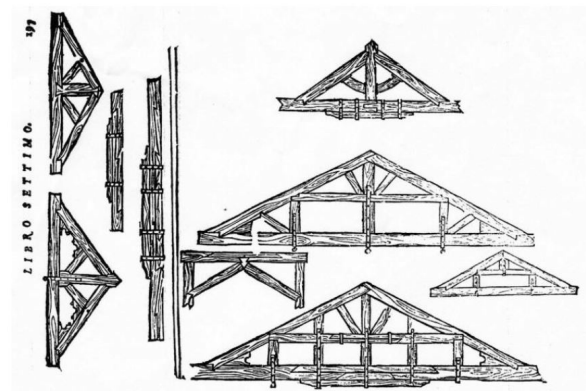


Figura 36: Configurações das Asnas de Serlio;

### ASNAS DE MADEIRA MAIS UTILIZADAS EM PORTUGAL

As asnas foram elementos bastante utilizados nas construções por ser uma solução simples e económica. São a parte fulcral da estrutura principal que é constituída pela Linha, pela Perna, pelo Pendural e pelas Escoras, como é possível verificar na figura 37. A subestrutura, suportada pela estrutura principal, é composta por elementos como as Madres, as Varas, e as Ripas e são estes que ajudam no suporte do revestimento final.

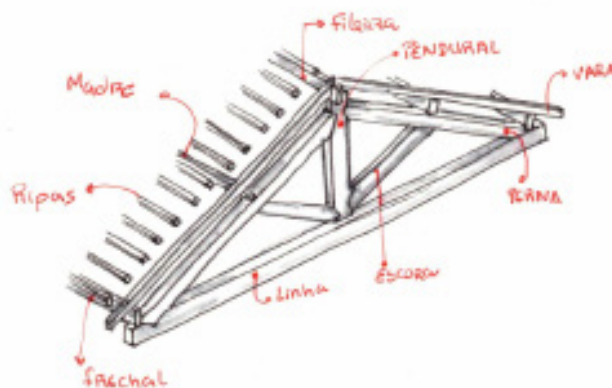


Figura 37: Elementos constituintes de uma asna;

<sup>12</sup> GYMPEL, Jan, História da Arquitetura, Da Antiguidade aos nossos dias, Konemanh, 2001

O desenho das asnas deve obedecer à planta do edifício, assim como é de extrema importância realizar-se um cálculo rigoroso da estrutura para que possa ser projetada corretamente evitando que a mesma não suporte o peso da cobertura e as ações do vento – a pressão e a sucção. (Costa,1955) É também pertinente chamar atenção quanto ao número de madres empregues na estrutura que deve ser igualado ao número de pendurais, só desta forma se evita um excesso de tensão nos elementos Pernas que caso o número de madres seja superior ao número de pendurais as pernas sofrerão movimentos fletores.<sup>13</sup>

Segundo Costa, em Portugal as configurações de asnas mais recorrentes são a asna simples também conhecida como asna de Palladio, a composta, a de tesoura, a de lanternim a de mansarda a de alpendre, a de nível, as fabris simples e composta e a meia asna.

Vãos	Linhas	Pernas	Escoras	Pendurais	Madres	Varas
5.00	12 × 10	12 × 10	10 × 10	10 × 10	16 × 10	6 × 4
6.00	14 × 10	16 × 10	12 × 10	10 × 10	18 × 10	6 × 4
7.00	14 × 12	16 × 12	12 × 12	12 × 12	18 × 10	8 × 6
8.00	16 × 12	20 × 12	12 × 12	12 × 12	20 × 10	8 × 6

Vãos	Linhas	Pernas	Escoras		Pendurais	Tirantes		Madres	Varas
			A	B		C	D		
9.00	14 × 12	16 × 12	12 × 12	12 × 12	12 × 12	12 ϕ	9 ϕ	18 × 10	8 × 6
10.00	16 × 14	16 × 14	14 × 14	14 × 14	14 × 14	12 ϕ	9 ϕ	18 × 10	8 × 6
11.00	16 × 14	18 × 14	14 × 14	14 × 14	14 × 14	15 ϕ	12 ϕ	20 × 10	8 × 6
12.00	16 × 14	22 × 14	14 × 14	14 × 14	14 × 14	15 ϕ	12 ϕ	20 × 10	8 × 6

Figura 38: Tabelas de Cálculo;

### ASNA SIMPLES OU DE PALLADIO

A asna simples ou de Palladio possuiu anteriormente outras três configurações mais simples, nomeadamente, a asna simples sem escoras e sem pendural, a asna simples com pendural sem ligação ao elemento linha e asna simples com ligação ao elemento linha. O facto do Pendural permanecer em contacto com a perna proporciona a deformação da componente linha devido à tensão de flexão a que está submetida. Em todas elas é possível verificar a ausência das escoras, constituinte acrescentado na asna de Palladio que concebe mais resistência.

Asna Simples ou de Palladio pode vencer vãos entre os 6 e os 8 metros. A ligação entre os vários elementos era realizada através de entalhes e mais tarde recorrendo a ligadores metálicos, que vieram conferir mais rigidez à estrutura.

<sup>13</sup> BRANCO, Jorge, Influence of the joints stiffness in the monotonic and cyclic behaviour of traditional timber trusses. Assesment of the efficacy of different strengthening techniques, 2008

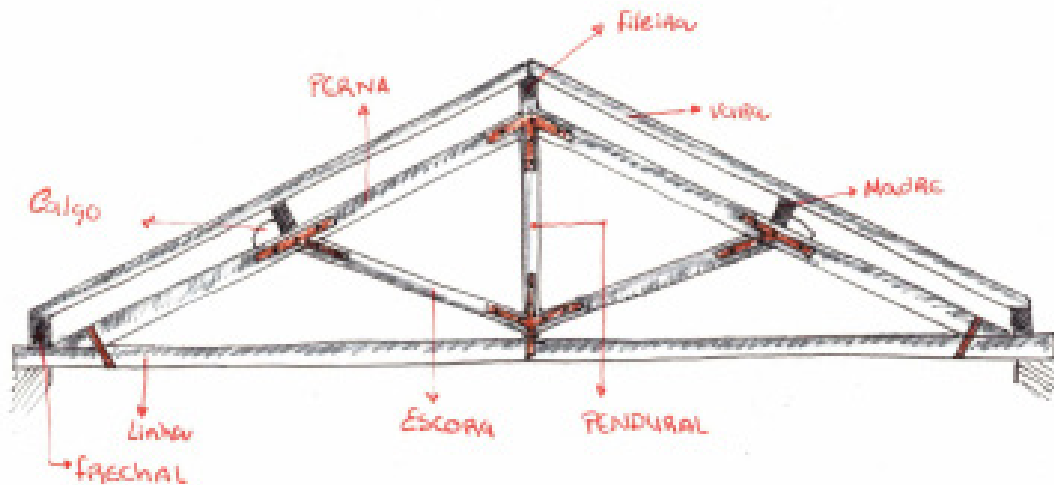


Figura 39 : Asna Simples;

### ASNA COMPOSTA

A Asna Composta é utilizada para vãos com mais de 8 metros, devido ao fraco comportamento estrutural das asnas simples em vencer vãos de grandes dimensões. Este tipo de asna é maioritariamente utilizado para vencer vãos não superiores a 13 metros. Desta forma, é realizada de forma diferente da asna simples, resultando numa maior resistência. Assim, o número de escoras presentes é superior de modo a diminuir a tensão imposta nos elementos pernas, diminuindo a possibilidade de as mesmas fletirem. Além das escoras são também adicionados novos pendurais, contudo todos eles separados do elemento linha.

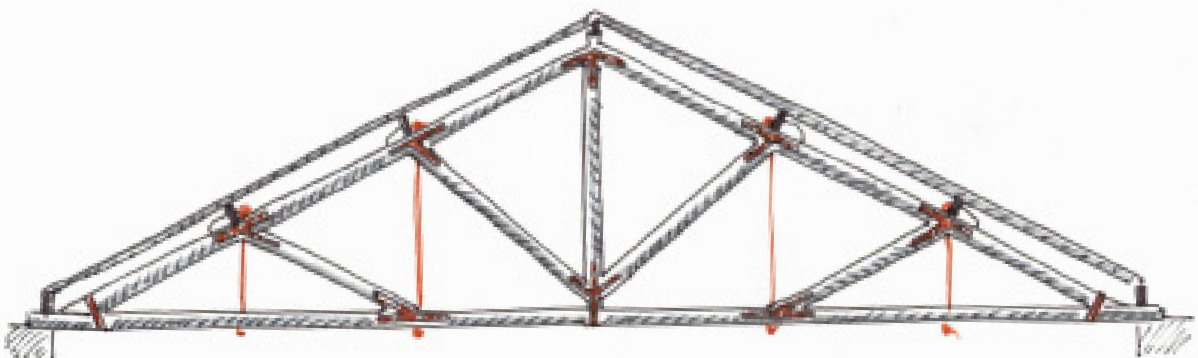


Figura 40 : Asna Composta;

### ASNA DE TESOURA

Este tipo de asna, também conhecida como Asna Cruz de Santo André é implementada nas construções onde as asnas formadas pelo elemento linha não é o mais interessante. Assim, a asna de Tesoura é a opção mais acertada por estar desprovida deste elemento. Esta caracteriza-se por conter duas pernas travadas por duas escoras cruzadas que têm início na base da perna encontrando a perna oposta na parte superior da mesma. Nesta configuração é ainda possível verificar o elemento Pendural que ajuda a união das duas pernas.

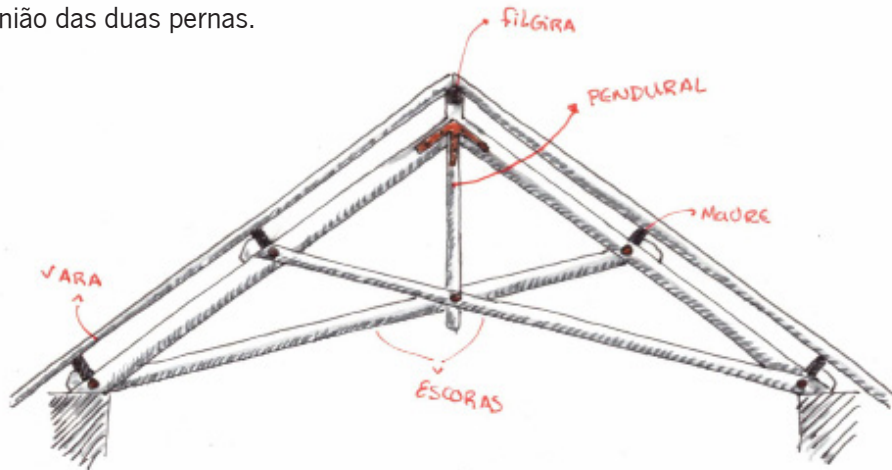


Figura 41: Asna de Tesoura;

### ASNA DE LANTERNIM

A asna de lanternim era bastante empregue em edifícios bastante compridos como armazéns, estábulos, entre outros, que devido à sua extensão, a entrada de luz ficava comprometida. (Costa, 1955)<sup>14</sup> O uso desta configuração ajudava, por sua vez, a uma melhor ventilação do edifício. Assim, como é visível na figura 42, esta é constituída por uma linha, duas pernas interrompidas por dois pendurais que se prolongam dando forma aos prumos do lanternim, duas escoras e um nível que liga as duas pernas e vem dar rigidez à estrutura. No que diz respeito ao lanternim, os dois prumos referidos atrás suportam uma pequena asna com pendural. Esta é de igual forma constituída por uma linha apoiada nos prumos, duas pernas e um pendural.

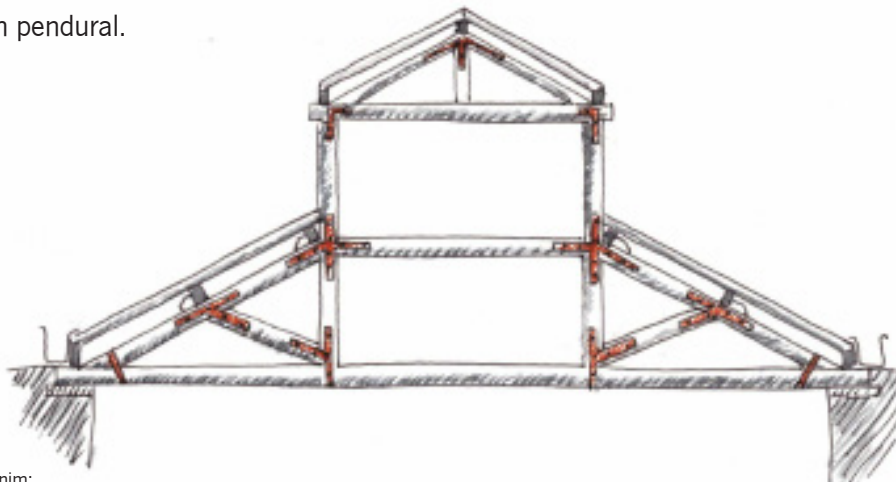


Figura 42: Asna de Lanternim;

<sup>14</sup> COSTA, F. , Enciclopédia Prática da Construção Civil. Edição do Autor, Depositária Portugália Editora, Lisboa, 1955

## ASNA DE MANSARDA

A Ansa de Mansarda foi criada pelo distinto arquiteto François Mansart. Em Portugal, esta configuração teve uma grande evolução na época de D.João V, tendo também, na época Pombalina, um vasto uso. Nos dias de hoje, esta é ainda uma técnica utilizada. Esta configuração é bastante empregue em edifícios cujo princípio é a utilização da cobertura para habitação, pois caracteriza-se por ser uma técnica que permite a colocação de um pavimento (Costa, 1955).<sup>15</sup>

Este tipo de asna é composta por uma asna simples ou palladiana, já acima estudada, e pelos elementos diferenciadores deste tipo de asnas, as pernas de força, que suportam a asna simples. Estas duas pernas de força estão apoiadas nas vigas que pousam em cima das paredes resistentes, sendo estas vigas o grande suporte do pavimento. As janelas neste tipo de asna são colocadas entre as pernas de força.

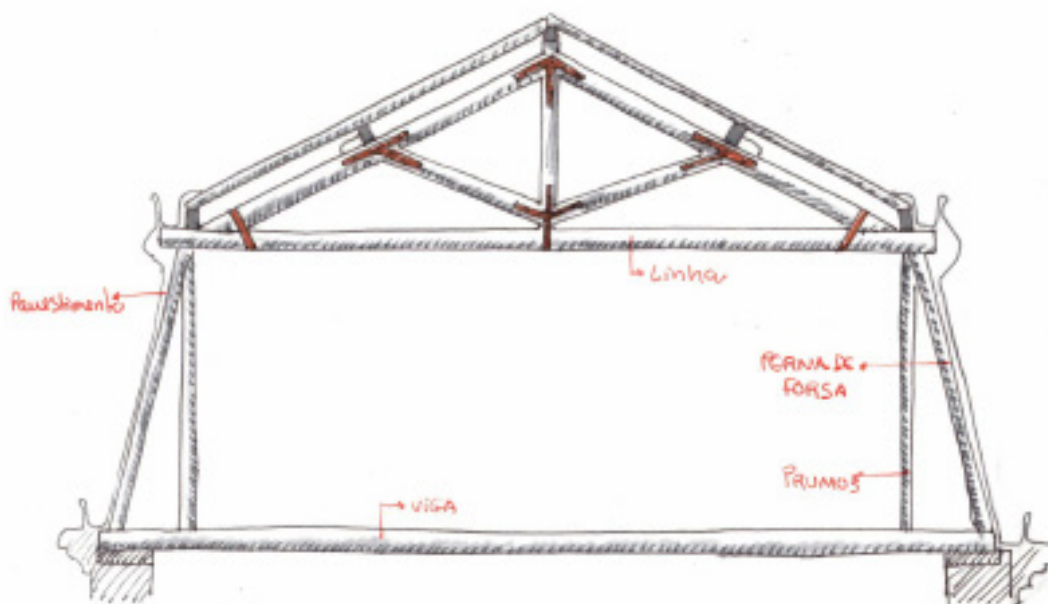


Figura 43: Ansa de mansarda Vulgar;

Existem variados tipos de asnas de mansardas destacando-se quatro, a asna de mansarda vulgar, a Asna de Mansarda de quatro partes, Asna de Mansarda para tetos cilíndricos e a Asna de Mansarda de escoras.

## ASNA DE MANSARDA DE QUATRO PARTES

A asna de Mansarda vulgar foi o tipo de asna explicado inicialmente que em comparação com a asna de Mansarda de quatro partes não aparenta ter diferenças. Na verdade, o que diferencia estes dois tipos é o elemento viga que fica a um nível inferior em relação à asna de mansarda vulgar. O facto de descer o nível da viga permite um maior pé direito.

<sup>15</sup> COSTA, F. , Enciclopédia Prática da Construção Civil. Edição do Autor, Depositária Portugália Editora, Lisboa, 1955

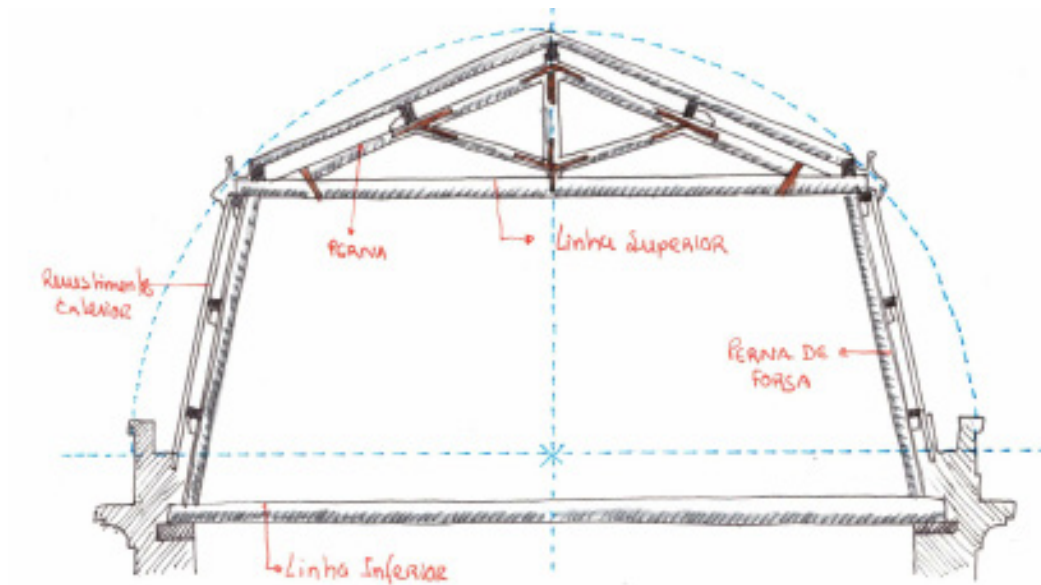


Figura 44: Asna de mansarda de quatro partes;

### ASNA DE MANSARDA PARA TETOS CILÍNDRICOS

Esta configuração de asna, tal como o nome indica, é aplicado para quando se pretende obter tetos cilíndricos. Desta forma, necessita-se de uma asna que seja desprovida do elemento linha. Ao invés das outras configurações, esta não contém pavimento. Assim, a parte superior desta asna é realizada com uma asna pequena apoiada nas pernas de força onde nascem duas escoras cruzadas que encontram as pernas opostas da asna pequena. Este tipo de Mansarda faz lembrar a asna de tesoura.

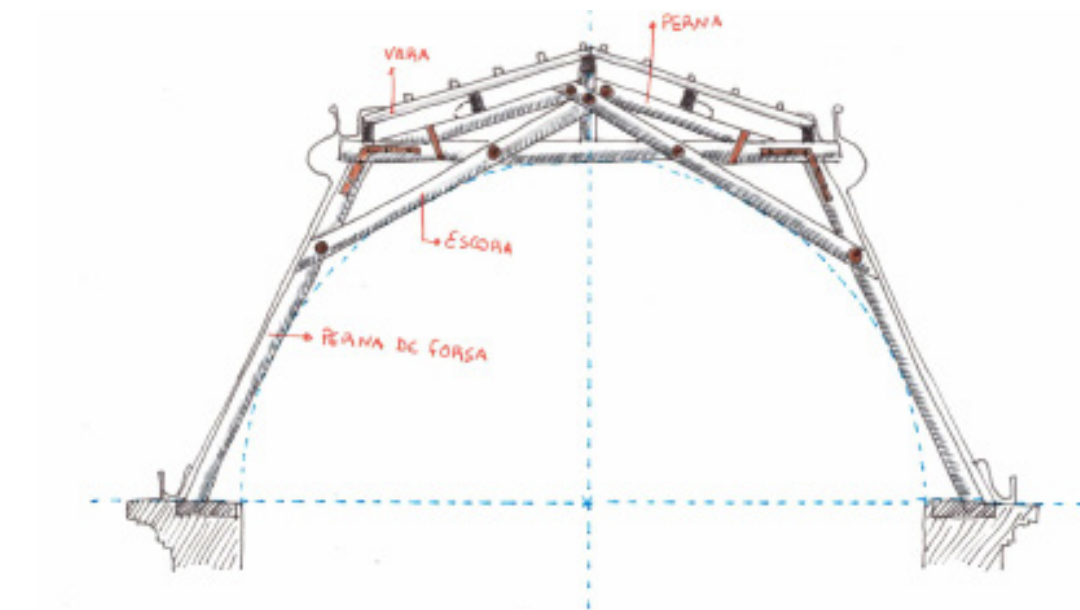


Figura 45 : Asna de mansarda para tetos cilíndricos;

### ASNA DE MANSARDA, DE ESCORAS

A asna de Mansarda, de escoras é empregue em edifícios com vãos de maiores dimensões. Esta, também muito semelhante com a asna de mansarda vulgar, contém duas escoras que a diferenciam. As escoras são colocadas nesta configuração para que as pernas e a linha consigam ter um comportamento melhorado, alcançando uma resistência superior e diminuindo a probabilidade de flexão destes elementos.

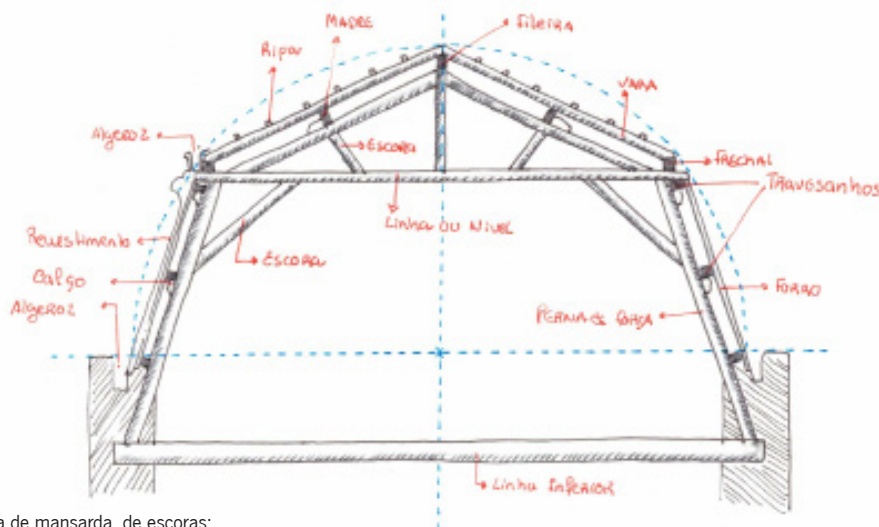


Figura 46 : Asna de mansarda, de escoras;

### ASNA DE ALPENDRE

“As asnas designadas por asnas de alpendre são geralmente grandes e perfeitas construções, destinadas, na maioria das vezes, a suportar madeiramentos de apreciáveis dimensões.”<sup>16</sup>

Esta configuração é composta por duas pernas apoiadas em prumos, um nível situado a meio das pernas e um pendural. Além disto, neste tipo de asna é possível verificar elementos em ferro, assim o pendural de madeira referido atrás está aparafusado a um pendural de ferro que por sua vez se encontra conectado no centro com o esticador de ferro. Este esticador de ferro apresenta-se aparafusado aos dois prumos mantendo desta forma o equilíbrio vertical (Costa, 1955).

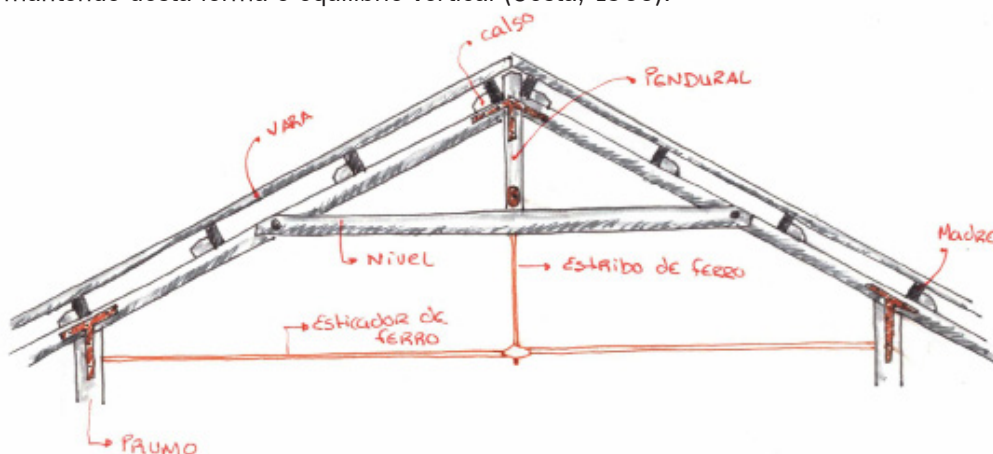


Figura 47: Asna de alpendre;

16 COSTA, F. , Enciclopédia Prática da Construção Civil. Edição do Autor, Depositária Portugália Editora, Lisboa, 1955



### ASNA DE NÍVEL

A característica que mais distingue esta asna das restantes é o facto da mesma permitir a utilização da parte central do sótão. Desta forma, quanto maior for o vão que esta configuração vence maior será a altura adquirida para a formação do sótão. Esta é também uma ótima solução para adicionar trapeiras tornando a cobertura do edifício perfeitamente habitável. Na figura 48 é possível observar que a parte habitável situa-se entre os dois pendurais e o nível. Neste tipo de asna verifica-se a existência de pavimento, cujas vigas que ajudam o suporte do pavimento se encontra intercalado com o elemento linha que faz parte das asnas. (Costa,1955).

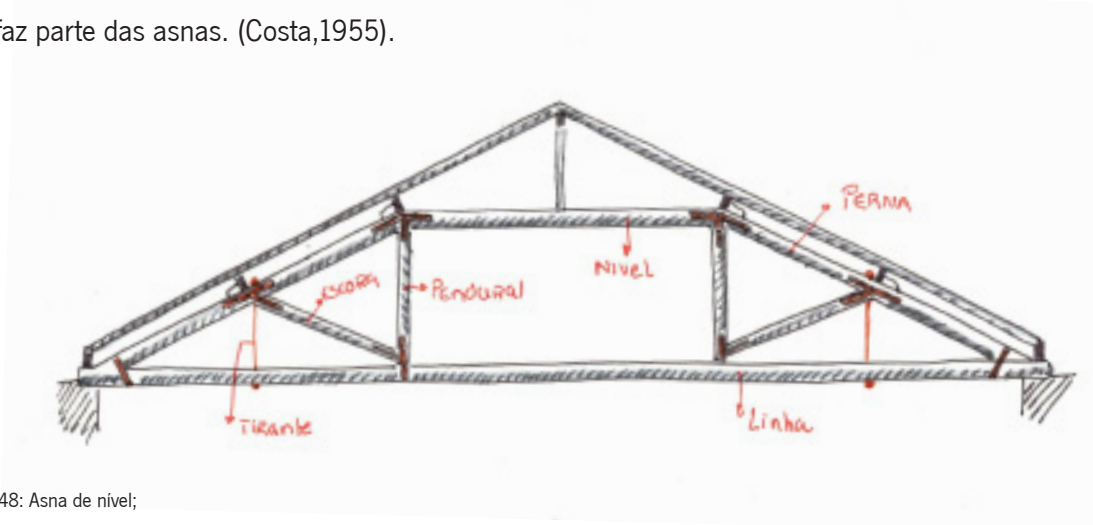


Figura 48: Asna de nível;

### ASNAS FABRIS

As Asnas fabris, tal como o nome indica, é empregada em edifícios como armazéns e fábricas. Segundo Costa, a característica dominante que mais distingue este tipo de cobertura é a “constituição das duas vertentes do telhado, por serem totalmente desiguais em todos os sentidos.” Desta forma, verifica-se uma perna cujo ângulo de abertura se mantém o mesmo e outro cujo ângulo deve ser acima do 50 °. A iluminação neste tipo de asnas foi um elemento pensado, assim, são colocados envidraçados do lado cujo ângulo da perna se mantém o mesmo, permitindo que a luz solar perfure para o interior do edifício, característica bastante importante para um edifício fabril. A outra vertente do telhado com um ângulo superior a 50° pode ser revestido com diversos materiais, desde a telha cerâmica, chapas onduladas de ferro galvanizado como também por chapas de fibrocimento (Costa,1955).

### ASNA FABRIL SIMPLES

A asna fabril simples é constituída por duas pernas, uma linha uma escora e um tirante. Esta era colocada em edifícios cujo vão a vencer não era muito grande, nunca sendo superior a 8 metros. Costa 1955, menciona que as asnas de fabril simples não são as mais utilizadas devido a esta vencer um vão pequeno. As configurações a seguir apresentadas são as que se utilizam mais vezes.

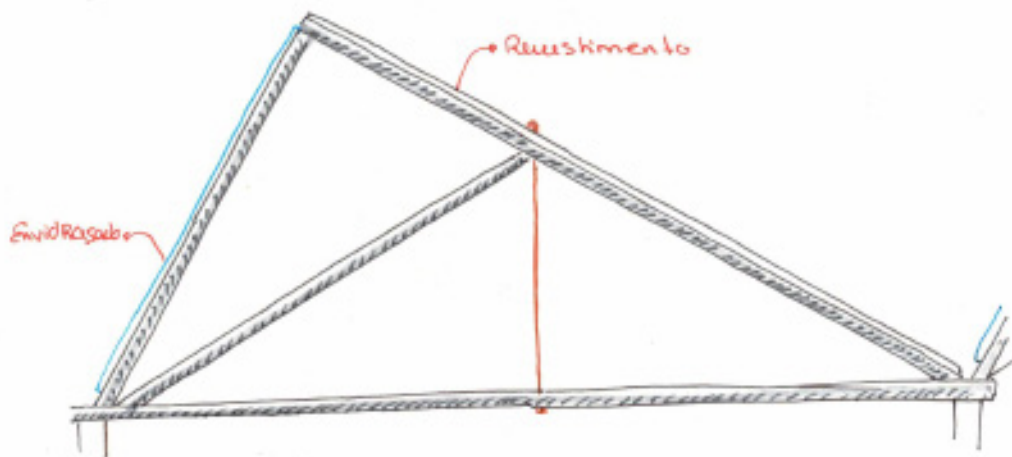


Figura 49: Asna fabril simples;

### ASNA FABRIL COMPOSTA

A asna fabril composta é bastante semelhante com a asna fabril simples, contudo esta é realizada para vencer vãos de maiores dimensões. Para isto, a configuração desta é constituída por duas escoras e dois tirantes que vão ajudar numa maior resistência.

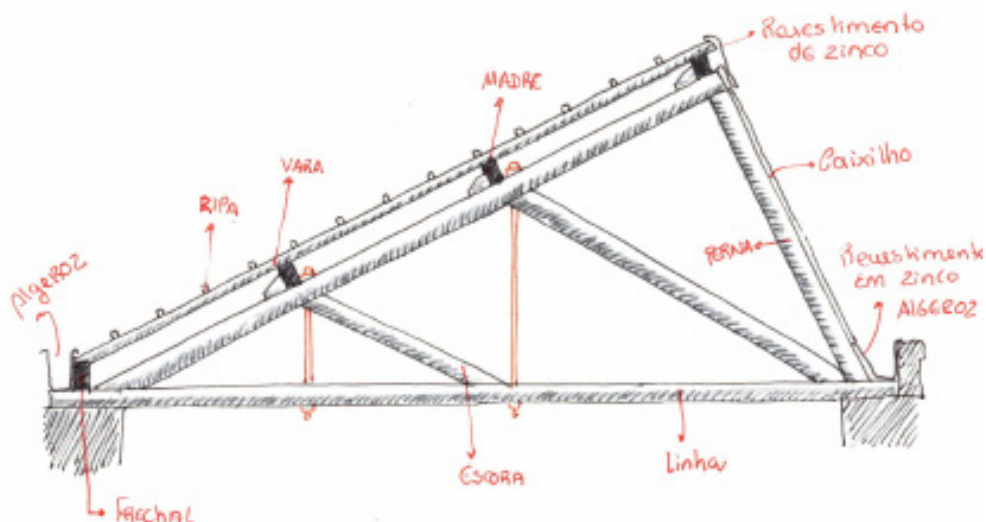


Figura 50: Asna fabril composta;

### ASNA FABRIL, DE ESCORAS

Neste tipo, verificamos a presença de duas escoras suportadas por cachorros que vão ter à perna com menor ângulo, ajudando a perna a suportar as cargas da cobertura. Além disso, estas escoras estão aparafusadas ao elemento linha que, neste caso em específico há a presença de duas linhas aplicadas em cada lado das escoras (Costa, 1955).<sup>17</sup> Esta configuração é desprovida de tirantes.

<sup>17</sup> COSTA, F. , Enciclopédia Prática da Construção Civil. Edição do Autor, Depositária Portugalíia Editora, Lisboa, 1955

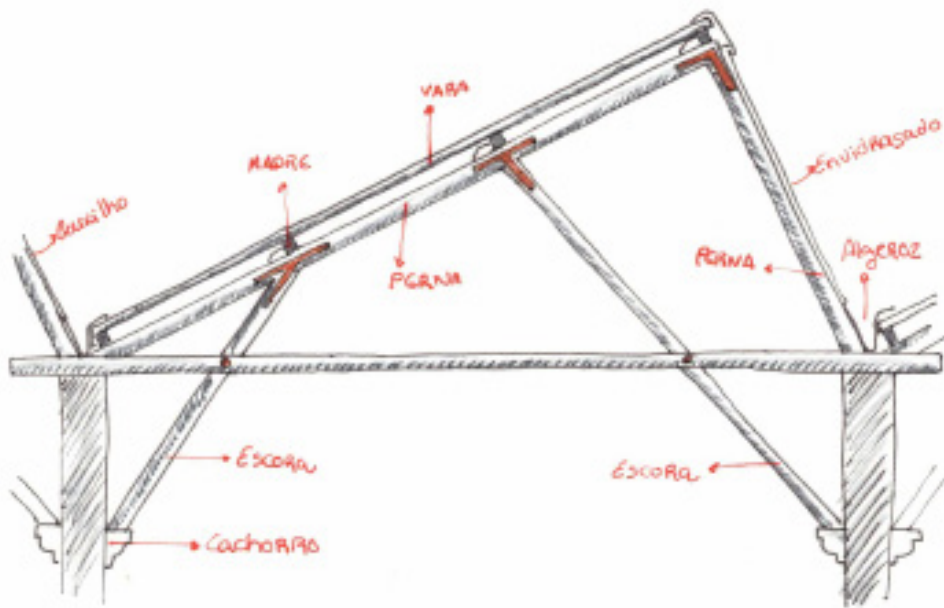


Figura 51: Asna Fabril, de escoras;

### MEIA ASNA SIMPLES

As meias asnas são configurações com uso preferencial em edifícios que estejam contíguos, mas também em edifícios com uma água. Tal como o nome indica esta geometria é metade de uma asna vulgar. Assim a meia asna simples contém uma linha, uma perna que se apoia no prumo e uma escora .

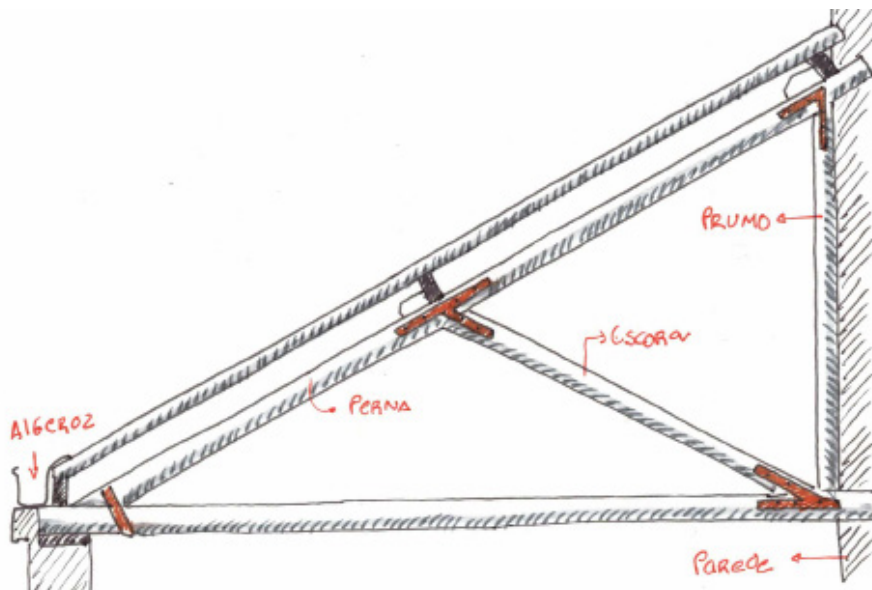


Figura 52: Meia asna simples;

### MEIA ASNA COMPOSTA

A Meia Asna Composta vai de encontro ao que foi referido para a Meia asna simples, corresponde exatamente a metade da Asna Composta. Esta é uma asna para vencer vãos com o mínimo de 8 metros. Costa (1955), indica que com este vão o ângulo de abertura ronda os 20° o que refere não ser o mais desejado para as águas pluviais.

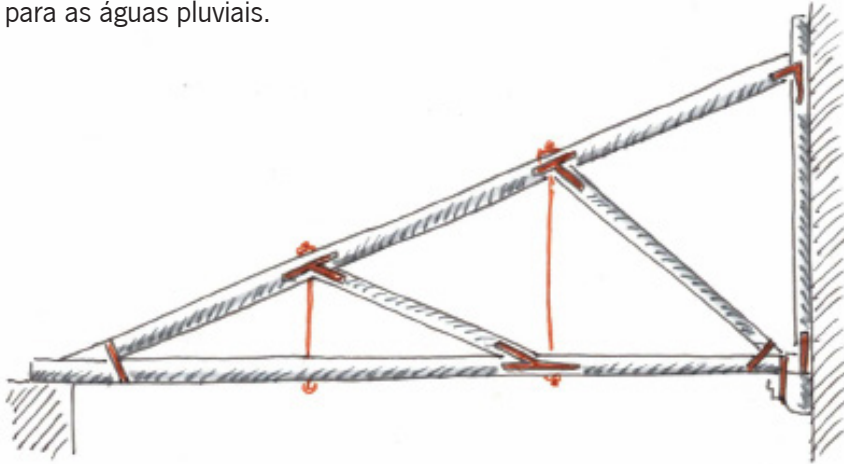


Figura 53: Meia asna composta;

### MEIA ASNA, DE ESCORA

Segundo Costa, 1955, a meia asna de escora é utilizada sobretudo quando o vão a vencer é de grandes dimensões, isto porque o seu comportamento estrutural demonstra ser bastante favorável. Neste caso as escoras apoiam-se em cachorros que se encontram num nível abaixo do elemento linha. Estas partem dos cachorros e concebem ligação com a perna, passando entre as duas linhas e aparafusadas às mesmas. Nesta configuração, a perna encastra-se na parede do lado mais alto e apoia-se no prumo que está consequentemente apoiado na parede mais baixa. Aqui é possível também verificar a possível existência de uma janela que se localiza entre prumos.

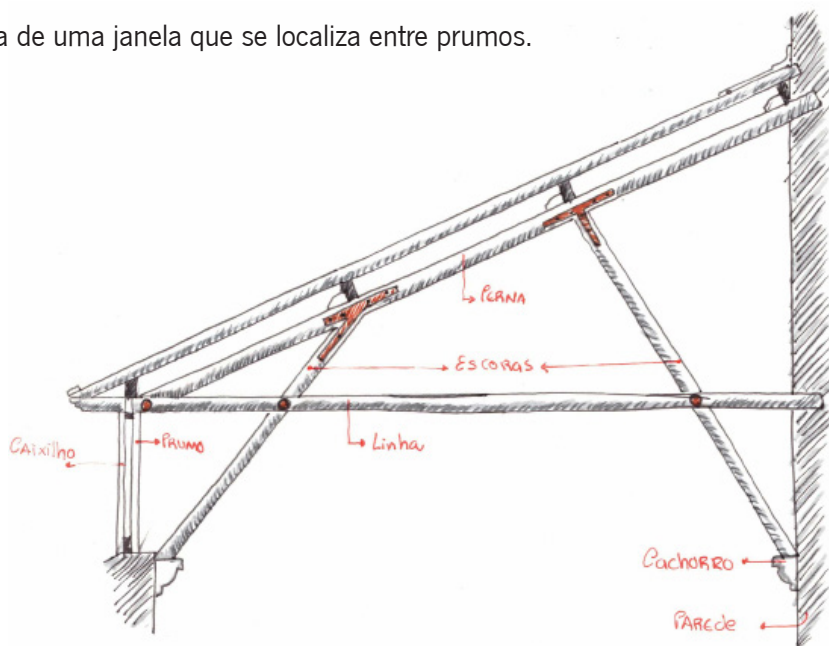


Figura 54 : Meia asna, de escoras;

**03**  
**À PROCURA DA COBERTURA ORIGINAL**



## A COBERTURA DA CASA MARTINS SARMENTO

A partir do reconhecimento dos diversos elementos característicos das coberturas tradicionais e da apresentação dos tipos de asnas mais utilizadas em Portugal, entendeu-se como fundamental aplicar todo o conhecimento adquirido no caso de estudo: A Casa Martins Sarmento. Como já foi referido, o edifício sofreu em 1975 um grande incêndio que acabou por destruir por completo a cobertura do edifício, perdendo-se toda a informação relativa à mesma.

“O Telhado é a quinta fachada de um edifício, pelo que um harmonioso e correto traçado de um telhado pode conferir ao edifício uma certa beleza e distinção. Por desconhecimento do traçado correto dos telhados - aliado às dificuldades na sua construção - muitas coberturas recentes têm contribuído para a descaracterização dos edifícios e da paisagem. Um traçado incorreto pode favorecer as infiltrações e provocar a deterioração dos componentes da cobertura.”<sup>18</sup> ( Mascarenhas)

A característica mais impactante no edifício, para além do seu grave estado de degradação, é a atual cobertura realizada com uma estrutura metálica que, assumidamente, não partilha das mesmas características da cobertura original, desde o material ao traçado da cobertura. Ao analisar o edifício, a utilização intensa da Madeira nas paredes e pavimentos é bastante perceptível, aspeto este que indica a possível aplicação deste material também na cobertura original.

Neste seguimento, surge a importância em compreender como seria a antiga cobertura da Casa Martins Sarmento, no intuito de alcançar um modelo próximo do funcionamento da sua estrutura e do seu sistema de impermeabilização. Segundo a pesquisa realizada, tudo indica que esta era habitada ou pelo menos acessível. Numa conversa com a Dr. Célia, que trabalha no centro de estudos do património sediado na Casa Martins Sarmento, relata a conversa com uma senhora que se recorda da existência de umas escadas que permitiam o acesso à mesma. A partir da figura 55 é possível verificar que a ideia de uma cobertura habitada é bastante credível devido à existência de trapeiras na cobertura. Além do mais, a partir do registo fotográfico da figura 56 verifica-se que o acesso à cobertura era de facto bastante facilitado.

Desta forma, a seguir apresenta-se o processo evolutivo relativo à descoberta da Estrutura da Cobertura Original, tal como do seu sistema de impermeabilização e ventilação.

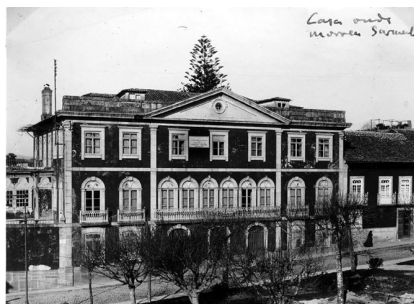


Figura 55 : Imagem da Casa Martins Sarmento no séc.XIX;



Figura 56 : Pormenor da Cobertura da Casa Martins Sarmento;

<sup>18</sup> MASCARENHAS, Jorge, *Sistemas de Construção, VI - Coberturas inclinadas (1ª parte), Descrição ilustrada e detalhada de processos construtivos utilizados correntemente em Portugal*, Livros Horizonte, Lisboa, 2011.

## O TRAÇADO DAS ÁGUAS DA COBERTURA DO EDIFÍCIO

Como ponto de partida deste processo de descoberta da cobertura original em madeira, começou-se por compreender o traçado original do edifício e da sua cobertura.

Desta forma, foi a partir da figura 57 que foi possível compreender como era o funcionamento da cobertura. Apesar desta não demonstrar a cobertura no seu todo, esta é a imagem existente mais esclarecedora. Numa primeira abordagem decalcou-se a parte visível da cobertura de modo a entender o seu traçado. Posteriormente transpôs-se esse traçado para toda a cobertura, compreendendo-o no seu todo, o que é possível verificar nos desenhos apresentados.

Perante a figura 59 foi possível compreender que esta cobertura se caracteriza por ser complexa e com diversas águas. Verifica-se, também, a presença de quatro trapeiras, duas voltadas para a frente da casa, ou seja, para nascente e por último, as outras duas orientadas uma para norte e outra para sul.



Figura 57: Fotografia do Largo Martins Sarmento onde se visualiza parte da cobertura original da Casa Martins Sarmento;



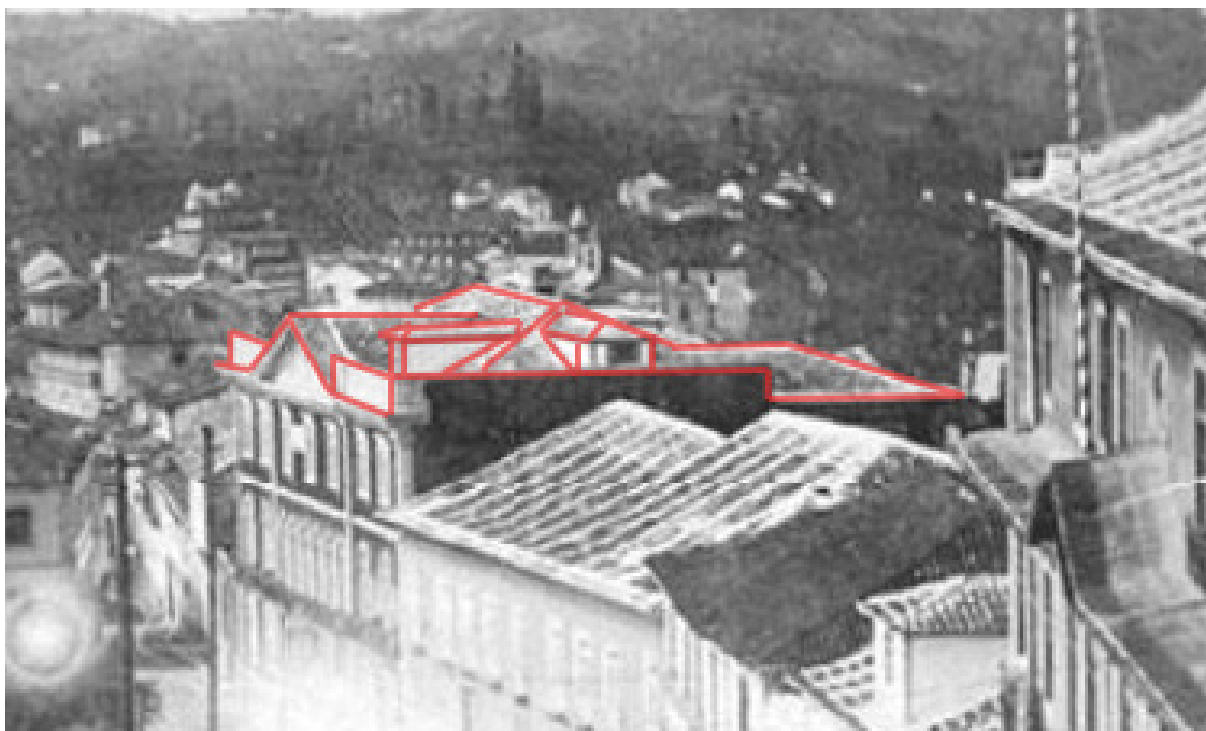


Figura 58 : Sobreposição do traçado da cobertura com a fotografia;

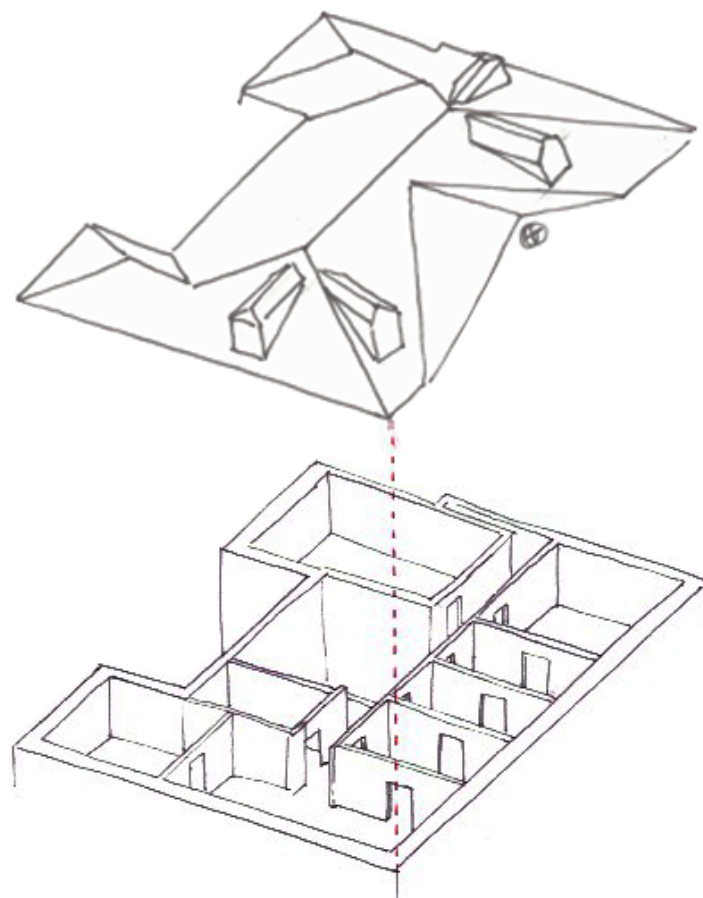


Figura 59: Esquema representativo do traçado original da cobertura;

## MARCAS PRESENTES NO EDIFÍCIO

Após o reconhecimento do traçado procedeu-se ao desenvolvimento da estrutura. Devido à escassa informação acerca da mesma, a análise das marcas presentes no edifício é a forma mais rigorosa de compreender a sua estrutura. Contudo, só foi possível elaborar o levantamento em parte do edifício devido à presença de um teto falso que cobre parte das marcas.

Assim, depois de uma observação minuciosa às paredes de alvenaria de pedra, elemento que suportava a antiga estrutura de madeira da cobertura, foi realizado o registo fotográfico de todas as marcas encontradas. De forma geral, verificam-se três tipos de marcas diferentes:

1. No topo das paredes de alvenaria de pedra encontram-se recortes que apontam para a localização das asnas de madeira.
2. Marcas, de menor dimensão, presentes num nível mais abaixo em relação às marcas do primeiro ponto. Supõe-se que indiquem o possível posicionamento das vigas que suportam os tetos de estuque.
3. Pequenos e frequentes recortes na parede que marcam a posição das varas.

Além deste registo, efetuaram-se todas as medições com vista ao mapeamento rigoroso das marcas acima descritas, apesar das medidas entre marcas serem bastante próximas, não se constata uma medida padrão.



Figura 60 : Planta com o mapeamento das asnas visíveis na casa;



Figura 61 e 62: Marcas da cobertura original da Casa Martins Sarmento;

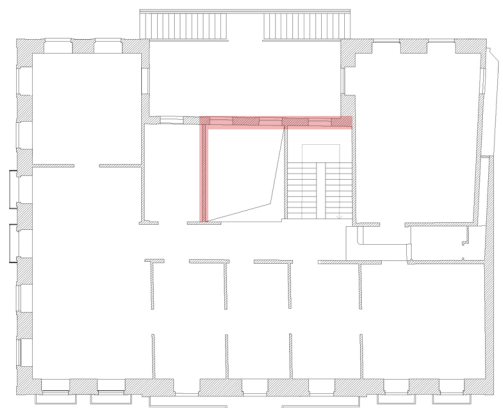


Figura 63: Identificação em planta das marcas visíveis;



Figura 64 e 65: Marcas da cobertura original da Casa Martins Sarmento;

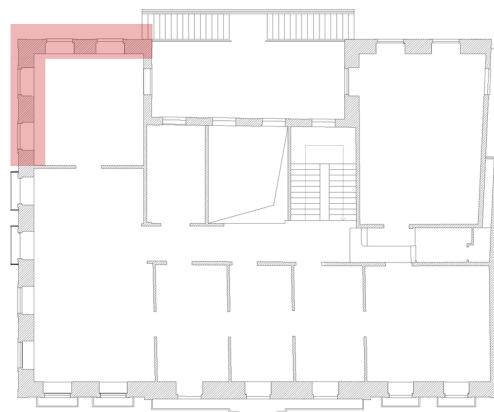


Figura 66: Identificação em planta das marcas visíveis;



Figura 67 e 68: Marcas da cobertura original da Casa Martins Sarmento;

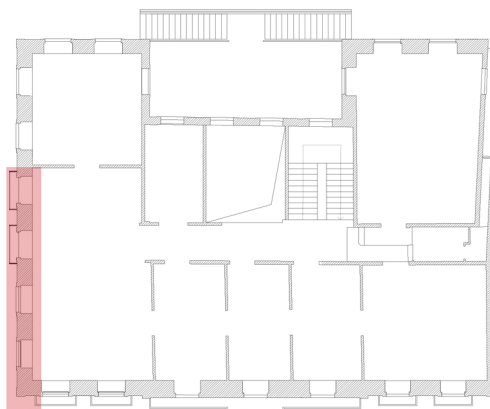


Figura 69: Identificação em planta das marcas visíveis;



Figura 70: Identificação em planta das marcas visíveis;

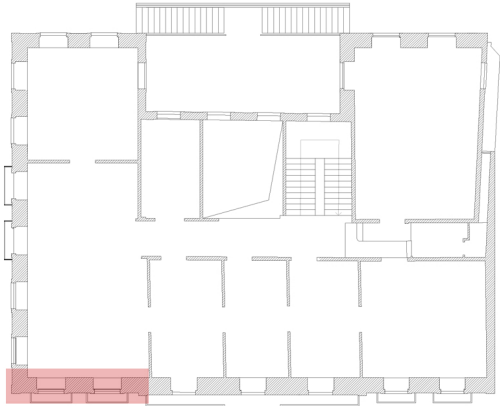


Figura 71: Identificação em planta das marcas visíveis;

## **A ESTRUTURA**

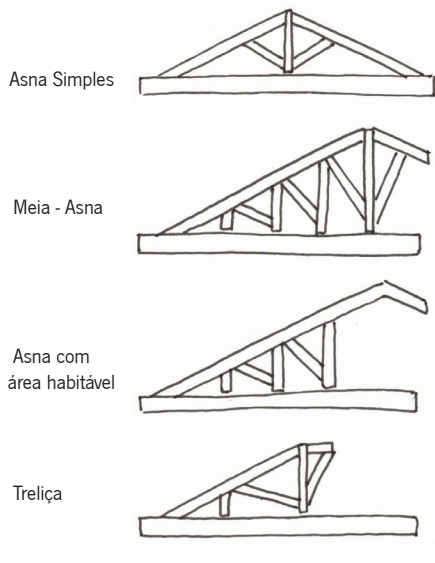
Após o reconhecimento do traçado e das marcas iniciou-se o desenho da estrutura. Começa-se o por desenhar a geometria das asnas que se deduz terem sido utilizadas nesta cobertura. Esta análise inicia-se dividindo o edifício nas três partes assinaladas em planta.

Na primeira parte, segundo o traçado e as oito marcas visíveis, supõe-se que, em seis destas marcas se localizavam as asnas e nas duas restantes encontravam-se duas vigas. Desta forma, deduz-se que existiriam três asnas simples, uma meia asna, uma asna com área utilizável e uma treliça. Para o desenho destas utilizou-se a inclinação de  $26^\circ$ , por ser a mais utilizada nas coberturas em Portugal. Na verdade, a inclinação é determinada segundo dois fatores principais, o vento e a precipitação, contudo neste caso de estudo, devido à inexistência desta informação optou-se por utilizar a medida mais aplicada no país.

Na segunda parte, verifica-se a presença de duas marcas, contudo supõe-se que além destas existiriam outras duas. Desta forma, considera-se a possível utilização de quatro asnas compostas assimétricas com área utilizável.

Por fim, na terceira parte, devido à impossibilidade de visualizar as marcas, considera-se provável a réplica da estrutura estudada na primeira parte, isto porque o traçado da cobertura é realizado de igual forma.

**ASNAS UTILIZADAS**



**REPRESENTAÇÃO DAS ASNAS EM PLANTA**

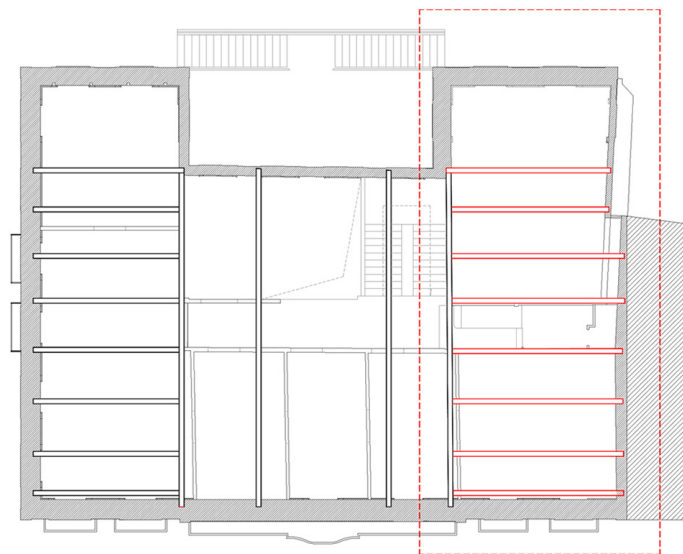
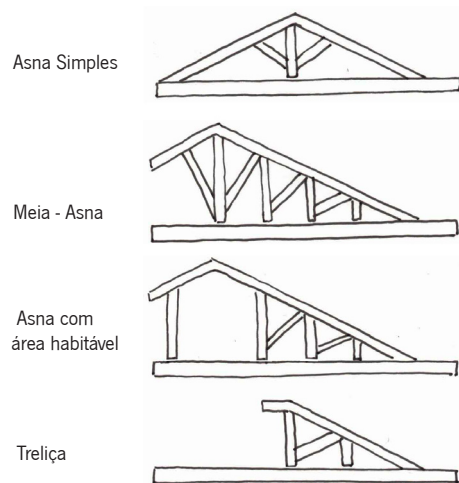
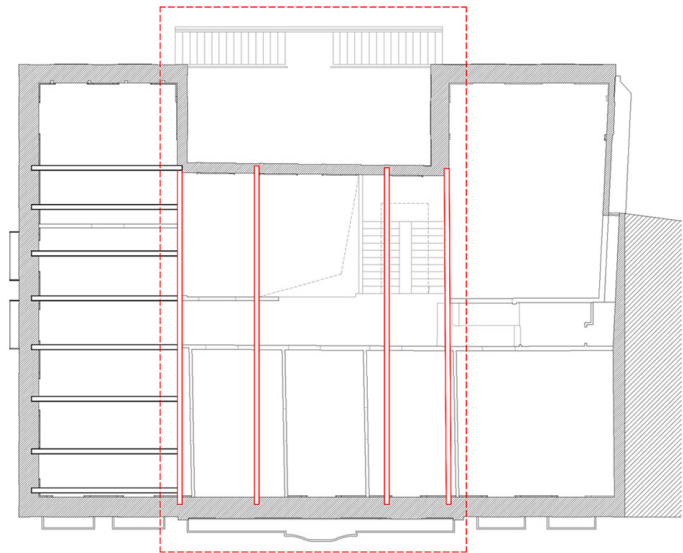
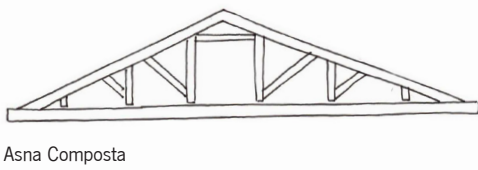
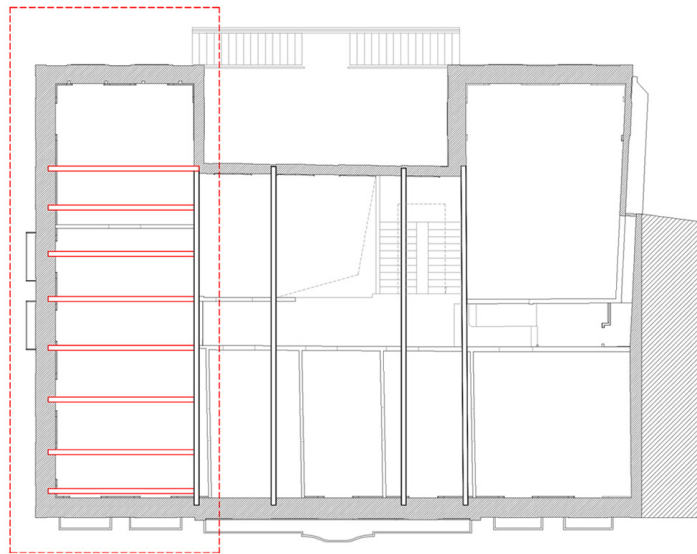


Figura 72 : Processo de desenvolvimento da estrutura principal da cobertura em madeira da Casa Martins Sarmento;

0 1 2 4m



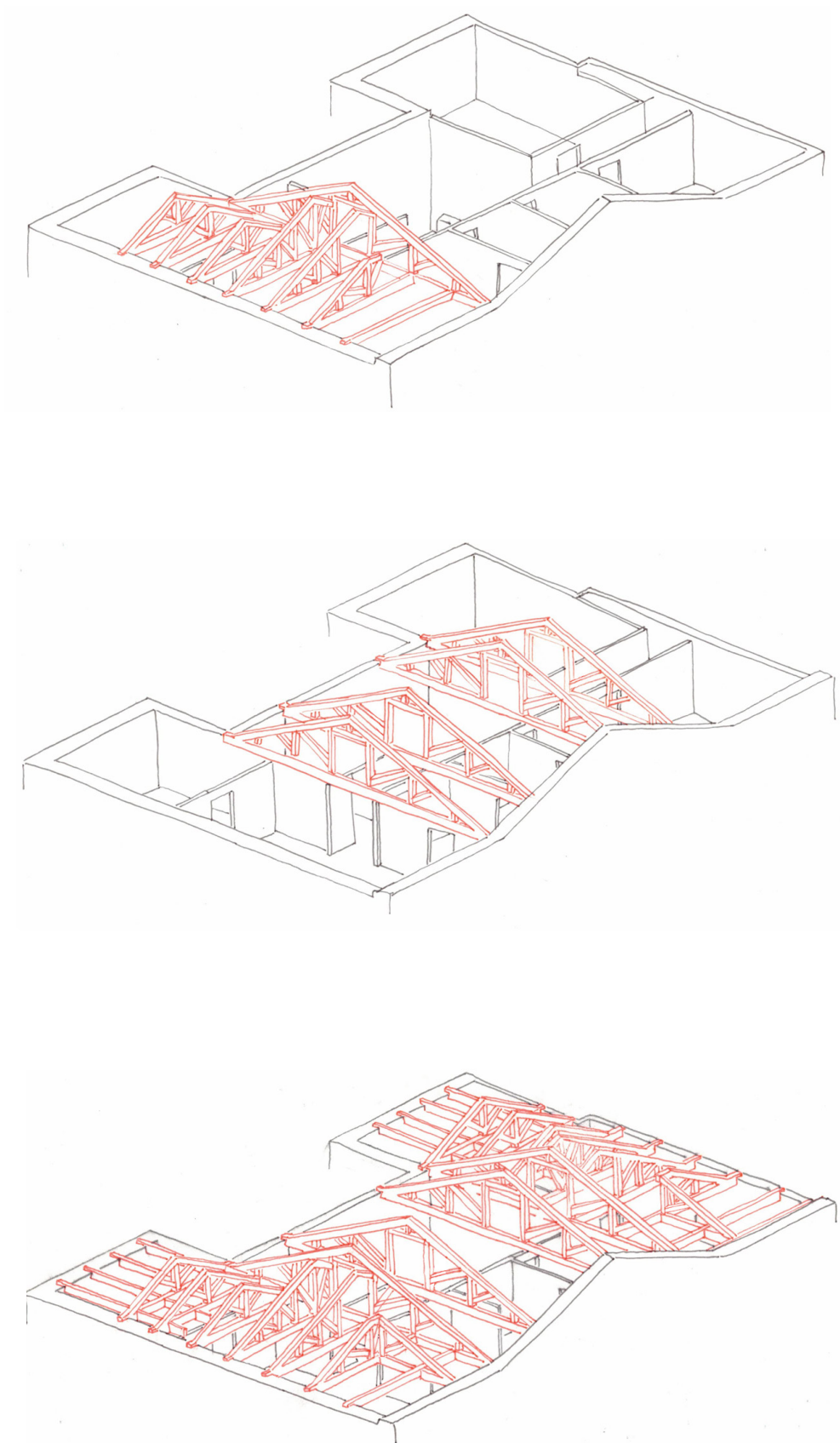


Figura 73 : Desenhos representativos das diversas asnas que compõe a cobertura de madeira implementadas no edifício;

## TRAPEIRAS

Como é possível verificar nas fotos recolhidas no arquivo, esta cobertura caracterizava-se pela existência de quatro trapeiras. Não existem elementos que permitam definir a sua localização e as dimensões exatas destas trapeiras. Desta forma, assume-se que o desenho das mesmas, para além de apoiado nas fotografias existentes é essencialmente um processo de especulação com base nas regras de bem desenhar coberturas de madeira.

As trapeiras são geralmente aplicadas em edifícios onde se pretende utilizar o sótão para habitação, formando um piso de águas-furtadas com iluminação e ventilação. Menos frequente, as trapeiras podem também ser adotadas em edifícios cujo sótão não é habitado, mas a sua existência procura garantir a ventilação da cobertura. As dimensões das trapeiras são variáveis, na verdade é um sistema bastante simples, muito fácil de adaptar à geometria da cobertura.

Existem diferentes tipos de trapeiras, desde trapeiras de duas águas, trapeiras de três águas, trapeiras com cobertura arqueada, trapeiras de fachadas e por fim trapeiras recuadas.

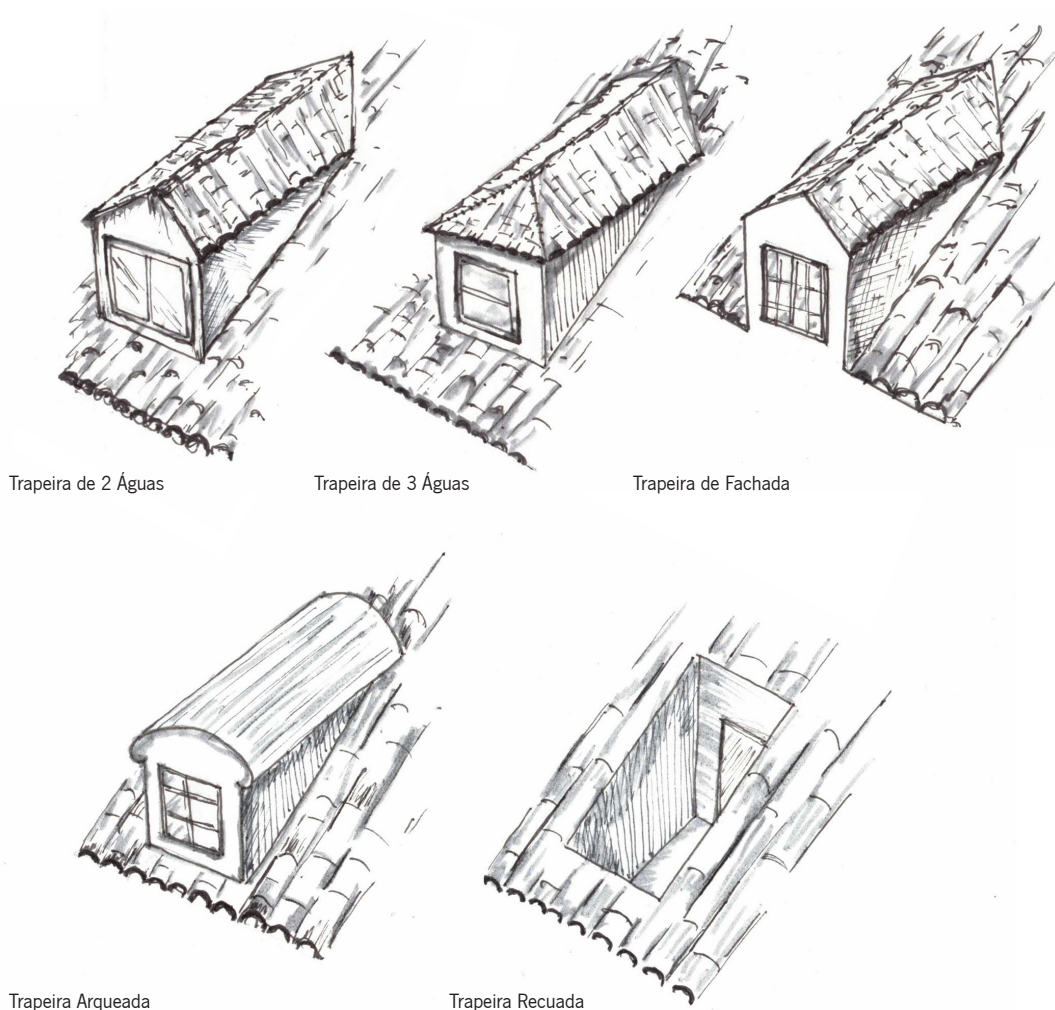


Figura 74 : Tipos de Trapeiras;

Na Casa Martins Sarmento, segundo as fotos recolhidas, o tipo de trapeira utilizado foi a trapeira de 3 águas. Esta é bastante aplicada em “casas solarengas, em edificações pombalinas e nos grandes imóveis de aspeto ultra-clássico. A sua construção parece um tanto pesada à primeira vista, mas o seu aspeto tem um certo cunho artístico”. No que diz respeito ao seu revestimento este pode ser de telha cerâmica, tal como numa cobertura normal. (Costa, 1955)<sup>19</sup>

Com base no registo fotográfico e com o desenvolvimento do traçado da cobertura e da estrutura principal, identificou-se 4 lugares propícios à colocação destas estruturas. Segundo a disposição das asnas deduz-se que a largura das trapeiras coincidissem com a largura do corredor de distribuição presente no segundo piso, tal como é permitido visualizar no esquema apresentado.

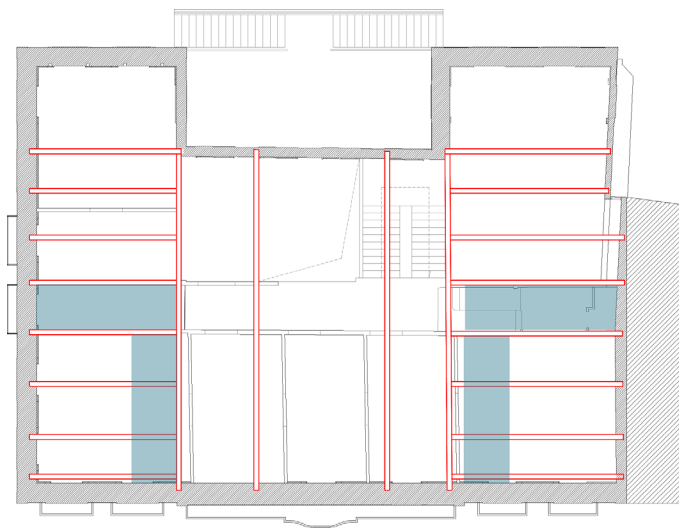


Figura 75: Planta esquemática do posicionamento das trapeiras;

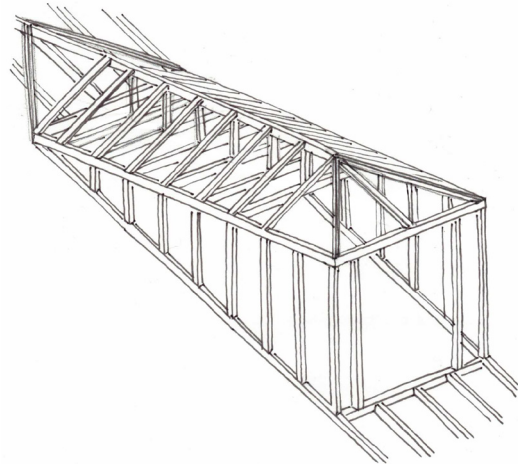


Figura 76: Desenho da estrutura da trapeira, assente sobre as varas;

Posteriormente ao processo de definição do desenho das asnas e do posicionamento das trapeiras prosseguiu-se para a colocação dos restantes elementos. As asnas apoiadas nas paredes exteriores de alvenaria de pedra estão encastradas entre 20 a 30 cm, conforme a largura da parede. Estas suportam elementos como, o frechal, a fileira e as madres que recebem, as cargas das varas espaçadas 40cm, que por sua vez recebe as cargas das ripas e do revestimento assente sobre elas. O elemento frechal percorre todo o perímetro da cobertura à exceção da parede voltada a nascente que se encontra mais alta em relação às outras. Assim, o elemento frechal é substituído pela parede de alvenaria de pedra servindo de suporte das varas, justificando-se, desta forma, as marcas referidas no ponto três (pequenos e frequentes recortes nas paredes que marcam a posição das varas).

19 COSTA, F. , Enciclopédia Prática da Construção Civil. Edição do Autor, Depositária Portugal Editora, Lisboa, 1955

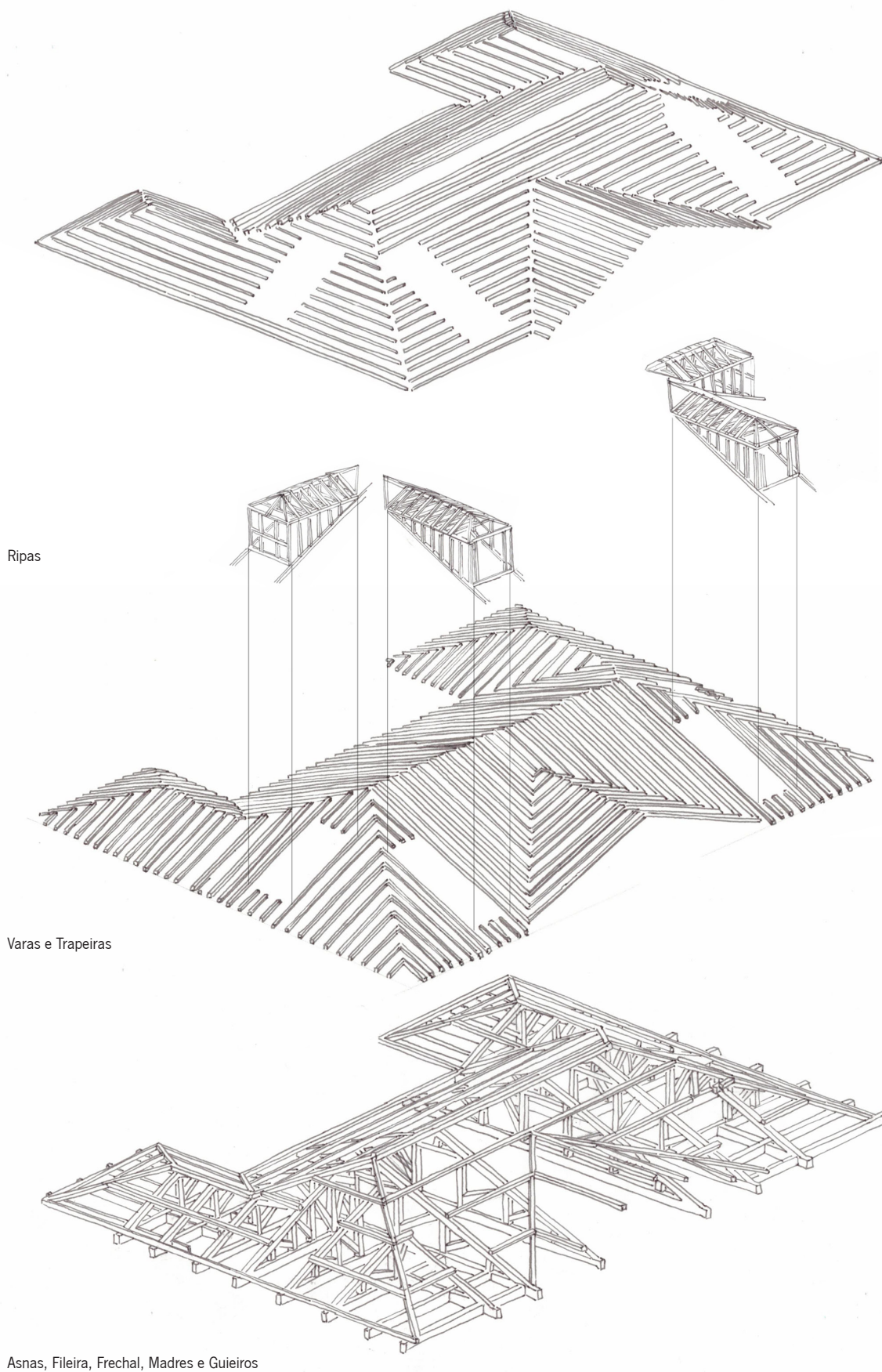


Figura 77: Esquema das diversas partes constituintes da estrutura em madeira da cobertura original de madeira da Casa Martins Sarmento;

## O REVESTIMENTO DA COBERTURA

O revestimento é o principal elemento de impermeabilização de uma cobertura. São diversos os tipos de revestimentos possíveis, desde chapas onduladas, a coberturas revestidas a zinco, cobre, entre outros. Embora existam diferentes ofertas reconhece-se a telha cerâmica como sendo a solução mais utilizada em Portugal.

A telha cerâmica é das soluções mais aplicadas em edifícios com coberturas inclinadas, além disso a sua aplicação é bastante recorrente em edifícios para habitação, fábricas, comércio e em edifícios intervencionados.

Esta solução de revestimento manifesta ter diversas vantagens que a fazem destacar-se. Assim apresenta ter, por exemplo, alta durabilidade, bom comportamento às diversas condições atmosféricas, baixo custo e ainda dispõe do benefício de ser um material biodegradável e com um processo de fabrico sem impacto no meio ambiente. Contudo revela também algumas desvantagens, assim como, a necessidade de mão de obra especializada, solicita com alguma frequência de manutenção e revela ser um material frágil e com algum desperdício desde o seu fabrico à sua aplicação.

Interessa compreender quais os principais requisitos que uma telha cerâmica deve possuir. Como foi referido no início deste texto a estanqueidade das águas é a característica com mais relevância, assim para se obter um bom desempenho das telhas importa que a cobertura disponha da correta inclinação, evitando a acumulação de água, e da adequada aplicação das telhas cerâmicas impossibilitando a passagem da água através das juntas longitudinais e transversais, permitindo um eficaz escoamento. Outros requisitos importantes são o comportamento às ações do vento, o gelo-degelo, a vulnerabilidade às condensações, o comportamento térmico e acústico e a reação ao fogo.

No que diz respeito às ações do vento é relevante ter em atenção o correto encaixe das telhas, desta forma, estas ficam bem seguras, não devendo o vento conseguir levantar o revestimento. O gelo degelo pode provocar o descasque das telhas devido às tensões criadas quando a água solidifica. As condensações, que ocorrem neste tipo de coberturas com telha, potenciam o aparecimento de manchas de humidade. Hoje em dia este problema é resolvido com a utilização de barreiras para-vapor, contudo em construções mais antigas devido à inexistência deste material era, e continua a ser, importante a ventilação destas coberturas para ajudar a secar a humidade que se aloja na face interior da telha. A telha cerâmica é também uma solução que premeia por ser capaz de isolar termicamente e acusticamente, isto deve-se às propriedades da argila que se utiliza para a conceção da telha. Contudo importa mencionar que embora a telha seja portadora destas características não é imprescindível a utilização de forros isolantes. Por fim, o comportamento da telha ao fogo é bastante convincente, isto porque no seu processo de fabrico já é submetida a altas temperaturas, ou seja, posteriormente caso entre em contacto com o fogo as suas propriedades mantêm-se. Além destas características uma telha deve ter uma boa resistência à flexão para que seja possível andar sobre a mesma em momentos de manutenção.

A oferta, no que concerne aos tipos de telhas, é bastante alargada, alguns exemplos são a telha canudo, a telha Lusa, também conhecida como aba e canudo, a telha marselha e a telha romana, que, na verdade, o que difere de tipo para tipo é sobretudo a geometria. Nesta dissertação não vão ser aprofundados todos os tipos de telhas, será unicamente abordado o modelo utilizado no caso de estudo a Casa Martins Sarmiento.<sup>20</sup>

### **TELHA CANUDO**

Segundo as imagens já apresentadas é possível identificar que o tipo de telha utilizada na Casa de Sarmiento é a telha canudo. Esta foi a mais utilizada nas construções tradicionais em Portugal e segundo se sabe é influenciada pela tradicional telha árabe. Hoje em dia esta é uma telha procurada para a reabilitação de edifícios antigos e segundo a ficha técnica, pode ser aplicada em todo o país. Esta telha era inicialmente fabricada de forma manual, contudo atualmente todo o processo é realizado de forma mais mecanizado.

### **ASSENTAMENTO DAS TELHAS**

O assentamento das telhas contém algumas regras a ter em atenção. Desta forma, Jorge Mascarenhas no seu VI livro de Sistemas de Construção refere que:<sup>21</sup>

- O sentido do escoamento das telhas posiciona-se perpendicular em relação ao beirado;
- A colocação das telhas é realizada ao mesmo tempo em todas as águas e inicia-se o processo da direita para a esquerda e de baixo para cima;
- Todos os cortes de acerto necessários nas telhas para remate da cobertura são realizados junto à cumeeira e nunca junto ao beiral, utilizando uma rebarbadora. Junto ao Laró e ao Rincão os cortes realizam-se de igual forma e com a telha já assente no lugar;
- No Beiral, devido à pouca inclinação que normalmente têm, aconselha-se uma maior sobreposição das telhas;

O processo de assentamento das telhas numa cobertura inicia-se pelo delineamento das linhas paralelas ao beirado realizado de baixo para cima. Posteriormente são executados cálculos de forma a compreender o número de colunas necessárias para a cobertura em causa, para isso, são necessárias quatro telhas, formando com elas uma fiada. A partir daqui realiza-se a medição das quatro telhas bem juntas e posteriormente torna-se a fazer o mesmo processo, contudo com as telhas disposta de forma menos apertada.

O passo seguinte é o processo de colocação das telhas, desta forma primeiro colocam-se as telhas do beirado começando pelas peças destinadas aos cantos.

---

<sup>20</sup> <https://www.coelhodasilva.com/pt/coberturas-ceramicas/>

<sup>21</sup> MASCARENHAS, Jorge, Sistemas de Construção, VI - Coberturas inclinadas(1ª parte), Descrição ilustrada e detalhada de processos construtivos utilizados correntemente em Portugal, Livros Horizonte, Lisboa, 2011

Posteriormente, segue-se a colocação das restantes telhas em toda a cobertura e procede-se aos acertos das mesmas junto à cumeeira, aos rincões e aos Larós. Para terminar colocam-se os tacões e acaba-se por fechar a cobertura nas zonas dos rincões e por último na cumeeira. Os telhões colocados na cumeeira são dispostos segundo a orientação principal do vento.

Este processo descrito acima é transversal a todos os tipos de telha, contudo é também importante mencionar o posicionamento correto da telha canudo. Esta é formada por duas peças o canal e a coberta. O canal é a peça que fica com a parte arredonda voltada para as ripas e a coberta é a peça cuja parte mais arredondada se coloca orientada para o lado exterior. A geometria desta telha é arredondada e contém uma secção mais larga em relação à outra. O posicionamento desta é realizado de uma forma específica, ou seja, o canal é direcionado com a sua secção mais larga voltada para cima e pelo contrário a coberta é colocada com a sua secção mais pequena volta para cima. Além disso, para garantir a estanqueidade da água estas telhas são sobrepostas longitudinalmente umas sobre as outras, esta sobreposição ronda 9 a 15 cm, segundo Mascarenhas , 2011. Importa ainda referir que neste modelo de telha, são inicialmente colocadas as telhas mencionadas como canais, formando duas filas destas e posteriormente é colocada a coberta.

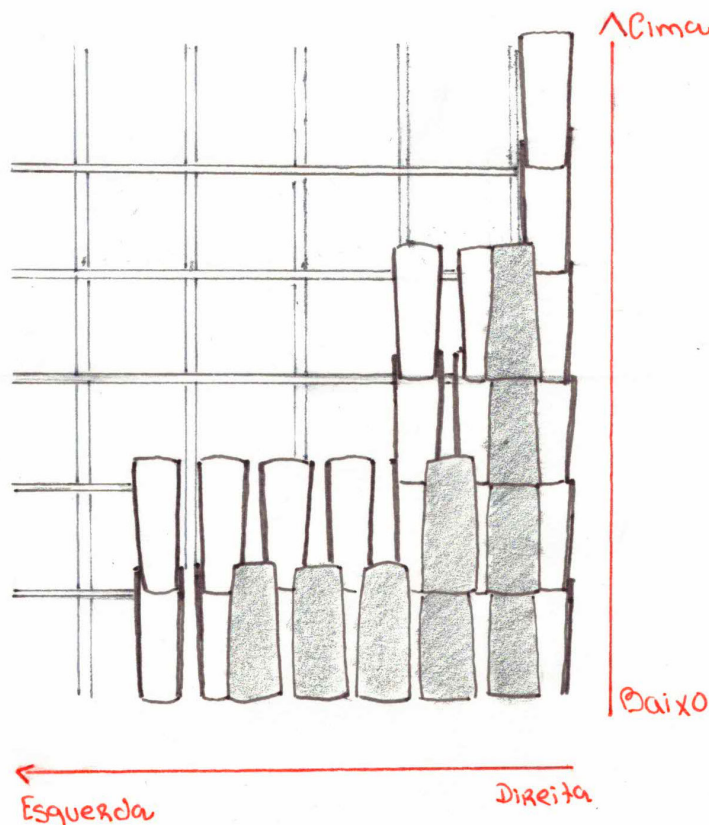
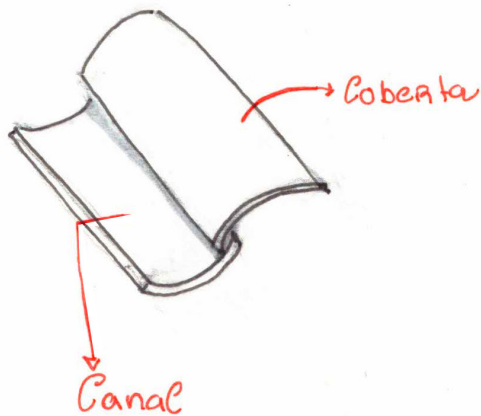


Figura 78: A telha canudo

Figura 79: Esquema representante da forma correta de colocar as telhas;

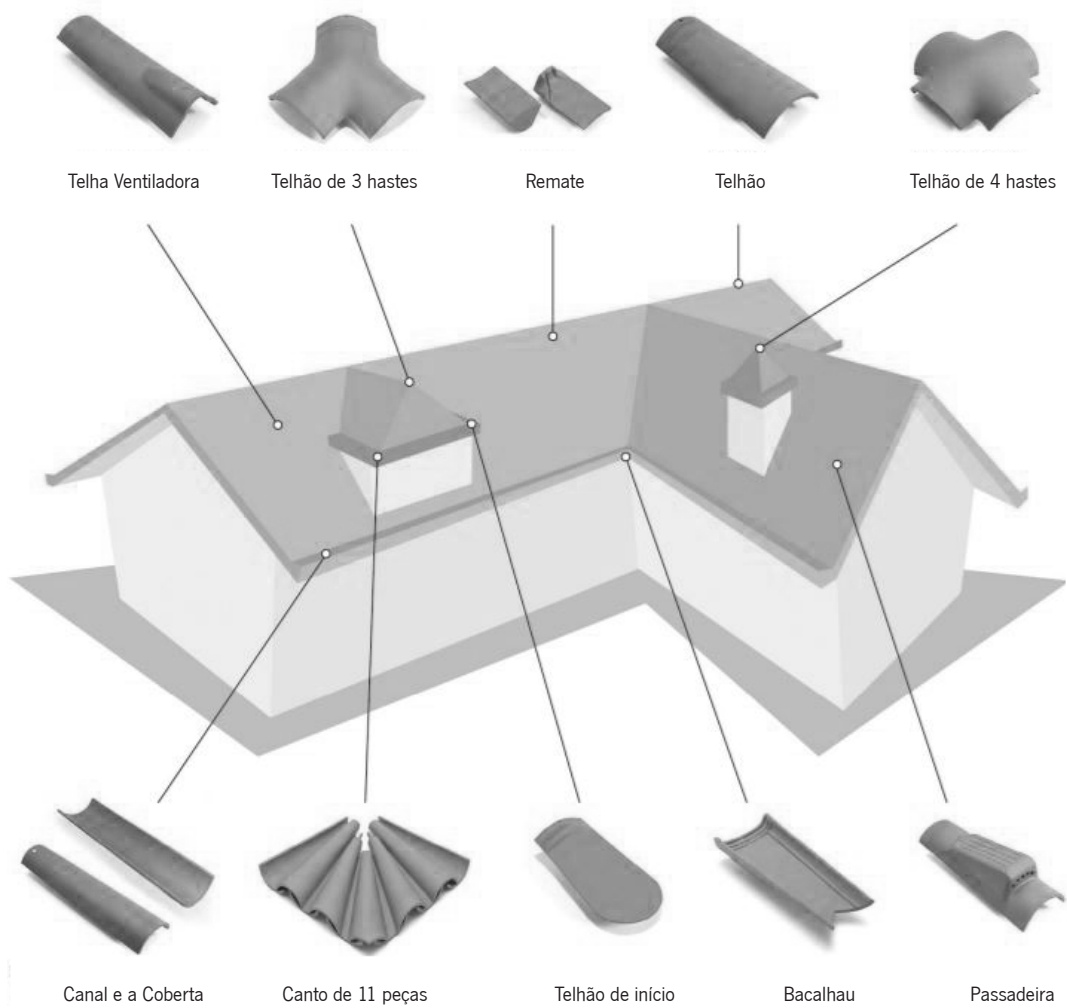


Figura 80: Tipos de Telhas;

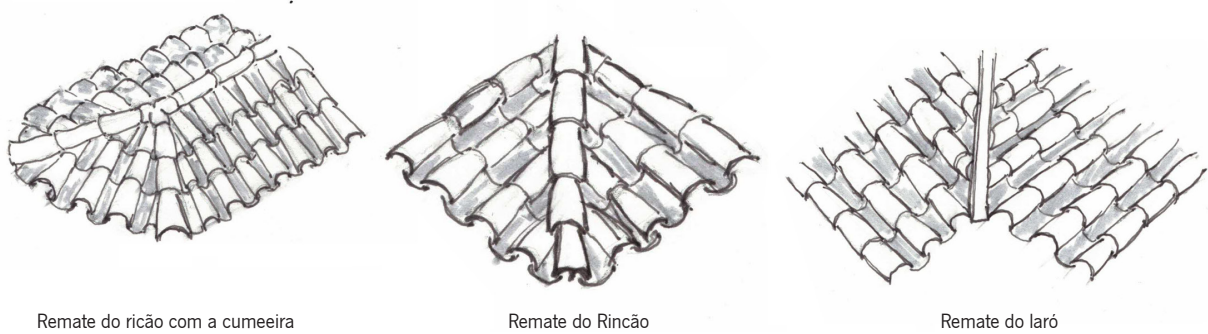


Figura 81: Remates;



## FIXAÇÃO DAS TELHAS

A fixação das telhas pode ser realizada de diversas maneiras, utilizando argamassa pobre, através de ganchos de arame, com pregos e com pernes. Segundo a imagem da cobertura da Casa Martins Sarmento e remontando para as técnicas tradicionais supõe-se a aplicação das telhas através da argamassa pobre. A argamassa deve ser aplicada em quantidades pouco abundantes permitindo o movimento das telhas, caso a argamassa seja colocada em grandes quantidades esta acaba por não se conseguir movimentar sendo propício ao fissuramento das mesmas.

Acima foi referido todo o processo de assentamento das telhas cerâmicas. Contudo, importa neste subcapítulo de fixação das telhas mencionar onde era aplicada esta argamassa. Assim, quando se colocam os canais a argamassa é aplicada sobre a ripa e em cada um dos lados da peça, posteriormente no momento do assentamento da coberta, a argamassa é também aplicada em cada um dos lados da coberta e depois pressionada contra os canais ( Mascarenhas , 2011)

## VENTILAÇÃO DAS COBERTURAS

A ventilação das coberturas é um fator bastante relevante pois esta ajuda a eliminar possíveis condensações. Existem diversas formas de ventilar uma cobertura, uma delas através da entrada de ar junto ao beirado e outra através das telhas de ventilação fabricadas com este propósito. Esta ventilação vai ajudar a conservar os materiais aplicados na cobertura desde os materiais usados na execução da cobertura ao seu revestimento. Além disso, reduz-se a probabilidade de aparecimento de manchas provocadas pelo vapor de água. É recomendável a ventilação ser realizada utilizando as telhas em conjunto com a entrada de ar junto ao beirado.<sup>23</sup>

Na cobertura do caso de estudo não se aplica a utilização de telhas de ventilação devido à inexistência das mesmas na altura, contudo como se tratava de uma cobertura acessível a ventilação para além de ser assegurada pelo sistema de entrada de ar junto ao beirado, também era realizado através da abertura das janelas presentes nas trapeiras.

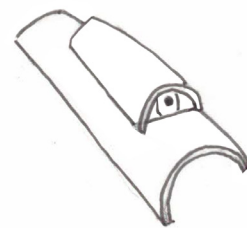


Figura 82: Telha Ventiladora;

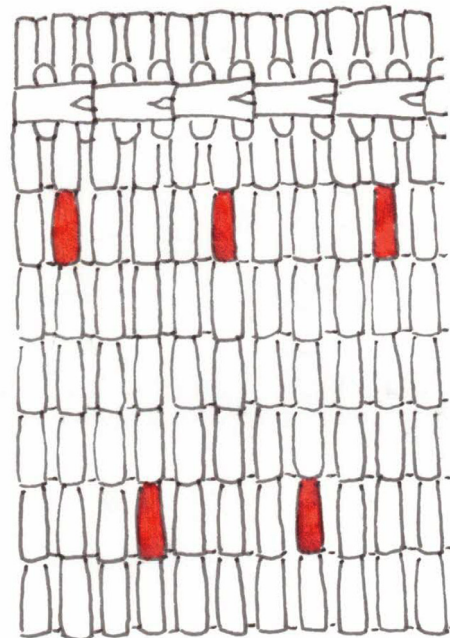


Figura 83: Esquema do posicionamento das telhas ventiladoras;

<sup>23</sup> UMBELINO, Monteiro, Guia de Aplicação, Um Canudo, pag. 19.

## SISTEMA DE ESCOAMENTO DE ÁGUAS

O escoamento eficaz da água é um fator fundamental para evitar infiltrações no edifício, adotando-se assim sistemas de escoamento capazes de conduzir a água para fora do edifício. A inclinação conferida a uma cobertura ajuda a encaminhar as águas para estes sistemas dominados de caleiras ou algeroz, que por sua vez, através da sua pequena pendente de 0,5 %, vão conduzi-las para os tubos de queda, evitando o escorrimento pelas paredes.

As Caleiras, que variam de tamanho consoante a dimensão da cobertura, são aplicadas à volta de todo o edifício junto ao beiral ou internamente junto à platibanda, neste caso estas são impercetíveis. Contudo, ao comparar estas duas soluções verifica-se que as caleiras que acompanham o beiral do edifício apresentam, segundo Mascarenhas, uma fácil manutenção e menor probabilidade de inundar o edifício, na hipótese de um possível entupimento. Já as caleiras internas encontram-se mais protegidas às ações do vento e à exposição solar, fatores que vão degradando com o tempo estes sistemas. Relativamente ao tipo de fixação das caleiras, esta pode ser realizada através da utilização de escáfulas ou seguras pelo beirado. Estes suportes devem espaçar-se entre 50 a 80 cm. As caleiras têm diversas secções desde retangulares a circulares.<sup>24</sup>

No caso de estudo, como é possível ver na figura 84 e na planta de escoamento de água são empregues os dois tipos de caleiras. A caleira externa, que se localiza junto ao beiral, encontrava-se aplicada a sul, a poente e em parte a norte. Neste caso é importante que a telha do beirado se sobreponha parcialmente à caleira. Já o algeroz interno era utilizado a nascente e também a norte devido ao prolongamento da parede. Nesta situação, com o conhecimento de que a cobertura era de fácil acesso, supõem-se a possível utilização de uma grelha, permitindo andar sobre ela e evitando a entrada de lixo e o posterior entupimento da caleira.

O zinco, o cobre, o PVC, são exemplos de materiais usados para a conceção das caleiras, embora na Casa Martins Sarmento deduz-se a utilização do chumbo. Este era o material que se usava à data para o fabrico de algerozes.

<sup>23</sup> MASCARENHAS, Jorge. Sistemas de Construção, VI - Coberturas inclinadas(1ª parte). Descrição ilustrada e detalhada de processos construtivos utilizados correntemente em Portugal, Livros Horizonte, Lisboa, 2011

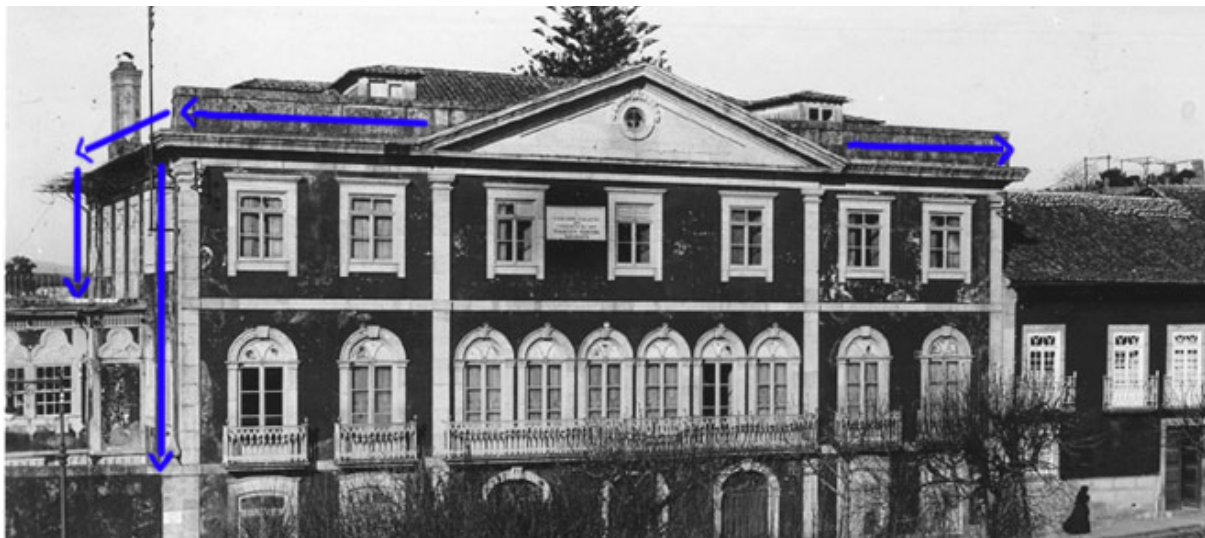


Figura 84 : Esquema do escoamento de águas do edifício;

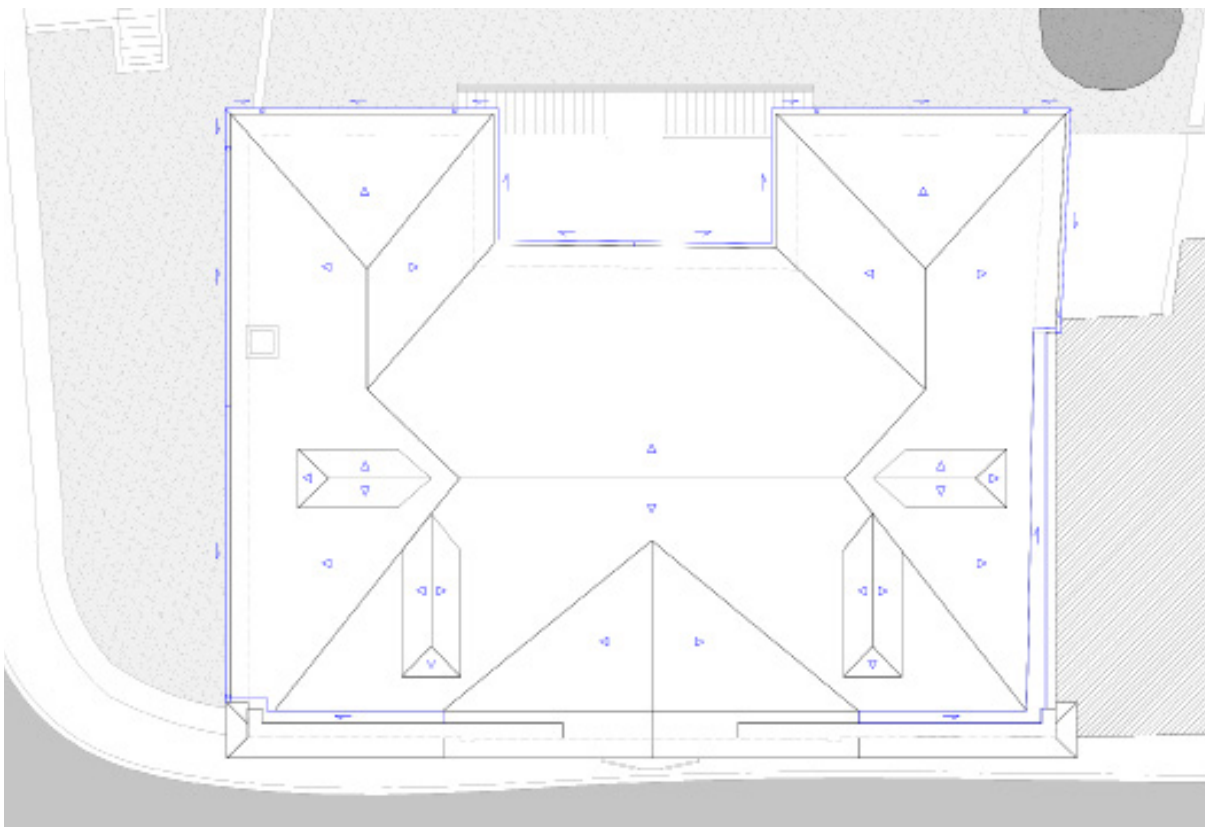


Figura 85: Planta de escoamento de águas;

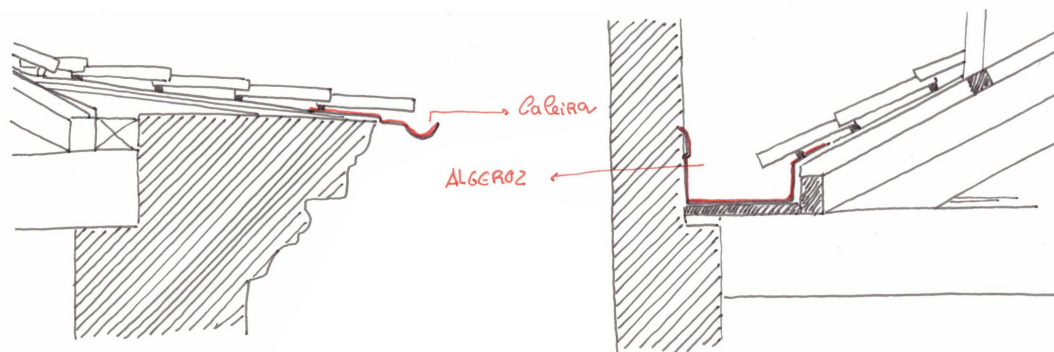


Figura 86: Esquemas dos Pormenores Construtivos das Calçeiras;



**04**

**PROJETO DE REABILITAÇÃO DA COBERTURA DA CASA MARTINS SARMENTO**



## **PROPOSTA**

A proposta para a Casa Martins Sarmiento surge com o resultado da urgente necessidade em retirar a cobertura provisória em aço, revestida com placas de fibrocimento, colocada para proteger o edifício logo após o incêndio, e provavelmente, com um carácter provisório. Apesar da boa intenção, o edifício apresenta, tal como já mencionado, patologias provocadas pela errada distribuição das cargas da estrutura em aço.

A investigação, perante esta necessidade, propõe uma nova cobertura que devolva a memória ao edifício. Desta forma, surge a ideia de ressuscitar o modelo da cobertura original da Casa Martins Sarmiento desenvolvido no capítulo anterior, utilizando a madeira para a sua materialização, uma vez que se enquadra completamente nas técnicas construtivas presentes na casa.

Para se obter um edifício com uma boa eficiência energética devem ser tomadas em conta algumas importantes características, desde o bom isolamento em todo o edifício, a uma ventilação eficaz, a materiais com mais capacidade isoladora, à escolha das janelas, entre outros. As construções tradicionais, como se verifica, não são edifícios com bons comportamentos energéticos. A Proposta apresenta uma solução construtiva que tem em atenção as exigências atuais.



Figura 87: Corte longitudinal da cobertura original em madeira da Casa Martins Sarmento;



Figura 88: Corte longitudinal da cobertura provisória realizada com uma estrutura metálica da Casa Martins Sarmento;

0 1 2 4m



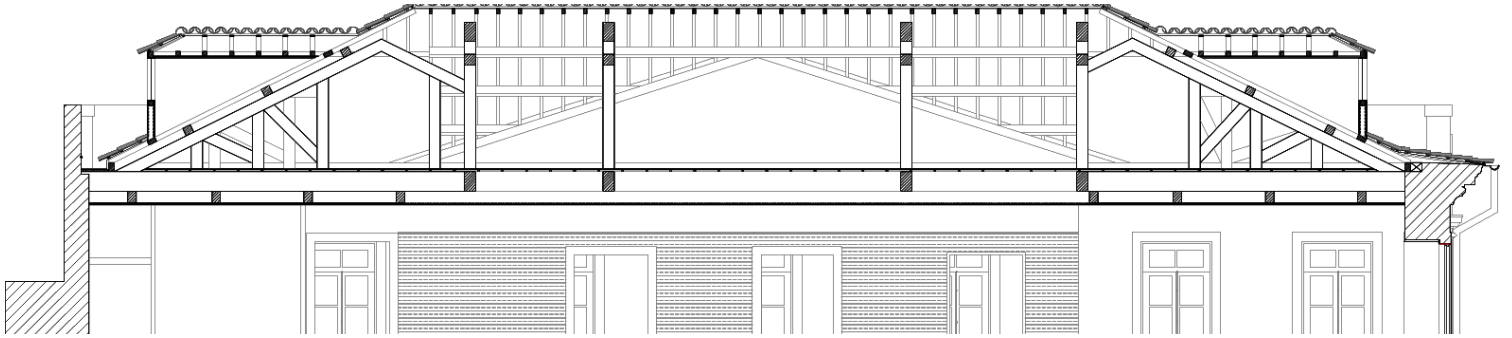


Figura 89: Corte Longitudinal da cobertura original em Madeira;

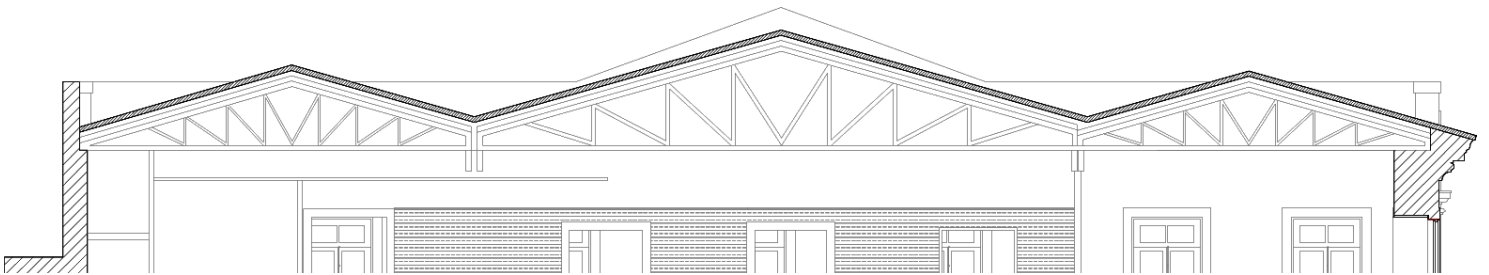


Figura 90: Corte Longitudinal da cobertura atual provisória;

0 1 2 4m

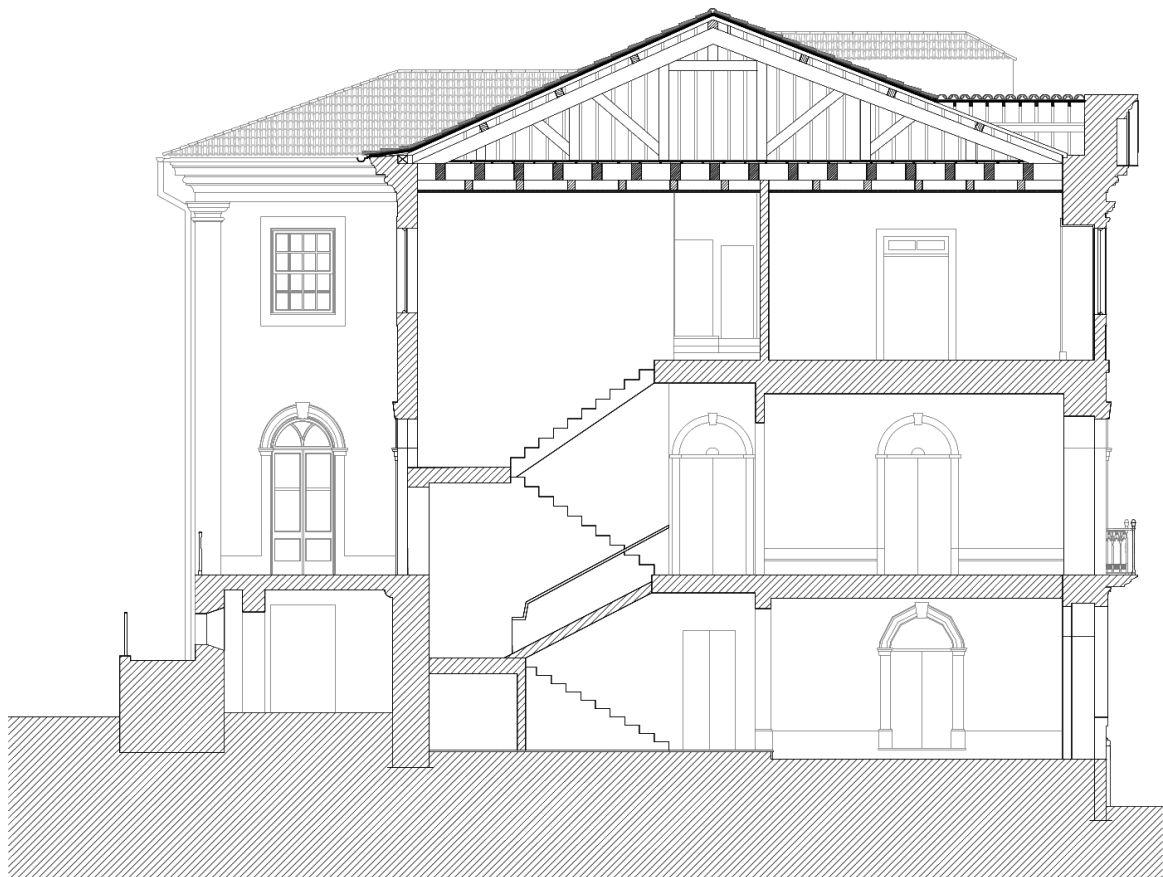


Figura 91: Corte transversal da cobertura original em madeira da Casa Martins Sarmento;



0 1 2 4m

Figura 92 : Corte transversal da cobertura provisória realizada com uma estrutura metálica da Casa Martins Sarmento;

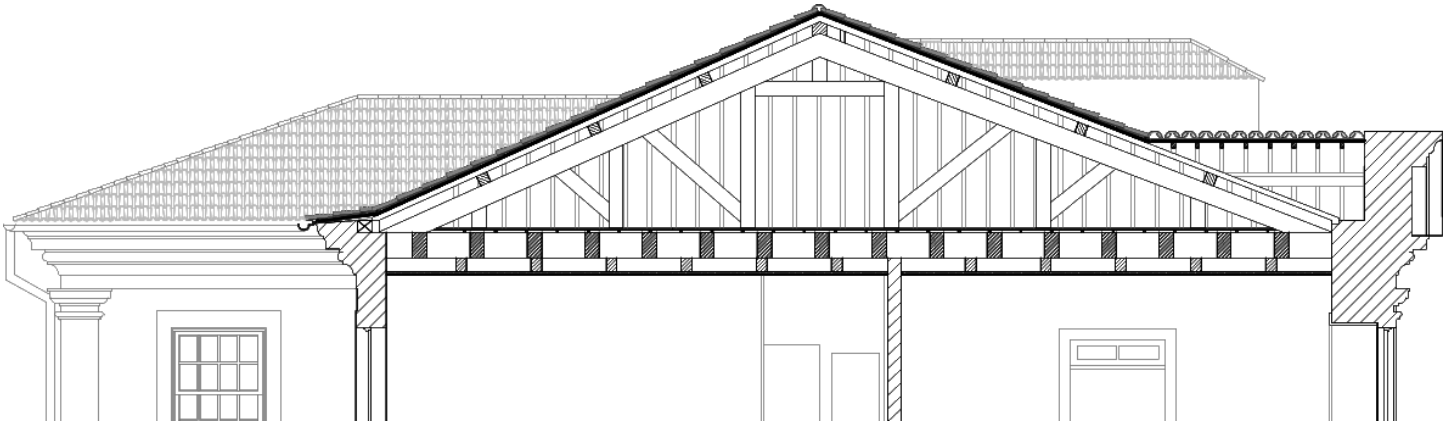


Figura 93: Corte transversal da cobertura original de madeira;

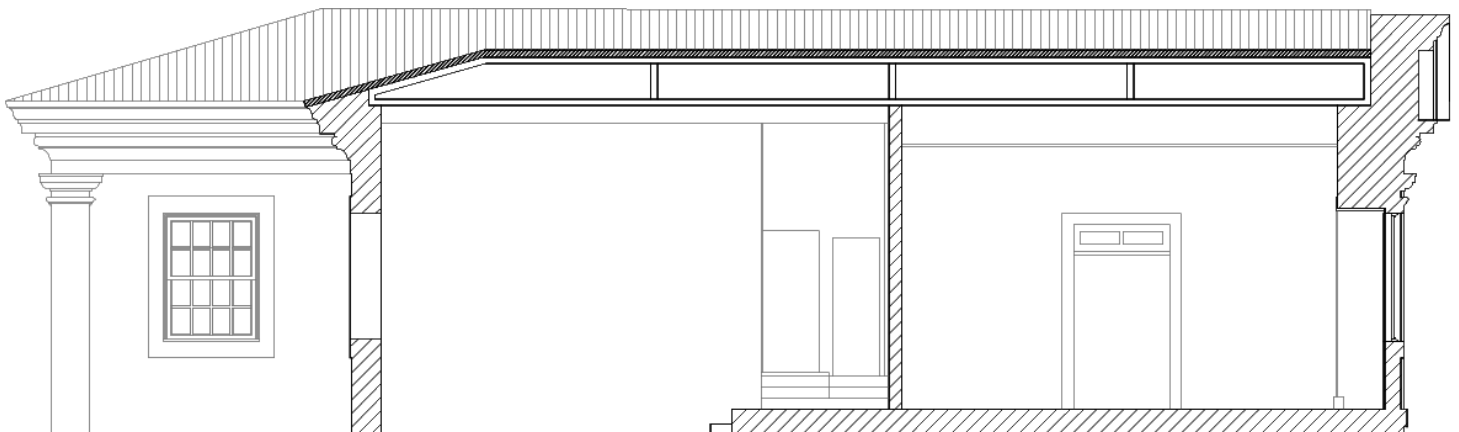


Figura 94: Corte transversal da cobertura atual provisória;



## GLULAM

Glulam é também conhecida como madeira lamelada colada e foi a solução escolhida para elaborar a estrutura da cobertura proposta. Esta é a solução mais adequada a aplicar no edifício porque é sobretudo indicada para a construção de estruturas, é um bom substituto da madeira maciça e tem a capacidade de vencer grandes vãos.

A madeira lamelada colada consiste em várias peças de madeira estrutural lameladas (tábuas) e posteriormente coladas sempre com as fibras no mesmo sentido. Esta solução tem também a vantagem de materializar peças com o tamanho e formato que se pretende, podendo as mesmas ser curvas. Revela ser uma solução bastante resistente e com boas propriedades físicas e mecânicas, a sua resistência ao fogo é melhorada, ou seja, o processo de carbonização é lento e contém um bom comportamento com a humidade. Glulam identifica-se pelo seu processo de fabrico sustentável, isto é, a madeira utilizada é muitas vezes de reflorestamento. No que concerne às ligações entre peças esta pode ser elaborada com recurso a elementos metálicos.<sup>24</sup>

Esta solução leve é a mais indicada para reproduzir todo o modelo original da cobertura da Casa Martins Sarmento. Deste modo, a proposta oferece à Casa de Sarmento uma solução construtiva atual, apesar de se recriar a solução pré-existente é fundamental implementá-la com os sistemas de hoje em dia.

Através dos cortes apresentados, um da solução original, outro da solução provisória e por fim um da proposta, verifica-se que a solução provisória não atua em conformidade com as novas exigências, implementa uma estrutura em aço, material que não se aplica no edifício e ainda se verifica que a geometria da estrutura apresentada não se identifica com a solução original, elementos estes que a proposta pretende contrariar.



Figura 95 e 96: Estruturas realizadas com madeira lamelada colada - Glulam

24. <https://www.jular.pt/produtos/estruturas-em-madeira/madeira-lamelada-colada>



Figura 97: Corte Longitudinal da cobertura em madeira proposta para a Casa Martins Sarmento;

0 1 2 4m

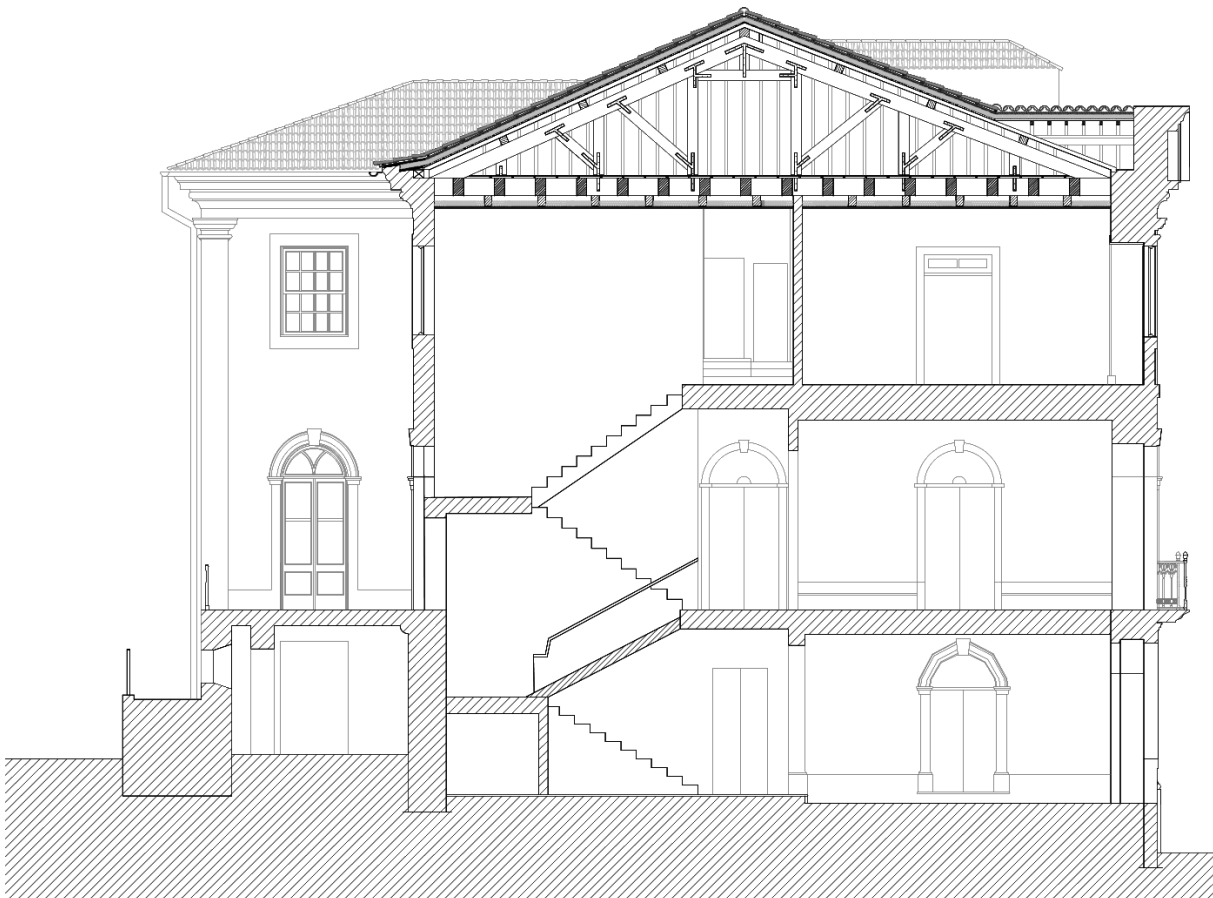


Figura 98: Corte transversal da cobertura em madeira proposta para a Casa Martins Sarmento;

0 1 2 4m

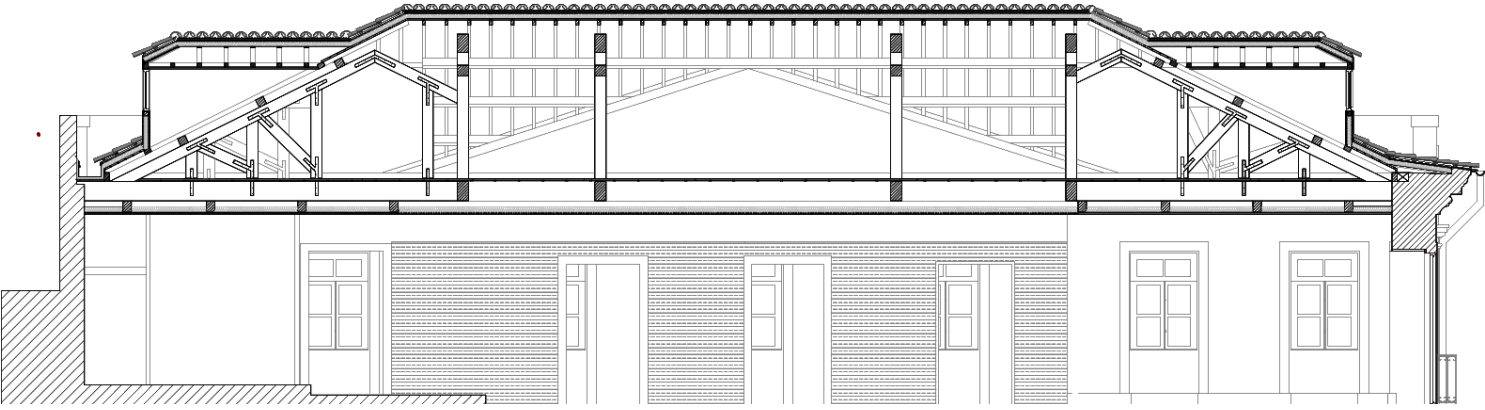


Figura 99: Corte Longitudinal da cobertura proposta em madeira;

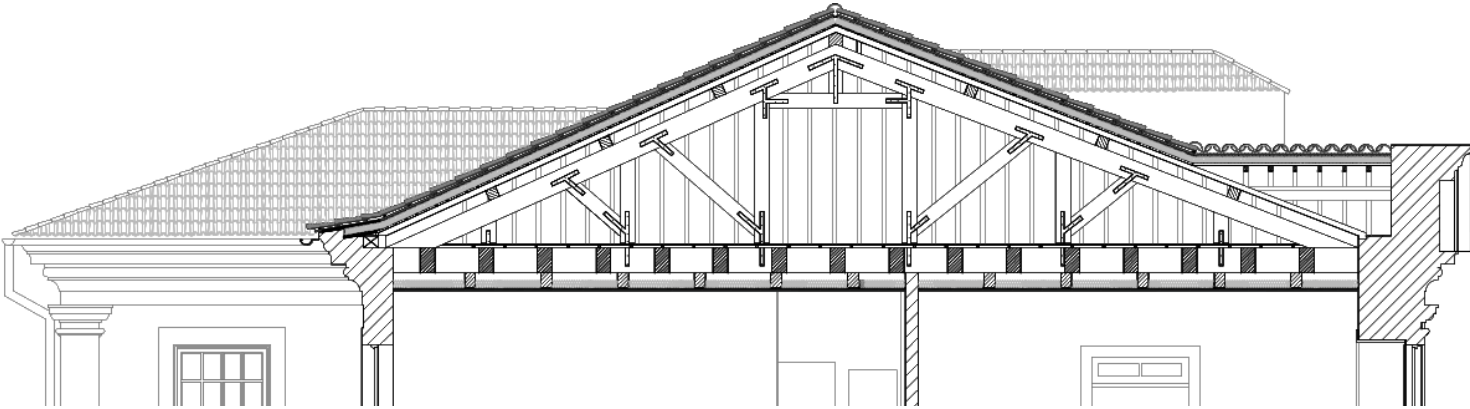


Figura 100: Corte transversal da cobertura proposta em madeira;



## PORMENORES CONSTRUTIVOS

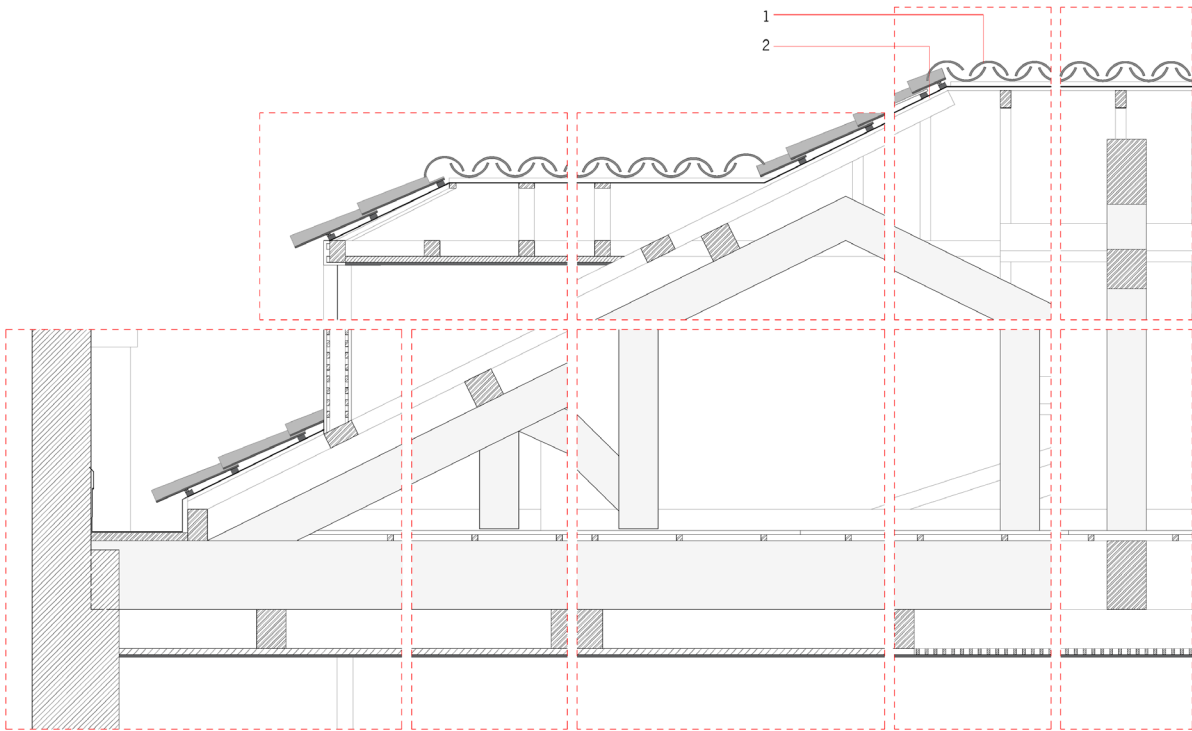
Através dos detalhes construtivos apresentados é realizada uma comparação entre a solução original e a solução proposta como forma de dar a entender as diferenças entre as duas soluções. Apresenta-se uma solução otimizada e atenta às necessidades do edifício, assim, propõem-se uma solução que visa dar resposta a uma melhor eficiência energética, ao melhoramento das soluções de impermeabilização do edifício, que na altura só era efetuada com a telha cerâmica e propõe também uma forma de evitar a condensação do vapor de água.

Na cobertura tradicional verifica-se a carência destes aspetos atrás mencionados, nos detalhes construtivos observa-se uma solução bastante simplificada em relação às exigências atuais. Constatase que a telha cerâmica e o guarda pó eram os únicos constituintes dessa cobertura, a telha como forma de proteger o edifício da água e o guarda pó que, tal como o nome indica, protege a entrada de pó pelas telhas. Assim, este é um exemplo de uma solução pouco eficiente que propicia perdas de calor constantes pela cobertura e pode desenvolver com grande facilidade pontos de condensação que originam manchas de bolor. Além disto, a proteção da entrada de água recorrendo unicamente à telha cerâmica não é a solução mais adequada, o que não evita infiltrações de água.<sup>25</sup>

Na proposta apresenta-se a vermelho os diversos elementos adicionados que vão ajudar a alcançar uma cobertura mais eficiente. Assim inicia-se o processo com um forro de madeira colocado sobre as varas que vai dar o acabamento no lado interior da cobertura e suportar todo o isolamento térmico por cima assente. O isolamento térmico vai conferir um melhor conforto térmico ao edifício como também o protege de algum ruído exterior. Por cima do isolamento é acrescentado uma barreira para vapor que ajuda a regular o vapor de água, evitando condensações. O guarda pó mantém-se nesta nova solução por cima da tela para vapor que, por sua vez, suporta a subtelha que tem como função não permitir a passagem de água para o interior. As telhas assentes sobre esta subtelha podem, por vezes, quebrar ou as suas juntas podem não vedar como deviam, acabando por se infiltrar a água. Contudo, assegura-se com a subtelha que esta não passe para o interior do edifício, encaminha a água para o sistema de escoamento de águas, a caleira.

Através da implementação destes elementos evitamos o aparecimento de patologias e preservamos o edifício. Assegura-se um edifício mais eficiente, preservando a temperatura no seu interior, isto é, sem grandes perdas de calor, o que vem conferir um melhor conforto térmico a quem o utiliza, e diminui-se a necessidade de usar sistemas de climatização.<sup>25</sup>

<sup>25</sup> Adene, Agência para a energia, Saiba mais sobre isolamento de coberturas, outubro, 2016



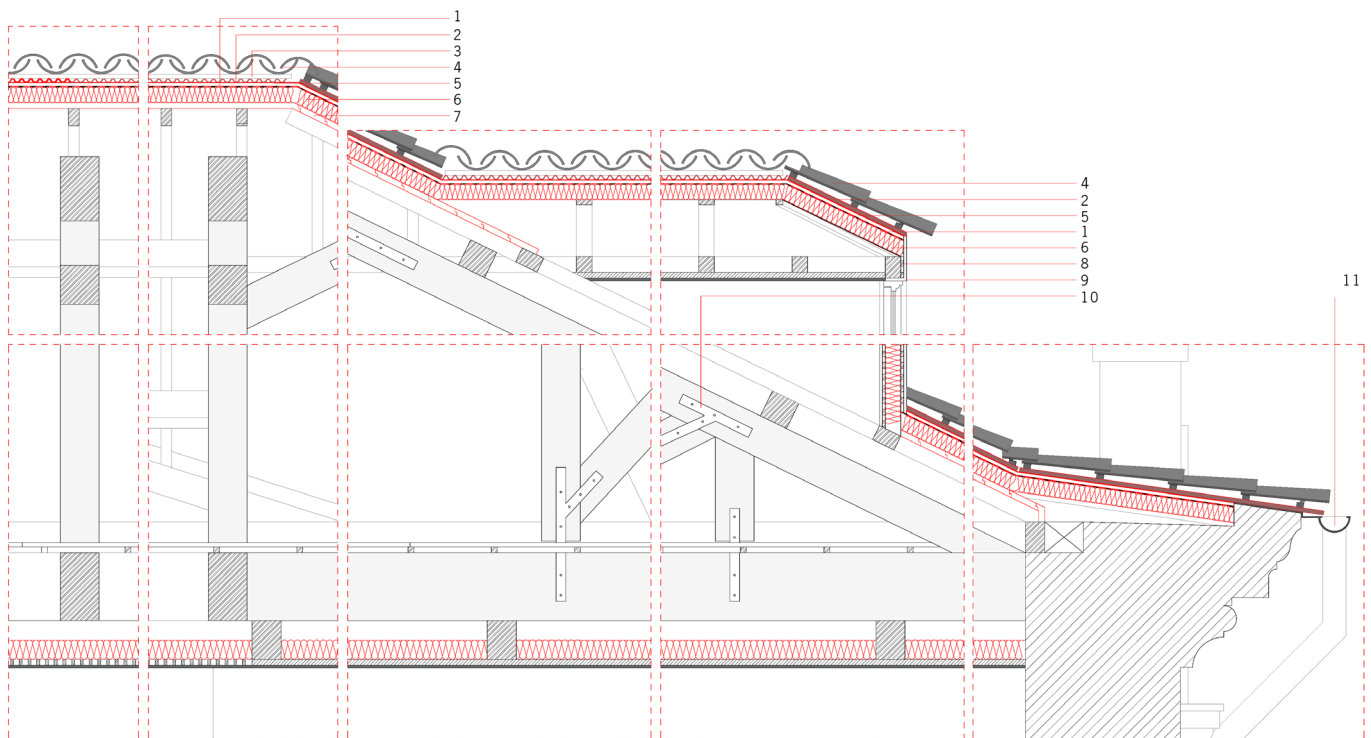
0 0.2 0.4 0.6 0.8 1m

Figura 101: Corte Longitudinal - Sistema Original

**LEGENDA**

- 1. Telha cerâmica - Canudo;
- 2. Guarda-pó;



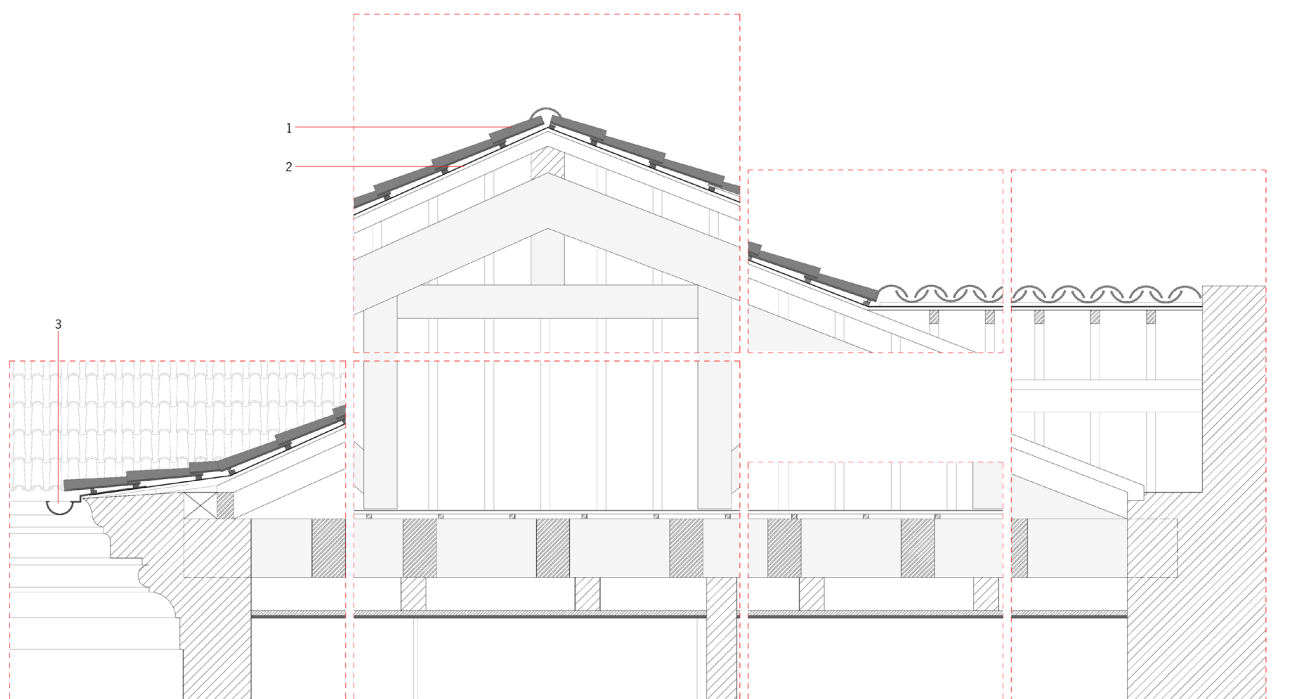


0 0.2 0.4 0.6 0.8 1m

Figura 102: Corte Longitudinal - Sistema Proposto

**LEGENDA**

- 1. Barreira pára-vapor;
- 2. Subtelha;
- 3. Ripas;
- 4. Telha cerâmica - Canudo;
- 5. Guarda-pó;
- 6. Isolamento térmico;
- 7. Forro de Madeira;
- 8. Fasquio;
- 9. Argamassa de Cal;
- 10. Ligador metálico;
- 11. Caleiro;

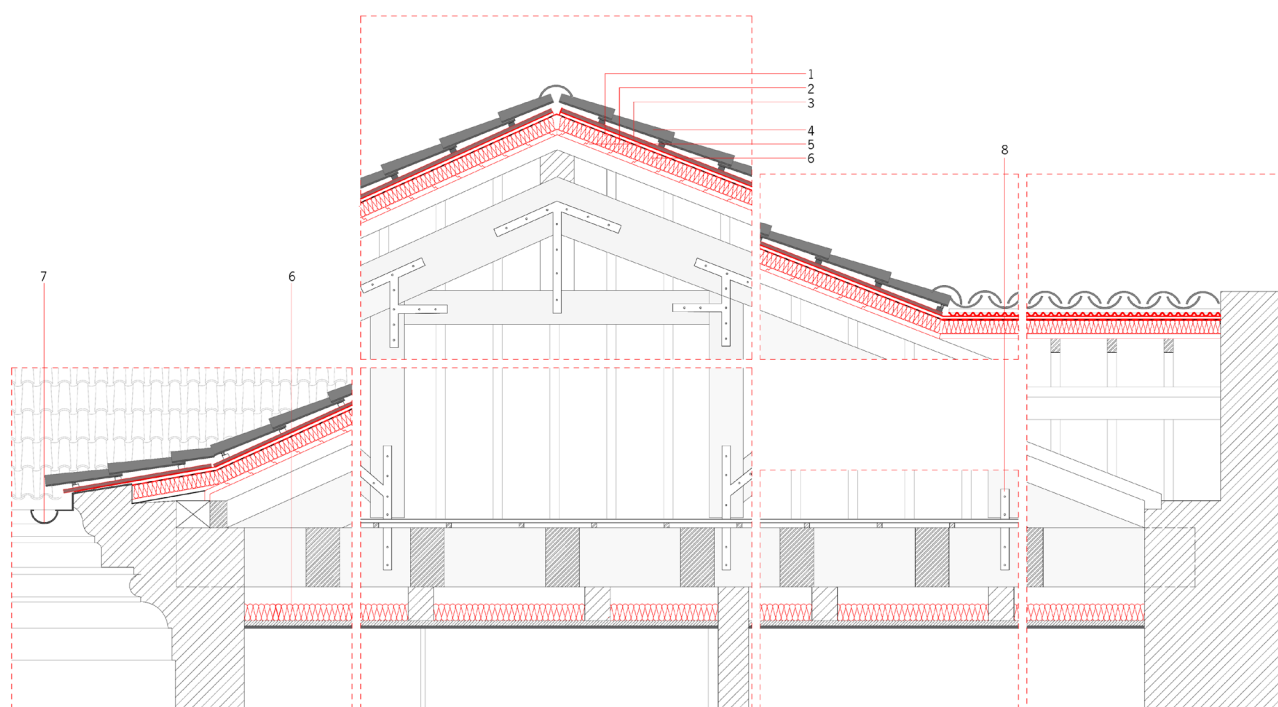


0 0.2 0.4 0.6 0.8 1m

Figura 103: Corte Transversal - Sistema Original

**LEGENDA**

- 1. Telha cerâmica - Canudo;
- 2. Guarda-pó;
- 3. Caleiro;



0 0.2 0.4 0.6 0.8 1m

Figura 104: Corte Transversal - Sistema Proposto

### LEGENDA

1. Barreira pára-vapor;
2. Guarda-pó;
3. Subtelha;
4. Telha cerâmica - Canudo;
5. Forro de Madeira;
6. Isolamento térmico;
7. Caleiro;
8. Ligador metálico;

## LIGAÇÕES

No que diz respeito às ligações entre os vários elementos da estrutura, só se demonstra a sua solução na proposta, devido à falta de informação relativamente ao modo como eram efetuadas na cobertura tradicional da casa e por serem diversas as maneiras possíveis de as realizar.

A correta ligação entre os vários elementos da estrutura é um aspeto fulcral para o correto funcionamento da cobertura, sendo estes os pontos mais frágeis da estrutura. Esta tem como função principal transmitir e distribuir as diversas cargas pelos vários elementos estruturais. Existem ligações tradicionais, os entalhes, as ligações com o recurso a elementos metálicos, com cola, entre outros.

As ligações com recurso a elementos metálicos foi a solução escolhida para aplicar na proposta, como se verifica nos cortes e nos pormenores construtivos, por ser umas das soluções mais aplicadas e por conferir a estabilidade dimensional pretendida. Desta forma, esta é a solução que vai ser abordada a seguir. Para cada tipo de ligação há um elemento indicado para o efeito. Segundo Costa, os tipos de ligações mais utilizados para aplicar em asnas de madeira são o pé de galinha que permitem a ligação pernas – pendural, a braçadeira para unir a perna - linha, o esquadro que permite a ligação entre o prumo e a perna numa meia asna, o T direito e o T esquerdo para a ligação perna – escora, além destes existem outros tipos de ligações. O dimensionamento destas peças varia consoante a resistência de cada asna. É possível identificar estes elementos nos pormenores construtivos apresentados.<sup>26</sup>

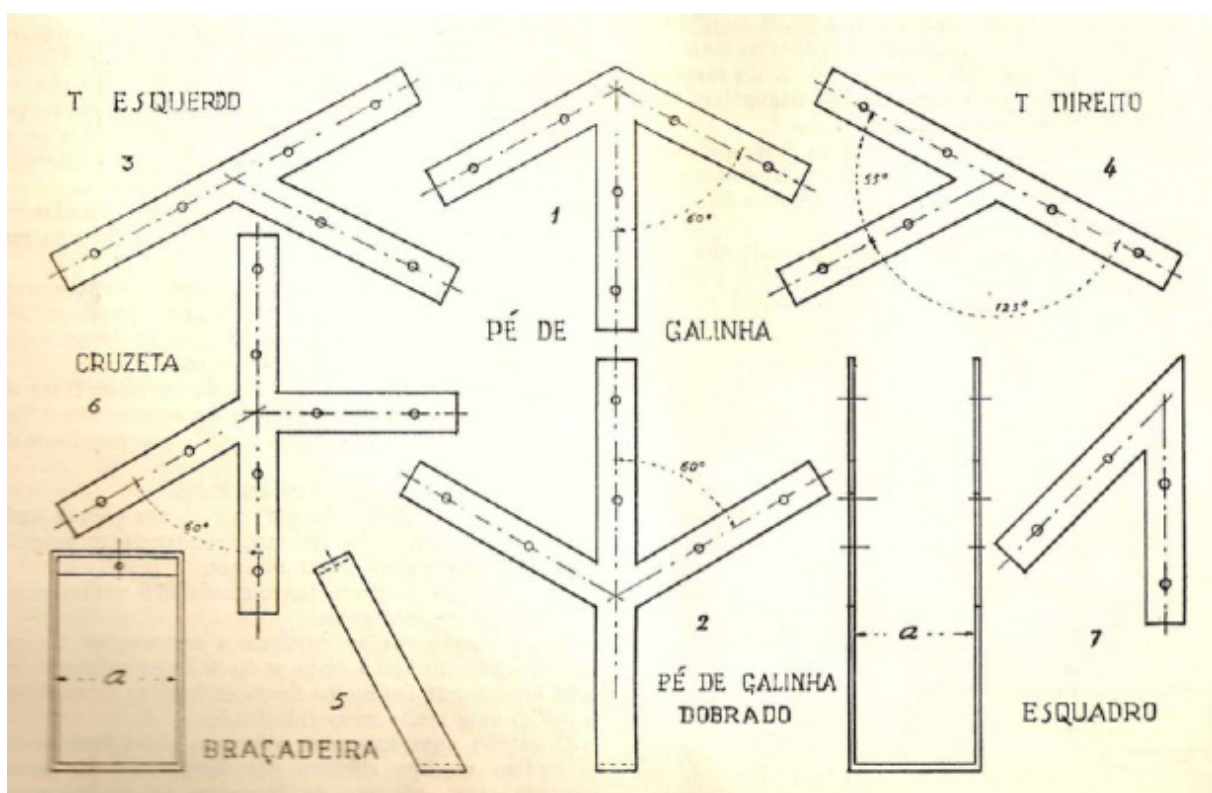


Figura 105 : Ligações metálicas;  
26 COSTA, F. , Enciclopédia Prática da Construção Civil. Edição do Autor, Depositária Portugália Editora, Lisboa, 1955

## SISTEMA DE ESCOAMENTO DE ÁGUAS

O sistema de escoamento de águas proposto é projetado de igual forma ao que acontecia na cobertura original. Atualmente, o chumbo já não é utilizado nas caleiras, assim propõe-se uma caleira redonda em zinco. Esta escolha deve-se ao facto deste ser um material bastante durável, resistente ao tempo e a possíveis corrosões. Apesar do valor ser mais elevado em relação a outras soluções, ao aplicar o zinco evita-se o rápido desgaste e a consequente troca dos caleiros.<sup>27</sup> Na planta e no corte abaixo, representam-se estas caleiras e os tubos de queda, mencionando a percentagem ideal de inclinação das caleiras para encaminhar a água até aos tubos de queda (0,5%), assim como, é possível compreender quantos metros de tubo serão necessários.

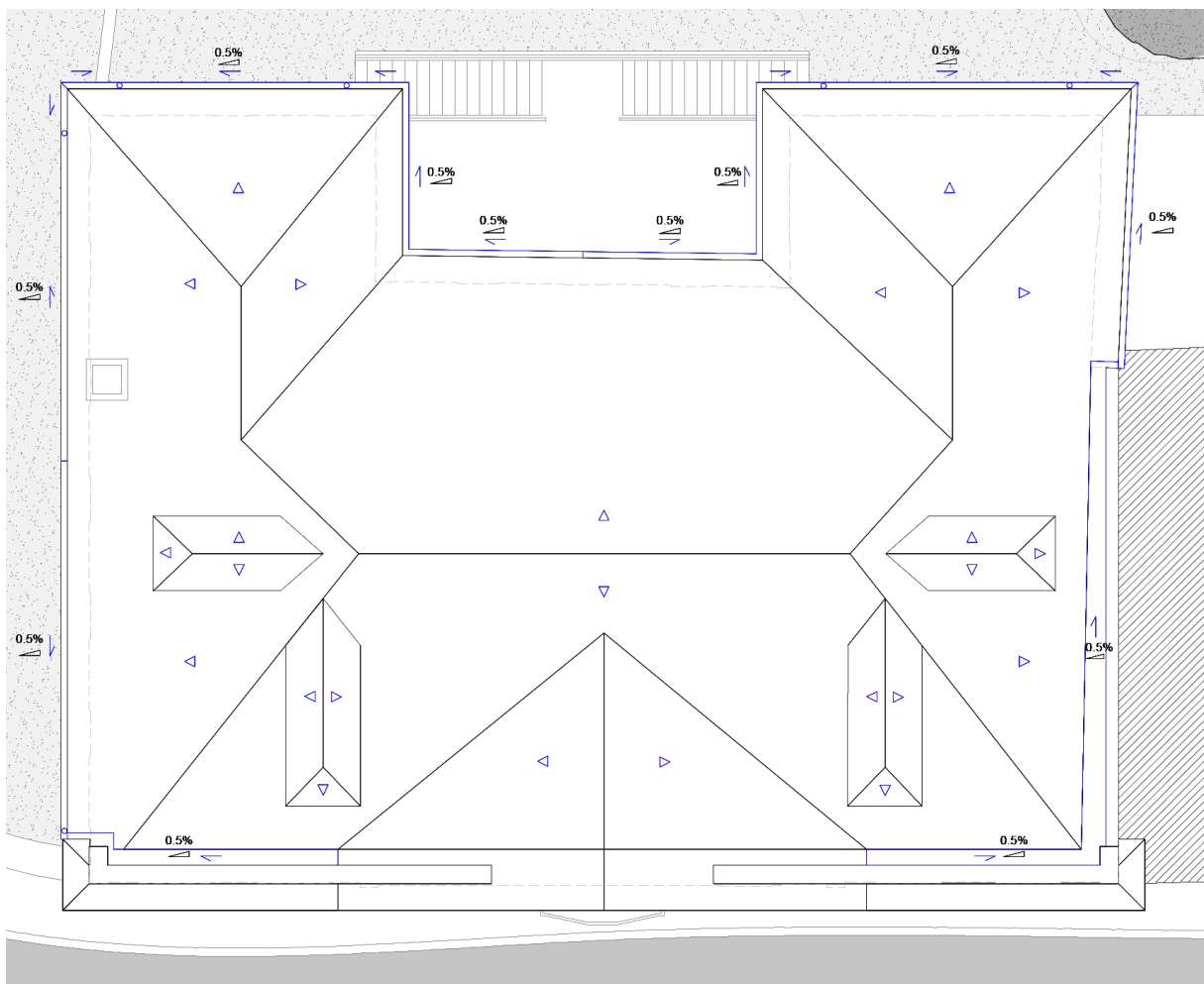


Figura 106: Planta da Casa Martins Sarmento com a representação do sistema de escoamento de águas.

0 1 2 4m

27 [https://www.homify.pt/livros\\_de\\_ideias/7731834/guia-completo-sobre-algoz-conheca-os-tipos-a-instalacao-e-os-precos](https://www.homify.pt/livros_de_ideias/7731834/guia-completo-sobre-algoz-conheca-os-tipos-a-instalacao-e-os-precos)



Figura 107: Alçado poente da Casa Martins Sarmento com a representação do sistema de escoamento de águas.

0 1 2 4m

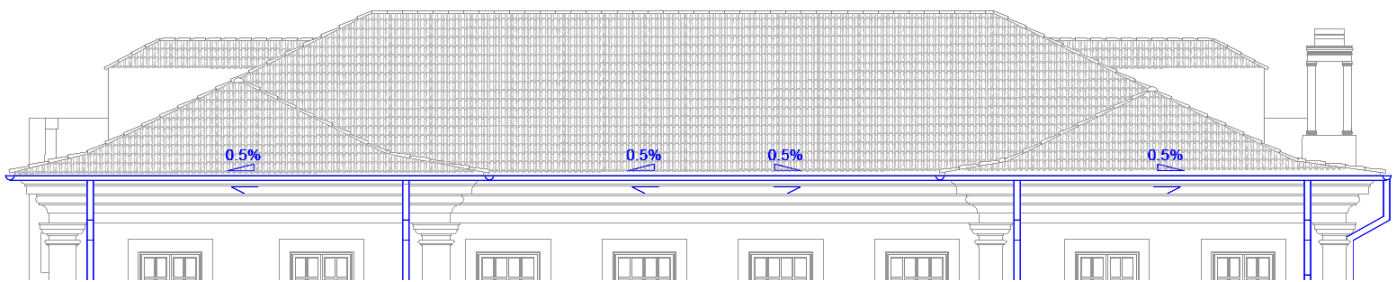


Figura 108: Pormenor da cobertura da Casa Martins Sarmento com a representação do sistema de escoamento de águas.

0 1 2 4m

## **EPÍLOGO**





## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ideia desta dissertação surgiu da visita à Casa Martins Sarmiento da qual se sente a extrema necessidade de compreender o modelo original da cobertura de madeira da Casa de Sarmiento e desenvolver uma proposta para a substituição da atual cobertura em aço.

Após um processo de recolha e análise do funcionamento das coberturas tradicionais portuguesas, de madeira, após a análise das marcas do edifício e de todos os registos e elementos fotográficos, foi possível desenhar a cobertura original de madeira, desde a sua geometria à estrutura composta por asnas de madeira, ao seu sistema de impermeabilização, ventilação e escoamento de águas. Ainda foi possível compreender que de facto esta foi uma cobertura imponente e que utilizou as soluções mais tradicionais da altura.

A proposta realizada respeita o edifício utilizando os materiais tradicionais já presentes no mesmo, neste caso a madeira, e enquadra o modelo original da cobertura no mundo atual através da implementação de novos sistemas construtivos e desenvolvendo uma cobertura com uma boa eficiência energética. Assim, perante esta proposta devolve-se ao edifício a sua integridade, evitam-se o contínuo aparecimento de novas patologias e valorizando o mesmo.

Este edifício carece, urgentemente, por parte das entidades interessadas, de uma urgente avaliação das suas condições, com um elevado risco de perda de legado histórico. Este degrada-se de forma exponencial de dia para dia. É necessário intervir em todo o edifício, em particular, na cobertura que, apesar da sua renovação após o incêndio de 1975, não foi efetuada da melhor forma, contribuindo a mesma para o agravar do estado de degradação do edifício. A proposta é sobretudo realizada com o intuito de manter os valores da casa, a sua integridade e sua autenticidade. É uma intervenção que lê as necessidades do edifício, cuja resposta caracteriza-se por ser bastante prudente e respeitosa. Apesar dos tempos serem outros verifica-se que é possível adaptar as construções tradicionais aos novos sistemas construtivos sem haver a necessidade de implementar soluções que em nada se relacionam com as soluções tradicionais.

Importa ainda referir que a madeira é um material tradicional utilizado no edifício e escolhido para continuar a fazer parte da nova solução construtiva. Na investigação menciona-se a falta de interesse em utilizar este material nos edifícios, isto porque, há uma ideia formatada de que a madeira é pouco durável, não tem um bom comportamento ao fogo e à humidade, e que é um material do passado. A dissertação tenta com a implementação deste material e com uma análise aprofundada sobre o mesmo, demonstrar que esta ideia não é a mais acertada. Pelo contrário, a madeira enquanto material de construção apresenta um grande potencial e é considerada um possível material do futuro muito pela sua neutralidade carbónica.

A sustentabilidade das soluções na construção é um fator cada vez mais importante, a utilização de materiais reutilizáveis, a implementação de materiais extraídos da natureza, são formas de reduzir os efeitos que a construção tem no meio ambiente. A solução proposta a partir da utilização da madeira lamelada colada – Glulam - é a prova de que isso é possível. Glulam é um material capacitado para construir grandes estruturas em madeira e apresenta um bom comportamento estrutural tão bom ou melhor em relação ao aço, recorrendo a um processo de fabricação através de florestas sustentáveis, e que apresenta um bom comportamento ao fogo.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



## LIVROS E CATÁLOGOS

ADENE, Agência para a energia, **Saiba mais sobre isolamento de coberturas**, outubro, 2016;

Disponível em : <https://www.sce.pt/wp-content/uploads/2017/11/10see-02-isol-coberturas-1.pdf>

APPLETON, João, **Reabilitação de Edifícios Antigos , Patologias e Tecnologias de Intervenção**, Edições Orion, 2ª edição, Novembro de 2011;

GYMPEL, Jan, **História da Arquitetura, Da Antiguidade aos nossos dias**, Konemanh, 2001;

LOBO, Susana, **Sistemas de drenagem de águas pluviais de coberturas inclinadas**, nº 5, Cronstrulink, novembro de 2002

MASCARENHAS, Jorge, **Sistemas de Construção, VI - Coberturas inclinadas(1ª parte), Descrição ilustrada e detalhada de processos construtivos utilizados correntemente em Portugal**, Livros Horizonte, Lisboa, 2011;

MASCARENHAS, Jorge, **Sistemas de Construção, XIII - Reabilitação Urbana - Descrição ilustrada e detalhada de processos construtivos utilizados correntemente em Portugal**, Livros Horizonte, Lisboa, 2012;

MONTEIRO, Umbelino, **Guia de Aplicação, Um Canudo**;

Disponível em : <https://www.umbelino.pt/pt/telhas-ceramicas/um-canudo/>

## ARTIGOS E PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS

BRANCO, Jorge, CRUZ, Paulo, SANTOS, Ana, **Asnas tradicionais de madeira : evolução, comportamento e reforço com materiais compósitos**, Maio, 2008

BRANCO, Jorge, CRUZ, Paulo, PIAZZA, Maurizio, **Asnas de Madeira. A importância das ligações**, 4ª Jornadas Portuguesas de Engenharia de Estruturas, 2006

BRANCO, Jorge, LOURENÇO Paulo, **Coberturas tradicionais de Madeira, caracterização, inspeção e classificação**, ISISE, Departamento de engenharia civil, Universidade do Minho, Guimarães;

CARDOZO, Mário, **Francisco Martins Sarmento, esboço da sua vida e obra científica**, 1ª edição, 1961

COSTA, F. , **Enciclopédia Prática da Construção Civil**. Edição do Autor, Depositária Portugália Editora, Lisboa, 1955

SAMPAIO, José da Cunha, **Os nossos sócios honorários. Francisco Martins de Gouveia Morais Sarmento**. Revista de Guimarães, 1884;

SANTOS, **Manuela de Alcântara, Revista de Guimarães**, volume 129, 2019

OLIVEIRA, Marta, AFONSO, José, RAMOS, Sílvia, **Guimarães ad radicem montis Latito**

## DISSERTAÇÕES E TESES

BRANCO, Jorge, **Comportamento das ligações tipo cavilha em estruturas mistas madeira - betão**, Universidade do minho, Departamento de Engenharia Civil, Fevereiro, 2003

BRANCO, Jorge, **Influence of the joints stiffness in the monotonic and cyclic behaviour of traditional timber trusses**. Assesment of the efficacy of different strengthening techniques, 2008

MEIRELES, Maria, **O património urbano de guimarães no contexto da idade contemporânea (Séc.XIX - XX), Permanências e alterações**, Volume I, Braga, Universidade do Minho, Instituto de Ciências Sociais, 2000

SANTOS, Vitor, **Avaliação do comportamento de asnas antigas de madeira de grande vão**, Universidade de Aveiro, Departamento de Engenharia Civil, 2009;

## SÍTIOS DA INTERNET

<https://www.sotelha.pt/zArchives/Photos/PG-358/guia-telhas-ceramicas-vs14.pdf>

<https://www.jular.pt/produtos/estruturas-em-madeira/madeira-lamelada-colada>

<https://www.apawood.org/glulam>

<https://www.sotelha.pt/zArchives/Photos/PG-358/guia-telhas-ceramicas-vs14.pdf>

<https://www.coelhodasilva.com/pt/documentacao/instrucoes-de-montagem/instrucoes-para-montagem-de-cobertura-891>

[https://pt.onduline.com/pt-pt/profissionais?gclid=EAlalQobChMlw\\_uA-9zc9QIVlvdRCh23WQ9VEAAYASAAEgJVxPD\\_BwE](https://pt.onduline.com/pt-pt/profissionais?gclid=EAlalQobChMlw_uA-9zc9QIVlvdRCh23WQ9VEAAYASAAEgJVxPD_BwE)

[https://www.homify.pt/livros\\_de\\_ideias/7731834/guia-completo-sobre-algeroz-conheca-os-tipos-a-instalacao-e-os-precos](https://www.homify.pt/livros_de_ideias/7731834/guia-completo-sobre-algeroz-conheca-os-tipos-a-instalacao-e-os-precos)

<https://www.supercalceiras.com/calceiras/#1506378085646-47315736-de66>

## FIGURAS

<b>Figura 1.</b> "Francisco Sarmento;" - Fonte: Arquivo digital do Centro de estudos do património cujo criador é António Augusto da Silva Cardoso (1831-1893). <a href="https://www.csarmento.uminho.pt/site/s/arquivo-digital/item/73495#c=0&amp;m=0&amp;s=0&amp;cv=0&amp;xywh=1236%2C110%2C3954%2C2111">https://www.csarmento.uminho.pt/site/s/arquivo-digital/item/73495#c=0&amp;m=0&amp;s=0&amp;cv=0&amp;xywh=1236%2C110%2C3954%2C2111</a>	pag.8
<b>Figura 2.</b> "Ruínas de Sabroso;" - Fonte: Arquivo digital do Centro de estudos do património. <a href="https://www.csarmento.uminho.pt/site/s/sms/page/sabroso#c=0&amp;m=0&amp;s=0&amp;cv=29&amp;xywh=340%2C29%2C1423%2C577">https://www.csarmento.uminho.pt/site/s/sms/page/sabroso#c=0&amp;m=0&amp;s=0&amp;cv=29&amp;xywh=340%2C29%2C1423%2C577</a>	pag.8
<b>Figura 3.</b> "Citânia de Briteiros;" - Fonte: Arquivo digital do Centro de estudos do património. <a href="https://www.csarmento.uminho.pt/site/s/sms/page/citania">https://www.csarmento.uminho.pt/site/s/sms/page/citania</a>	pag.8
<b>Figura 4.</b> "Localização da Casa Martins Sarmento;" Imagem extraída do google earth e posteriormente trabalhada.	pag.10
<b>Figura 5.</b> "Planta representativa do plano de melhoramento realizado pelo Eng. Manoel D'Almeida Ribeiro;" Este documento foi fornecido pelo centro de estudos do património sediado na Casa de Sarmento.	pag.10
<b>Figura 6.</b> " Casa Martins Sarmento antes do plano de melhoramento de Luís de Pina, em 1925;" Imagem Fornecida pelo Centro De Estudos do Património sediado na Casa de Sarmento;	pag.13
<b>Figura 7.</b> "Planta do projeto de melhoramento, Luís de Pina;" Imagem Fornecida pelo Centro De Estudos do Património sediado na Casa de Sarmento;	pag.13
<b>Figura 8.</b> "Casa de Sarmento ocupada pela Associação dos Ex-Combatentes da Guerra do Ultramar;" Imagem Fornecida pelo Centro De Estudos do Património sediado na Casa de Sarmento;	pag.13
<b>Figura 9.</b> "Plantas representativas do percurso realizado pelo drone na Casa Martins Sarmento;"	pag.14
<b>Figura 10.</b> "Parede de Alvenaria de Pedra;"	pag.15
<b>Figura 11.</b> "Parede divisória de tabique;"	pag.15
<b>Figura 12.</b> "Parede de frontal;"	pag.15
<b>Figura 13.</b> "Estrutura em Madeira de castanho;"	pag.15
<b>Figura 14.</b> "Pavimento em madeira de pinho bravo;"	pag.15
<b>Figura 15.</b> "Tetos de Estuque;"	pag.15
<b>Figura 16.</b> "Parede de Alvenaria de Tijolo;"	pag.16
<b>Figura 17.</b> "Cobertura provisória realizada com uma estrutura em aço;"	pag.16
<b>Figura 18.</b> "Escadas em Betão;"	pag.16
<b>Figura 19.</b> " Infiltração de água "	pag.17
<b>Figura 20.</b> " Infiltração de água "	pag.17
<b>Figura 21.</b> " Destacamento de Pintura, argamassa, estuque e Pavimento;"	pag.17
<b>Figura 22.</b> " Destacamento de Pintura, argamassa, estuque e Pavimento;"	pag.17
<b>Figura 23.</b> " Destacamento de Pintura, argamassa, estuque e Pavimento;"	pag.17
<b>Figura 24.</b> " Destacamento de Pintura, argamassa, estuque e Pavimento;"	pag.17
<b>Figura 25.</b> "Fissuramento"	pag.18
<b>Figura 26.</b> "Fissuramento"	pag.18
<b>Figura 27.</b> "Fissuramento"	pag.18
<b>Figura 28.</b> "Fissuramento"	pag.18

<b>Figura 29.</b> “ Agentes Biológicos”	pag.18
<b>Figura 30.</b> “ Madeira Carbonizada”	pag.19
<b>Figura 31.</b> “ Madeira Carbonizada”	pag.19
<b>Figura 32.</b> “ Madeira Carbonizada”	pag.19
<b>Figura 33.</b> “ Perdas completas de material”	pag.19
<b>Figura 34.</b> “ Perdas completas de material”	pag.19
<b>Figura 35.</b> “Reação da madeira e do aço ao fogo;” Fonte: <a href="http://estruturasdemadeira.blogspot.com/2007/02/madeira-um-material-construtivo.html">http://estruturasdemadeira.blogspot.com/2007/02/madeira-um-material-construtivo.html</a>	pag.23
<b>Figura 36.</b> “Configurações das Asnas de Serlio;” Fonte: SERLIO, Sebastian, I sette libri dell'architettura, 1575. <a href="https://www.researchgate.net/figure/types-of-trusses-from-the-VII-book-of-Sebastiano-Serlio-first-published-in-1575_fig1_348778956">https://www.researchgate.net/figure/types-of-trusses-from-the-VII-book-of-Sebastiano-Serlio-first-published-in-1575_fig1_348778956</a>	pag.26
<b>Figura 37.</b> “Elementos constituintes de uma asna;”	pag.26
<b>Figura 38.</b> “Tabelas de cálculo;” Fonte: COSTA, F. Enciclopédia Prática da Construção Civil, Depositária Portuguesa Editora, Lisboa, 1955.	pag.27
<b>Figura 39.</b> “Asna simples;” Desenho inspirado na fonte: <a href="#">COSTA, F. Enciclopédia Prática da Construção Civil, Depositária Portuguesa Editora, Lisboa, 1955.</a>	pag.28
<b>Figura 40.</b> “Asna composta;” Desenho inspirado na fonte: <a href="#">COSTA, F. Enciclopédia Prática da Construção Civil, Depositária Portuguesa Editora, Lisboa, 1955.</a>	pag.28
<b>Figura 41.</b> “ Asna de tesoura” Desenho inspirado na fonte: <a href="#">COSTA, F. Enciclopédia Prática da Construção Civil, Depositária Portuguesa Editora, Lisboa, 1955.</a>	pag.29
<b>Figura 42.</b> “ Asna de lanternim” Desenho inspirado na fonte: <a href="#">COSTA, F. Enciclopédia Prática da Construção Civil, Depositária Portuguesa Editora, Lisboa, 1955.</a>	pag.29
<b>Figura 43.</b> “ Asna de mansarda vulgar” Desenho inspirado na fonte: <a href="#">COSTA, F. Enciclopédia Prática da Construção Civil, Depositária Portuguesa Editora, Lisboa, 1955.</a>	pag.30
<b>Figura 44.</b> “ Asna de mansarda de 4 partes” Desenho inspirado na fonte: <a href="#">COSTA, F. Enciclopédia Prática da Construção Civil, Depositária Portuguesa Editora, Lisboa, 1955.</a>	pag.31
<b>Figura 45.</b> “ Asna de mansarda para tetos cilíndricos” Desenho inspirado na fonte: <a href="#">COSTA, F. Enciclopédia Prática da Construção Civil, Depositária Portuguesa Editora, Lisboa, 1955.</a>	pag.31
<b>Figura 46.</b> “ Asna de mansarda, de escoras” Desenho inspirado na fonte: <a href="#">COSTA, F. Enciclopédia Prática da Construção Civil, Depositária Portuguesa Editora, Lisboa, 1955.</a>	pag.32
<b>Figura 47.</b> “ Asna de alpendre” Desenho inspirado na fonte: <a href="#">COSTA, F. Enciclopédia Prática da Construção Civil, Depositária Portuguesa Editora, Lisboa, 1955.</a>	pag.32
<b>Figura 48.</b> “ Asna de nível” Desenho inspirado na fonte: <a href="#">COSTA, F. Enciclopédia Prática da Construção Civil, Depositária Portuguesa Editora, Lisboa, 1955.</a>	pag.33
<b>Figura 49.</b> “ Asna fabril simples” Desenho inspirado na fonte: <a href="#">COSTA, F. Enciclopédia Prática da Construção Civil, Depositária Portuguesa Editora, Lisboa, 1955.</a>	pag.34
<b>Figura 50.</b> “ Asna de fabril composta” Desenho inspirado na fonte: <a href="#">COSTA, F. Enciclopédia Prática da Construção Civil, Depositária Portuguesa Editora, Lisboa, 1955.</a>	pag.34
<b>Figura 51.</b> “ Asna fabril, de escoras” Desenho inspirado na fonte: <a href="#">COSTA, F. Enciclopédia Prática da Construção Civil, Depositária Portuguesa Editora, Lisboa, 1955.</a>	pag.35
<b>Figura 52.</b> “ Meia asna simples” Desenho inspirado na fonte: <a href="#">COSTA, F. Enciclopédia Prática da Construção Civil, Depositária Portuguesa Editora, Lisboa, 1955.</a>	pag.35



<b>Figura 53.</b> “Meia asna composta” Desenho inspirado na fonte: <a href="#">COSTA, F. Enciclopédia Prática da Construção Civil, Depositária</a> <a href="#">Portugália Editora, Lisboa, 1955.</a>	pag.36
<b>Figura 54.</b> “Meia asna, de escoras” Desenho inspirado na fonte: <a href="#">COSTA, F. Enciclopédia Prática da Construção Civil, Depositária</a> <a href="#">Portugália Editora, Lisboa, 1955.</a>	pag.36
<b>Figura 55.</b> “Imagem da Casa Martins sarmento no séc XIX;” - Fonte: <a href="#">Arquivo digital do Centro de estudos do património</a>	pag.39
<b>Figura 56.</b> “ Pormenor da cobertura da Casa Martins Sarmento;” - Fonte: <a href="#">Este imagem foi fornecida pelo centro de estudos do</a> <a href="#">património sediado na Casa de Sarmento.</a>	pag.39
<b>Figura 57.</b> “Fotografia do Largo Martins Sarmento onde se consegue visualizar parte da cobertura original da Casa Martins Sarmento; Fonte: <a href="#">Arquivo digital do Centro de estudos do património, proveniente de Belmiro P. Oliveira. https://www.csarmento.uminho.pt/site/s/sms/item/41365#?c=0&amp;m=0&amp;s=0&amp;cv=0&amp;xywh=149%2C-24%2C967%2C526</a>	pag.40
<b>Figura 58.</b> “Sobreposição do traçado da cobertura com a fotografia;” Imagem adaptada da Fonte: <a href="#">Arquivo digital do Centro de estudos</a> <a href="#">do património, proveniente de Belmiro P. Oliveira. https://www.csarmento.uminho.pt/site/s/sms/item/41365#?c=0&amp;m=0&amp;s=0&amp;c</a> <a href="#">v=0&amp;xywh=149%2C-24%2C967%2C526</a>	pag.41
<b>Figura 59.</b> “Esquema representativo do traçado original da cobertura;”	pag.41
<b>Figura 60.</b> “Planta com o mapeamento das asnas visíveis na casa;”	pag.42
<b>Figura 61.</b> “Marcas da cobertura original da Casa Martins Sarmento;”	pag.43
<b>Figura 62.</b> “Marcas da cobertura original da Casa Martins Sarmento;”	pag.43
<b>Figura 63.</b> “Identificação em planta das marcas visíveis;”	pag.43
<b>Figura 64.</b> “Marcas da cobertura original da Casa Martins Sarmento;”	pag.44
<b>Figura 65.</b> “Marcas da cobertura original da Casa Martins Sarmento;”	pag.44
<b>Figuar 66.</b> “Identificação em planta das marcas visíveis;”	pag.44
<b>Figura 67.</b> “Marcas da cobertura original da Casa Martins Sarmento;”	pag.45
<b>Figura 68.</b> “Marcas da cobertura original da Casa Martins Sarmento;”	pag.45
<b>Figura 69.</b> “Identificação em planta das marcas visíveis;”	pag.45
<b>Figura 70.</b> “Marcas da cobertura original da Casa Martins Sarmento;”	pag.46
<b>Figura 71.</b> “Identificação em planta das marcas visíveis;”	pag.46
<b>Figura 72.</b> “ Processo de desenvolvimento da estrutura principal da cobertura em madeira da Casa Martins Sarmento;”	pag.48
<b>Figura 73.</b> “ Desenhos representativos das diversas asnas que compõe a cobertura de madeira implementadas no edifício; ”	pag.49
<b>Figura 74.</b> “Tipos de Trapeiras;”	pag.50
<b>Figura 75.</b> “Planta esquemática do posicionamento das trapeiras;”	pag.51
<b>Figura 76.</b> “Desenho da estrutura da trapeira assente em varas”	pag.51
<b>Figura 77.</b> “Esquema das diversas partes constituintes da estrutura em madeira da cobertura original de madeira da Casa Martins Sarmento;”	pag.52
<b>Figura 78.</b> “ Telha Canudo;”	pag.55
<b>Figura 79.</b> “Esquema representante da forma correta de colocar as telhas;” <a href="#">Fonte:Desenho inspirado no manual de instruções</a> <a href="#">para montagem da cobertura da empresa CS - Coelho da Silva. https://www.coelhodasilva.com/pt/documentacao/instrucoes-de-</a> <a href="#">montagem/instrucoes-para-montagem-de-cobertura-891</a>	pag.55

<b>Figura 80.</b> “Tipos de Telhas” Fonte:UMBELINO, Monteiro. “Uma história de tradição e inovação, preservar o passado com os olhos no futuro, Sistema UM - Renovar, 2019, pag. 17.	pag.56
<b>Figura 81.</b> “Remates;” Desenho inspirado na seguinte fonte: MASCARENHAS,Jorge, Sistemas de Construção, VI - Coberturas inclinadas(1ª parte), Descrição ilustrada e detalhada de processos construtivos utilizados correntemente em Portugal, Livros Horizonte, Lisboa, 2011, pag.140 e 141.	pag.56
<b>Figura 82.</b> “Telha ventiladora”	pag.57
<b>Figura 83.</b> “Esquema do posicionamento das telhas ventiladoras;” Desenho inspirado na seguinte fonte: UMBELINO, Monteiro, Guia de Aplicação, Um Canudo, pag. 19. <a href="https://www.umbelino.pt//client/files/0000000001/guia-um-canudo-2017-pt-en_1563.pdf">https://www.umbelino.pt//client/files/0000000001/guia-um-canudo-2017-pt-en_1563.pdf</a>	pag.57
<b>Figura 84.</b> “Esquema do escoamento de águas do edifício;” - Imagem adaptada da Fonte: <a href="#">Arquivo digital do Centro de estudos do património</a>	pag.59
<b>Figura 85.</b> “Planta de escoamento de águas;”	pag.59
<b>Figura 86.</b> “Esquemas dos Pormenores Construtivos das Caleiras;”	pag.59
<b>Figura 87.</b> “Corte longitudinal da cobertura original em madeira da Casa Martins Sarmento;”	pag.64
<b>Figura 88.</b> “Corte longitudinal da cobertura provisória realizada com uma estrutura metálica da Casa Martins sarmento;”	pag.64
<b>Figura 89.</b> “ Corte transversal da cobertura original”	pag.65
<b>Figura 90.</b> “Corte transversal da cobertura atual provisória;”	pag.65
<b>Figura 91:</b> “Corte transversal da cobertura original em madeira da Casa Martins Sarmento;”	pag.66
<b>Figura 92 :</b> “ Corte transversal da cobertura provisória realizada com uma estrutura metálica da Casa Martins sarmento;”	pag.66
<b>Figura 93.</b> “ Corte transversal da cobertura original de madeira;”	pag.67
<b>Figura 94.</b> “Corte transversal da cobertura atual provisória;”	pag.67
<b>Figura 95.</b> “Estruturas realizadas com madeira lamelada colada - Glulam” Fonte: <a href="https://www.archdaily.com.br/br/928061/o-que-e-madeira-laminada-colada-mlc-ou-glulam/5dc989533312fdc363000002-o-que-e-madeira-laminada-colada-mlc-ou-glulam-imagem">https://www.archdaily.com.br/br/928061/o-que-e-madeira-laminada-colada-mlc-ou-glulam/5dc989533312fdc363000002-o-que-e-madeira-laminada-colada-mlc-ou-glulam-imagem</a>	pag.68
<b>Figura 96.</b> “Estruturas realizadas com madeira lamelada colada - Glulam” Fonte: <a href="https://www.jular.pt/produtos/estruturas-em-madeira/madeira-lamelada-colada">https://www.jular.pt/produtos/estruturas-em-madeira/madeira-lamelada-colada</a>	pag.68
<b>Figura 97.</b> “Corte Longitudinal da cobertura em madeira proposta para a Casa Martins Sarmento;”	pag.69
<b>Figura 98.</b> “Corte transversal da cobertura em madeira proposta para a Casa Martins Sarmento.”	pag.69
<b>Figura 99.</b> “Corte Longitudinal da cobertura proposta em madeira;”	pag.70
<b>Figura 100.</b> “Corte transversal da cobertura proposta em madeira;”	pag.70
<b>Figura 101.</b> “Corte Longitudinal - Sistema Original”	pag.72
<b>Figura 102.</b> “Corte Longitudinal - Sistema Proposto”	pag.73
<b>Figura 103.</b> “Corte Transversal - Sistema Original”	pag.74
<b>Figura 104.</b> “Corte Transversal - Sistema Proposto”	pag.75
<b>Figura 105.</b> “Ligações metálicas;” COSTA, F. Enciclopédia Prática da Construção Civil, Depositária Portugália Editora, Lisboa, 1955.	pag.76
<b>Figura 106.</b> “Planta da Casa Martins Sarmento com a representação do sistema de escoamento de águas.”	pag.77
<b>Figura 107.</b> “Corte Longitudinal da Casa Martins Sarmento com a representação do sistema de escoamento de águas.”	pag.78
<b>Figura 108.</b> “Pormenor da cobertura Casa Martins Sarmento com a representação do sistema de escoamento de águas.”	pag.78