



Christophe Da Rocha Dias

**O uso de Light Steel Frame –
Em edifícios de maior dimensão**

Trabalho realizado sob orientação do:
Prof. Doutor António Sérgio Koch de Araújo e Silva

outubro 2022



Christophe Da Rocha Dias

**O uso de Light Steel Frame –
Em edifícios de maior dimensão**

**Dissertação de Mestrado
Arquitetura**

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

Dissertação defendida em provas públicas na Universidade Lusófona do Porto no dia
23/10/2022, perante o júri seguinte:

Presidente: Professor Doutor Pedro Cândido Almeida D'Eça Ramalho
(Professor Catedrático da Universidade Lusófona do Porto)

Arguente: Professor Engenheiro Rui Ramalhete Moutinho Furtado
(Professora Associado Convidado da Universidade Lusófona do Porto)

Orientador: Professor Doutor António Sérgio Koch de Araújo e Silva
(Professor Auxiliar da Universidade Lusófona do Porto)

outubro 2022

É autorizada a reprodução integral desta tese/dissertação apenas para efeitos de investigação, mediante declaração escrita do interessado, que a tal se compromete.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar em primeiro lugar o meu agradecimento ao meu orientador da tese, Professor Sérgio de Araújo e Silva. Agradeço-lhe por me ter enquadrado, orientado, ajudado e aconselhado os melhores caminhos para que este trabalho tivesse um bom final pretendido.

Estendo os meus sinceros agradecimentos a todos os professores da Universidade Lusófona do Porto e a todas as pessoas que com os seus conselhos, palavras e críticas guiaram as minhas reflexões e ajudaram-me a encontrar e responder às minhas dúvidas durante todo o processo deste trabalho.

Agradeço a toda a minha família e amigos, pois sem eles isto não seria possível, que durante estes cinco anos sempre me apoiaram em tudo que foi possível para que eu pudesse concretizar esta importante etapa da minha vida.

Por fim, agradeço à banda onde toco e trabalho nomeadamente “Cláudia Martins & Minhotos Marotos” que sempre tiveram ao meu lado e por vezes se adaptaram e me deram muito apoio e incentivo incondicional, que foram de grande ajuda.

A todos estes oradores, o meu sincero agradecimento, respeito e gratidão.

Obrigado.

RESUMO

No último século, o betão armado foi a ferramenta principal para vários tipos de construções, nomeadamente de uso habitacional, coletivo, público e ainda em uso interiores e decorativo.

Fora do continente europeu o uso de betão como método construtivo tem perdido o seu impacto, demonstrando uma necessidade por novas soluções construtivas mais eficazes. Um destes métodos é o sistema “Light Steel Frame”, como alternativa ao uso do betão armado como estrutura primitiva do edifício.

Cada vez mais nos dias de hoje as preocupações ambientais são um tema abordado diariamente na sociedade, por isso procuramos soluções para construções sustentáveis, racionais e mais amigas do ambiente. Perante isto, o betão começa a perder terreno comparado com outros métodos construtivos, tendo em conta que este material é muito poluente e economicamente bastante dispendioso. Soluções como o “Light Steel Frame” tornam-se mais económicas para se construir e manter ao longo da vida do edifício.

Nos dias de hoje, é bastante visível o aceleramento a nível construtivo que se vem a refletir no sistema construtivo adoptado. Sistemas construtivos como o do “Light Steel Frame”, permitem que a construção do edifício se torne mais rápida, eficiente, com pouco desperdício e reutilização desta mesma matéria, anos mais tarde. Com isto, o atributo deste tipo de edifícios retrata-se na sua sustentabilidade, refletindo-se a nível habitacional para quem nela habita.

Por fim, ter uma alternativa às construções tradicionais não quer dizer que as construções em betão armado serão esquecidas, mas sim é um passo para o futuro onde olhamos atentamente à economia, à sustentabilidade e ao ambiente.

Palavras-chave: Light Steel Frame, aço leve, arquitetura, sustentável, construções mistas

ABSTRACT

In the last century, reinforced concrete was the main tool for various types of constructions, namely for residential, collective, public use and still in interior and decorative use.

Outside Europe, the use of concrete as a construction method has lost its impact, demonstrating a need for new, more effective construction solutions. One of these methods is the “Light Steel Frame” system, as an alternative to the use of reinforced concrete as the primary structure of the building.

Increasingly nowadays, environmental concerns are a topic addressed daily in society, so we look for solutions for sustainable, rational and more environmentally friendly constructions. In view of this, concrete begins to lose ground compared to other construction methods, taking into account that this material is very polluting and economically very expensive. Solutions such as "Light Steel Frame" become more economical to build and maintain throughout the life of the building.

Nowadays, it is quite visible the acceleration at the constructive level that comes to be reflected in the adopted constructive system. Constructive systems such as the “Light Steel Frame”, allow the construction of the building to become faster, more efficient, with little waste and reuse of this same material, years later. With this, the attribute of this type of buildings is portrayed in its sustainability, reflected at the housing level for those who live in it.

Finally, having an alternative to traditional constructions does not mean that reinforced concrete constructions will be forgotten, but it is a step towards the future where we look closely at the economy, sustainability and the environment.

Keywords: Light Steel Frame, light steel, architecture, sustainable, mixed constructions

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Contextualização.....	13
1.2 Justificação da Problemática.....	13
1.3 Objetivos.....	15
1.4 Estado da Arte.....	15
1.5 Metodologia Adoptada.....	16
1.6 Estrutura de Trabalho.....	16
CAPÍTULO II – Reflexão Teórica	
2.1 Conceito.....	18
2.2 Vantagens.....	21
2.3 Processos de construção.....	24
2.3.1 Fundações laje e ancoragem.....	26
2.3.2 Perfis e estruturas metálicas.....	28
2.3.3 Revestimento em placas OSB.....	31
2.3.4 Isolamento e revestimento das paredes interiores.....	32
2.3.5 Passagem de tubagens e canalizações.....	34
2.3.6 A cobertura.....	35
2.3.7 Revestimento exterior.....	36
CAPÍTULO III – Análise de Referências Arquitetónicas	
3.1 Casa em “Light Steel Frame”.....	38
3.2 Casa Construção mista.....	43
3.3 comparação de casos de estudo.....	48
CAPÍTULO IV – Construção Mista em LSF relacionado com projeto	
4.1 Introdução.....	50
4.2 Local de implantação.....	51
4.3 Projeto.....	52
4.3.1 Programa e Circulações.....	53
4.3.2 Sistema construtivo.....	54
4.3.3 Cobertura.....	58
4.3.4 Laje térrea.....	59
CAPÍTULO V – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de “Balloon Framing”

Fonte: Construção de edifícios de habitação em Light Steel Framing

Alternativa viável à construção tradicional – André Poças Gaspar, 2013, ULP

Figura 2: Sistema de “Platform Framing”

Fonte: Construção de edifícios de habitação em Light Steel Framing

Alternativa viável à construção tradicional – André Poças Gaspar, 2013, ULP

Figura 3: Cronografia típico das fases de processo construtivo em LSF

Fonte: “Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados”,

Dissertação para obtenção de grau mestre em engenharia civil, de Renata Cristina

Moraes de Castro, Ouro Preto (Brasil) 2005

Figura 4: Fundação moradia em Lousada

Fonte: Futureng

Figura 5: Estrutura com técnicas convencionais moradia em Lago Amarelo

Fonte: Futureng

Figura 6: Esquema de Ancoragem a laje

Fonte: Revista técnica

Figura 7: Diferentes tipos de perfis

Fonte: Construção de edifícios de habitação em Light Steel Framing

Alternativa viável à construção tradicional – André Poças Gaspar, 2013, ULP

Figura 8: Parafuso baixo do tipo lentilha

Fonte: Construção de edifícios de habitação em Light Steel Framing

Alternativa viável à construção tradicional – André Poças Gaspar, 2013, ULP

Figura 9: Parafuso com cabeça sextavada

Fonte: Construção de edifícios de habitação em Light Steel Framing

Alternativa viável à construção tradicional – André Poças Gaspar, 2013, ULP

Figura 10: Alinhamento dos perfis (no lado esquerdo de forma correta e lado direito incorreta)

Fonte: Construção de edifícios de habitação em Light Steel Framing

Alternativa viável à construção tradicional – André Poças Gaspar, 2013, ULP

Figura 11: Diversos contraventamentos em sistema de cruz

Fonte: Construção de edifícios de habitação em Light Steel Framing

Alternativa viável à construção tradicional – André Poças Gaspar, 2013, ULP

Figura 12: Alinhamento OSB (no lado esquerdo de forma correta e lado direito incorreta)

Fonte: Construção de edifícios de habitação em Light Steel Framing

Alternativa viável à construção tradicional – André Poças Gaspar, 2013, ULP

Figura 13: orientação das fibras OSB

Fonte: Construção de edifícios de habitação em Light Steel Framing
Alternativa viável à construção tradicional – André Poças Gaspar, 2013, ULP

Figura 14: Placa OSB

Fonte: Construção de edifícios de habitação em Light Steel Framing
Alternativa viável à construção tradicional – André Poças Gaspar, 2013, ULP

Figura 15: painéis rígidos

Fonte: www.obras360.pt
Data e hora: 6 junho 2022 18h

Figura 16: Mantas leves e flexíveis

Fonte: www.obras360.pt
Data e hora: 6 junho 2022 18h

Figura 17: Flocos

Fonte: www.obras360.pt
Data e hora: 6 junho 2022 18h

Figura 18: Placa de gesso

Fonte: Futureng
Data e hora: 6 junho 2022 19h

Figura 19: Placa de gesso ignífugo

Fonte: Futureng
Data e hora: 6 junho 2022 19h

Figura 20: Placa hidrógufo

Fonte: Futureng
Data e hora: 6 junho 2022 19h

Figura 21: Passagens de infraestruturas em alvenaria

Fonte: Construção de edifícios de habitação em Light Steel Framing
Alternativa viável à construção tradicional – André Poças Gaspar, 2013, ULP

Figura 22: Passagens de infraestruturas em LSF

Fonte: Construção de edifícios de habitação em Light Steel Framing
Alternativa viável à construção tradicional – André Poças Gaspar, 2013, ULP

Figura 23: Vista exterior “CASA B”

Fonte: <https://constructalia.arcelormittal.com>
Data e hora: 8 junho 2022 15h

Figura 24: Vista de terraço “CASA B”

Fonte: <https://constructalia.arcelormittal.com>

Data e hora: 8 junho 2022 15h

Figura 25: Estrutura da casa em LSF

Fonte: <https://constructalia.arcelormittal.com>

Data e hora: 8 junho 2022 15h

Figura 26: Alçado Oeste da “CASA B”

Fonte: <https://constructalia.arcelormittal.com>

Data e hora: 8 junho 2022 15h

Figura 27: Alçado Sul “CASA B”

Fonte: <https://constructalia.arcelormittal.com>

Data e hora: 8 junho 2022 15h

Figura 28: Planta superior

Fonte: <https://constructalia.arcelormittal.com>

Data e hora: 8 junho 2022 15h

Figura 29: planta piso inferior

Fonte: <https://constructalia.arcelormittal.com>

Data e hora: 8 junho 2022 15h

Figura 30: Corte longitudinal

Fonte: <https://constructalia.arcelormittal.com>

Data e hora: 8 junho 2022 15h

Figura 31: Corte transversal

Fonte: <https://constructalia.arcelormittal.com>

Data e hora: 8 junho 2022 15h

Figura 32: Corte construtivo

Fonte: <https://constructalia.arcelormittal.com>

Data e hora: 8 junho 2022 15h

Figura 33: Vista exterior casa em la Paz

Fonte: Archdaily

Data e hora: 9 junho 2022 10h

Figura 34: Vista exterior casa em la Paz

Fonte: Archdaily

Data e hora: 9 junho 2022 10h

Figura 35: Vista interior casa em la Paz

Fonte: Archdaily

Data e hora: 9 junho 2022 10h

Figura 36: Vista interior casa em la Paz

Fonte: Archdaily

Data e hora: 9 junho 2022 10h

Figura 37: estrutura da casa

Fonte: Archdaily

Data e hora: 9 junho 2022 10h

Figura 38: estrutura da casa

Fonte: Archdaily

Data e hora: 9 junho 2022 10h

Figura 49: estrutura da casa

Fonte: Archdaily

Data e hora: 9 junho 2022 10h

Figura 40: estrutura da casa com LSF

Fonte: Archdaily

Data e hora: 9 junho 2022 10h

Figura 41: esquema de estrutura mista de estruturas metálicas com LSF

Fonte: Archdaily

Data e hora: 9 junho 2022 10h

Figura 42: Alçados das estruturas

Fonte: Archdaily

Data e hora: 9 junho 2022 10h

Figura 43: Planta detalhada da constituição das paredes

Fonte: Archdaily

Data e hora: 9 junho 2022 10h

Figura 44: Corte construtivo pelo edifício

Fonte: Archdaily

Data e hora: 9 junho 2022 10h

Figura 45: Diversos cortes

Fonte: Archdaily

Data e hora: 9 junho 2022 10h

Figura 46: Alçados da casa

Fonte: Archdaily

Data e hora: 9 junho 2022 10h

Figura 47: Local de intervenção

Fonte: Google Earth / imagem alterada pelo autor

Data e hora: 28 Maio 2022 10h

Figura 48: Implantação

Fonte: Autor

Figura 49: Planta piso térreo

Fonte: Autor

Figura 50: Alçado Sul

Fonte: Autor

Figura 51: Alçado Leste

Fonte: Autor

Figura 52: Esquema diversos materiais

Fonte: Autor

Figura 53: Parte planta detalhada

Fonte: Autor

Figura 54: Corte parede interior

Fonte: Autor

Figura 55: Corte parede exterior

Fonte: Autor

Figura 56: Corte pela laje de cobertura

Fonte: Autor

Figura 57: Corte pela laje térrea

Fonte: Autor

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Esta investigação pretende abordar o método construtivo “Light Steel Frame” (LSF), tendo como base estudo de obras e todas as suas características inerentes. Este método construtivo não é o mais usado nos dias de hoje, contudo, com a densa construção recorrente ao uso do betão que tem vindo a ser um problema para a ecologia do nosso planeta, novos métodos construtivos têm vindo a ser estudados onde o “Light Steel Frame” se incorpora. O LSF é um método que se preocupa em substituir a construção de alvenaria tradicional pela construção em aço leve como o próprio nome designa, uma construção baseada no aço como elemento fundamental na sua estrutura. Desta forma, a estrutura do edifício deixa de ser o tradicional betão e do tijolo, passando a ser construída através de perfis metálicos galvanizados formados a frio.

Quando pensamos no “Light Steel Frame” apercebemo-nos que é uma construção pouco comum na Europa, no entanto já é um método que foi criado no século XIX, nos Estados Unidos da América. Este método surge devido ao aumento da densidade populacional, existindo a necessidade de recorrer a materiais disponíveis nas respetivas localidades e a métodos funcionais que originassem o aumento da produtividade da construção de novas habitações.

Com isto, este trabalho divide-se em duas partes, a primeira parte baseia-se na fase de estudo de todo este método desde o estudo preliminar até à execução de obra. Nomeadamente, análise de vantagens, desvantagens e problemáticas inerentes que interferem na arquitetura, na qual se apoia em diversas obras exemplificativas para que se possa tirar as devidas conclusões. Na segunda parte, através das conclusões adjacentes da parte anteriormente mencionada, demonstra-se estas características com um projeto parcialmente construído em LSF elaborado pelo autor na Unidade Curricular de Projeto 5, do curso de Arquitetura.

1.2 Justificação da Problemática

Não sendo tema totalmente novo, mas com o aumento do pedido de novas metodologias construtivas, a construção está cada vez mais virada para tecnologias sustentáveis que minimizam o impacto ambiental. O “Light Steel Frame” é uma das soluções para combater

essas problemáticas, sendo este aplicado em substituição ao betão armado, assim como outros métodos construtivos um pouco por todo o mundo.

O LSF é um método utilizado especialmente para a construção de edifícios unifamiliares e ainda para a reabilitação de edifícios, o que significa que este tipo de construção trabalha de forma independente, utilizando apenas o aço, ou em conjunto com outros materiais, tais como betão, estruturas metálicas, entre outras. Podemos ter uma construção em que é utilizado a 100% o “Light Steel Frame” ou, então, utilizar de forma mista conjugado com outros sistemas construtivos. Uma das grandes vantagens deste sistema, é como se relaciona a nível de conforto térmico, um dos pontos mais importantes numa habitação, e que cada vez tem mais impacto na arquitetura. Outra característica é o peso que este material contém e, também, a ótima articulação entre elementos naturais, tornando este sistema bastante adequado a edifícios de pouca volumetria. O material utilizado podemos o considerar ecológico uma vez que ele é 100% reciclável, um fator importante para a sociedade nos dias que correm. Este sistema, uma vez que utiliza aço, onde a sua estrutura é leve devido aos perfis de menor espessura, é uma solução ideal para remodelação de edifícios degradados, por exemplo na ampliação de divisões ou até mesmo em pisos, por ser bastante leve, de fácil e rápida construção evitando que se altere a fachada existente.

Uma das desvantagens deste sistema é que não é tão apropriado para edifícios de elevada altura dado que habitações com mais de 2 pisos podem condicionar a estabilidade da estrutura. Outra desvantagem presente neste tipo de construção é o facto de devido ao afastamento entre perfis de aço leve não seja tão fácil posicionar os vãos nos espaços pretendidos devido a esta condicionante.

Com isto, o LSF ainda é um sistema construtivo pouco utilizado em Portugal, pois a tendência atual ainda é a construção tradicional para além de que a mão de obra qualificada neste tipo de tecnologia construtiva é diminuta. Exemplificando melhor as suas vantagens e desvantagens, recorrerei a dois projetos já construídos em que no primeiro exemplo, o edifício é 100% construído em LSF e no segundo este sistema é utilizado de forma mista, ou seja, construção tradicional/metálica mais LSF. Por fim, após todas as conclusões retiradas nestes dois projetos, proponho o estudo de um projeto de raiz com a utilização do LSF de forma mista, uma vez que se trata de um edifício de maior volumetria/densidade, algo que não é tão usual.

1.3 Objetivos

O grande objetivo da realização deste trabalho é analisar um novo sistema construtivo, onde a sua forma de construir é bastante fluida, e a sua construção considerada seca, uma vez que a utilização do cimento é quase nula. É um aspeto que através deste estudo pretendo motivar construções futuras a incluir este método construtivo nas mesmas. Sendo este um método inovador, mas pouco manuseado pela sociedade, despertou-me a curiosidade em compreender a sua origem, a sua função, e como pode mudar o mundo da construção de forma a torná-lo mais sustentável.

Mesmo sendo uma tendência inovadora, não significa que possua só condicionantes ao seu sistema construtivo, existindo o “Light Steel Frame”, para complementar e criar valor a arquitetura e não a desvalorizar.

Apesar do objetivo principal ser o de compreender e estudar ao pormenor este tipo de construção, também é de salientar que se recorre a esta tecnologia para a elaboração da proposta realizada a unidade curricular de projeto 5 do ano letivo 2021/2022.

1.4 Estado da Arte

Após ter iniciado a investigação sobre o “Light Steel Frame”, baseei a minha investigação em diversos documentos científicos sobre o tema em estudo, artigos e revistas internacionais, teses de mestrado e / ou doutoramento, entre outros.

Ao longo destas análises e pesquisas deparei-me que o “Light Steel Frame” começou a ser utilizado principalmente na reabilitação de edifícios nas grandes cidades, pois geralmente é usado para o aumento de um piso ou mais. No entanto este método construtivo ainda é pouco usado devido a pouca divulgação, desconhecimento generalizado sobre o sistema por parte da sociedade e a mão de obra qualificada que necessita. Por isso é que há uma predominância de recorrer sempre a outros métodos como a construção tradicional em alvenaria, entre outros.

Em Portugal, considero que este sistema construtivo ainda é pouco investigado devido a certos aspetos condicionantes do seu uso, sendo estes por causa da falta de profissionais nesta área. A mão de obra que existe, apesar de ser pouca, tem muito mais facilidade em construir perante os métodos tradicionais do que as novas tendências tecnológicas.

1.5 Metodologia Adotada

A estratégia pensada para atingir os objetivos deste trabalho apoia-se nas pesquisas bibliográficas e documentadas em partes de documentos antigos, assim como documentação mais recente ligada aos dias de hoje, tais como revistas, trabalhos académicos e projetos construídos recentemente, entre outros. Em primeiro lugar, a pesquisa relaciona-se com livros, revistas arquitetónicas, assim como teses e trabalhos académicos de outros alunos. De seguida, a pesquisa documental corresponde ao levantamento de informação que foi acumulado e sintetizado por publicações de especialistas desta área. Neste contexto, é importante lembrar que todo este estudo está relacionado com um projeto académico idealizado pelo autor, onde a grande preocupação é conseguir concretizar uma boa construção em aço leve galvanizado sem condicionar a arquitetura.

1.6 Estrutura de Trabalho

O presente trabalho está organizado em cinco capítulos. No primeiro, faz-se uma pequena introdução a explicar o que se pretende alcançar com este trabalho, assim como explicar o objetivo do mesmo. No segundo capítulo, trata-se da reflexão teórica onde se apresenta a forma como se aplica este método de construção. No terceiro capítulo irei abordar duas formas distintas de introduzir o LSF, na qual uma delas será a de construir com 100% em LSF e, na segunda, a junção com outros métodos de construção, assim como, a comparação entre edifícios que utilizam esta tecnologia. No quarto capítulo irá ser evidenciado em pormenor o estudo do projeto académico anteriormente mencionado. Por último, aponta-se as conclusões finais deste trabalho.

CAPÍTULO II – Reflexão Teórica

2.1 Conceito

O “Light Steel Frame” (LSF), cujo nome assim é conhecido mundialmente, é um método construtivo de entendimento racional, onde a sua principal característica é de ser uma estrutura composta por perfis formados a frio de aço galvanizado. Este método construtivo podemos traduzir para a língua portuguesa como estruturas ligeiras em aço, assim como as suas palavras, em que “Light” significa leve, “Steel” significa aço e “Frame” significa a estrutura. Esses perfis são usados tanto para os painéis estruturais, não-estruturais, assim como vigas secundárias ou de piso e de mais elementos. Com tudo assim então podemos perceber como realmente designa este sistema.

Light (Leve) – Light como o próprio nome indica é um tipo de estrutura de baixo peso e é feita de perfis de baixo peso, principal característica deste sistema, ou seja, a leveza e flexibilidade, dado que são perfis feitos através de chapas de aço galvanizado de menores grossura moldadas a frio tendo a intenção de obter uma forma que consiga aguentar todas as cargas necessárias. A partir desses perfis conseguimos obter toda a estrutura do edifício.

Steel (Aço) – O Steel, ou aço, é a matéria prima usada no sistema, que é o material que constitui este método construtivo, dando a este uma polivalência e simplicidade de construção. O aço empregado neste sistema construtivo contém particularidades apropriadas a esta tipo de construção. Uma dessas particularidades é a galvanização desses perfis, que através desse processo conseguimos uma proteção contra a corrosão, permitindo assim que a estrutura obtenha um duradouro tempo de vida.

Frame (Estrutura) – Frame é o termo em inglês usado para definir esqueleto estático. Através de os perfis em aço galvanizados moldados a frio conseguimos obter um conjunto de perfis de maneira a criar um esqueleto do edifício, que define a sua forma assim como suporta-se a si próprio.

Em construções de “Light Steel Frame” existem três métodos diferentes de construção, das quais são “Construção “Stick-Build””, “Construção modular” e “Construção por painéis”. Estes três tipos de construção são todos, completamente, diferentes de executar mesmo se a matéria-prima for sempre a mesma.

Construção “Stick-Build” - Neste sistema de construção nomeado “Stick-Build”, toda a sua laboração no que diz respeito à construção é efetuada em obra, o que significa que todos os perfis são montados em obra, vindo eles já cortados, perfurados ou até mesmo vindo

em bruto. As perfurações feitas nos perfis das múltiplas infraestruturas desde eletricidade, água e telecomunicações podem já vir furadas de fábrica ou serem feitas em obra pelos próprios construtores. Porém, todas as paredes, lajes e cobertura são montadas em obra. Este sistema construtivo traz-nos duas vantagens, onde a primeira é a facilidade de transporte de todos estes perfis e em segundo lugar, o construtor da obra não requer de um local particular para a montagem dos painéis.

Construção Modular – Este sistema de construção, é o método que menos tempo precisa em obra, porque a maior parte do trabalho é realizado em fábrica, o que quer dizer que neste tipo de construção vêm unidades completas para a obra. Essas mesmas unidades podem já vir montadas com todas as suas infraestruturas, acabamentos e até com mobiliário fixo por exemplo as casas de banho, ou até cozinhas.

Contudo, pode-se considerar que este é o método que mais vantagens traz em relação ao tempo de montagem em obra, mas, a grande dificuldade neste sistema é a realização do transporte. Independentemente da sua dimensão, o transporte para a obra pode ser uma grande dificuldade e é preciso haver um local generoso para a realização desses módulos.

Construção por painéis – Este sistema de construção é conhecido pela particularidade com que os painéis chegam à obra já pré-montados. Os mesmos servem como paredes estruturais como não- estruturais, lajes e cobertura que são pré-montados em fabrico e que vêm já completos para a obra, que depois são montados nos seus respectivos sítios.

A vantagem deste método é que apresenta uma grande rapidez de montagem em obra e por outro lado não é necessário tanto espaço em obra para armazenar.

Para além de existir todos estes métodos diferentes de construir em “Light Steel Frame” também existem duas diferenças na ligação das estruturas dos painéis verticais com os painéis horizontais. Essas diferenças são ligações designadas de “Plattform Framing” e “Ballon Framing”.

Plattform Framing – Este método de construção é o mais usado atualmente no continente norte- americano, no qual inicialmente são erguidas as paredes e só depois é que se fixa a laje por cima delas. Com este sistema as cargas do edifício são transportadas pelas lajes e assim sucessivamente por todos os pisos do edifício. Trata-se de um método onde em cada piso a sua plataforma é independente, sendo mais fácil assim a construção dos pisos superiores. Uma outra grande vantagem que traz este método é para as instalações das infraestruturas e acabamentos no interior dos edifícios, pois podem ser concluídas essas tarefas no piso, mesmo se o piso superior ainda não se encontra construído (figura2).

Balloon Framing – Neste tipo de construção as diversas vigas dos pisos são afixadas diretamente às paredes que constituem a estrutura do edifício, essas podem ser colocadas com orientação horizontal relativamente ao edifício, desde a sua base a sua cobertura. Através desta colocação consegue-se poupar material, porque garantimos maior estanquidade e não necessitamos de mais material para estruturar o edifício. Contudo, este método também tem desvantagens, como a propagação de fogo entre pisos é maior em caso de incêndio e na sua construção é necessário de trabalhar com perfis de maior dimensão uma vez que são peças únicas de cima a baixo (figura1).

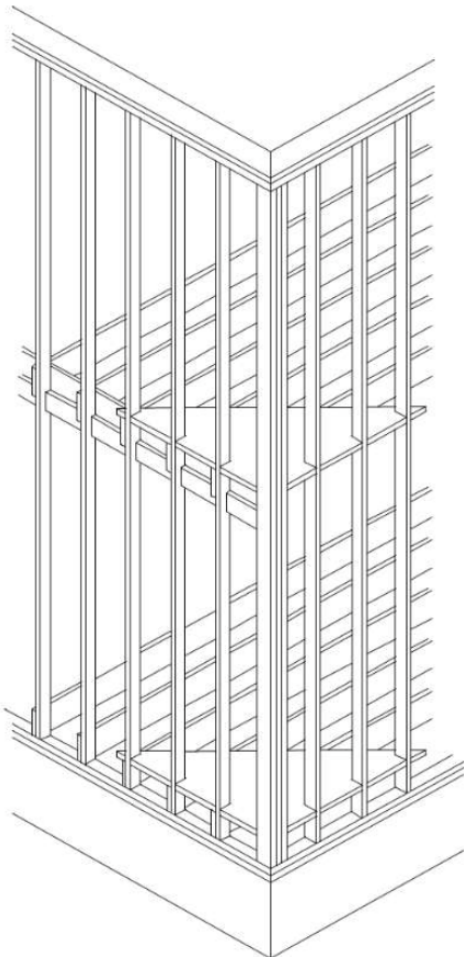


Figura 1 : Sistema de “Balloon Framing”

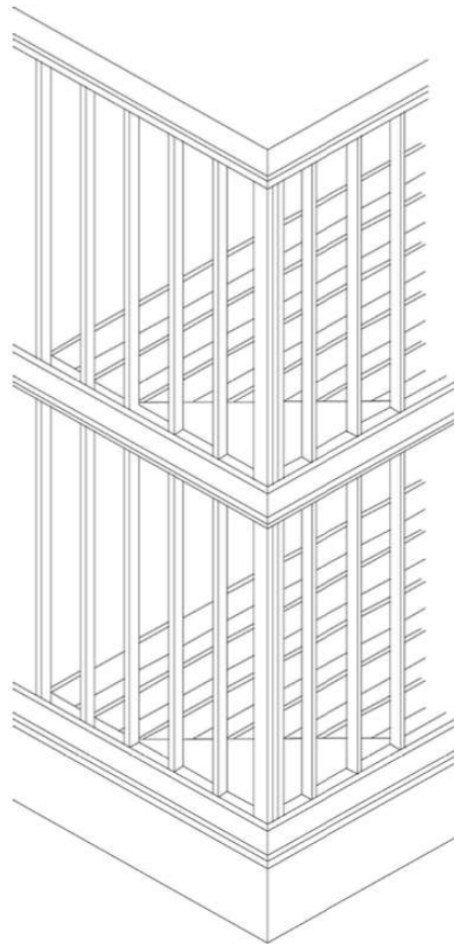


Figura 2 : Sistema de “Platform Framing”

2.2 Vantagens

Referido anteriormente, este método construtivo traz-nos inúmeras vantagens. Nas quais se pode nomear a rapidez de execução, a redução de custos em obra, a qualidade térmica a sua sustentabilidade, a resistência ao fogo e o seu desempenho perante sismos. Trata-se de uma construção fácil e simples.

Rapidez de execução – Uma das virtudes deste método construtivo e, de certa forma a que mais sobressai quando abordamos o tema em estudo é sem dúvida a rapidez de construção. A rapidez da junção destes perfis também só é possível, porque a montagem e todo o seu processo é uma construção seca onde a sua fixação é feita de forma mecânica e simples. Essa rapidez também se reflete, porque o uso de betão e de argamassas no sistema de “Light Steel Frame” não existe ou são usados pontualmente. Evitando esses processos de construção, conseguimos poupar tempo porque não existe a necessidade de montagens e desmontagens de cofragens, assim como reduzimos o tempo de espera que estes materiais necessitam para secar.

Custos em obra – Uma grande preocupação nos dias de hoje é o preço de custo para se construir o que quer que seja, desde edifícios de raiz até mesmo reabilitar. Embora haja a necessidade de profissionais especializados na área e sendo este fenómeno mais encarecedor do que o tradicional, a rapidez deste sistema construtivo vai resultar na redução do custo da mão de obra comparado com o tempo, seja ele mais reduzido ou no máximo semelhante, equiparando este sistema construtivo com os métodos tradicionais praticados em Portugal. Por fim, falando em custos de construção, é de realçar que existe um grande controlo e precisão na questão da materialidade, pois todos os elementos solicitados em obra são estudados e contabilizados, previamente, evitando assim desperdícios de material.

Sustentabilidade – A prevenção do ambiente cada vez tem mais impacto na nossa sociedade. Com isto é preciso estudar, inovar e encontrar novas soluções de modo que as construções não afetem o meio ambiente. Nesse contexto o uso do “Light Steel Frame” é uma das soluções mais cobiçadas, isto graças às vantagens já mencionadas. Quando abordamos o tema sustentabilidade na arquitetura, pode-se referir vários fatores que não devem ser esquecidos, dos quais as preocupações económicas e ecológicas desde a sua construção à sua demolição. Sistemas construtivos que se associam à industrialização apresentam vários fatores positivos quando falamos de sustentabilidade, porque comparados com materiais usados em construções tradicionais, o aço é uma matéria-prima 100%

reciclável. Esta vantagem é singular, porque se houver a necessidade de trocar uma peça que veio com defeito para a obra, basta enviar novamente para a fábrica, ou mesmo após algum tempo quando houver uma demolição, todos os perfis em aço podem ser reciclados e mais tarde refeitos para as mesmas ou outras funções.

Qualidade térmica – Quando se aborda o “Light Steel Frame”, são as qualidades físicas que nos dias de hoje são as particularidades mais importantes na construção, isso porque se reflete na qualidade de habitar um edifício e por isso devemos dar uma boa resposta a estas duas problemáticas, que é uma obrigação, mas assim como uma necessidade, devido a certos regulamentos cada vez de maior rigidez. Neste caso o LSF dá uma boa resposta, uma vez que conseguimos incorporar o isolamento térmico numa só parede. Para tal, é fundamental usar materiais como lã mineral nas paredes divisórias que obtêm grandes qualidades de isolamento térmico. Já para as paredes exteriores, quando abordamos o tema de isolamento térmico, deste cariz ambiental existe uma maior flexibilidade, o que nos permite usar isolamentos mais convencionais.

Resistência ao fogo – O aço, a pesar de ser um material não inflamável, tem como grande inimigo é o fogo, pois quando este atinge elevadas temperaturas deforma-se retirando estabilidade ao edificado. O aço usado para a estrutura começa a perder drasticamente a sua resistência a partir dos 500°C, perdendo assim quase metade da sua resistência quando atinge os 550°C. Contudo, se nada for feito contra, as suas características a nível de estrutura não demoram mais de meia hora a ceder. Para prevenir que tal aconteça é necessário proteger a estrutura de aço contra as altas temperaturas provocadas pelo fogo e assim prevenir deformações e perda de resistência estrutural. *Aos materiais usados na proteção de estruturas contra incêndio devem ser exigidas as seguintes propriedades:*

- Elevada temperatura de fusão
- Boa capacidade para se deformarem sob a ação do calor
- Resistência às ações de origem térmica
- Condições de perfeita aderência às estruturas em que são aplicados
- Resistência ao longo do tempo aos agentes atmosféricos, químicos, choque etc.¹

Contudo, é necessário ter muito cuidado e não esquecer esta temática do fogo que facilmente pode ser resolvida através de dois materiais, nomeadamente, o gesso acartonado

¹ <http://www.futureng.pt/lstf-fogo>

e as lãs-minerais que exercem uma boa proteção contra o fogo.

Desempenho perante sismos – O LSF, por natureza apresenta qualidades de matéria muito resistentes a forças sísmicas, contudo existem alguns cuidados a prevenir aquando da sua construção. Desta forma, é aconselhável que o revestimento posterior aos perfis metálicos abrange o máximo de perfis possíveis, pois irá unificá-los num todo, originando numa parede resistente a esses efeitos sísmicos.

2.3 Processos de Construção

A programação e a logística de uma construção em aço leve galvanizado ou “Light Steel Frame” é uma das peças mais importantes para que a realização da obra seja um sucesso. Sem existir um bom planeamento das várias etapas de construção de uma obra em LSF, facilmente podemos incorrer em incumprimentos dos prazos estabelecidos na programação do seu estudo, o que virá ter um impacto nos custos que são previstos. Como já dito anteriormente, através de uma boa logística e uma boa programação, podemos calcular com uma enorme rigidez toda a materialidade necessária, o que através de tal o desperdício de material seja mínimo. Todas as peças necessárias foram precedentemente pensadas calculadas e desenhadas. Após tal, então sim, será feita uma calendarização de modo que toda a mão de obra essencial das várias especialidades seja organizada de forma que todos os trabalhos ocorrem sem grandes atrasos. Porém é importante que estes prazos sejam respeitados para mais à frente quando os vários subempreiteiros estiverem a trabalhar na mesma obra não se atrapalhem uns os outros.

Fases do processo construtivo em LSF	Semanas																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Laje térrea e ancoragem	1	2																
Estrutura metálica			1	2	3	4	5	6										
Revestimento exterior - OSB							1	2	3	4	5							
Revestimento interior - Lã										1	2	3						
Instalações elétricas											1	2			3	4		
Canalizações											1	2			3	4	5	
Cobertura												1	2					
Revestimento exterior												1	2	3	4			
Gesso cartonado												1	2	3	4			
Janelas												1	2	3	4	5		
Acabamentos interiores														1	2	3	4	5
Nº de fases em simultâneo	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	4	7	4	4	6	4	2	1

Figura 3: Cronografia típico das fases de processo construtivo em LSF

Após análise desta tabela, podemos considerar que se trata de um sistema sucessivo e que vários trabalhos se cruzam, simultaneamente, e que existem situações de “pico” com várias especialidades a laborar ao mesmo tempo. Neste caso de estudo trata-se de uma moradia, cujo prazo total é de 18 semanas que corresponde a 4 meses e meio, até a obra estar concluída por completo. A obra começa por ter o seu início com o trabalho da laje térrea que corresponde a 2 semanas, após tal então começam a ser montadas as estruturas metálicas pré-feitas em fábrica, onde são demorados cerca de 6 semanas. Após a 7ª semana em cruzamento com a conclusão da montagem de todos perfis metálicos, começa-se a revestir toda a estrutura metálica com placas de OSB (Oriented Strand Board) que demora cerca de 5 semanas. Este podemos definir como o “pico” da obra, porque a partir desta fase começam a surgir muitas especialidades que duram cerca de duas a quatro, cinco semanas a estarem completadas, neste caso o revestimento a lã mineral no interior, as instalações elétricas, as canalizações, a cobertura, o gesso acartonado, e a montagem das janelas. Por fim, contamos ainda com 5 semanas de acabamentos interior, onde de seguida se pode entregar a obra ao dono.

Com isto podemos concluir que, no primeiro período de execução, onde podemos considerar que são as dez primeiras semanas não havendo sobreposição de empreitadas, uma vez que a estrutura metálica não estando por completa concluída. Por fim, devido as inumeráveis empreitadas que ocorrem ao mesmo tempo o prazo de terminar a obra pode-se antecipar ou até ser concretizado conforme foi calculado inicialmente, isso graças as várias empreitadas que trabalham paralelamente na mesma obra.

2.3.1 Fundações Laje e ancoragem

A primeira fase da obra é a construção das fundações e da laje, esta mesma como dito anteriormente tem um período com cerca de duas semanas de trabalho. Esta é uma fase muito importante da obra porque todas as construções de edifícios começam por esta fase, sendo esta ser um dos elementos do edifício que de mais atenção precisamos ter, de forma que conseguimos certificar sempre a mesma cota qual quer seja o ponto do espaço onde virão ser assentes todos os perfis que constituirão todas as paredes exteriores, assim como as divisões interiores de acordo com os pormenores arquitetónicos.

Não podemos dispensar que, nesta fase também se deve executar todos os passeios exteriores, tendo em conta todas as diferenças de cotas que possam vir a ter influência na realização dos sistemas de impermeabilização, assim como também nos acabamentos interiores e exteriores. Por fim após a laje estar pronta e acabada, incluindo a betonilha de regularização pode-se começar a elevação da estrutura metálica. Geralmente opta-se por uma laje térrea, mas nem sempre a topografia do terreno nos permite que tal seja feito por isso, caso isto seja a problemática opta-se por técnicas convencionais de engenharia com outro tipo de fundações, que pode vir a inflacionar o tempo de construção desta primeira fase.

Com isto, devido ao baixo peso que a estrutura contém, equiparando com construções convencionais as fundações e lajes usadas para este tipo de construção, são também de menor espessura e exigência.



Figura 4: Fundação moradia em Lousada



Figura 5: Estrutura com técnicas convencionais moradia em Lago Amareos

Com ou sem cave as ancoragens são realizadas diretamente a laje feita de construção tradicional que, são fixadas através de buchas químicas especiais resistentes a sismos. É dado um afastamento de 1.20m, onde permanecerá uma ancoragem de aperto maquina utilizando o varão roscado com uma espessura mínima de 16mm. Para a fixação nas arestas serão aplicadas três buchas, onde será fixada uma ao meio e duas em cada lado. O varão roscado também elemento feito em aço será introduzido nos perfis horizontais onde devemos garantir uma profundidade mínima de 20 a 30 centímetros numa superfície limpa, cuja posteriormente receberá um componente químico que suportará a ancoragem com um aperto que irá tornar ótimo a área de resistência para os carregamentos onde iniciará o arranque.

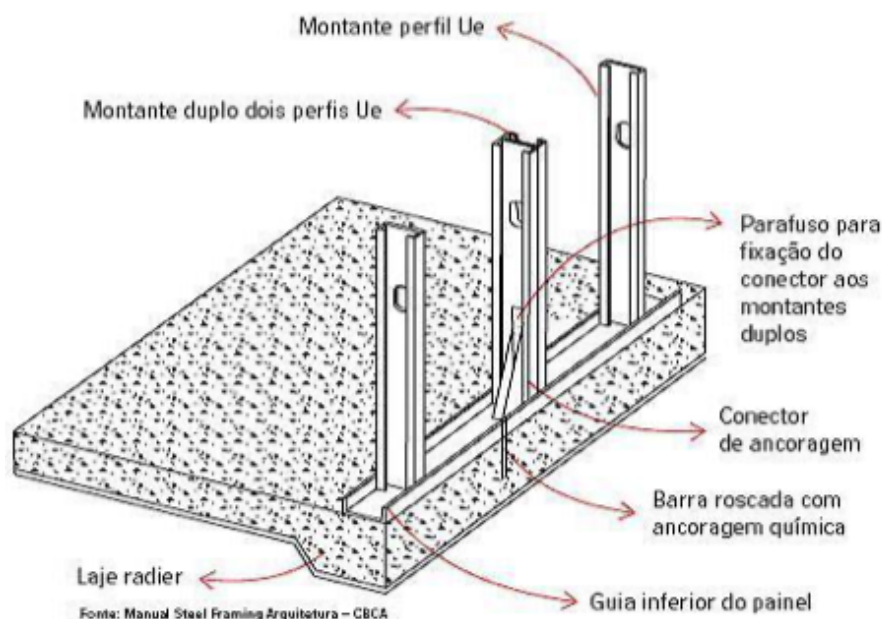


Figura 6: Esquema de Ancoragem a laje

2.3.2 Perfis e estruturas metálicas

Após todo o estudo do edificado inicia-se a realização dos perfis/painéis em aço galvanizado. Estes mesmos são todos pré-fabricados e que de seguida serão transportados por via terrestre para a obra, os quais vêm prontos a ser colocados nos seus respetivos sítios.

Estes painéis estruturais são constituídos por vários montantes colocados na vertical que são montados através de máquinas leves, que serão unidos por calhas tanto na sua base como no cimo do painel. É de realçar que os próprios painéis que fazem as próprias paredes servem ao mesmo tempo como estrutura principal do edifício, o que evita a utilização de pilares para as descargas das forças, ou seja, raramente se usa um sistema pórtico de cargas concentradas. O conceito deste sistema construtivo é de fácil compreensão, porém cada elemento na horizontalidade (viga) equivale a um elemento vertical (montante), que são fixados consoante o projeto de estabilidade calculado pelo engenheiro através de parafusos galvanizados, elásticos e bastante distribuídos de forma a garantir algum desvanecimento de energia em caso de sismo. Para que todas as cargas possam ser distribuídas através dessas tais paredes, é necessário que seja respeitada uma modulação regular onde o espaçamento varia de 40 a 60 centímetros, consoante exigido no projeto de execução.

Acabando por este sistema de se tratar como autoportante, ou seja, as próprias paredes que constituem o edifício, essas mesmas tem a função de descarregar as próprias cargas, assim como outras futuras cargas oriundas de próprio uso até as suas respetivas fundações. Quando abordamos cargas oriundas de próprio uso estamos a falar de ocupação das próprias pessoas que ocupam o edifício, assim como todo respetivo mobiliário que necessita o edificado para ser habitado. Por fim, não nos podemos esquecer que as forças laterais através de ventos, ou sismos, ou até peso de neve em coberturas em países nórdicos também tem que ser calculadas e consideradas para ser suportadas por essas estruturas.

Mesmo se a grande parte das paredes do edificado tem a funcionalidade de estrutura não quer dizer que são usadas as mesmas dimensões de perfis para construção das mesmas, ou seja, as paredes que compõe as fachadas necessitam de perfis com maior dimensão comparando com paredes usadas para as divisões interiores. Essa desigualdade existe uma vez que a parede exterior tem de suportar muitas mais camadas falando assim de isolamento acústico, térmico e do revestimento exterior.

Por fim, é de realçar que para a construção das estruturas metálicas é necessário escorar provisoriamente toda a estrutura através de perfis em diagonal, onde se deve fixar todos os

montantes verticais com parafusos, para que tenhamos a certeza de que a estrutura esteja sempre nivelada na sua verticalidade enquanto a obra é executada. Uma vez que já se encontram colocados os painéis em OSB podemos então retirar esses perfis provisórios, onde a função das placas de OSB vem substituir a função dos perfis provisórios. Contudo, no final disto tudo teremos que ter a certeza de que as ligações entre todas as peças foram aplicadas corretamente nomeadamente as ligações perfil-perfil, perfil-canal, aço-osb, que são muito importantes uma vez que apresentam a função da distribuição de todas as cargas possíveis em obra.

Os perfis usados em construções de Light Steel Frame são adquiridos através de bobinas de aço galvanizado, onde as secções mais utilizadas nas construções são os “C” ou “U” endurecido com (EU) para montantes e vigas. Os “U” é que são usados como guias nas bases e nos topos dos painéis, e a “Cartola” (Cr) são empregados em ripas e cantoneiras (L).

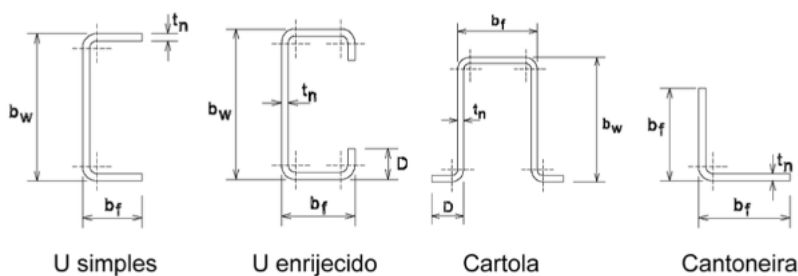


Figura 7: Diferentes tipos de perfis

Para que seja possível a montagem dos painéis, pisos e tesouras constituídos através de perfis, são usados parafusos autoperfurantes e autotarraxantes. Esses mesmos têm cabeça larga, ponta da broca e baixo do tipo lentilha. (figura 9). Já para as ligações entre painéis, peças de apoio e tesouras são usados parafusos com cabeça sextavada que também contém ponta de broca, que também é nomeado como parafuso estrutural. (figura 10).



Figura 8: Parafuso baixo do tipo lentilha.



Figura 9: Parafuso com cabeça sextavada

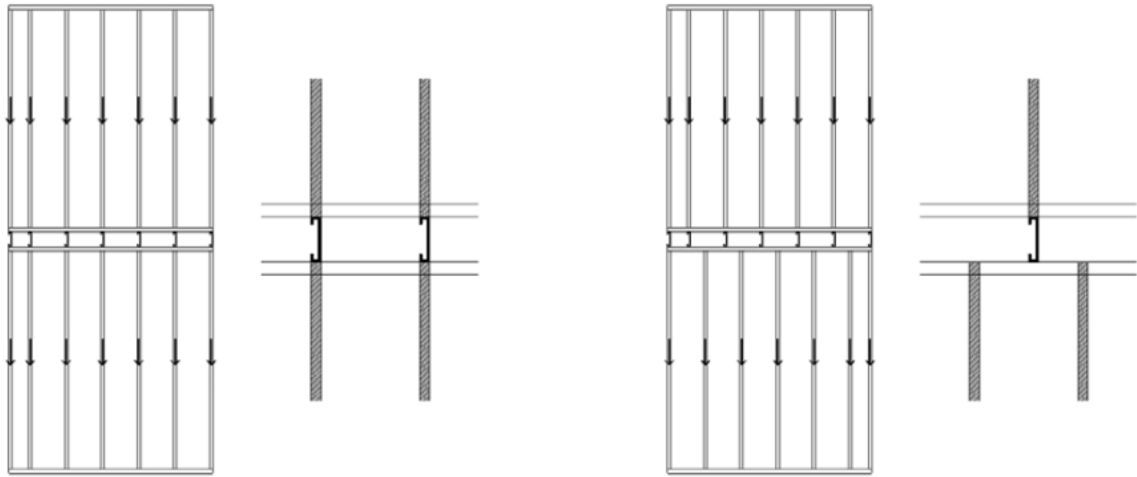


Figura 10: Alinhamento dos peris (no lado esquerdo de forma correta e lado direito incorreta)

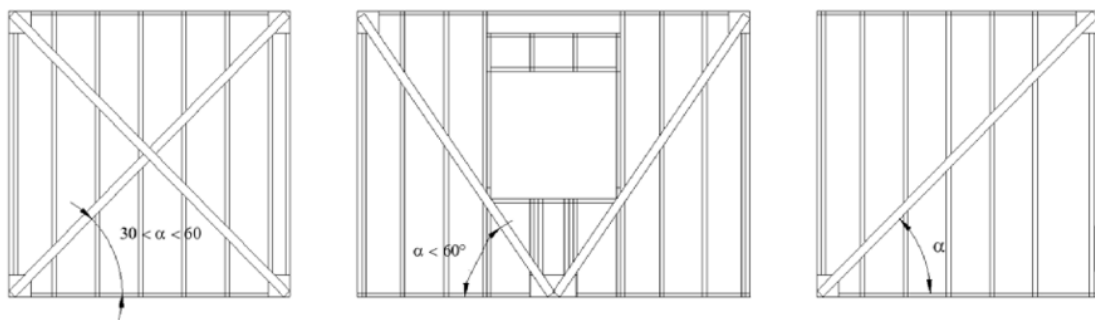


Figura 11: Diversos contraventamentos em sistema de cruz

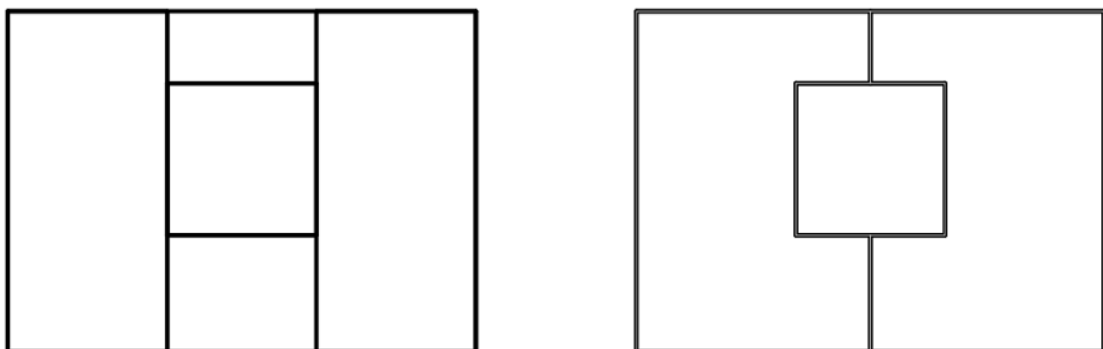


Figura 12: Alinhamentos das placas OSB (no lado esquerdo de forma correta e no lado direito incorreta)

2.3.3 Revestimento em placas OSB

A maior parte dos empreiteiros tem escolhido por colocar placas OSB que tem o objetivo de revestir e reforçar toda a estrutura feita pelos perfis em aço leve galvanizados. Essas placas estruturais feitas de lâminas de madeira orientadas, de onde é oriundo o nome delas, verdadeiramente colaboram para a resistência estrutural, e que o peso delas também é incorporado no cálculo feito pelos engenheiros. Estas placas são compostas por uma combinação de resinas com cera, que após de tudo junto serão prensadas através de altas temperaturas dando uma grande resistência a umidade. Para que essas placas não se tornem finas demais, é necessárias três camadas, dando assim mais resistência e estabilidade.

Tendo em conta as propriedades que estas placas contêm, como leveza, resistência e práticas, também são fáceis de manobrar e de cortar assim como a sua fixação que é feita apenas através de parafusos. Elas podem ser usadas em vários sítios no edifício. Bases, telhados, mobiliários, divisórias entre outros são exemplos onde se usam as placas em OSB. Como já abordado antes, devido as suas propriedades, o OSB é utilizado para o revestimento das estruturas metálicas do “Light Steel Frame”, apesar de ter alguma resistência a umidade não convém muito que essas mesmas estejam muito tempo expostas as intempéries, mas sim de ser revestidas com o acabamento desejável que vai impermeabilizar o edifício.

Com tudo, apesar de ser um material com inúmeras características, há necessidade de haver um isolamento acústico e térmico no edifício, somente quando elas são usadas para coberturas, fachadas ou pisos. Geralmente as placas de OSB que cobrem as estruturas metálicas são revestidas com placas de poliestireno, que resolvem logo o problema das pontes térmicas pelo exterior e dá uma proteção ao edifício contra infiltrações, temperaturas, fissuras, entre outros.

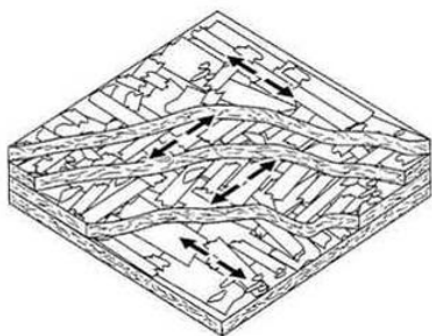


Figura 13: Orientação das fibras OSB

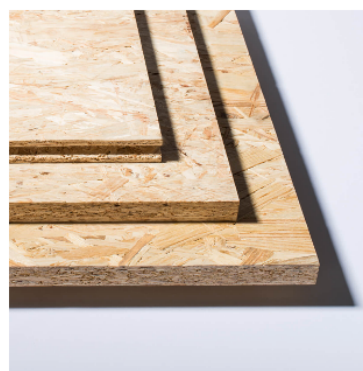


Figura 14: Placa OSB

2.3.4 Isolamento e revestimento das paredes interiores

Segundo o site Futureng.pt, que é um site especializado em explicar tudo que envolve o “Light Steel Frame”, a maioria das construções em “Light Steel Frame” possuem paredes interiores de 12 centímetros de espessura ao contrário de paredes em alvenaria tradicional onde a parede contém 15 centímetros no mínimo. Com isto, podemos ver que se poupa algum espaço. As constituições dessas mesmas paredes são feitas:

*- Estrutura com perfis metálicos com secção de 90 mm espaçados a 600 mm -
Revestimento com placas de gesso laminado de 15 mm em cada uma das faces -
Isolamento termoacústico na cavidade entre perfis com dois painéis sobrepostos de lã mineral com 40 mm cada um.*²

É de realçar que nos 12 centímetros da parede, 8 centímetros são dedicados a isolamento acústico de excelência, o que através disso dificulta a transmissão sonora de divisão para divisão.

Começando então pelas lãs minerais, como por exemplo a lã de vidro ou lã de rocha, que são essas mesmas que assumem a função de isolamento térmico como também acusticamente.

Lã de rocha - A lã de rocha é um material isolante térmico, incombustível (material resistente ao fogo), com um ponto de fusão superior aos 1.200 °C. Comercializada em placas rígidas ou semi- rígidas para isolamento térmico, a Lã de Rocha é produzida mediante a fusão e interligação de fibras de materiais de origem mineral.

*A sucessiva adição de resina ou ligante estabiliza a estrutura do material e transforma-o dimensionalmente em placas, um produto de excelência para o isolamento ao nível térmico e acústico em construção leve, para pavimentos, tetos e paredes interiores.*³

A lã de rocha tem inúmeras vantagens em vários aspectos das quais são a incombustibilidade, onde temos uma estabilidade mecânica capaz de resistir a temperaturas até de 750°C. Trata-se de um produto que a nível de isolamento térmico cumpre muito bem as suas funções, e não liberta gases tóxicos, assim como não gera alergias. É um material que não absorve água, devido a sua capilaridade, não permitindo a passagem de água, e que ao longo dos anos a sua estrutura e volumetria não se altera.

² <http://www.futureng.pt/seccao-das-paredes>

³ <https://placogesso.pt/isolamentos-la-de-rocha/>

Placas de gesso acartonado - Após a colocação do respectivo isolamento, são então colocadas as placas de gesso acartonado, que tem a função do revestimento da estrutura metálica, as quais são fixadas através de parafusão. Essas placas nasceram por volta 1755 em França que cada vez são mais usadas na construção. O gesso acartonado é feito a partir de água e gesso, na qual ainda é atribuído determinados aditivos para obter uma pasta que é revestida em ambas as partes por papel.

As placas de gesso acartonado/laminado existem em variadas espessuras, isso varia conforme os aditivos que lhe são dadas durante a sua fabricação, independentemente para os locais diferentes que lhe é destinado. Conforme a sua construção as placas de gesso podem ser resistentes a humidades e ao fogo, mas para cada uma dessas características não podemos utilizar o mesmo tipo de placas, porque dentro do gesso acartonado existem várias tipologias de acordo com a finalidade de utilização que por sua vez estão relacionados com os diferentes aditivos. No que toca a aplicação dessas placas, elas são parafusadas diretamente à estrutura metálica, ou em casos de construção de alvenaria tradicional são coladas diretamente recorrendo a uma massa/cola própria. Após tal, a juntas das placas de gesso serão rematadas com de gesso e reforçadas através de uma tira de papel ou rede. Importante é salientar que após esse trabalho ser concluído, dificilmente ou segundo a futureng que é mesmo impossível de distinguir o local das juntas.

Por fim, para podermos pendurar objetos será necessário usar buchas de maior dimensão que são adequadas para esse efeito, assim como para objetos mais pesados como por exemplo armários de cozinha ou de casas de banho, esse mesmo mobiliário tem que ser pendurados diretamente em cima da estrutura metálica, cuja facilmente é detetada através de um íman, ou ainda recorrendo a colocação de um reforço por trás da placa de gesso acartonado.



Figura 15: Painéis rígidos



Figura 16: Mantas leves e flexíveis



Figura 17: Flocos



Figura 18: Placa de gesso



Figura 19: Placa de gesso ignífugo



Figura 20: Placa hidrógufo

2.3.5 Passagem de tubagens e canalizações

Quando abordamos a temática da passagem de tubagens e canalizações, estamos a falar de todas as infraestruturas que um edifício necessita, neste caso também deve ser feita uma análise comparativa entre as paredes em LSF com as de alvenaria tradicional. A realidade é que as paredes construídas em LSF têm espaços vazios entre os perfis, o que vai simplificar a construção de todas as infraestruturas as quais já foram mencionadas anteriormente, neste caso eletricidade, telecomunicações, esgoto, águas, etc. Comparando estas paredes tradicionais que são completamente vazadas, há necessidade de abrir rasgos nas próprias paredes para instalar as várias infraestruturas. Com isto, na minha opinião trata-se de um duplo trabalho, porque uma vez que se teve abrir rasgos nas respetivas paredes, haverá posteriormente o trabalho de tornar a selar esses mesmo com argamassas. Outra vantagem de as paredes serem em LSF é o caso que um dia existir a necessidade de reparar uma dessas infraestruturas, neste caso apenas será necessário remover os respetivos revestimentos localmente ou por todo, já nas construções tradicionais esse trabalho é de maior dimensão e muito mais dispendioso.



Figura 21: Passagens de infraestruturas em alvenaria **Figura 22:** Passagens de infraestruturas em LSF

2.3.6 A Cobertura

Quando falamos das coberturas nas construções, abordamos dois tipos de coberturas, sendo elas coberturas planas ou coberturas inclinadas, mas ambas são tratadas completamente diferentes. As coberturas planas, a solução mais usada excede uma laje húmida, onde as evacuações das águas pluviais são feitas por caimentos de betão leve onde essa espessura varia de caso para caso. Embora esta solução seja funcional e de simples construção, aponta para algumas desvantagens em relação as coberturas inclinadas. As coberturas planas necessitam de lajes com maior espessura. Existe também a possibilidade de haver coberturas planas compostas por lajes secas, para tal será essencial empregar um sistema de treliças, composta por uma viga superior que já compõe a inclinação que irá fazer o escoamento das águas. Montadas como nas lajes de piso tipo, essas mesmas também são revestidas por placas de cimento ou de OSB. Para tal também será imprescindível assentar todas as camadas de isolamentos, tais como isolamento térmico, acústico e de impedimento a infiltrações de água.

As coberturas de inclinação compostas de LSF, tem um sistema de asnas muito parecido com o de asnas de madeira usado em construções tradicionais. Neste método de construção as traves de madeira usadas na construção tradicional são substituídas pelos perfis feitos em “Light Steel Frame”. Em relação a essas mesmas há que ter o cuidado que os perfis utilizados na cobertura que se encontram alinhados com os perfis montantes das paredes estruturais, para que as cargas sejam transmitidas corretamente.

Por fim, lembramos, no entanto, que *a cobertura pode ser executada com qualquer material usualmente empregue nas construções convencionais. Desde a telha cerâmica tradicional, às telhas asfálticas ou metálicas, qualquer material pode ser aplicado sobre a estrutura metálica provida ou não de forro em OSB, isolamento térmico ou impermeabilização. A cobertura pode ser inclinada ou plana, visitável ou não, conforme o delineado no projecto de arquitectura.*⁴

⁴ <http://www.futureng.pt/coberturas>

2.3.7 Revestimento exterior

O revestimento exterior, é uma das coisas mais importantes que temos de ter em conta para todas as construções sendo elas em “Light Steel Frame” ou em construções tradicionais. Neste método construtivo é importante estabelecer logo desde início os acabamentos, isto uma vez que eles são aplicados diretamente nas placas de OSB, essas mesmas, tem muita relevância no que diz respeito a estrutura do edifício. Quando se escolhe então os respetivos revestimentos temos que ter em conta um conjunto de características, tais como isolamento à temperatura, ao som, as infiltrações da água, resistência e durabilidade entre outros. Segundo a “futureng”, *muitos têm optado pelos rebocos térmicos pelo exterior (usualmente conhecidos pela sigla ETICS na Europa e EIFS nos Estados Unidos) para atingirem tais objectivos. Estes revestimentos de fachada são apresentados numa grande variedade de cores e texturas, podendo ainda ser forrados com elementos decorativos cerâmicos ou pétreos.*⁵

⁵ <http://www.futureng.pt/acabamentos-exterior>

CAPÍTULO III – Análises de referências arquitetônicas

3.1 Construções em “Light Steel Frame”

O projeto em estudo denomina-se “CASA B” e foi projetada pelo arquiteto francês Frédéric Jauvion que ficou concluída em 2009 em Saint- Gély-du-Fesc uma cidade perto de Montpellier no sul de França. Segundo o arquiteto a casa teve a escolha de um sistema construtivo todo ele em estrutura de aço leve galvanizado, com diferentes materiais de isolamento nas divisões assim como no seu revestimento exterior. Através de combinação desses dois parâmetros conseguimos obter um desempenho energético muito bom, sendo a casa assim do tipo de baixo consumo. ⁶

Trata-se aqui de uma casa bioclimática, onde o arquiteto jogou com os volumes e as suas aberturas tirando melhor proveito do ambiente circundante. A casa contém dois pisos incluindo assim 170 m². O seu volume superior pende em balanço de 2,40m por 6m uma característica a se notar por ser feita neste sistema construtivo, onde as vezes para fazer esses tipos de construções de grandes balanços se torna difícil.



Figura 23: Vista exterior “CASA B”

Falando de estrutura sendo ele o tema em estudo, a casa económica de estrutura híbrida é feita a partir de perfis de aço galvanizado e erguida em cima de fundações em betão, mas sendo eles muito mais leves do que no caso de uma solução tradicional. Neste caso de estudo os caixilhos de aço leve foram montados num padrão de 60 em 60 centímetros, o que corresponde às dimensões usadas para o revestimento interior e exterior das paredes assim

⁶

https://constructalia.arcelormittal.com/en/case_study_gallery/france/house_b_light_steel_structure_for_a_modern_and_sustainable_housing

como os painéis de separação. Aqui neste caso concreto os vãos deste projeto podem ir até 7 metros.

Todo o seu interior, foi dividido em placas de gesso acartonado aparafusados diretamente aos perfis metálicos contendo a lã mineral colocada no seu meio. No lado exterior, o revestimento que cobre o isolamento, é fixado aos painéis OSB, que também são aparafusados diretamente aos perfis metálicos. Os perfis aqui montados, são principalmente aparafusados através de parafusos auto perfurantes e casualmente por aparafusamento, quando necessita maior resistência e estabilidade. Já as vigas do piso e do teto, assim como elementos verticais são feitas de secções duplas reforçadas com um poste tubular intermediário. Devido à leveza das estruturas, a simplicidade da montagem e a pouca elevação do edifício, a obra teve um prazo de 8 meses, o que que originou a um custo reduzido devido também aos poucos trabalhadores que foi necessário para realizar o edificado.

Por fim, num ponto de vista ambiental, trata-se de uma obra tipo seco não tendo em conta as fundações em betão. Com isto podemos considerar que houve pouco desperdício em material e que para todos os efeitos em caso de demolição o aço é 100 por cento reciclável. Em termos de arquitetura, a casa tem uma arquitetura particular com seus volumes e aberturas generosas que permitem desfrutar do sol e da luz de forma agradável.



Figura 24: Vista de terraço



Figura 25: Estrutura da casa em LSF

Para melhor compreensão da obra exemplificada, segue-se um conjunto de imagens “plantas, cortes e alçados” que melhor a representam.

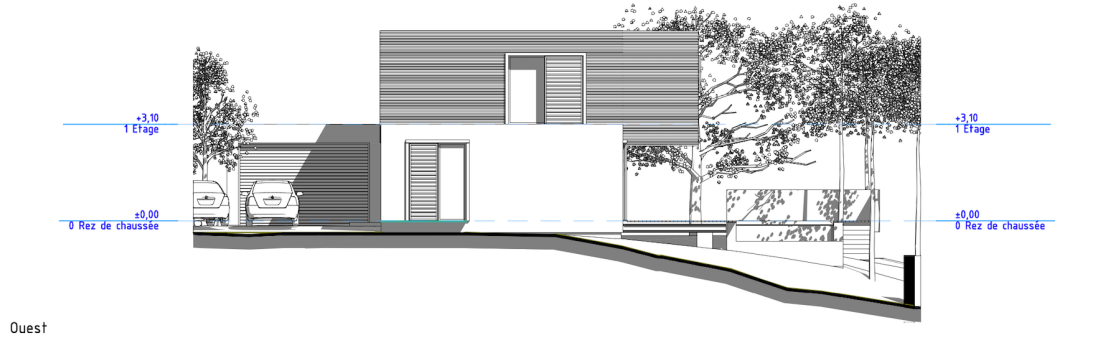


Figura 26: Alçado Oeste da “CASA B”



Figura 27: Alçado sul “CASA B”

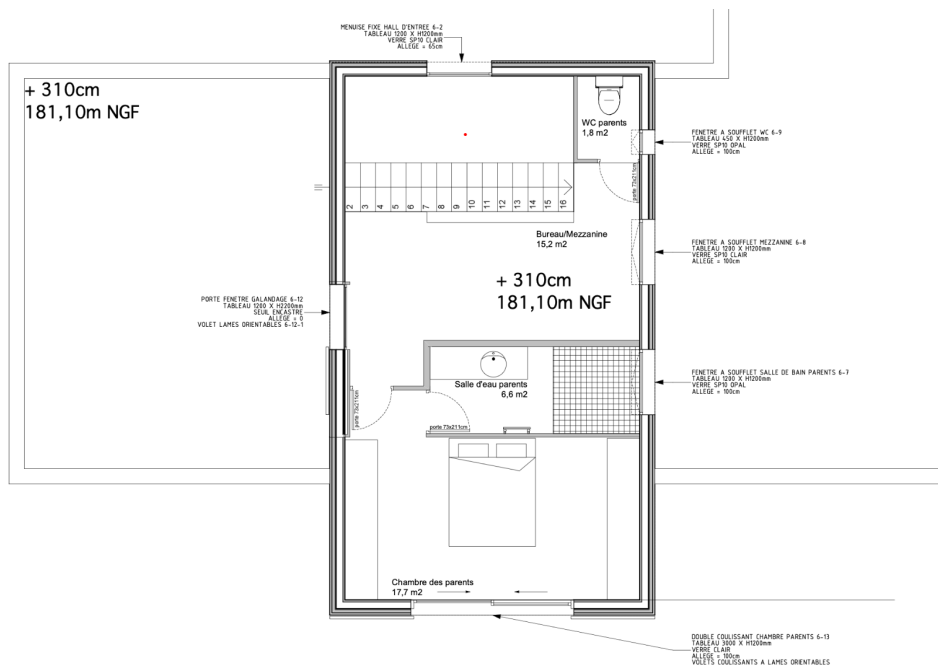


Figura 28: Planta piso superior

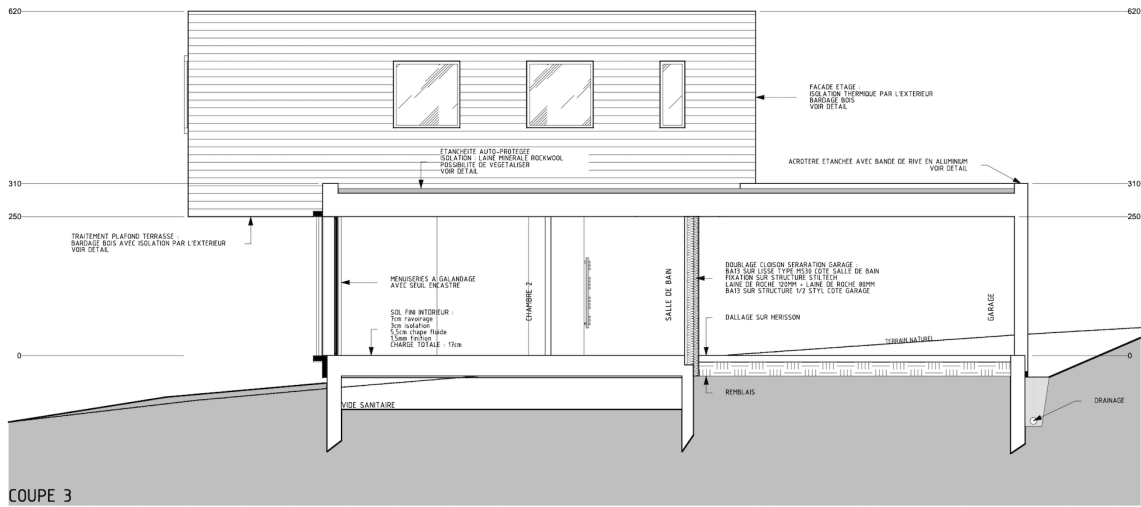


Figura 31: Corte transversal

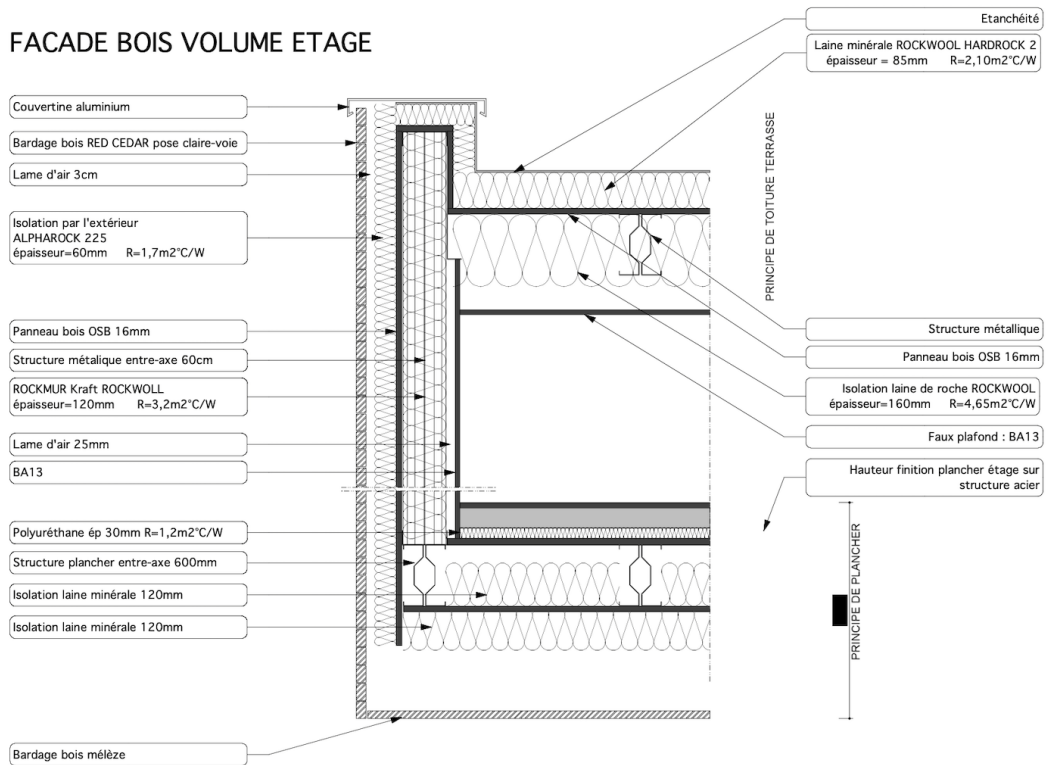


Figura 32: Corte costruttivo

3.2 Construções mistas LSF

O segundo caso de estudo, assume um tipo de construção mista com a combinação de estruturas metálicas com o LSF. A estrutura metálica em perfis IPE tem a função de ser a estrutura principal do edifício, porém, o LSF tem a função de constituir as paredes divisórias, assim como o enchimento das paredes exteriores criando assim as suas respectivas aberturas. A casa, foi projetada pelos arquitetos Mauricio Pezo e Sofia von Ellrichshausen, no ano 2007 em San Pedro de La Paz no Chile. Trata-se de uma habitação unifamiliar, que contém 136 m². Nesta localidade existe uma lacuna de área de construção, no qual originou construir esta habitação em altura, rentabilizar área de implantação e por consequente aumentar a área de utilização. Através deste método de construção mista elevar três andares não é problema, pois a estrutura no seu todo é em aço.



Figura 33: Vista exterior casa em la Paz



Figura 34: Vista exterior casa em la Paz



Figura 35: Vista interior casa em la Paz



Figura 36: Vista exterior casa em la Paz

Nestas imagens representadas conseguimos identificar a estrutura principal do edifício, assim como a estrutura em LSF que compõe o preenchimento exterior e interior das respectivas paredes. Também, é visível em algumas figuras anteriormente mencionadas que foi adicionado à estrutura primitiva um tratamento anti corrosão. Portanto, deparamo-nos com um esqueleto metálico à espera do seu revestimento. Neste caso concreto toda a estrutura é composta por a repetição de quatro pórticos rígidos de aço, feitos com as mesmas secções IPE 240 tanto em vigas como nos pilares. Uma vez que o LSF neste caso em específico não tem a função de sustentar o edifício, isto possibilita uma maior flexibilidade na colocação dos vãos exteriores e interiores.

Nas imagens que se seguem, estamos perante um desenho axonométrico que representa o esqueleto completo daquilo que é a estrutura final do edifício. Também, se segue representado alguns alçados como a sua matriz estrutural e respetivos vãos. Para além de posteriormente o esqueleto ser revestido, onde esse mesmo revestimento tira a função de estabilizar à estrutura relativamente à atividade sísmica, também se repara que é feito um contraventamento em LSF para reforçar a função que o revestimento também exerce.



Figura 37: estrutura da casa



Figura 38: estrutura da casa



Figura 39: estrutura da casa



Figura 40: estrutura da casa com LSF

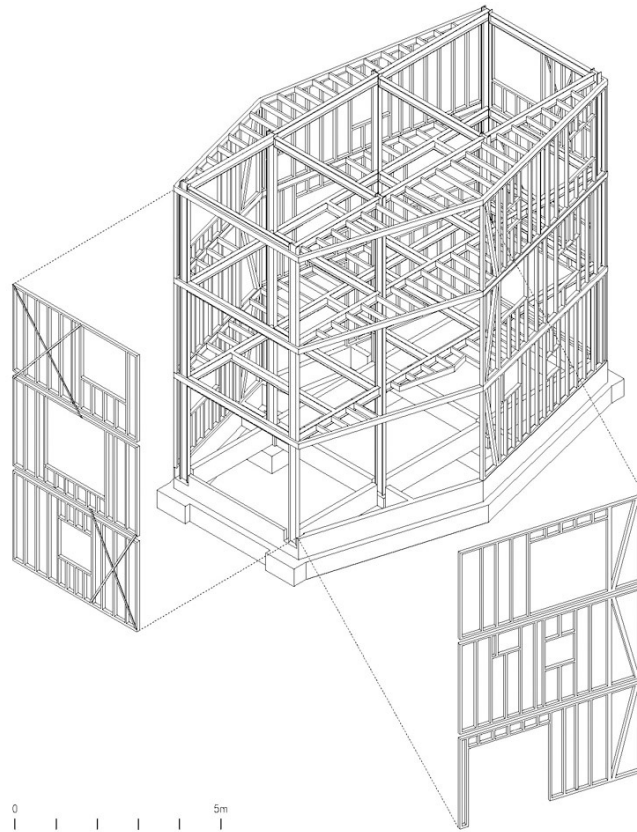


Figura 41: esquema de estrutura mista de estruturas metálicas com LSF

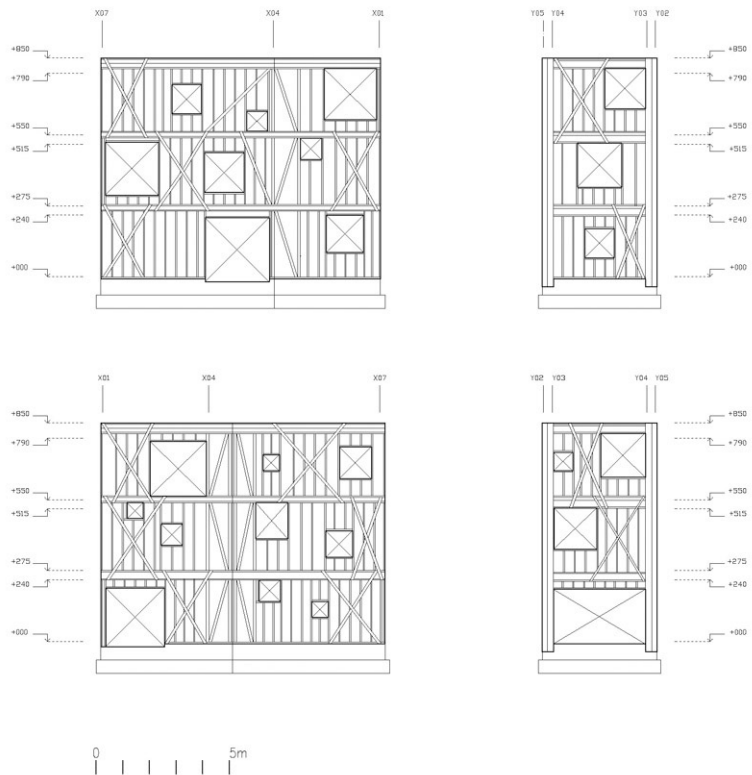


Figura 42: Alçados das estruturas

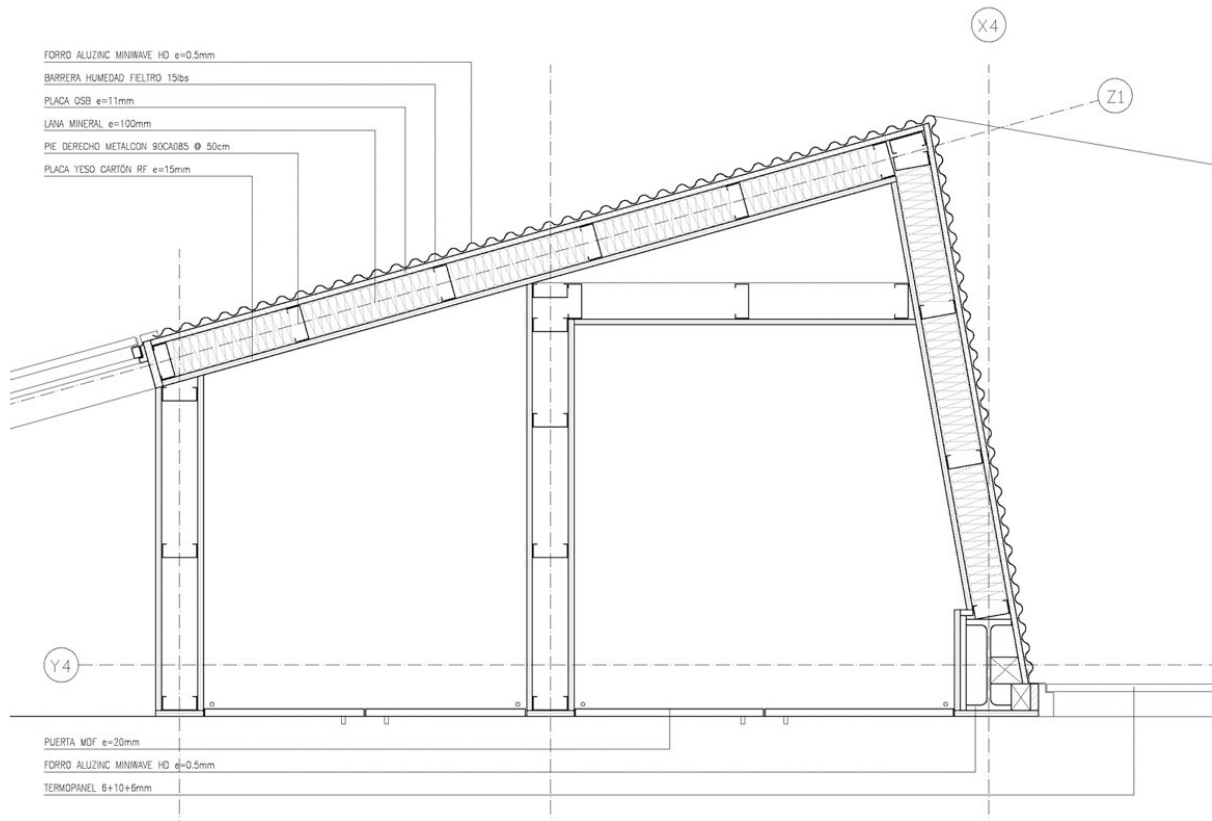


Figura 43: Planta detalhada da constituição das paredes

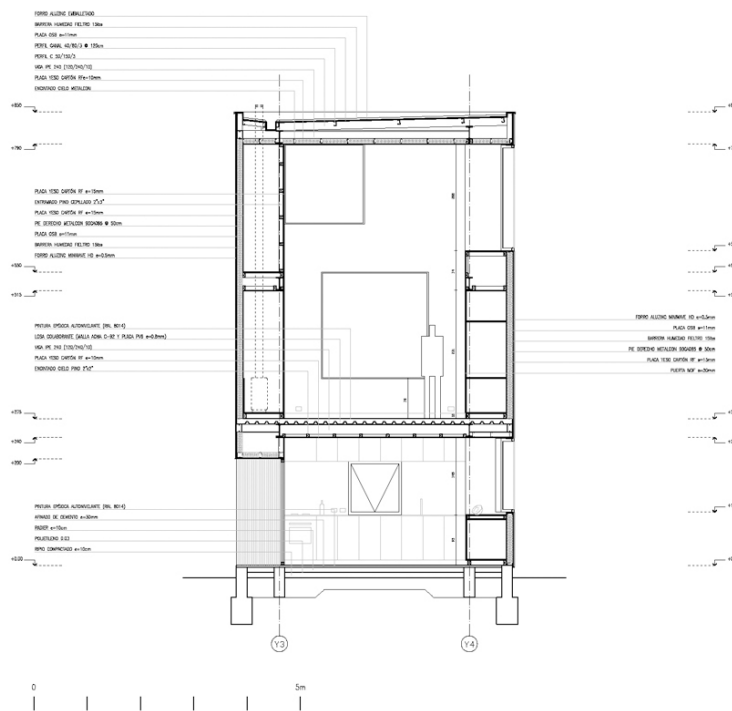


Figura 44: Corte construtivo pelo edifício



Figura 45: Diversos cortes



Figura 46: Alçados da casa

3.3 Comparação dos casos de estudo

Comparando, assim, os dois casos de estudo, ambos têm semelhanças e diferenças. No primeiro exemplo, estamos perante um edifício em que o arquiteto ousou de explorar a abertura de vãos na sua plenitude, conjugando, desta forma, com dois volumes sobrepostos. No segundo caso, o arquiteto decide projetar um edifício estanque, na qual não “brinca” com formas volumétricas, mas tenta elevar a estrutura metálica num maior número de pisos possível, o que originou numa vasta quantidade de vãos, mas numa reduzida dimensão dos mesmos. Segundo o meu ponto de vista, creio que no segundo exemplo o arquiteto poderia ter mais liberdade de criar vãos de maior dimensão, pois como já foi mencionado a estrutura principal encontra-se nas extremidades. Em suma, identifiquei-me mais com o primeiro exemplo, pois foi explorado ao limite tudo aquilo que o LSF tem para oferecer à construção. Relativamente ao primeiro caso considero como uma habitação 100 por cento “Light Steel Frame” recorrendo a todos os meios que a mesma fornece, tirando partido de todas as vantagens que este tipo de construção proporciona, tanto no momento da construção como a longo prazo que vim a mencionar nos tópicos anteriormente abordados. Já no segundo caso utilizam este método construtivo com algo acessório, tendo em conta que o método estrutural principal era a construção metálica em perfis IPE. Assim sendo a utilização do “Light Steel Frame” neste projeto teve a vantagem da característica da sustentabilidade uma vez que não interferiu diretamente na arquitetura, tendo sido usada nas divisões interiores e no enchimento das paredes exteriores, onde posteriormente foi então colocado os respetivos acabamentos. Podendo ter sido utilizado qualquer outro tipo de método construtivo.

**CAPÍTULO IV – Construções mistas em Light Steel Frame relacionado com
Projeto V**

4.1 Introdução

Este estudo elaborado vem no seguimento do projeto realizado na disciplina de projeto V no ano letivo 2021/2022. Embora o principal objetivo deste projeto não tenha sido o início do estudo desta dissertação, o mesmo aborda pontos em comum e de relevância apresentados, estudados e analisados ao longo desta dissertação através da utilização do método construtivo em “Light Steel Frame”.

O projeto é um edifício de uso coletivo mais propriamente um complexo desportivo dedicado ao clube de Remo, composto ainda por uma plataforma flutuante no rio Douro, na frente do mesmo, destinado ao embarque e desembarque das embarcações. O espaço onde foi realizada a intervenção situa-se na rua do Ouro na marginal fluvial, junta a ponte da Arrábida na cidade do Porto e possui aproximadamente, 9755m². No local de intervenção encontram-se três edifícios aparentemente devolutos, sendo eles antiga fábrica do gás junto ao cais do ouro. Tendo em conta as condicionantes do mesmo optei pela sua demolição, baseando-me apenas em alguns alinhamentos existentes de obras posteriores para a realização do complexo desportivo.

4.2 Local de implantação

O Local de implantação deste projeto situa-se na rua do Ouro, mais propriamente no terreno onde está implantada a antiga fábrica do gás junto a marginal do rio Douro. Por este se localizar nesta marginal tem que se ter bastante cuidado com determinado tipo de intervenção, uma vez que é um local de maior destaque e imponência devido as vistas privilegiadas que a mesma nos fornece.

O projeto baseou-se em alinhamentos existentes dando destaque e mantendo os quarteirões estruturados na malha da cidade, e ainda, mantendo relação e tirando dos elementos que a envolvem, tanto elementos de transporte público, como acessos pedonais e espaços verdes. Desta forma, tendo em conta que o local de implantação é junto a uma via de muita afluência, dividi o projeto desenvolvido em duas partes, sendo elas pública e privada permitindo a quem frequente o clube de remo tire partido de todas as suas funcionalidades. De acordo com a envolvente do local da implantação está proposta é composta por dois volumes ligados entre si, constituídos apenas por um só piso, onde a sua altura máxima da sua fachada é de 7 metros enquadrando-se nos edifícios circundantes. Para corresponder a todos os requisitos do projeto, projetou-se ainda uma plataforma flutuante na costa do rio Douro em frente o edificado, composta por uma rampa de acesso para que fosse possível o embarque e desembarque dos remos para provas ou treinos.

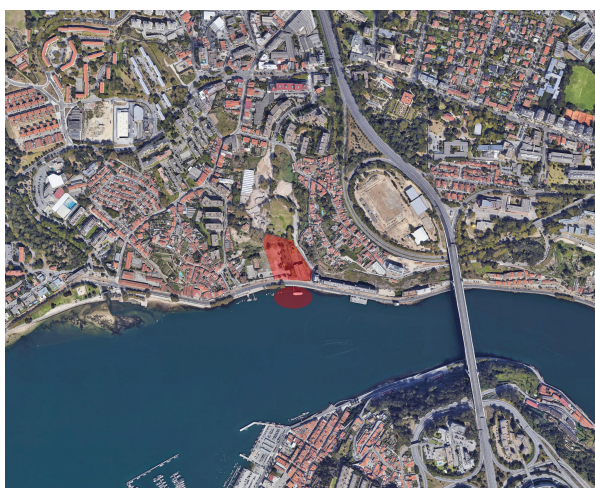


Figura 47: Local de intervenção

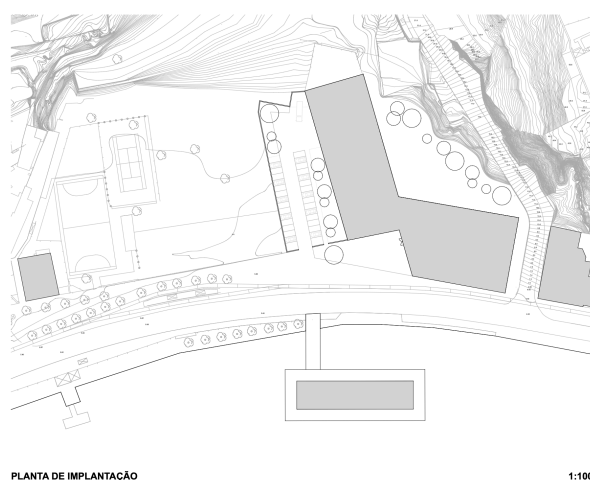


Figura 48: Implantação

4.3 Projeto

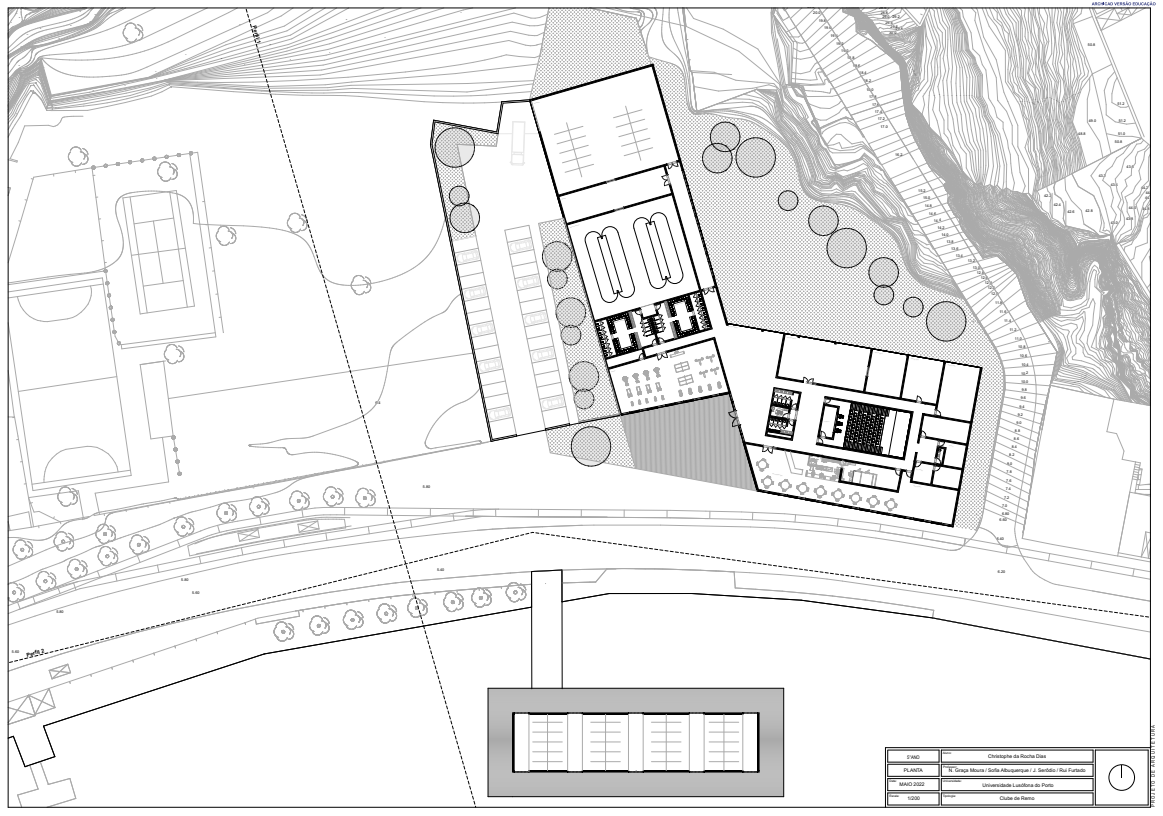


Figura 49: Planta piso térreo



Figura 50: Alçado Sul



Figura 51: alçado Leste

4.3.1 Programa e Circulações

Na concretização deste projeto partiu-se a ideia de demolir todos os edifícios pré-existentes, tendo assim a liberdade de criar as suas funções internas conforme o desejado. Para efetuar esta ação, não foi necessária uma análise detalhada dos edifícios existentes, uma vez que após as suas demolições temos uma enorme liberdade no que diz respeito as estruturas, volumetria assim como todo o seu programa. Porém o terreno foi alterado, houve uma parte da escarpa existente que foi diminuída de forma que conseguisse implantar o edifício de forma que foi proposto. Trata-se de um edifício de um só piso constituído por dois volumes que se interligam por um canto formando assim o seu hall de entrada. Como já referido, trata-se de um projeto de dois volumes, onde um deles é dedicado a parte desportiva e outro volume dedicado aos serviços mais comuns. O volume que é dedicado a parte mais desportiva, contém o ginásio, dois balneários (um masculino, um feminino), uma sala dos tanques de treinos, um posto médico, um armazém, assim como uma oficina de apoio a reparar os respetivos equipamentos desportivos. No outro volume, dedicado mais a parte social e de estudo temos então o átrio de entrada, uma casa de banho pública, um bar, restaurante apoiado de uma copa, uma sala polivalente, duas salas de estudo, gabinetes administrativos, assim como um auditório capacitado para 170 pessoas. Com isto tencionase uma separação evidente entre os espaços privados dos espaços públicos. Grande parte dos percursos projetados têm como especial intenção redirecionar os usuários deste conjunto de volumes para as praças tanto a frente do edifício como nas partes traseiras dele, criando assim um espaço de lazer e de convívio. Podendo este ter outro tipo de funções. Por fim, ainda existe o cais que está alinhado de forma a ser o mais paralelo possível com a rua, mas também trazendo um usufruto das passadeiras existentes, permitindo que se realize um percurso mais acessível para quem se desloque com uma canoa até a plataforma, e vice-versa. No cais somente existe espaço de armazenamento de canos e para a colocação e retiro das canoas da água é utilizada uma grua posicionada sobre a plataforma flutuante.

4.3.2 Sistema construtivo

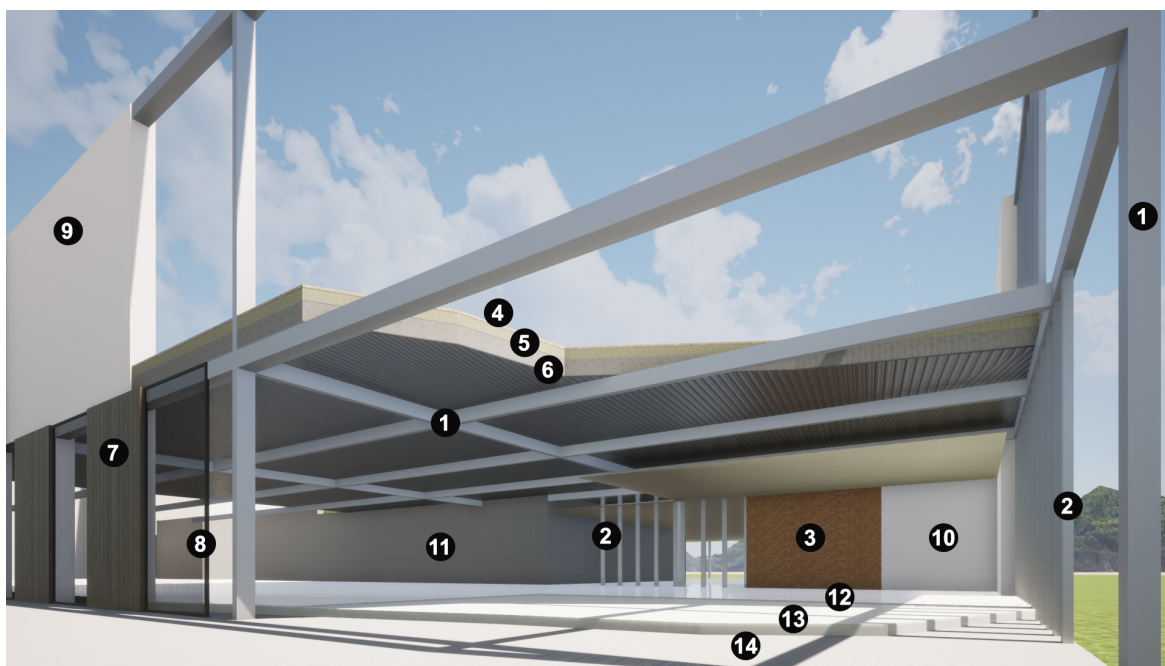


Figura 52: Esquema diversos materiais

1-estrutura metálica	2-perfis d' aço galvanizado	3-placas de OSB
4-godo	5-poliesterno extrudido	6- laje colaborante
7-ripado de madeira	8- janela	9-sistema aquapanel
10-placas de gesso acartonado	11- parede de betão	12- acabamento chão
13-camada de regularização	14-laje térrea	

Como já abordado anteriormente, a principal ideia deste projeto é de se tratar de um edifício de estruturas leves, a arquitetura do edifício está muito relacionada com o método construtivo escolhido. Neste caso concreto, trata-se de um sistema construtivo de estruturas mistas, onde temos então betão, estruturas metálicas e “Light Steel Frame”. A inserção do “Ligt Steel Frame não teve diretamente impacto na arquitetura, mas sim foi escolhido devido as suas vantagens e características individuais, assim como a sua sustentabilidade. Com tudo podemos considerar tirando um bloco central que contém o auditório e as casas de banho públicas projetadas em betão armado, todo o resto do projeto é feito de construções secas o que nos traz uma certa rapidez na sua execução. A preferência de ter escolhido estruturas metálicas para este projeto é por este ser fácil de comparação com o sistema construtivo de betão armado, isso porque a função das vigas e pilares em estruturas metálicas tem características muito semelhante às de betão. Outro fator importante é que os pilares e vigas

neste sistema construtivo é de menor dimensão e que o “Light Steel Frame” se relaciona muito bem com este sistema.

Mesmo se o “Light Steel Frame” não seja o principal sistema estrutural neste projeto não o podemos esquecer, uma vez que ele é o caso de estudo e é primordial para atingir o resultado final. Primeiramente, a utilização do LSF com construções metálicas permite uma construção seca. Embora não seja o caso neste projeto, este tipo de construções em locais de difícil acesso ajuda a resolver muitos problemas, como por exemplo no centro histórico da cidade do Porto, quanto menos tempo demorar a obra menos transtorno causa nos percursos viários das ruas envolvente da cidade, outro exemplo é a nível de custos, entre outras condicionantes.

Por fim, é importante de realçar que não se usou o “Light Steel Frame” como sistema estrutural principal no edifício, dado todas as aberturas e vãos necessários para satisfazer os requisitos do projeto, o que fez com que este sistema construtivo não se pudesse realizar em toda a estrutura do projeto. Desta forma, aplicou-se este método construtivo sempre que foi possível, para se conseguir ter uma construção mais leve e mais sustentável.

A planta que se segue demonstra duas das partes seleccionadas para demonstrar detalhes construtivos da constituição das diversas tipologias das paredes utilizadas neste projeto, de forma a compreender melhor este sistema construtivo e aplicação do mesmo.

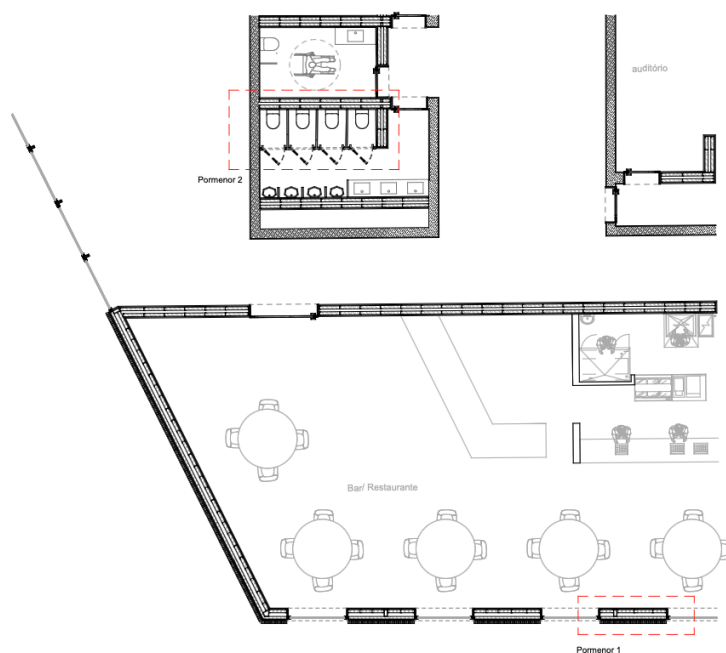


Figura 53: Parte da planta detalhada

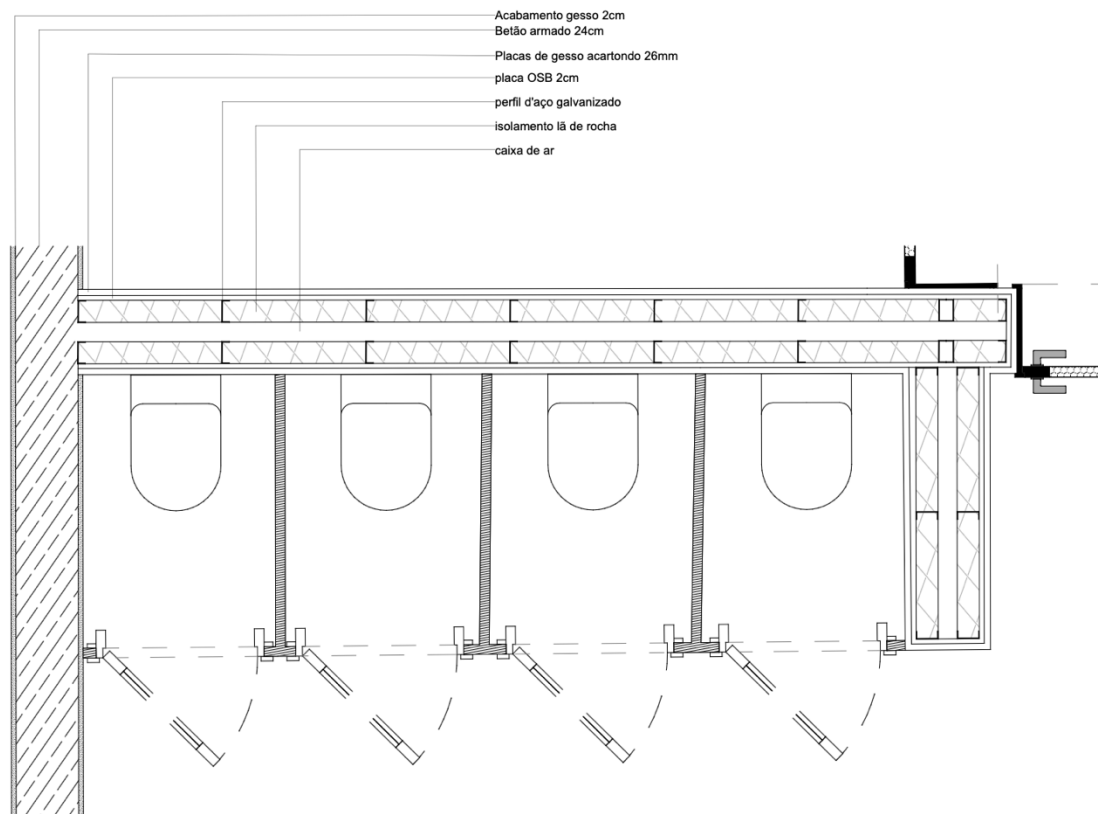


Figura 54: Corte parede interior

As paredes divisórias presentes neste projeto, não são estruturais o que significa que não suportam nenhuma carga do edifício, a sua função é apenas divisão/separação dos compartimentos ou espaços do complexo desportivo em estudo. Nestas paredes são utilizados perfis de aço leve galvanizados na sua execução, com uma espessura de 90mm, revestidas de seguida com uma placa de OSB de 20mm de espessura em cada uma das faces, contendo ainda no seu interior painéis duplos de isolamento em lã de rocha, criando entre eles uma caixa de ar. Esta constituição da parede para além de ser altamente eficaz na prevenção do fogo, ainda apresenta excelentes resultados no que diz respeito ao isolamento acústico. Para finalizar a constituição da parede ainda são colocadas duas placas standard ou gesso cartonado hidrófugo. Estas placas hidrófugas são usadas de acordo com a divisão em questão, como por exemplo bar/cozinha, balneários e instalações sanitárias, por estas serem zonas onde existe humidades ou condensação de vapores, evitando desta forma que aconteçam problemas no futuro.

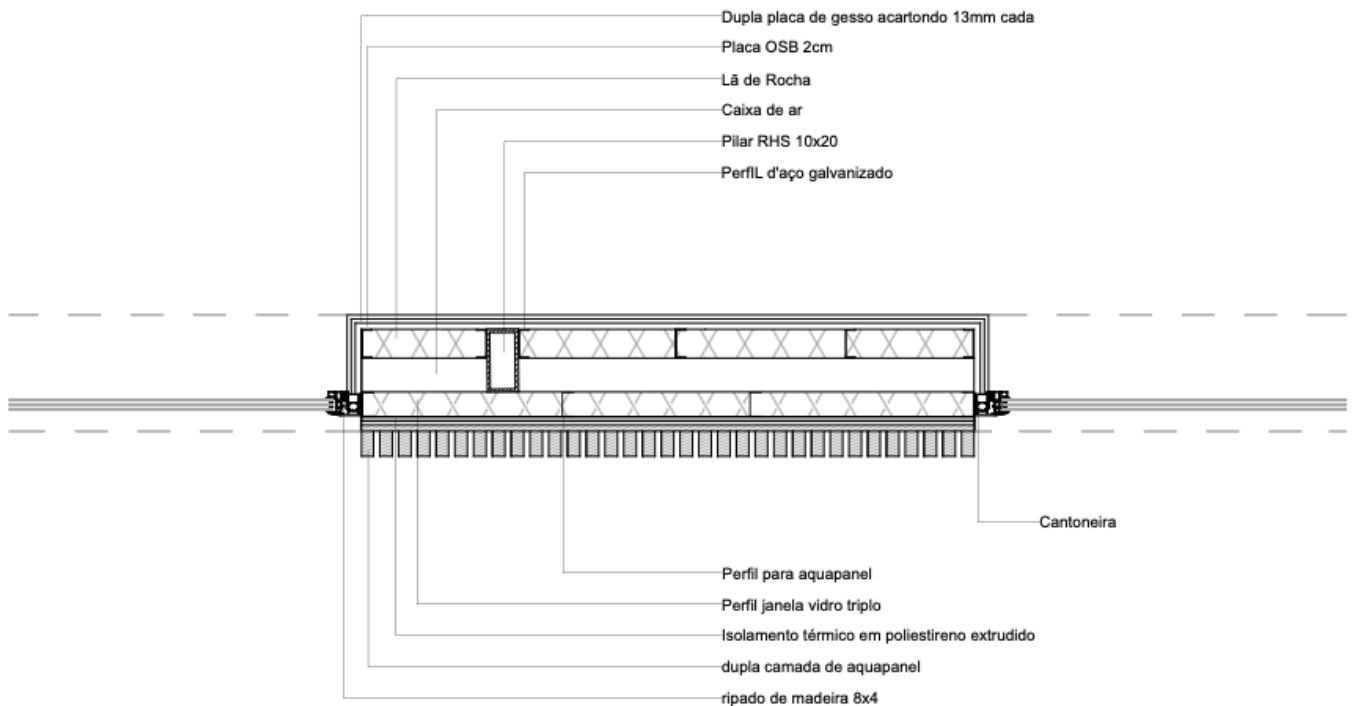


Figura 55: Corte parede exterior

As paredes exteriores como demonstra o corte representativo que se pode ver assim, demonstra a constituição das paredes da fachada proporcionando um isolamento térmico e acústico conforme desejado, e ainda uma composição leve com baixa carga estrutural. Está como se pode ver pela imagem é composta por uma parede dupla com isolamento em lã de rocha entre os perfis de aço leve galvanizado (LSF). Pelo interior é revestida com uma placa de painel em OSB de 20mm seguido de duas placas de gesso acartonado de 13mm cada uma, utilizando aqui a mesma composição das paredes divisórias. Pelo exterior foi escolhido o sistema de aquapanel, onde entre os perfis do mesmo também se encontra um isolamento térmico e acústico de lã mineral, e de seguida a colocação de duas camadas de painéis de aquapanel, que posteriormente serão revestidos através de uma massa superficial dando o acabamento final. Ao longo do edifício, encontramos pontualmente a marcação de algumas zonas entre os vãos com um ripado de madeira 80x40mm fixado ao sistema de aquapanel.

Por fim, a caixilharia é fixada aos perfis estruturais do aquapanel, e depois é rematado com uma cantoneira do mesmo material e acabamento.

4.3.3 Laje de cobertura

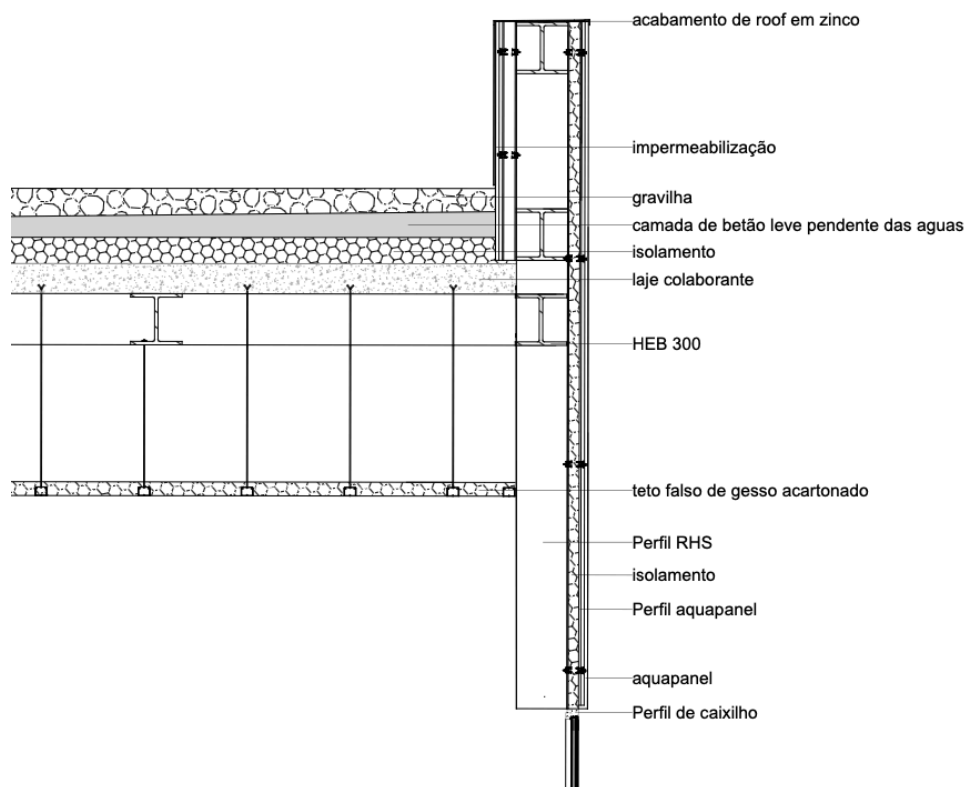


Figura 56: Corte pela laje da cobertura

A laje de cobertura é formada por uma estrutura metálica composta por vigas HEB 300 assentes em pilares RHS, como já referido anteriormente. De seguida, é criada uma laje colaborante contendo assim menor espessura o que faz com que haja menor carga, fazendo com que as vigas e pilares tenham menor espessura e dimensão. Posteriormente temos uma camada de isolamento seguido de uma camada de betão leve, criando a pendente necessária para o escoamento das águas pluviais, rematado por fim com uma camada de gravilha ou godo. A platibanda é rematada através de um rufo em zinco ou chapa quinada lacada a uma cor, unindo e rematando os painéis de aquapanel que se encontram nas duas faces da parede exterior, tal como podemos visualizar pelo corte construtivo apresentado na imagem superior. O interior é composto por um teto falso, que esconde toda a estrutura do edifício, assim como todas as tubagens necessárias para as várias especialidades presentes neste projeto, tais como sistema elétrico, avac, entre outros. Variando a sua altura consoante as zonas propostas de acordo com o seu uso e finalidade.

4.3.4 Laje térrea

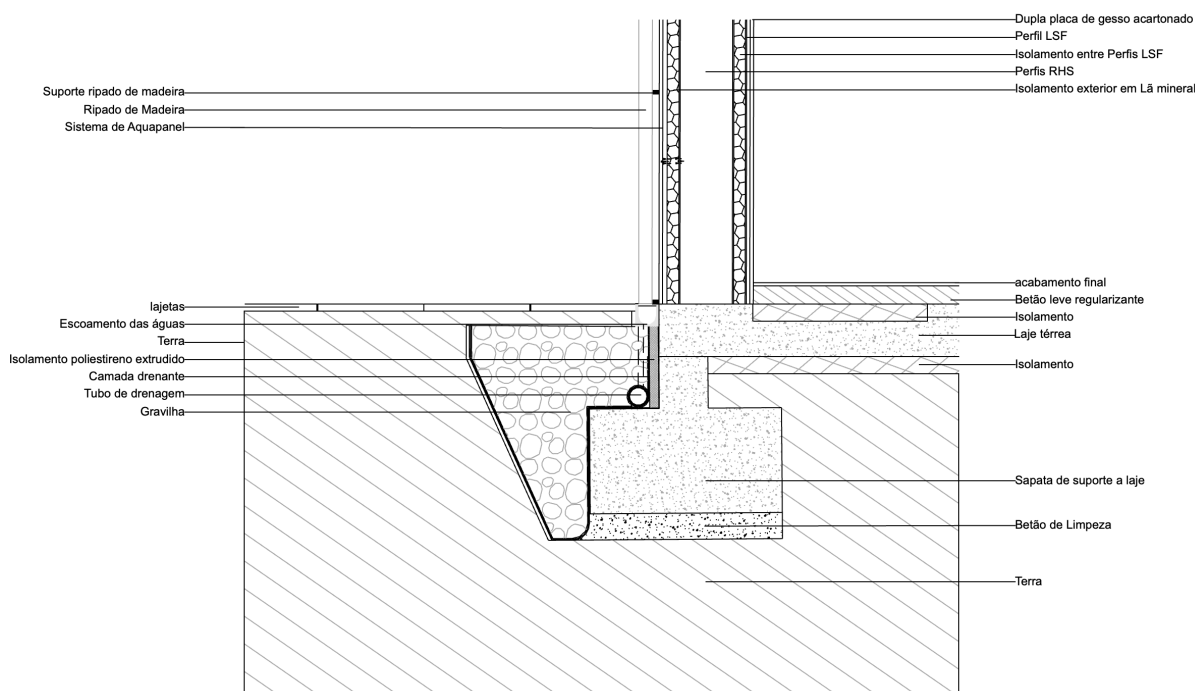


Figura 57: Corte construtivo pela laje térrea

A laje térrea é composta por uma sapata em betão armado revestida como uma tela pitonada seguida de um tubo de drenagem e isolamento poliestireno extrudido terminando com uma camada de brita e de uma camada de filtro drenante. Quando a sapata se interliga com a laje em betão é formada uma camada inferior com isolamento em poliestireno extrudido, e posteriormente na camada superior um isolamento de 1m eliminando a ponte térmica, seguido de uma camada de betão regularizante, onde será aplicado o pavimento interior neste caso cerâmico. Neste pormenor construtivo encontra-se representado a parede exterior já mencionada e detalhada anteriormente. Apenas falta mencionar o pavimento exterior, que é assentado sobre o terreno do edificado, podendo ser relva ou lajetas em betão com grelha de drenagem/escoamento de águas, evitando desta forma pontes térmicas, infiltrações e fissuras no edifício.

CAPÍTULO V – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A arquitetura fundamenta-se essencialmente pela aplicação de diversos sistemas construtivos, dos quais influencia a sua durabilidade e sustentabilidade. O sistema construtivo em alvenaria ou betão armado já estão enraizados na arquitetura portuguesa a muitos anos. Desta forma é sempre um desafio idealizar-se e construir-se utilizando novos sistemas construtivos, dado todas as ideias pré- estabelecidas, as mentalidade/culturas impostas ao longo dos anos e ainda o receio da mudança e falta de conhecimento sobre o tema. Com isto, decidi abordar o sistema construtivo em “Light Steel Frame” para tentar descodificar todas as suas vantagens e desvantagens de forma a perceber o porquê da pouca utilização deste sistema construtivo na arquitetura portuguesa, esclarecendo algumas dúvidas e conceitos existentes nos dias de hoje.

No século XIX, surge o “Light Steel Frame” como uma resposta à grande necessidade de construção de habitações gerada nos Estados Unidos, devido ao aumento rápido da população. A sua utilização foi favorecida devido à rapidez e eficiência com que as estruturas eram erguidas. O baixo custo na sua construção foi o fator mais importante para a sua permanência no mercado imobiliário americano. E ainda a facilidade de conjugação com outros materiais, criando a possibilidade de maior abertura de vãos. Tornando o edifício mais duradouro, sustentável, versátil e resistente.

Em Portugal, Light Steel Frame é um termo relativamente recente. Chegando apenas nas últimas décadas. A falta de mão de obra na construção civil portuguesa bastante baseada na construção em alvenaria, foi um dos fatores principais para o início da utilização do sistema construtivo em “Light Steel Frame” em Portugal. Este sistema ainda bastante inovador no nosso país, demonstrando através de exemplos de edifícios nesta dissertação, destacando as funções do sistema, a ligação e comunicação entre os vários materiais e ainda as suas vantagens e desvantagens, fatores importantes para o seu entendimento, evolução e boa prática arquitetónica.

Apesar das vantagens económicas e construtivas, o “Light Steel Frame” é um sistema que se foi mostrando problemático em alguns aspetos, nomeadamente na construção em altura. Com isto, se este sistema for a estrutura principal do edifício traz consigo condicionantes como a densa espessura das paredes exteriores, a impossibilidade abertura de vãos e o seu dimensionamento. Para rematar estes problemas, surgiu mais tarde a construção mista, em que se conjugou o “Light Steel Frame” com outros métodos construtivos. Nomeadamente o betão e sistema metálicos leves. Sendo o “Light Steel Frame”

utilizado apenas para divisões interiores e enchimento dos muros exteriores combatendo todas as problemáticas, assim como o uso da alvenaria tradicional portuguesa.

Com apresentação de caso de estudo em “Light Steel Frame”, tentou-se desta forma mostrar algumas das alternativas existentes as construções mais utilizadas, demonstrando as vantagens sobre este sistema sem ferir a essência da arquitetura.

Apresentou-se o “Light Steel Frame” como um potencial método construtivo a adotar nos nossos dias, como alternativa ao betão armado e alvenaria de tijolo, sem nunca afirmar que este seria o melhor sistema construtivo. Uma vez que cada edifício deve ser pensado do início ao fim, tendo em conta uma série de fatores nomeadamente a sua localização, envolvente, solo, entre outras, de forma a termos o melhor resultado possível atingindo assim o sistema construtivo mais vantajoso para o edifício idealizado, mantendo e beneficiando de todas as vantagens predominantes deste sistema para a prática arquitetónica.

Desta forma, sintetizando todo o esclarecimento que se fez desta dissertação a cerca do tema em estudo, considerou-se necessário recorrer a um caso prático que aplicasse o mesmo. O caso prático serviu para aplicar todos os conceitos adquiridos a cerca deste tema ao longo do presente estudo da dissertação. Tendo sido este projeto fundamental para se compreender e mostrar que este sistema pode ser aplicado na construção arquitetónica portuguesa nos dias de hoje. O projeto apresentado é um clube de remo situado na cidade do Porto, num terreno onde já se encontravam edificações, com isto dadas todas as vantagens e desvantagens deste sistema mencionado anteriormente, considerou-se este o método para construir de forma sustentável e económica o pretendido. Concluindo e aplicando todos os temas abordados nesta dissertação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INTERNET

- https://constructalia.arcelormittal.com/fr/galerie_des_etudes_de_cas/france/maison_b
- <https://www.maison.com/architecture/realisations/maison-contemporaine-qui-defie-lois-gravite-6293/galerie/>
- <https://inspiration.detail.de/wohnhaus-in-andalue-100188.html>
- <http://monumentosdesaparecidos.blogspot.com/2011/01/fabrica-do-gas-cidade-do-porto.html>
- <https://www.publico.pt/2005/09/20/jornal/edp-quer-erguer-tres-torres-junto-a-ponte-da-arrabida-39858>
- <http://www.futureng.pt>
- <https://www.eventoanap.org.br/data/inscricoes/9117/form4580261957.pdf>

Teses e Dissertações:

- Construção de edifícios de habitação em Light Steel Framing Alternativa viável à construção tradicional – André Poças Gaspar, 2013, ULP
- “*O método prescritivo na construção de moradias em aço leve*”, Dissertação para obtenção de grau de mestre em engenharia civil, de João Miguel Farinha Sousa Pires, Lisboa, 2013.
- “Projeto de estruturas com perfis em aço enformados a frio”, Dissertação para obtenção de grau mestre em engenharia civil, de Rui Paulo Soares de Bastos, Aveiro 2013.
- “Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados”, Dissertação para obtenção de grau mestre em engenharia civil, de Renata Cristina Moraes de Castro, Ouro Preto (Brasil) 2005
- European lightweight steel-framed construction (LSK). (2005) – Arcelor
- “Light Steel Framing”, Dissertação Mestre em Arquitetura e Urbanismo, de Patrícia Farrielo de Campos, São Paulo 2014.

Revistas e Publicações:

- Detail serie 2003 N°11
- Detail serie 2008 N°6
- Detail serie 2006 N°7/8