



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Engenharia

**Aplicação de Soluções Bioclimáticas Eficientes
em Arquitetura
Centro Comunitário e Interpretativo de Marvila**

Laura Sofia Mateus Conde

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Arquitetura
(ciclo de estudos integrado)

Orientador: Prof. Doutor João Paulo Fialho de Almeida Pereira Delgado
Co-orientador: Prof. Doutor João Carlos Gonçalves Lanzinha

Covilhã, setembro de 2019

Agradecimentos

Encerra-se assim mais uma etapa académica e pessoal, com a conclusão da presente dissertação.

Agradeço ao meu orientador, Professor Doutor João Paulo Fialho de Almeida Pereira Delgado e ao co-orientador, Professor Doutor João Carlos Gonçalves Lanzinha, por todo o apoio incondicional, conhecimento e compreensão, transmitidos ao longo deste percurso da dissertação.

Agradeço à minha mãe pelo apoio, carinho e companheirismo. Por nunca desistir de mim e me encorajar diariamente a conquistar todas as etapas ao longo de toda a minha vida, quer sejam elas pessoais ou profissionais. Sobretudo por ser mãe e pai simultaneamente, uma guerreira e supermulher. Sem ela não seria a pessoa que me tornei hoje. Um grande obrigada por me ensinar todos os dias a lutar e a vencer cada obstáculo.

À minha avó, Elisabete Conde, pois com ela aprendi a nunca baixar os braços por maiores que sejam as dificuldades. Por ser a mulher e o ser humano mais fascinante que conheço à face da Terra, por ser a minha grande companheira nos bons e nos maus momentos, por ter sofrido e passado por tanto na vida e olhar-me nos olhos e dizer sempre que está tudo bem. Por estar sempre nas fases mais difíceis da minha vida e me acalmar com um abraço e com uma simples frase que me é tão carinhosa - “Amor, é o que temos...”.

Ao meu irmão, por ser a pessoa que mais me orienta e me abre os olhos quando as coisas não estão a tomar o rumo certo. Por nunca desistir de mim e ser o meu pilar mais precioso.

Ao Pedro Geraldes por ser um grande amigo, por nunca desistir de mim e por me motivar e ajudar diariamente na vida.

Um especial obrigado ao Raphael Castro por nunca duvidar das minhas capacidades e por todo o apoio, incentivo, carinho e amor durante estes longos cinco anos.

Ao Tiago Sousa por toda a ajuda e acompanhamento neste projeto de dissertação e aos meus amigos mais chegados, Inês Vicente, Catarina Pedro, Maria do Carmo, Ana Nunes, Maria Carvalho, Pierre Ribeiro pelo apoio e alegria que me proporcionaram ao longo desta fase.

A todos os que, de uma forma ou de outra contribuíram para o meu percurso académico.

Resumo

Portugal, tal como os restantes países da Europa e da América do Norte, foi afetado pela grande Revolução Industrial (1820-1840), tornando-se assim um país industrial. Em consequência disso, tem-se vindo a verificar uma explosão demográfica por toda a Europa. As pessoas encheram os centros urbanos à procura de trabalho nas unidades de manufaturação.

Esta revolução desencadeou ao longo dos anos um enorme crescimento da população nas grandes cidades, sendo que, esta tendência ainda hoje se verifica. Estima-se assim, que em dois mil e cinquenta, a percentagem populacional citadina ultrapasse os sessenta e oito por cento da população mundial.

Em virtude deste crescimento, as cidades têm-se vindo a tornar locais com maior concentração de água (libertação de líquidos), de materiais (resíduos sólidos) e de transmissões de energia (emissões de CO₂), criando com isto um aumento significativo ao nível das pressões ambientais. Estas pressões ambientais provêm, na sua maioria, do meio edificado, sendo este o principal responsável pelas emissões de CO₂ no nosso planeta.

Na presente dissertação, aplica-se uma metodologia de trabalho dividida em duas etapas sendo elas a recolha de informação e o desenvolvimento teórico e prático da proposta arquitetónica.

Esta dissertação pretende realizar uma abordagem acerca das soluções bioclimáticas eficientes em arquitetura para um baixo consumo energético num centro comunitário e interpretativo, inserido num meio citadino. O local a intervir encontra-se abandonado no centro da freguesia de Marvila, um dos bairros mais típicos da zona oriental de Lisboa. O perímetro da área de intervenção é inscrito por uma vista sob a zona ribeirinha e a parte antiga do bairro de Marvila. A nordeste do local, encontra-se o Palácio da Quinta dos Alfinetes, de grande importância histórica, construído na primeira metade do século XVIII.

Com a aplicação de soluções bioclimáticas eficientes em arquitetura no edifício proposto pretende-se introduzir conceitos que concretizem os objetivos de obter baixo consumo energético, redução na emissão de CO₂, arquitetura passiva, harmonia com o meio envolvente e, uma boa ligação com a natureza.

Iniciando uma análise profunda ao local, e à sua envolvente, propõe-se assim criar um edifício marcante, apelativo e dinâmico que enfatize o Palácio da Quinta dos Alfinetes contribuindo simultaneamente para a recuperação do património local e para a redefinição do vazio urbano.

Este trabalho de dissertação será eventualmente pertinente, aos interessados numa arquitetura de baixo consumo energético. Tendo em conta a necessidade de consciencialização para a

proteção do ambiente e para a sustentabilidade na utilização dos recursos disponíveis e ainda todos os impactos das alterações climáticas a que assistimos levam a que o tema em questão assuma ainda maior relevância.

Palavras-chave

Eficiência energética; ambiente; controlo solar; ventilação natural.

Abstract

Portugal, like the rest of Europe and North America, was affected by the great Industrial Revolution (1820-1840), thus becoming an industrial country. As a result, there has been a demographic explosion across Europe. People filled urban centers looking for work in manufacturing units.

This revolution has triggered over the years a huge population growth in big cities, and this trend is still happening today. Thus, it is estimated that by two thousand and fifty, the percentage of city population exceeds sixty-eight percent of the world's population.

As a result of this growth, cities are becoming places with a higher concentration of water (liquid release), materials (solid waste) and energy transmission (CO₂ emissions), thus creating a significant increase in environmental pressures. These environmental pressures come mostly from the built environment, which is mainly responsible for CO₂ emissions on our planet.

In this dissertation, it is applied a work methodology divided in two stages, which are the gathering of information and the theoretical and practical development of the architectural proposal.

This dissertation intends to take an approach about the efficient bioclimatic solutions in architecture for low energy consumption in a community and interpretative center, inserted in a city environment. The place to intervene is abandoned in the center of the parish of Marvila, one of the most typical neighborhoods of the eastern part of Lisbon. The perimeter of the intervention area is inscribed by a view of the riverfront and the old part of the Marvila district. Northeast of the site is the Quinta dos Alfinetes Palace, of great historical importance, built in the first half of the 18th century.

The application of efficient bioclimatic solutions in architecture in the proposed building aims to introduce concepts that achieve the goals of achieving low energy consumption, CO₂ emission reduction, passive architecture, harmony with the environment and a good connection with nature.

Beginning with an in-depth analysis of the site and its surroundings, it is thus proposed to create a striking, appealing and dynamic building that emphasizes the Quinta dos Alfinetes Palace while contributing to the recovery of local heritage and the redefinition of the urban void.

This dissertation work will eventually be relevant to those interested in a low energy architecture. Given the need to raise awareness of environmental protection and sustainability in the use of available resources, and all the impacts of climate change we are witnessing, make the issue even more relevant.

Keywords

Energy efficiency; environment; solar control; natural ventilation.

Índice

01 INTRODUÇÃO	02
1.1 Justificação da temática	03
1.2 Objetivos	03
1.3 Metodologia	04
1.4 Organização da dissertação	05
02 CONTEXTUALIZAÇÃO	08
2.1 Localização	09
2.1.1 Contextualização geográfica	09
2.1.2 Contextualização histórica	10
2.2 Programa	11
2.3 Edifícios de referência	15
2.3.1 Casa do Butantã	15
2.3.2 MASP - Museu de Arte de São Paulo	18
2.3.3 SESC 24 de Maio	21
2.3.4 Agência do BCI	23
2.4 Proposta inicial	24
03 ARQUITETURA PASSIVA	32
3.1 Arquitetura Passiva	33
3.2 Orientação Solar	35
3.3 Projeto estrutural	37
3.4 Abertura de vãos	38
3.5 Proteção Solar	39
3.5.1 Palas salientes	39
3.5.2 Brise-soleil	40
3.5.3 Cortinas verdes	42
3.6 Inércia térmica	44
3.7 Isolamento térmico	45
3.8 Pontes térmicas	48
3.9 Cobertura Ajardinada	51
3.10 Materialidade	54
3.11 Cisterna	56
3.12 Painéis solares	57

04 VALORIZAÇÃO AMBIENTAL	60
4.1 Ventilação passiva	61
4.1.1 Ventilação passiva cruzada	61
4.1.2 Ventilação passiva por efeito chaminé	63
4.2 Aquecimento passivo	64
4.2.1 Parede de Trombe	65
4.3 Espaços flexíveis	66
05 PROJETO FINAL	70
5.1 Plantas	71
5.2 Alçados	76
5.3 Cortes	78
5.4 Renders	81
06 CONCLUSÃO	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
VOLUME 2	
Implantação / 1:500	01
Planta piso 0 / 1:200	02
Planta piso 1 / 1:200	03
Planta de cobertura / 1:200	04
Planta piso 0 - A / 1:50	05
Planta piso 0 - B / 1:50	06
Planta piso 1 - A / 1:50	07
Planta piso 1 - B / 1:50	08
Alçado Sudeste e Nordeste / 1:200	09
Alçado Noroeste e Sudoeste / 1:200	10
Alçado Sudeste / 1:50	11
Alçado Nordeste / 1:50	12
Alçado Noroeste / 1:50	13
Alçado Sudoeste / 1:50	14
Corte AA' e BB' / 1:200	15
Corte CC' e DD' / 1:200	16
Corte EE' e FF' / 1/200	17
Corte GG' e HH' / 1:200	18
Corte A/A' / 1:50	19

Corte B/B' / 1:50	20
Corte C/C' / 1:50	21
Corte D/D' / 1:50	22
Corte E/E' / 1:50	23
Corte F/F' / 1:50	24
Corte G/G' / 1:50	25
Corte H/H' / 1:50	26
Corte B/B' / 1:20	27
Corte D/D' / 1:20	28
Corte F/F' / 1:20	29
Pormenor 1 / 1:5	30
Pormenor 2 / 1:5	31
Pormenor 3 / 1:5	32

Lista de Figuras

Figura 1 - Localização da Freguesia de Marvila;

[Fonte: Foto elaborada pela autora]

Figura 2 - Ruas de Marvila;

[Fonte: https://www.trienaldelisboa.com/open-calls-pt/d/opencalls_t2019-universidades]

Figura 3 - Local de intervenção;

[Fonte: https://www.trienaldelisboa.com/open-calls-pt/d/opencalls_t2019-universidades]

Figura 4 - Quinta dos Alfinetes;

[Fonte: https://www.trienaldelisboa.com/open-calls-pt/d/opencalls_t2019-universidades]

Figura 5 - Laje de betão presente no terreno;

[Fonte: https://www.trienaldelisboa.com/open-calls-pt/d/opencalls_t2019-universidades]

Figura 6 - Entrada da Quinta dos Alfinetes;

[Fonte: https://www.trienaldelisboa.com/open-calls-pt/d/opencalls_t2019-universidades]

Figura 7 - Quinta dos Alfinetes e parte do terreno de intervenção;

[Fonte: https://www.trienaldelisboa.com/open-calls-pt/d/opencalls_t2019-universidades]

Figura 8 - Casa do Butantã;

[Fonte: Fotos e edição elaborados pela autora]

Figura 9 - Planta da casa do Butantã;

[Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/01-181073/classicos-da-arquitetura-casa-no-butanta-slash-paulo-mendes-da-rocha-e-joao-de-gennaro>]

Figura 10 - Cortes da casa do Butantã;

[Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/01-181073/classicos-da-arquitetura-casa-no-butanta-slash-paulo-mendes-da-rocha-e-joao-de-gennaro>]

Figura 11 - Estudo da ventilação da casa do Butantã;

[Fonte: esquisso e edição elaborados pela autora]

Figura 12 - Estudo da estrutura do MASP;

[Fonte: Esquisso de estudo e edição elaborados pela autora]

Figura 13 - Plantas do MASP;

[Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/01-59480/classicos-da-arquitetura-masp-lina-borbardi/1311629382-plantas/>]

Figura 14 - Museu de Arte de São Paulo / MASP;

[Fonte: Fotos e edição elaborados pela autora]

Figura 15 - SESC 24 De Maio;

[Fonte: Fotos e edição elaborados pela autora]

Figura 16 - Agência BCI;

[Fonte: HEYWOOD, H. (2017). 101 regras básicas para uma arquitetura de baixo consumo energético. (1ª ed.). Barcelona: Gustavo Gili, SL.]

Figura 17 - Axonometria inicial de estudo;

[Fonte: Axonometria e edição elaboradas pela autora]

Figura 18 - Planta do piso -1;

[Fonte: Planta e edição elaboradas pela autora]

Figura 19 - Planta do rés do chão;

[Fonte: Planta e edição elaboradas pela autora]

Figura 20 - Planta piso 1;

[Fonte: Planta e edição elaboradas pela autora]

Figura 21 - Corte perspectivado;

[Fonte: Corte e edição elaborados pela autora]

Figura 22 - Corte A/A';

[Fonte: Corte e edição elaborados pela autora]

Figura 23 - Alçado Sudeste;

[Fonte: Alçado e edição elaborados pela autora]

Figura 24 - Perspetiva Isométrica;

[Fonte: Perspetiva e edição elaboradas pela autora]

Figura 25 - Renders do projeto inicial;

[Fonte: Renders e edição elaborados pela autora]

Figura 26 - Esquema dos cinco princípios da PassivHaus;

[Fonte: Esquema e edição elaborados pela autora]

- Figura 27 - Estudos do ângulo solar no terreno a intervir;
[Fonte: Estudos e edição elaborados pela autora]
- Figura 28 - Estudo da orientação solar relativamente a orientação solar do edifício;
[Fonte: Estudo e edição elaborados pela autora]
- Figura 29 - Esquema de funcionamento da estrutura do edifício;
[Fonte: Esquema e edição elaborados pela autora]
- Figura 30 - Localização dos vãos no projeto de dissertação;
[Fonte: Esquema e edição elaborados pela autora]
- Figura 31 - Estudo para as palas salientes;
[Fonte: Esquema e edição elaborados pela autora]
- Figura 32 - Palas salientes consideradas no projeto inicial;
[Fonte: Esquema e edição elaborados pela autora]
- Figura 33 - Exemplos de brise-soleil em edifícios;
[Fonte: Foto e edição elaboradas pela autora]
- Figura 34 - Estudo de brises soleils;
[Fonte: Estudo e edição elaborados pela autora]
- Figura 35 - Colocação de brise-soleil verticais fixos e horizontais amovíveis;
[Fonte: Esquema e edição elaborados pela autora]
- Figura 36 - Estudos para a colocação da cortina verde;
[Fonte: Estudos e edição elaborados pela autora]
- Figura 37 - Inércia térmica na proposta de dissertação;
[Fonte: Esquema e edição elaborados pela autora]
- Figura 38 - Isolamento térmico pelo exterior na proposta de dissertação;
[Fonte: Esquema e edição elaborados pela autora]
- Figura 39 - Estudos de isolamento térmico contínuo para precaver as pontes térmicas;
[Fonte: Esquissos e edição elaborados pela autora]
- Figura 40 - Estudos de isolamento térmico contínuo para precaver as pontes térmicas;
[Fonte: Esquissos e edição elaborados pela autora]

Figura 41 - Método de revestimento interior de forma discreta e harmoniosa;
[Fonte: Esquisso e edição elaborados pela autora]

Figura 42 - Esquema de composição de uma cobertura ajardinada;
[Fonte: http://www.greensulate.com/graphics/green_roof_diagram.jpg]

Figura 43 - Estudos de cobertura compósita de madeira e betão;
[Fonte: Renders e edição elaborados pela autora]

Figura 44 - Laje de cobertura compósita em madeira com betão;
[Fonte: <http://www.cbs-cbt.com/multimedia/documents/5350%20-%20Dalle%20-%20Descriptif%20technique%202017.pdf>]

Figura 45 - Pormenor da cobertura ajardinada o projeto de dissertação;
[Fonte: Pormenor e edição elaborados pela autora]

Figura 46 - Método de fixação da lajeta de betão à estrutura;
[Fonte: Estudo e edição elaborados pela autora]

Figura 47 - Estudos da materialidade exterior do edifício;
[Fonte: Esquema e edição elaborados pela autora]

Figura 48 - Estudos de materialidade para o interior do edifício;
[Fonte: Esquisso e edição elaborados pela autora]

Figura 49 - Cisterna subterrânea no projeto de dissertação;
[Fonte: Corte e edição elaborados pela autora]

Figura 50 - Painéis solares térmicos e fotovoltaicos na cobertura do edifício;
[Fonte: Planta e edição elaboradas pela autora]

Figura 51 - Sistema de circulação forçada em painéis solares térmicos;
[Fonte: Corte e edição elaborados pela autora]

Figura 52 - Estudos das caixilharias e vidros;
[Fonte: Esquissos e edição elaborados pela autora]

Figura 53 - Sistema de ventilação passiva cruzada considerada em projeto;
[Fonte: Esquema e edição elaborados pela autora]

Figura 54 - Ventilação passiva por efeito chaminé considerada em projeto;
[Fonte: Esquema e edição elaborados pela autora]

Figura 55 - Parede de trombe considerada em projeto;
[Fonte: Esquema e edição elaborados pela autora]

Figura 56 - Painéis divisórios amovíveis;
[Fonte: Esquema e edição elaborados pela autora]

Figura 57 - Portões do vão livre;
[Fonte: Esquema e edição elaborados pela autora]

Figura 58 - Planta do Rés do chão;
[Fonte: Planta elaborada pela autora]

Figura 59 - Planta do piso 1;
[Fonte: Planta elaborada pela autora]

Figura 60 - Planta de cobertura;
[Fonte: Planta elaborada pela autora]

Figura 61 - Alçado Nordeste e Sudeste;
[Fonte: Alçado elaborado pela autora]

Figura 62 - Alçado Noroeste e Sudoeste;
[Fonte: Alçado elaborado pela autora]

Figura 63 - Corte B/B';
[Fonte: Corte elaborado pela autora]

Figura 64 - Corte D/D';
[Fonte: Corte elaborado pela autora]

Figura 65 - Corte F/F';
[Fonte: Corte elaborado pela autora]

Figura 66 - Render do exterior;
[Fonte: Render e edição elaborado pela autora]

Figura 67 - Render do exterior;
[Fonte: Render e edição elaborado pela autora]

Figura 68 - Render do vão livre;
[Fonte: Render e edição elaborado pela autora]

Figura 69 - Render do vão livre;

[Fonte: Render e edição elaborado pela autora]

Figura 70 - Render do exterior;

[Fonte: Render e edição elaborado pela autora]

Figura 71 - Render do exterior;

[Fonte: Render e edição elaborado pela autora]

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Diferenças entre as coberturas ajardinadas;

[Fonte: Tabela elaborada pela autora]

Lista de Acrónimos

CO ₂	Dióxido de Carbono;
MASP	Museu de Arte de São Paulo
SESC	Serviço Social de Comércio

01. INTRODUÇÃO

“... projetar, planejar, desenhar, não deverão traduzir-se para o arquiteto na criação de formas vazias de sentido, impostas por capricho da moda ou por capricho de qualquer outra natureza. As formas que ele criará deverão resultar, antes, de um equilíbrio sábio entre a visão pessoal e a circunstância que o envolve e para tanto deverá conhecê-la intensamente, tão intensamente eu conhecer e ser se confundem...” (Fernando Távora)

1.1. Justificação da temática

A presente dissertação pretende defender e justificar a urgente necessidade de atender à maior ameaça presente no Planeta Terra nos dias de hoje: as Alterações Climáticas.

A principal causa para as alterações climáticas são os gases com efeito estufa, contendo estes dióxido de carbono, metano, óxido nitroso e gases fluorados. O gás principal do efeito estufa é o dióxido de carbono (CO₂). Este gás está presente em vários fatores do quotidiano da população, tais como a indústria, os transportes e a construção. Sendo esta um dos principais causadores do aquecimento global é urgente implementar vários métodos tendo em vista uma significativa redução do CO₂.

Um dos principais sectores responsável na produção de gases de efeito estufa é o sector da construção que consome quase cinquenta por cento da energia produzida em todo o mundo. É enorme a quantidade de indivíduos que passa os seus dias dentro de edifícios, nomeadamente naqueles que não apresentam condições razoáveis de saúde e bem-estar, onde se destaca a qualidade do ar.

A escolha do tema deve-se não só às razões anteriormente enunciadas, mas também ao facto, da procura de soluções eficientes do ponto de vista dos recursos bioclimáticos ser um tema imergente em vários setores, nomeadamente na arquitetura.

Quanto à escolha do caso de estudo, o projeto para um edifício de Centro Comunitário e Interpretativo de Marvila, decorre inicialmente da proposta de participação no concurso Prémio Universidades Trienal de Lisboa, que convidou estudantes de mestrado de escolas de arquitetura a participar. O objetivo deste concurso foi explorar através das propostas dos estudantes, a maneira como a natureza racional da construção pode incorporar uma forma de beleza natural. Após a seleção dos trabalhos, por parte dos docentes da cadeira de projeto V, foi apurado o grupo onde me inclui. Com a entrega desse projeto, foi decidido dar continuidade à dissertação a título individual.

1.2. Objetivos

O principal objetivo desta dissertação é conceber uma proposta de projeto utilizando vários métodos para otimizar o desempenho energético-ambiental, tal como a conversão para energias renováveis que contribuam para uma boa salubridade e um bom conforto, do interior do edifício, minimizando desta forma as necessidades energéticas.

Para tal foi necessário analisar o local a intervir em Marvila, nomeadamente o meio envolvente, a história do local e dos edifícios presentes, os ventos predominantes, as condições de insolação e os materiais mais adequados. Foi dado grande destaque às ruínas, de elevado valor histórico,

da Quinta dos Alfinetes. Esta Quinta, situada a nordeste do território, foi construída na primeira metade do século XVIII.

O palácio aí situado foi um dos únicos a sobreviver ao terramoto de 1755 sendo inicialmente batizado por Palácio do Condado e posteriormente no século XIX, por Quinta dos Alfinetes, por lá ter funcionado uma fábrica de trefilaria. O edifício teve várias funções tais como: habitação; fábrica de trefilaria; escritórios de companhias de gás e eletricidade e oficina de automóveis. Em 1964 sofreu um grande incêndio que acabou por deixar o palácio em ruínas, estado em que se encontra atualmente.

Pretende-se, após uma análise teórica acerca das soluções eficientes energético-ambientais, realizar um projeto de arquitetura que:

- a) Evidencie e realce a ruína de grande valor histórico da Quinta dos Alfinetes;
- b) Adeque os espaços às necessidades da comunidade;
- c) Aplique vários métodos construtivos que proporcionem salubridade e bem-estar, quer a nível interior, quer exterior, do edifício;
- d) Conceba vários espaços que garantam uma vasta versatilidade de atividades;

É objetivo maior desta dissertação, e respetivo projeto de arquitetura, refletir acerca dos métodos possíveis para adequado controlo solar, isolamento térmico, inércia térmica, ventilação natural para renovação de ar, aquecimento passivo, reaproveitamento das águas, e uma gestão de espaços versáteis e moldáveis, de maneira a criar um edifício duradouro, com uma vasta opção de utilidades, capaz de assumir as diferenças estilísticas e temporais da futura população.

1.3. Metodologia

A metodologia aplicada divide-se nas seguintes etapas:

1) Recolha de informação:

- Recolha bibliográfica, para suporte da parte teórica da dissertação, tanto a nível energético, como a nível de organização de espaços;
- Recolha de informação *in loco*, com visitas ao local;
- Análise e recolha de edificados semelhantes, quanto a programas como a normas Passihaus;

2) Desenvolvimento teórico e prático da proposta arquitetônica:

- Breve descrição e localização do programa;
- Descrição da importância da arquitetura passiva;
- Elaboração explicativa, suportada com esboços e desenhos detalhados, das estratégias energético-ambientais consideradas no projeto.

1.4. Organização da dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em dois volumes, sendo o volume um a parte teórico-prática e o volume dois somente a prática. O primeiro volume encontra-se estruturado de uma forma peculiar, principiando-se com uma fundamentação teórica da importância da arquitetura passiva, seguida da contextualização da localização do projeto e finalizando com uma fundamentação detalhada de cada método a impor no edifício, suportado por esboços e desenhos técnicos. O projeto surgirá assim através das várias etapas de explicação ao longo da presente dissertação, chegando à última etapa com a proposta finalizada.

Assim, o segundo capítulo contextualiza geograficamente a área onde se encontra o edifício, o programa nele inserido, e os vários casos de estudo que se utilizaram.

No terceiro capítulo são apresentados e detalhados os vários métodos para um bom desempenho energético-ambiental, utilizados no objeto do estudo, tal como uma explicação de cada um através de texto, esboços e desenhos técnicos.

O quarto capítulo é referente à valorização ambiental através da ventilação natural, aquecimento passivo, aproveitamento e controle da radiação solar, reaproveitamento de águas, flexibilidade dos espaços e sua durabilidade. Suportando também cada método com um texto, esboços e desenhos técnicos.

O quinto capítulo, apresenta todas as respostas finais, com os vários métodos impostos anteriormente, de forma a mostrar sucintamente o resultado final.

Por fim, o sexto e último capítulo contém a conclusão.

O volume dois reúne todos os desenhos técnicos referentes ao projeto de arquitetura.

- Volume 1 - Fundamentação teórica prática do tema;
- Volume 2 - Peças desenhadas;

02. CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1. Localização

2.1.1. Caracterização geográfica

O objeto de estudo desta dissertação localiza-se na Zona Oriental da cidade de Lisboa mais propriamente na freguesia de Marvila.

Marvila nasceu no dia 7 de Fevereiro de 1959 e é uma das vinte e quatro freguesias de Lisboa, está limitada a Norte pelas Freguesias dos Olivais e Parque das Nações, a Este pelo Rio Tejo, a Sul pelas Freguesias do Beato e Areeiro, e a Oeste pela Freguesia de Alvalade. É também atravessado por dois vales, sendo eles o Vale de Chelas e o Vale Fundão e nela se situam dois parques urbanos, o Parque do Vale Fundão e o Parque da Bela Vista. Esta freguesia conta com cerca de 6,29 km² de área, 38 102 habitantes (Censos de 2011) e com aproximadamente de 6 057,6 habitantes por quilómetro quadrado. (<http://jf-marvila.pt/index.php/noticias/126-geral/347-censos-2011>)

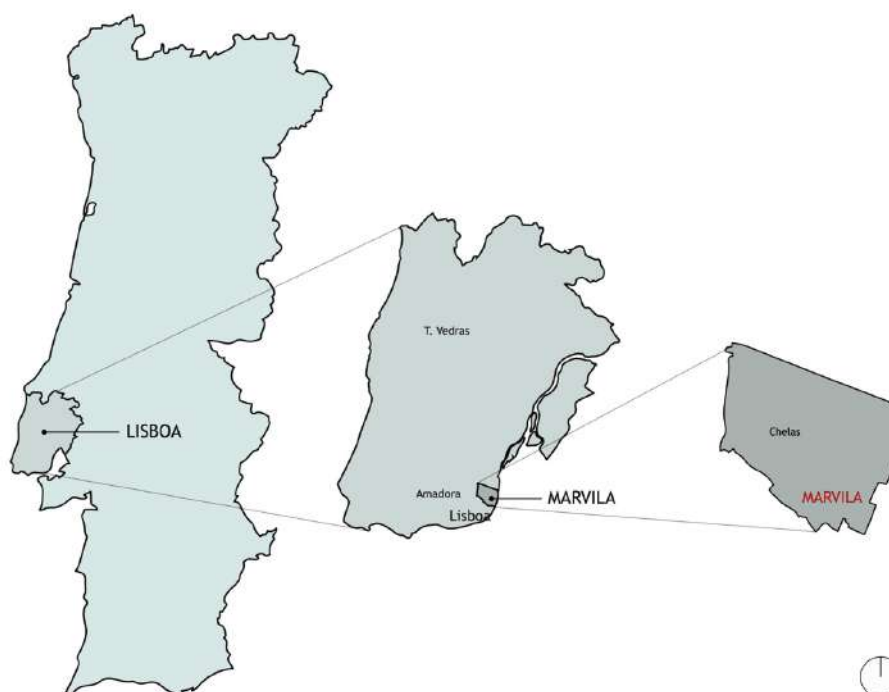


Figura 1 - Localização da Freguesia de Marvila.

Relativamente ao clima, Marvila tem uma temperatura média de 22.7 °C, no mês de agosto, sendo este considerado mês mais quente do ano, e o mais frio, o mês de janeiro, com temperaturas a rondar os 11.7 °C. O mês de maior precipitação é o mês de novembro, e o mês mais seco é o de julho. (www.pt.climate-data.org)

2.1.1. Caracterização histórica

Marvila encerra um grande valor histórico, incluindo uma placa de xisto com aproximadamente cinco mil anos, uma necrópole sarcófaga do século III, vestígios da presença de visigodos mais especificamente no Vale de Chelas, lápides e frisos dos tempos romanos. Após a conquista de Lisboa em 1148, D. Afonso Henriques ofereceu ao Palácio da Mitra de Lisboa todas as terras e rendas de Marvila, no qual continham vestígios importantes da história da humanidade, sendo esta herança dividida em duas partes, resultando uma destas metades nas trinta e uma quintas de Marvila.

O Palácio da Mitra foi edificado no século XVII e teve várias funcionalidades ao longo do tempo: residência de D. Luís de Sousa, fazenda pública, fábrica de Seixas, fábrica de licores, biblioteca municipal e museu da cidade. O Palácio é propriedade da Câmara Municipal de Lisboa, desde 1930, e alberga a sede da Associação Nacional de Freguesias.

Posteriormente ao terramoto de 1755, muitas das quintas de Marvila foram devastadas e abandonadas, surgindo assim nos próprios terrenos o alojamento das primeiras fábricas. Marvila torna-se uma freguesia industrial, a qual se desenvolve drasticamente através da construção da linha férrea em 1856 e a extinção das ordens religiosas mantendo-se desta forma até 1950, havendo ainda nos dias de hoje vestígios das fábricas.

Marvila possui um dos bairros mais típicos da cidade de Lisboa e é reconhecida como uma freguesia bastante rural nos tempos antigos nos quais predominam grandes quintas de alto prestígio tais como a Quinta dos Ourives, a Quinta das Flores, a Quinta do Marquês de Abrantes, entre outras, e várias atividades agrícolas devido à grande fertilidade das terras que são banhadas a Este pelo rio Tejo.

Após 1959¹ Marvila estabeleceu um dos primeiros Planos de Urbanização de Chelas em 1965 originando grandes revoluções e transformações na sociedade e obteve um ritmo de desenvolvimento bastante acentuado no qual originou a colocação da freguesia de Lisboa no mapa da grande capital.

Marvila contém origens fundamentalmente rurais, sendo uma freguesia onde propagavam quintas e hortas, havendo sinais das mesmas nos dias de hoje, como por exemplo a Quinta das Flores, dos Ourives, das Amendoeiras, do Marquês de Abrantes, da Rosa entre outras. Estas edificações eram bastantes exploradas na época por indivíduos vindos do norte do País, no qual forneciam os comércios móveis da freguesia e, posteriormente Lisboa, inteira. Tendo melhorado bastante o desenvolvimento com a concretização da Expo 98.

¹ Ano de fundação da Freguesia de Lisboa.

Através das vastas evoluções quer a nível industrial quer a nível arquitetónico, Marvila harmoniza assim, grandes contrabalanços através de estreitas vielas / avenidas largas e pequenas hortas / instalações industriais.

O património de Marvila conta ainda com dois restos de registos de azulejos do século XVIII, dez bairros, três casarões, dois chafarizes, quatro fábricas, uma casa de ferroviários do século XIX, um nicho de maneirista do século XVII, três palácios (sendo o mais relevante o Palácio da Mitra), dez pátios, duas Vilas e vinte e três quintas. (<http://jf-marvila.pt/index.php/historia-da-freguesia/historia>)



Figura 2 - Ruas de Marvila.

2.2. Programa

O objeto de estudo da presente dissertação (Centro Cultural e Interpretativo de Marvila) derivou da participação no Concurso Prémio Universidades Trienal de Lisboa Millennium bcp alusivo à quinta edição da Trienal de Arquitetura de Lisboa, o qual decorreu em Abril de 2019.

A Trienal de Arquitetura de Lisboa propôs aos estudantes de mestrado integrado das diversas escolas nacionais e internacionais, uma abordagem arquitetónica que deveria corresponder a uma conjugação harmoniosa entre a racionalidade construtiva e a beleza natural, sendo as premissas principais a espacialidade e expressão do objeto arquitetónico e uma resposta às necessidades contemporâneas.

A racionalidade construtiva deveria ser abordada através de diferentes perspetivas, tais como: a utilização da estrutura; do ornamento; da materialidade e dos revestimentos, como uma só linguagem, permitindo assim que o projeto se expresse de uma forma ímpar e singular. Esta proposta precisaria também de ser capaz de apresentar simultaneamente a capacidade de funcionamento da sua própria estrutura como um sistema de carga do edifício em si, de conseguir subjugar a sua própria espacialidade e simultaneamente destacar-se através da sua expressão arquitetónica. (https://www.trienaldelisboa.com/open-calls-pt/d/opencalls_t2019-universidades)

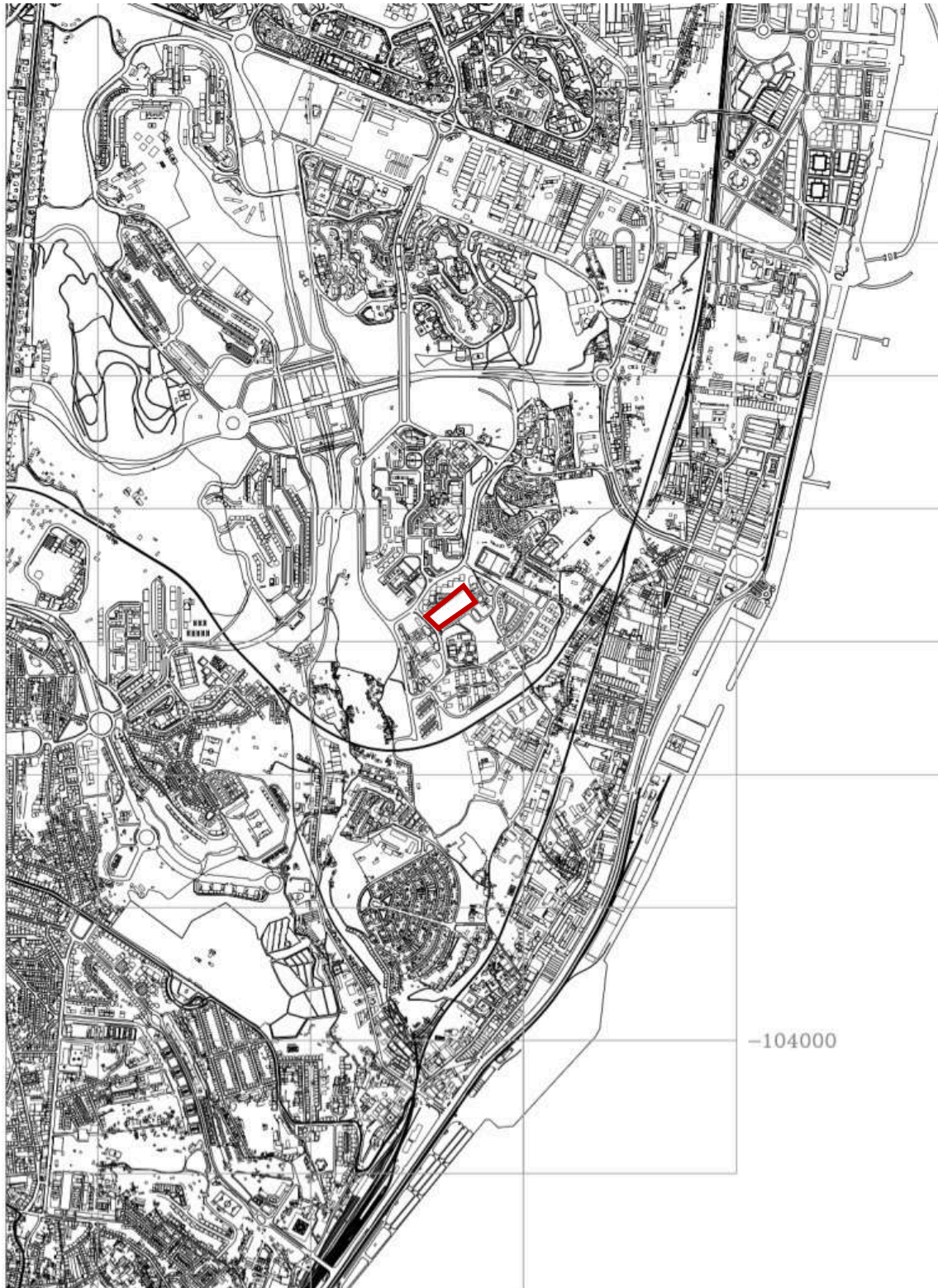


Figura 3 - Local de intervenção.



O local destinado à intervenção localiza-se no centro da freguesia de Marvila e apresenta uma vista privilegiada da zona ribeirinha e da parte antiga do Bairro conhecido por Zona J. O valor histórico deste local provém do já referido Palácio da Quinta dos Alfinetes, situado a Nordeste, construído na primeira metade do século XVIII.



Figura 4- Quinta dos Alfinetes.

O perímetro de construção cedido pela Trienal teve anteriormente como objetivo a construção da sede da Fundação Luso-Brasileira, concebida pelo arquiteto Óscar Niemeyer. No entanto, o edifício ficou inacabado por falência do proprietário, restando apenas uma laje de betão armado que permanece no local hoje em dia, em memória da evolução urbana do final dos anos 1990. A Norte do terreno encontra-se cinco torres habitacionais, que resultaram de um dos projetos mais criticados em Marvila, devido à sua volumetria considerada exagerada relativamente à restante malha urbana.



Figura 5 - Laje de betão presente no terreno.

O bairro em questão contém um potencial bastante elevado em comparação às restantes freguesias de Lisboa. Este local apresenta dois pontos bastante relevantes para a sua expansão urbana, sendo eles: a localização nos limites da capital; e um plano de reconfiguração urbana, incluindo este mesmo, o projeto de uma terceira ponte sobre o rio Tejo, e a futura linha férrea de alta velocidade que irá ligar Lisboa a Madrid.



Figura 6 - Entrada da Quinta dos Alfinetes.

O concurso da Trienal teve como objetivo a criação de um Centro Comunitário e Interpretativo, que pretende transmitir uma forte intensão urbana através da expressão arquitetónica

O Centro Comunitário e Interpretativo teria que responder às necessidades das diferentes escalas e funções da comunidade, sendo elas: uma área de vão livre que proporcione a realização de concertos, espetáculos de teatro e dança, projeções de filmes e eventos, no mínimo para quinhentas pessoas; e um espaço coletivo com salas para workshops, zonas de exposições e de convívio.

Quanto ao espaço exterior, seria necessário ter em consideração a interação e a representação arquitetónica idêntica ao edifício, mantendo a mesma linguagem e ligação entre os espaços. (https://www.trienaldelisboa.com/open-calls-pt/d/opencalls_t2019-universidades)



Figura 7 - Quinta dos Alfinetes e parte do terreno de intervenção.

2.3. Edifícios de referência

Com a premissa da racionalidade construtiva e das soluções eficientes do ponto de vista dos recursos bioclimáticos, foram elegidos quatro casos de estudo que fortalecessem uma compreensão mais profunda sobre o tema da presente dissertação.

Os casos de estudo apresentados de seguida cumprem funções bastantes semelhantes, nos quais é realizada uma seleção dos pontos mais relevantes de cada edifício, com especial foco na materialidade, dinâmica, organização, métrica, espacialidade e dimensão, permitindo assim congrega várias noções para a execução do projeto proposto nesta dissertação.

Todos os edifícios apresentados posteriormente, exceto a agência do BCI, foram visitados e descritos pela autora da presente dissertação.

2.3.1. Casa do Butantã

A casa do Butantã localiza-se em São Paulo, Brasil. É considerada um clássico da arquitetura e foi projetada pelos arquitetos Paulo Mendes da Rocha e João de Gennaro.

É um edifício bastante peculiar devido ao seu método de construção ser realizado através de duas vigas transversais em betão nas extremidades da cobertura, que descem formando assim empenas externas do pavimento, e por vigas longitudinais de betão, que se encontram salientes, criando um beiral amplo em redor de toda a habitação, controlando desta forma a entrada de luz natural e o sobreaquecimento da mesma (Fig.8). Estas vigas são expostas com o seu material cru, sem nenhum revestimento, tal como todo o edifício em si, o qual permite uma melhor compreensão de racionalidade construtiva através da métrica das mesmas.

São criados dois planos horizontais de funções díspares, sendo o nível térreo direcionado para a parte de convívio e de lazer, tendo uma instalação sanitária de serviço, garagem, e um pequeno canil. O plano horizontal superior, direcionado para a habitação em si, sendo o acesso a esta área muito enfatizado através de uma caixa de escadas bastante imponente (Fig.8).

Esta habitação controla bastante bem a ventilação natural (Fig.11) e o sobreaquecimento da mesma, através de toda a vegetação que a circunda, mantendo assim o espaço interior sempre fresco, uma certa privacidade, e simultaneamente harmonia entre a materialidade e a natureza.

É importante destacar a materialidade utilizada neste edifício, pois ela define e torna-o distinto de todos os outros que o circundam, mantendo à vista todas as suas imperfeições, que acabam por se assumirem perfeições, e uma identidade única.

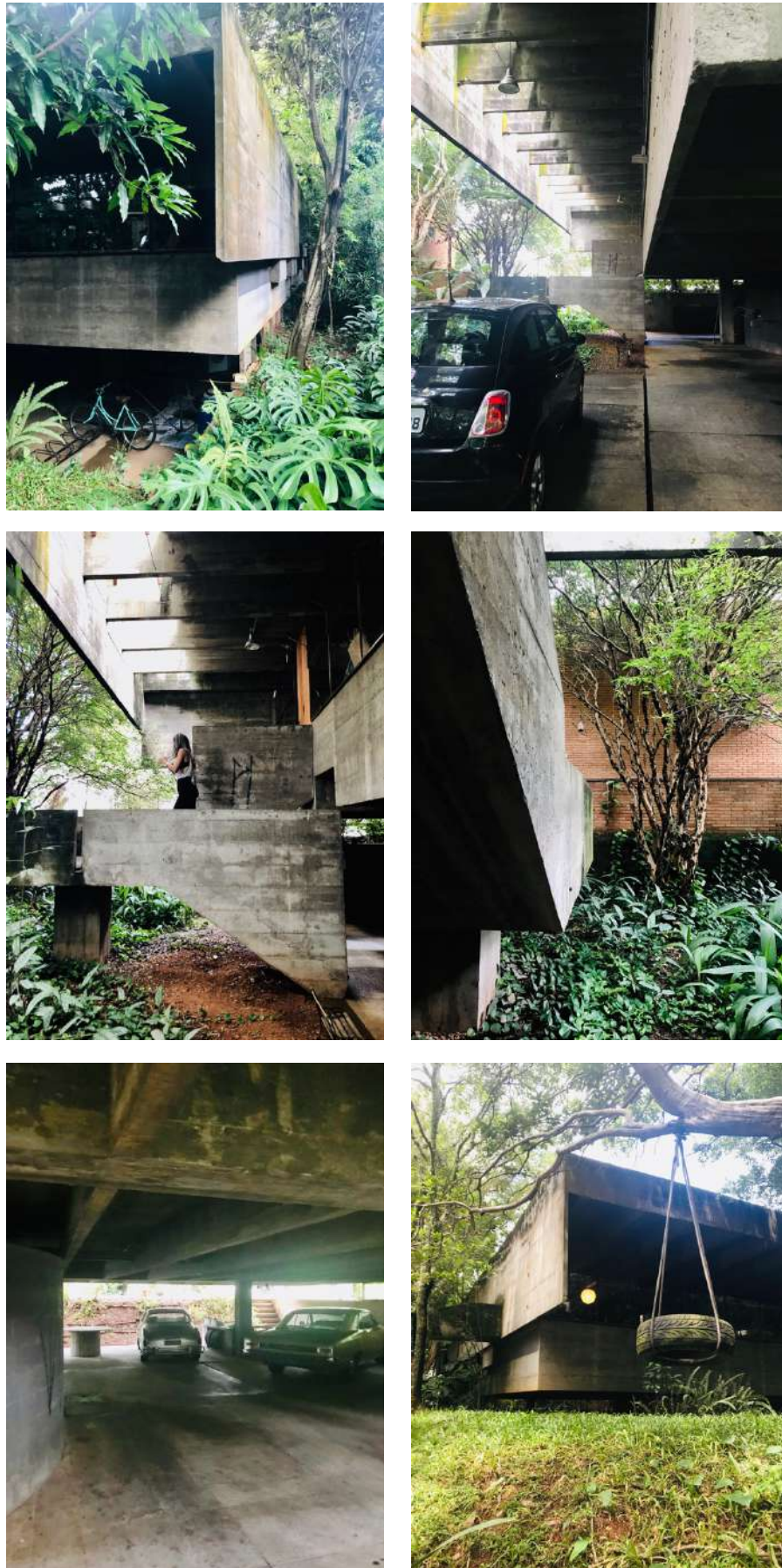


Figura 8 - Casa do Butantã.

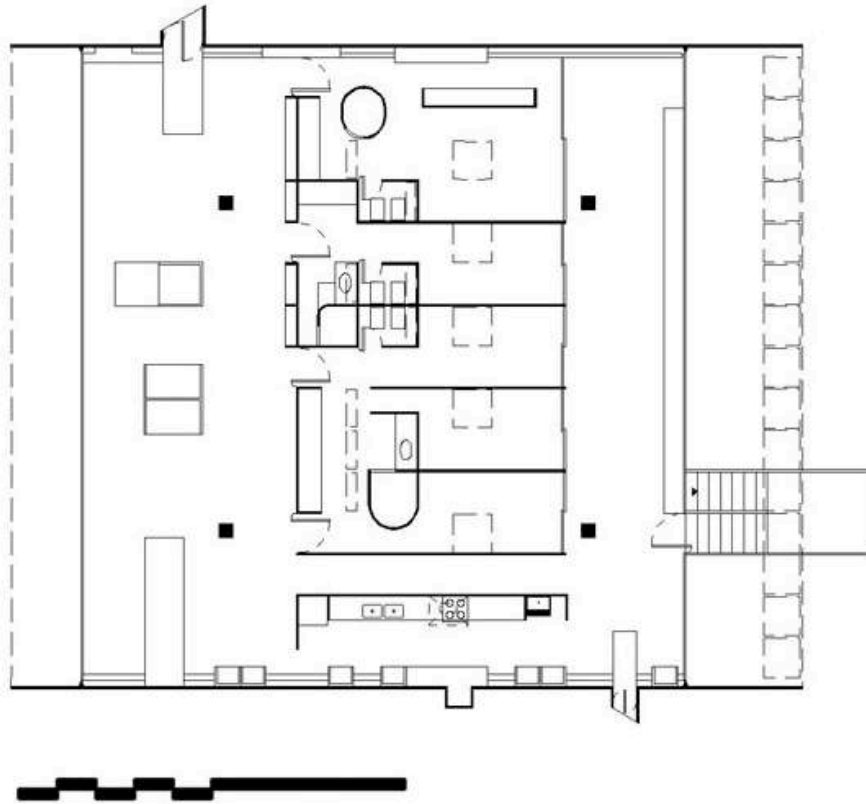


Figura 9 - Planta da casa do Butantã.

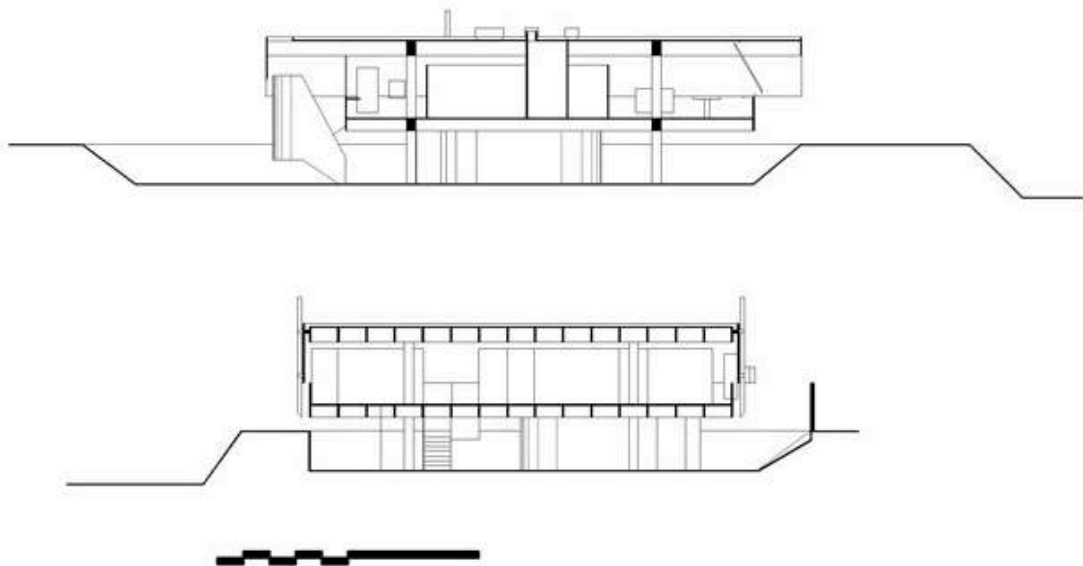


Figura 10 - Cortes da casa do Butantã.

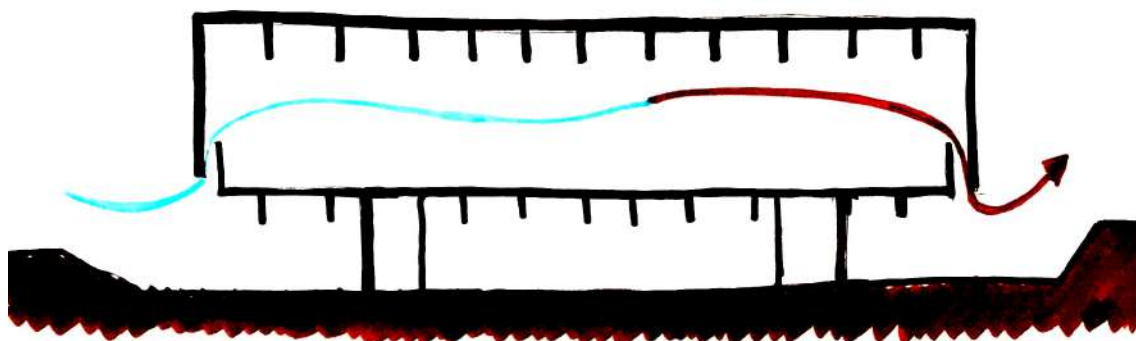


Figura 11 - Estudo da ventilação da casa do Butantã.

2.3.2. MASP - Museu de Arte de São Paulo

Situado na Avenida Paulista o MASP assume-se como um ícone da cidade de São Paulo, sendo uma das instituições culturais mais relevantes no Brasil, e foi projetado pela arquiteta Lina Bo Bardi.

Este edifício é bastante conhecido a nível mundial, por conter um vão livre de setenta metros apoiado em quatro pilares (Fig.12), concebido pelo engenheiro José Carlos de Figueiredo Ferraz. Ergue-se num plano horizontal elevado, criando uma praça de convívio e passagem para os cidadãos para a rua paralela à Avenida Paulista. Este edifício tem-se vindo a destacar-se ao longo dos anos devido à sua originalidade, iniciativas e pela sua forte atuação didática. É um edifício que se adapta a qualquer intervenção artística no seu interior, e contém todas as especificações para obter um bom desempenho.

Quanto à materialidade, este edifício assemelha-se à casa do Butantã, por ser todo ele em betão e a sua estrutura conter as suas imperfeições à mostra, como por exemplo as vigas provenientes das quatro “patas” que são realçadas no seu interior com o betão aparente à vista, por forma a enfatizar a estrutura do edifício no seu interior (Fig.14). Neste caso, a arquiteta utiliza as vigas para a colocação de focos de luz direcionados para as exposições presentes no museu.

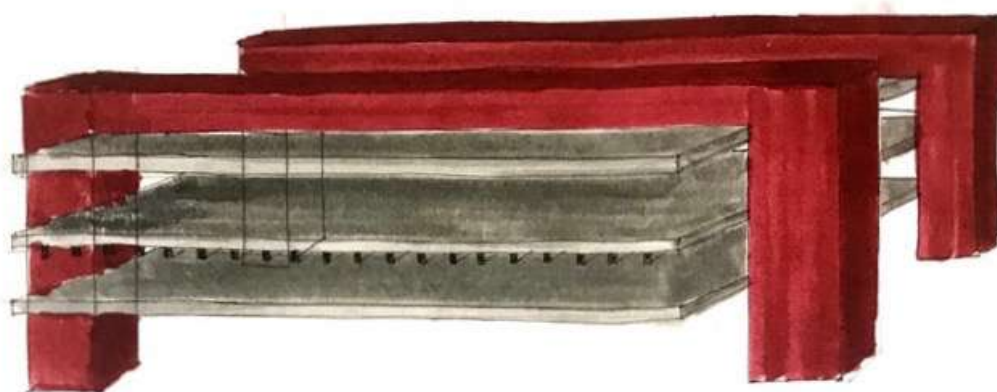


Figura 13 - Estudo da estrutura do MASP.

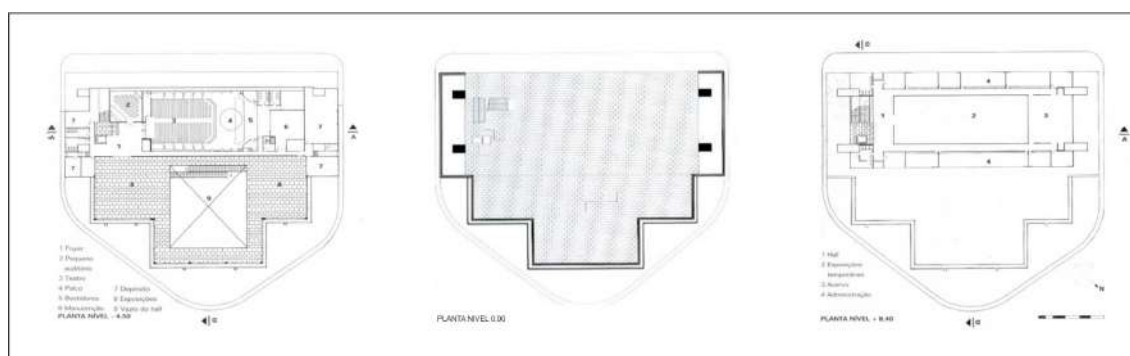


Figura 12 - Plantas do MASP.

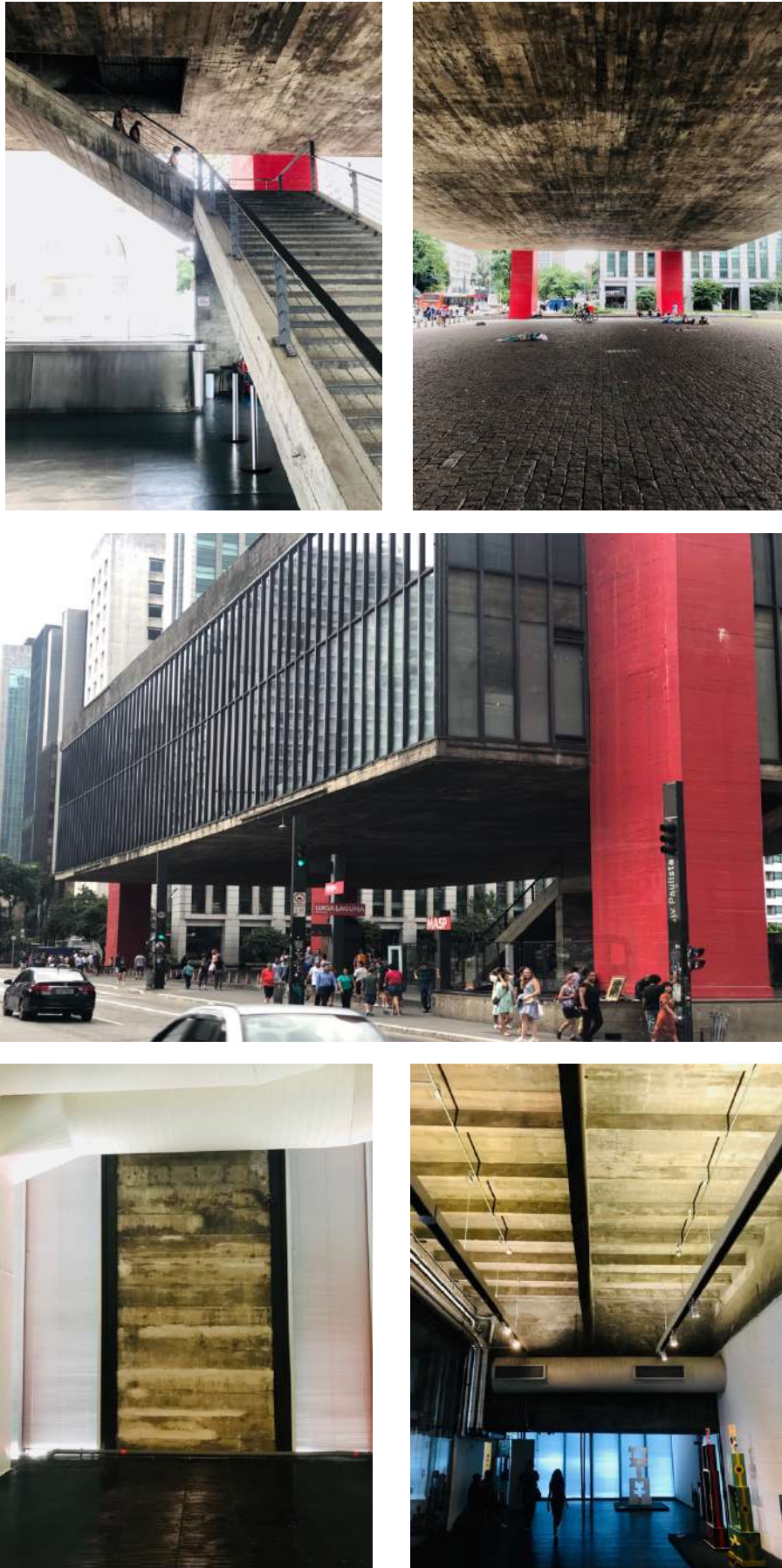


Figura 14 - Museu de Arte de São Paulo / MASP

2.3.3. SESC 24 de Maio

Localizado a 200 metros do Parque da República, em São Paulo, o SESC (Serviço Social de Comércio) projetado pelo arquiteto Paulo Mendes da Rocha, é um edifício originado através de uma reabilitação no qual responde a várias necessidades da população de forma gratuita, tais como a educação, saúde, lazer, cultura e assistência.

Este edifício além de ser uma reabilitação, tem como ponto fulcral a sua própria estrutura, ponto que o arquiteto Paulo Mendes da Rocha faz sempre questão de evidenciar. Ao criar uma piscina na cobertura, o arquiteto criou quatro colunas em betão de grande dimensão em cada ponta da piscina e prolongou-as até ao solo, com isto, e para manter o seu registo utilizou os materiais para conseguir exprimir a função da estrutura, mantendo a estrutura existente com reboco e a nova construção em betão aparente.

Este espaço permite criar uma dinâmica bastante grande entre os cidadãos de São Paulo, no qual podem usufruir de áreas de exposição, salas de workshops, atividades desportivas, entre outras.

O que mais se evidencia neste edifício é o piso inferior à cobertura, pois nele não existem paredes a delimitar o espaço. Cria uma ligação com a cidade, proporcionando assim, um espaço aberto dentro de um edifício (Fig.15).

Os espaços de serviços como a circulação, as instalações sanitárias, os arquivos e a arrumação, são colocados num lote vizinho ao SESC, que está interligado através de uma ponte com o edifício em si, aproveitando desta forma, uma maior área para as restantes atividades.

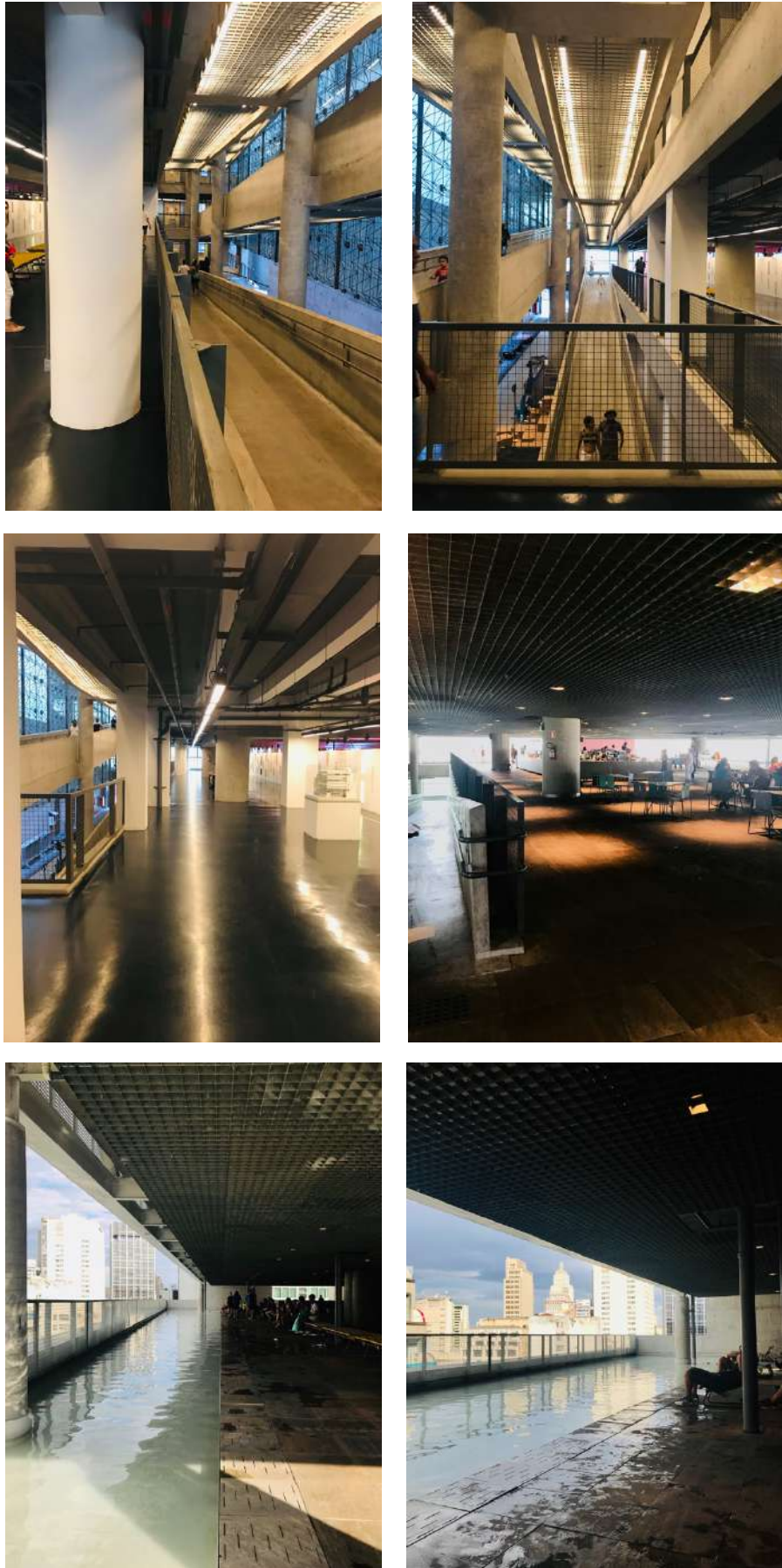


Figura 15 - SESC 24 de Maio.

2.3.4. Agência do BCI

A Agência do Banco de Crédito localiza-se em Santiago no Chile, onde o clima é bastante idêntico ao de Lisboa com oscilações variadas de temperatura ao longo de todo o Verão rondando entre os 12 a 29 °C, auxiliando a utilização da inércia térmica para garantir o conforto térmico. Este edifício alcançou em 2009 o certificado LEED Gold derivado da certificação Passivhaus.

Devido às elevadas cargas térmicas da radiação solar, o referido edifício contém vários componentes que permitem o sombreamento no seu interior tais como os beirais, os brises e as persianas reguláveis, mantendo desta forma o ar fresco e limpo.

O edifício da agência bancária cumpre a norma Passivhaus (norma que resulta no consumo de energia quase nulo, exigida pela União Europeia), através de um bom isolamento térmico, dos vidros duplos aos vidros triplos, que nela se encontram. Possui ainda, um sistema automático de abertura, caso o edifício se encontre demasiado quente, para ventilação e arrefecimento. Os computadores e iluminação são apropriadas de maneira a economizar nos gastos das cargas internas.

Nas fundações foi criado um sistema de revestimento com isolamento térmico de proteção da humidade do terreno através de uma camada de poliuretano, de maneira a evitar perdas térmicas ao exterior. Possui um sistema leve de construção alinhando as esquadrias com o isolamento comparativamente à abertura da alvenaria, conseguindo por isso uma diminuição das pontes térmicas.



Figura 16 - Agência BCI.

2.4. Proposta inicial

O subtema da presente dissertação (Centro Cultural e Interpretativo de Marvila) foi proposto e iniciado na cadeira de Projeto V/I do ano letivo de 2018/2019. Este trabalho foi realizado inicialmente por um grupo constituído por três elementos.

O projeto iniciou-se pela análise rigorosa do local. No princípio foi decidido dar ênfase à Quinta dos Alfinetes, devido à sua história e à sua importância, alinhando desta forma, o novo edifício, com o que resta do antigo, mantendo as dimensões presentes na laje de cimento bem visível no local, projetada pelo grande arquiteto Óscar Niemeyer.

De seguida, decidiu-se dar seguimento à elevação do plano horizontal, criando assim, dois planos, nos quais se desempenhariam funções diferentes. Na planta horizontal térrea direcionada para a função de Centro Comunitário polivalente com o espaço de vão livre para concertos, peças de teatro e dança e projeções de filme com capacidade para quinhentas pessoas. O plano horizontal superior seria fechado e direcionado para o espaço interpretativo, contendo salas de workshops, zonas de exposição e de conferências, mas também salas de estudo.

Para tornar possível os acessos à parte superior foram projetadas quatro “caixas” que se prolongam desde o nível térreo (cota 48.3m) até à laje de cobertura do edifício. Estas “caixas” desempenhariam, assim, a função de Centro Comunitário e Interpretativo através da existência das caixas de escadas, de elevadores, receções, instalações sanitárias, arrumos e zonas técnicas.

Todo o edifício, foi estruturado, através de uma métrica de cinco por cinco metros, no qual correm vigas transversais e horizontais que seriam visíveis a olho nu, dando assim, uma certa racionalidade construtiva ao edificado. Esta grelha métrica permitiu definir as medidas exatas de cada área e a localização precisa das salas, assim como as funções do edifício.

Foi então decidido que as “caixas” seriam localizadas de forma simétrica no edifício, cumprindo assim, uma área de cinco metros de largura e dez metros de comprimento, área que se julgou ideal para situar todas as funções nelas idealizadas. No meio de cada duas “caixas” foi projetado um restaurante para uso dos visitantes. Da entrada principal ao piso superior e nas “caixas” opostas, prevê-se um anfiteatro de espetáculos cuja bancada seria centrada com a Quinta do Alfinetes, enfatizando-a. Lateralmente à bancada, localizada junto à Quinta, foram projetados espaços de hortas urbanas para uso da população que reside na freguesia de Marvila.

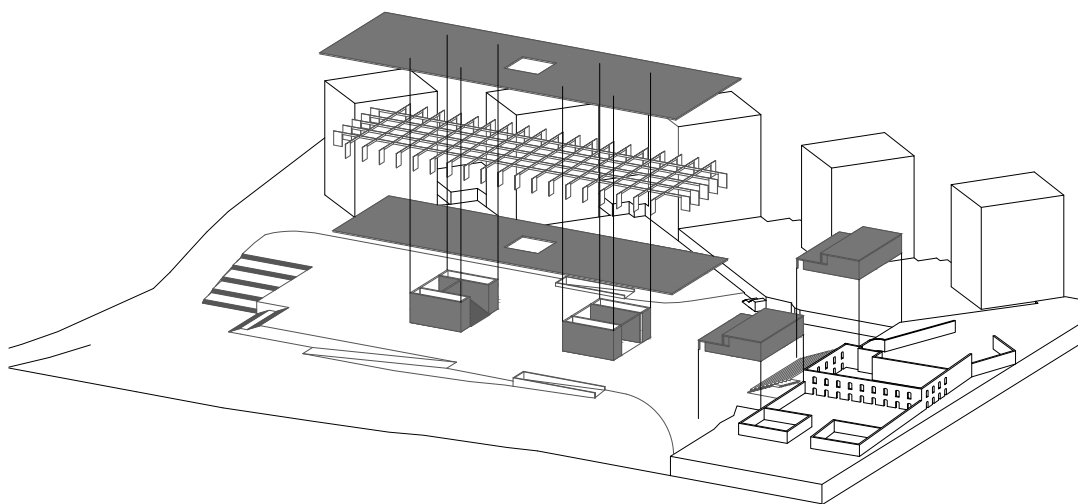


Figura 17 - Axonometria inicial de estudo.

Estudos vários confluíram na proposta para um Centro Comunitário e Interpretativo de três pisos (Fig.17). O edifício continha várias possibilidades de acesso ao piso superior sendo todos eles feitos pelo alçado nordeste cujo plano horizontal se encontraria à mesma cota, através da praça comunitária que a partir das “caixas” tornaria possível o acesso ao piso superior com caixa de escadas e elevadores.

Este edifício cumpre toda a métrica de cinco por cinco metros e no seu interior é possível criar vários espaços dinâmicos através de painéis de madeira móveis que desliza por uma calha que também cumpre a métrica.

A entrada principal é realizada através do vão livre localizado, exatamente, no centro do edificado onde se vislumbra uma claraboia como foco de luz, de modo a destacar a sua importância.



Figura 18 - Planta do piso -1.



No piso menos um, como podemos observar na Figura 18, encontram-se o estacionamento, o auditório, os camarins, as salas de espera e os arrumos. Neste mesmo piso são sempre visíveis as quatro “caixas” onde se localiza o acesso ao piso superior. O acesso, faz-se por escada ou elevador. É ainda nestas “caixas” que se encontram as instalações sanitárias.

No piso do rés do chão (Fig.19) situa-se a parte comunitária, organizada através de uma majestosa praça, com de lojas de apoio à comunidade, um restaurante. (entre as caixas esquerdas) e um espelho de água.

Todas as partes interativas como o vão livre, esplanada e anfiteatro são circunscritas a partir da laje do piso superior.



Figura 19 - Planta do Rés do chão.



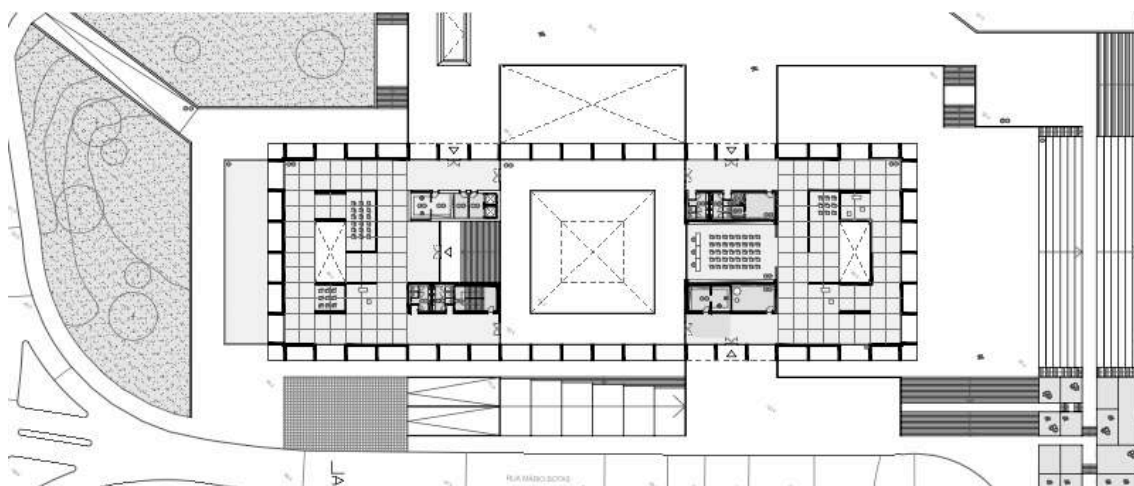


Figura 20 - Planta piso 1.



O primeiro piso é constituído, no seu centro, por um vão livre cujos lados foram aproveitados como mezanino para dar “alma” ao edifício e servir de fio condutor entre pisos. Este espaço é penetrado por luz natural que vem, não só da claraboia, situada bem no centro da cobertura, como também pelos vãos laterais envidraçados.

A circulação neste espaço faz-se pelos quatro lados do mezanino, o que dá dinâmica ao piso e permite, ainda, observar/assistir aos eventos do piso abaixo. A particularidade deste vão livre central, reside na forma como permite a sensação de interior e exterior aos seus utilizadores devido à ventilação que advém através do piso inferior.

A ladear o vão livre central, situam-se as quatro “caixas” e nelas se situam as instalações sanitárias, arquivos, arrumos e acessos a este piso.

Entre as duas “caixas” à esquerda (Fig.20) situa-se a escadaria que se assume como entrada principal. Esta escada termina dando destaque a um espaço amplo, concebido para ser polivalente, através de painéis de madeira móveis. No lado oposto, entre as duas “caixas” homólogas, observamos uma sala para eventos, sendo o restante espaço replicado da lateral esquerda.

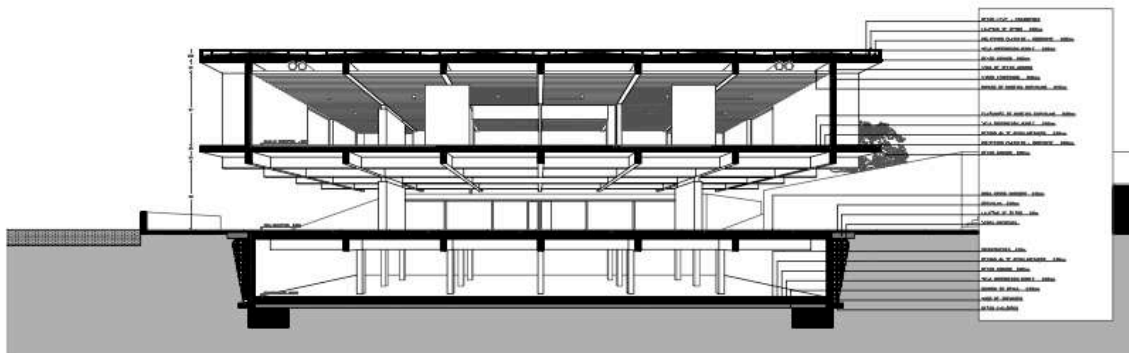


Figura 23 - Corte perspetivado.

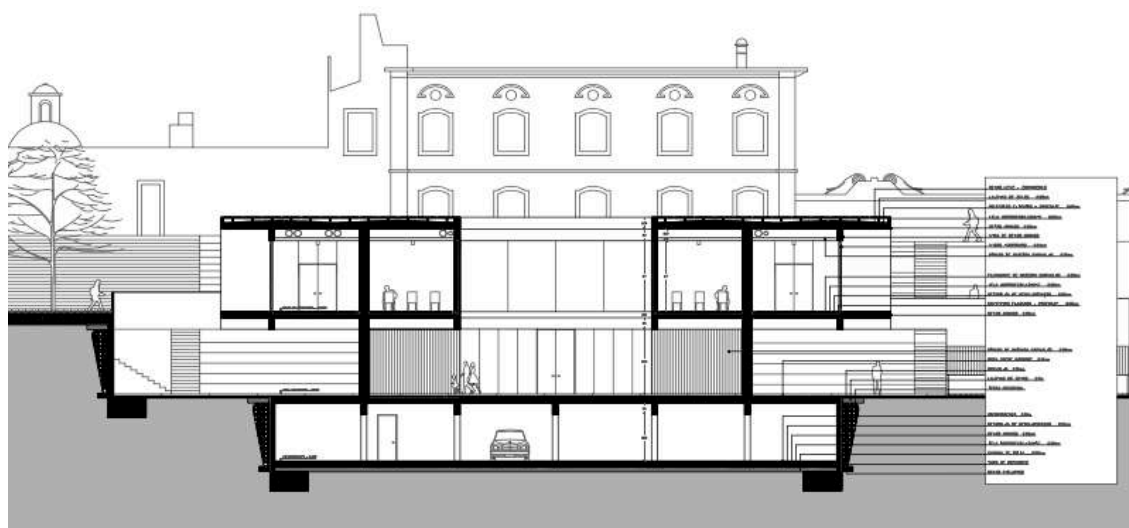


Figura 21 - Corte A/A'

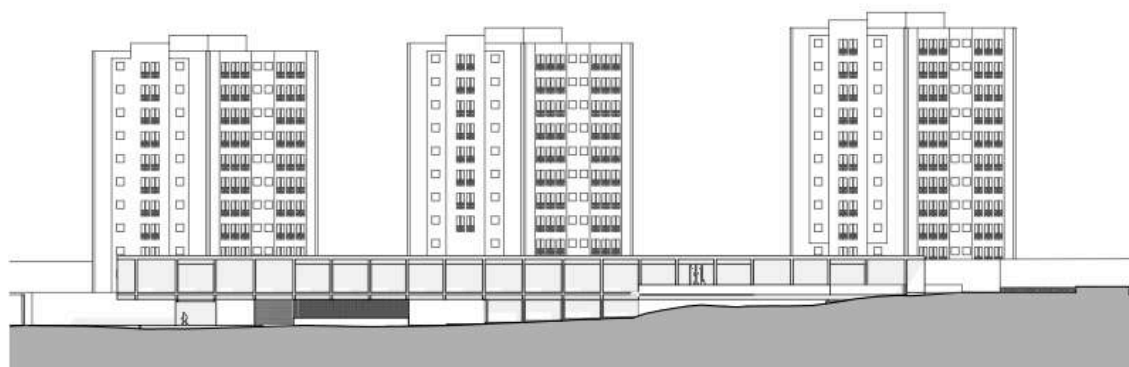


Figura 22 - Alçado Sudeste.

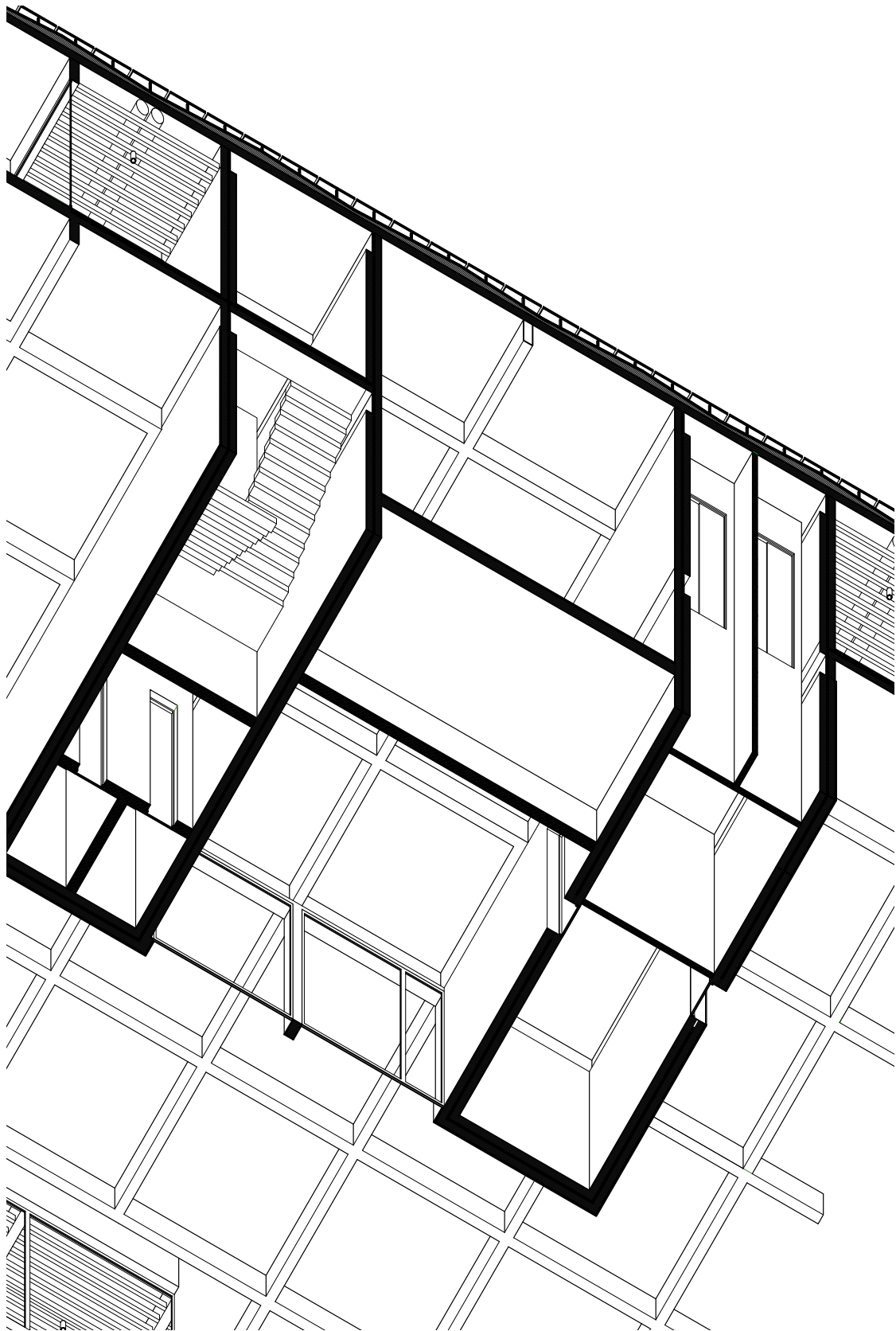


Figura 24 - Perspetiva Isométrica.



Figura 25 - Renders do projeto inicial.

03. ARQUITETURA PASSIVA

3.1. Arquitetura passiva

A arquitetura passiva, foi desenvolvida por forma a conseguir espaços, na maioria deles interiores, que contenham boa qualidade de ar e da salubridade ao longo dos 365 dias do ano. Assim conservam o conforto ambiental e aumentam produtividade dos utilizadores. Este tipo de arquitetura tem vindo a aumentar à medida que aumenta o número de habitantes nas grandes cidades. - “Na Europa, as pessoas passam 90% do seu tempo em edifícios e 50% da população do planeta habita em cidades” (TIRONE; NUNES, 2008, p.20)

PassivHaus² é um conceito desenvolvido na Alemanha em 1988 por um engenheiro estrutural e um físico de construção, Bo Adamson³ e Wolfgang Feist⁴, com o objetivo de reduzir a pegada ecológica. Este conceito surgiu num projeto de habitação geminada em Darmstadt em 1991. Posteriormente (1996), Bo Adamson e Wolfgang Feist fundaram o Passive House Institute⁵, cujo propósito seria uma construção em que se conseguisse diminuir o consumo energético, e onde o recurso a energia externa seria minimizado. Assim o elevado conforto térmico é obtido através de soluções passivas, as quais permitem ainda a garantia da qualidade do ar e da salubridade do interior do edifício ao longo de todo o ano. (<https://www.ua.pt/casapassiva/page/24129>)

A norma PassivHaus consegue assim reduzir até 90% dos gastos energéticos comparativamente aos edifícios convencionais. Esta norma assenta em cinco princípios fundamentais: um ótimo isolamento térmico; um controlo rigoroso em relação às pontes térmicas; uma ótima estanquidade do ar; um controlo minucioso da ventilação com recuperação de calor e uma preocupação redobrada nas caixilharias e envidraçados. (www.idealista.pt)

A utilização destes cinco princípios proporciona: uma durabilidade e qualidade de construção; um conforto térmico sem desigualdades de estratificação em altura, junto de elementos sensíveis, como os envidraçados e as pontes térmicas; a redução do consumo energético e a garantia da excelente qualidade do ar interior, que poderá também ser complementado através de brise-soleil⁶, beirais e vegetação.

² Casa Passiva.

³ Engenheiro e cientista de construção, nascido em 1925 na Suécia. Em 2014 foi nomeado conjuntamente com Wolfgang Feist inovador do ano no prémio Future Builder of the Year em 2014. (https://sv.wikipedia.org/wiki/Bo_Adamson).

⁴ Físico alemão e físico de construção, nascido em 1954 na Alemanha. Administrador do Instituto PassivHaus em Darmstadt. (https://de.wikipedia.org/wiki/Wolfgang_Feist).

⁵ Instituto de pesquisa independente que visa desempenhar um papel fundamental no deenvolvimento da norma PassivHaus. (<https://passivehouse.com>).

⁶ Elemento arquitetónico de proteção solar criado pelo arquiteto Le Corbusier utilizado em edificações de forma a controlar a entrada de luz natural no mesmo. (<https://pt.wikipedia.org/wiki/Brise-soleil>).

Relativamente aos custos exigidos num edifício PassivHaus estes são um pouco mais elevados do que numa construção convencional. Este aumento deve-se: à vasta utilização de isolamento térmico; aos materiais escolhidos adequadamente para o projeto; a selagem térmica; aos sistemas de ventilação artificial; às portas e janelas. Porém, parte desses custos serão recuperados posteriormente, através das reduções de custos ao nível energético, que serão praticamente nulos. (www.guiacasaeficiente.com)

Conclui-se, portanto, que o custo inicial será compensado pela diminuição com os custos energéticos na utilização do edifício.

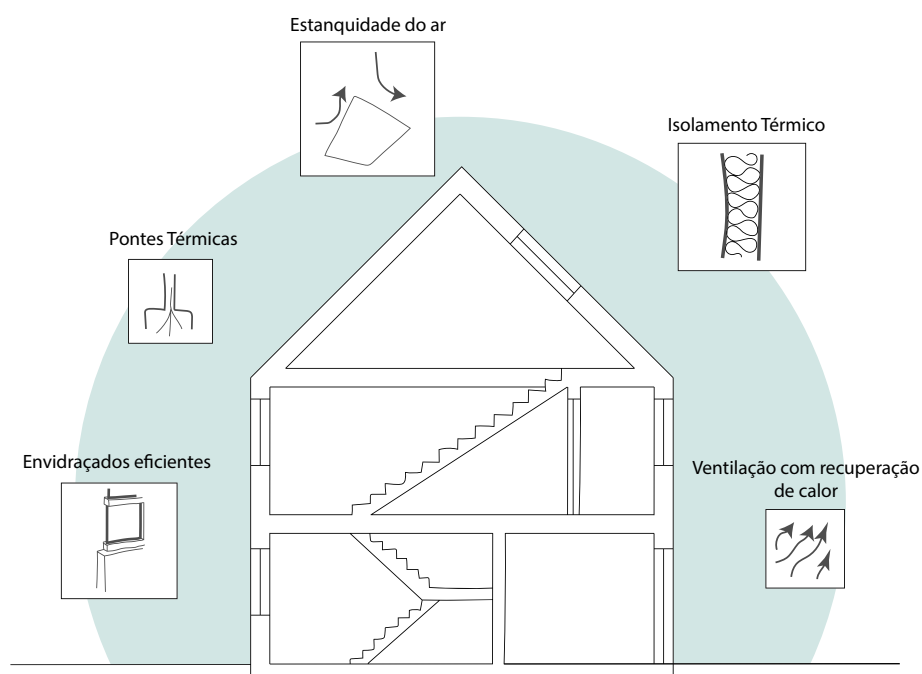


Figura 26 - Esquema dos cinco princípios da PassivHaus.

Após ser construído, um edifício está sujeito a várias escalas de radiação solar. Estas podem ser controladas através de sombreamentos, e principalmente pela orientação solar onde o edifício se encontra. A entrada de luz solar deve ser bastante ponderada, devido aos ganhos solares serem muito mais altos e maximizados de inverno na orientação a Sul do que na orientação Norte. Para isso, são normalmente abertos vãos de maiores dimensões a Sul para um bom aproveitamento da radiação solar de forma a realizar a recolha de energia solar necessária para aquecer passivamente o interior do edificado. Já a Norte, os vãos deverão ser de pequenas dimensões para assim controlar melhor as perdas térmicas (Fig.28).

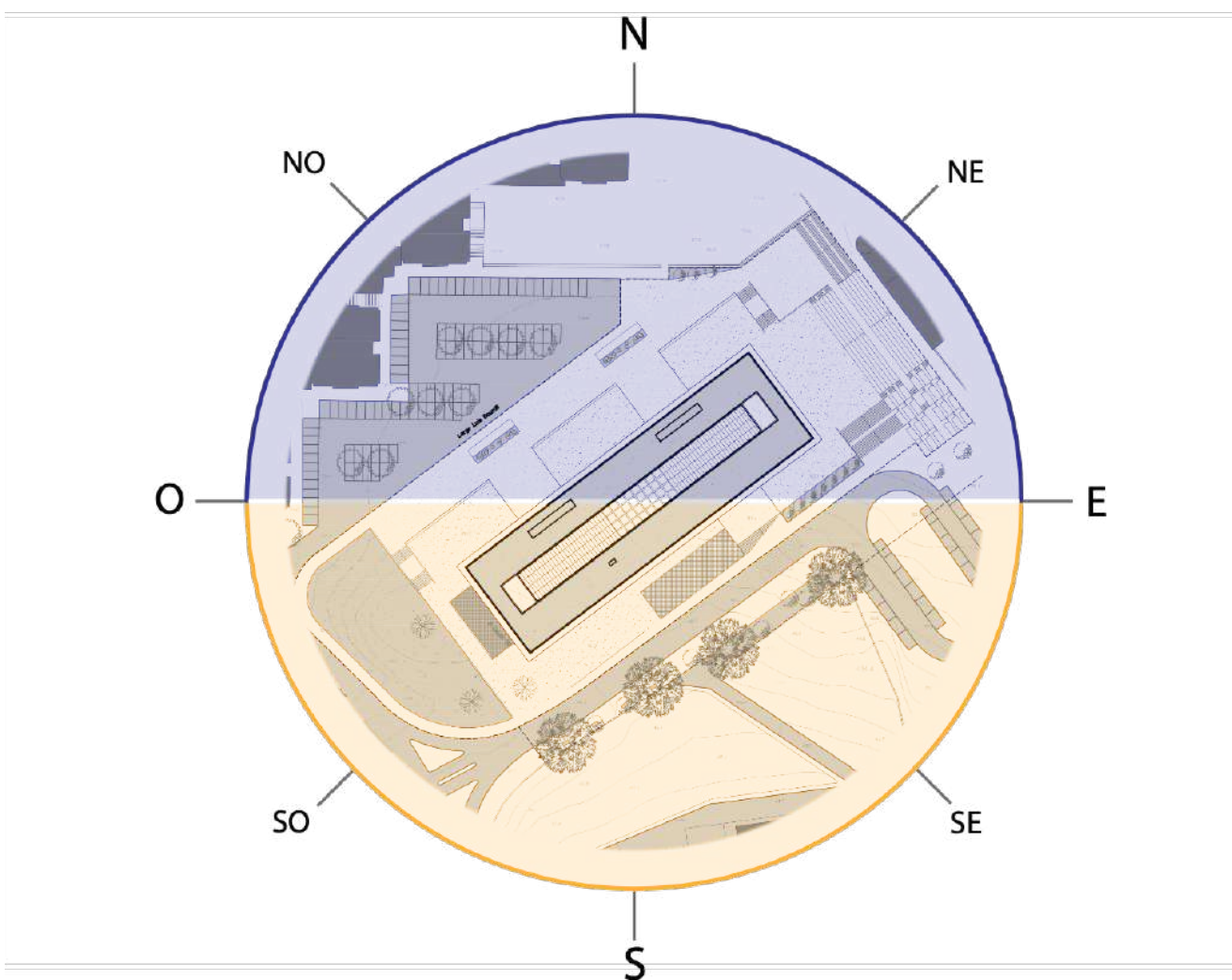


Figura 28 - Estudo da orientação solar relativamente a orientação do edifício.

3.3. Projeto estrutural

O projeto estrutural é considerado uma das etapas mais importantes no desenvolvimento de um edifício. Este irá verificar e realizar todos os cálculos e dimensionamentos de lajes, pilares, vigas e fundações necessários para garantir uma boa segurança e durabilidade à edificação para posteriormente ser procedida à execução. A principal função de uma estrutura é conseguir garantir uma execução correta à espacialidade criada pelo arquiteto. Esta mesma função estrutural é subjugada por uma disposição racional e conhecedora, realizada em consenso entre o arquiteto e o engenheiro, no qual será complementada através de elementos estruturais sólidos no geral.

Na presente dissertação, foi necessário criar um plano horizontal elevado apoiado em quatro “caixas”, as quais se estendem até à cobertura, de 15x5 metros e se encontram assentes no piso térreo. Estas estão incorporadas nas quatro vigas maciças de betão armado localizadas no piso superior, com trinta e cinco centímetros de espessura, que desempenham simultaneamente três funcionalidades distintas, sendo elas: as perfurações para criação de ligações estrategicamente colocadas entre os espaços interiores; a função de parede divisória entre os espaços; e suportado de toda a parte suspensa na extremidade do edifício (Fig.29).

Estas vigas encontram-se em consola de ambas as extremidades do edifício com vinte metros, sendo assim necessária a criação de treliças centrais. Nas mesmas, onde se encontra o vão livre para quinhentas pessoas.

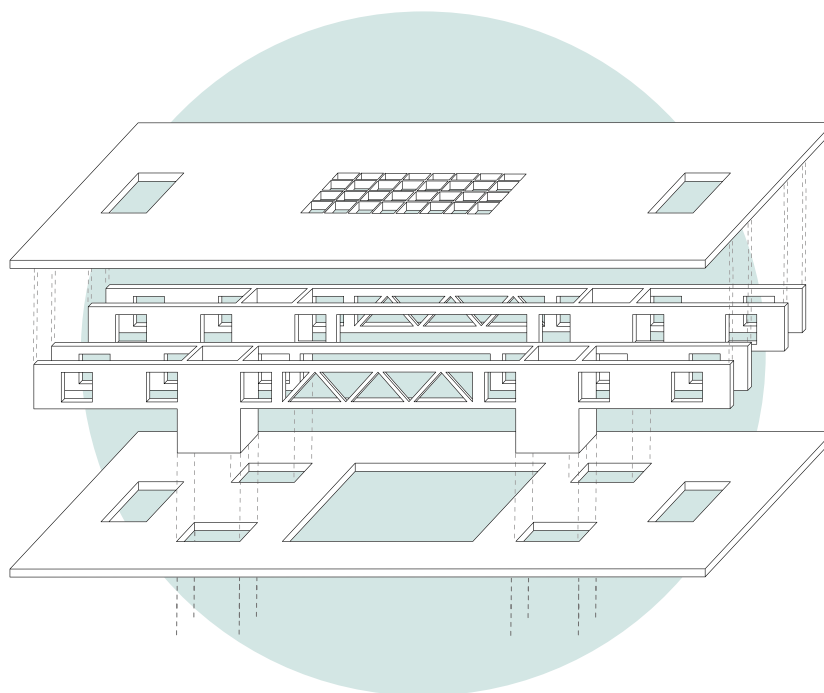


Figura 29 - Esquema de funcionamento da estrutura do edifício.

3.4. Abertura de vãos

Após um estudo aprofundado da orientação solar e da estrutura do edifício, seguem-se as aberturas dos vãos, de forma organizada e estratégica para a criação de um método de ventilação cruzada, correta.

A análise aprofundada da figura 28 permite verificar que a maioria da incidência solar ocorre nos alçados Sudeste, Sul, Sudoeste, Oeste. Foi com base no estudo da incidência solar que os vãos foram abertos e calculados, sendo por isso, o seu tamanho proporcional às condições de captação eficiente de radiação solar (Fig.30).

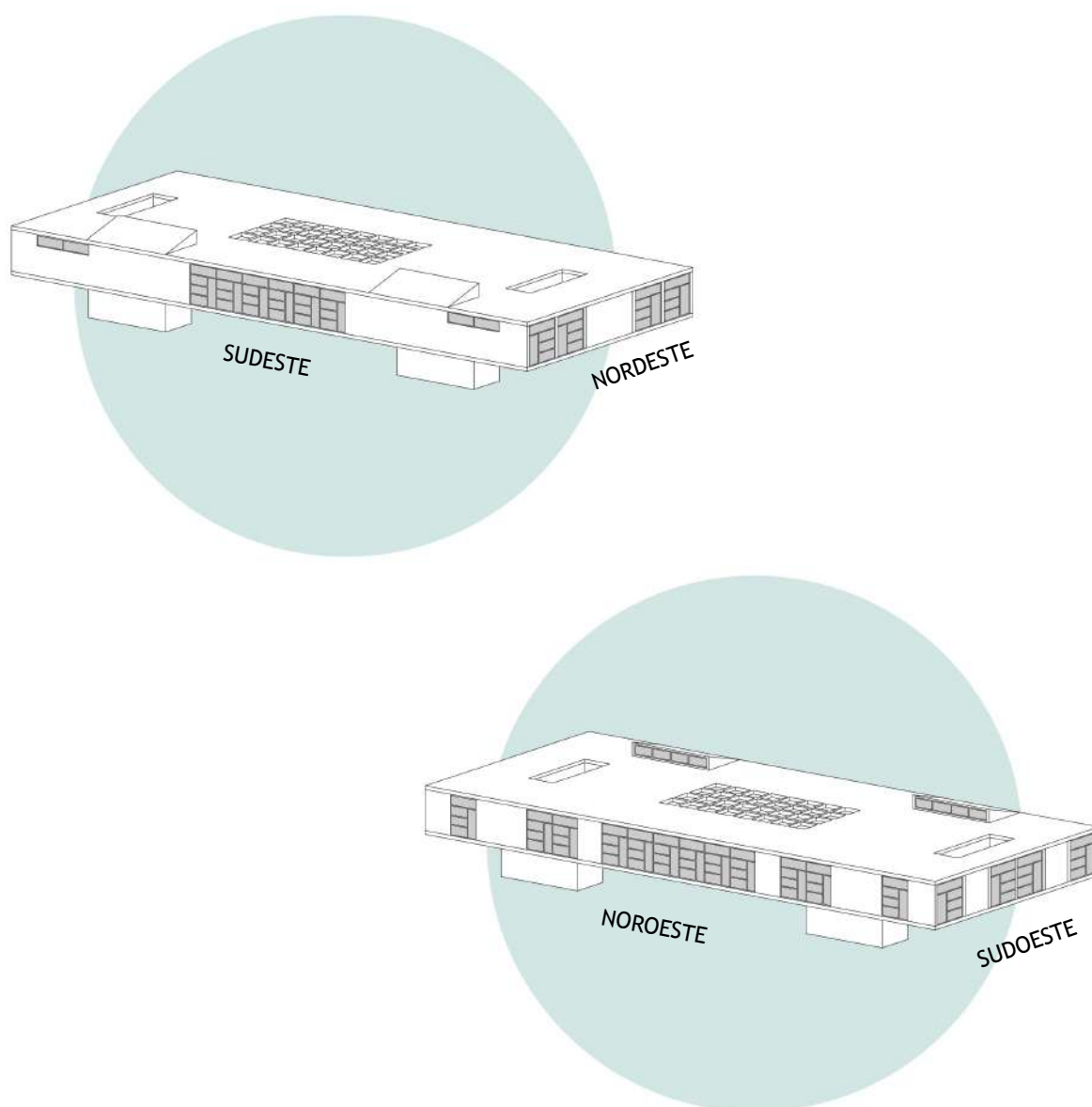


Figura 30 - Localização dos vãos no projeto de dissertação.

3.5. Proteção solar

A radiação solar é a fonte passiva que permite um bom e gratuito aquecimento ao longo do inverno, embora para bom aproveitamento solar, no verão, seja necessário recorrer a elementos de proteção solar, de forma a reduzir as exposições de aberturas do edifício, (como por exemplo os vãos) proporcionando desta forma a redução de ganhos solares inconvenientes/sobreaquecimento. Para tal, existem vários elementos que facilitam esse processo: brise-soleil reguláveis ou fixos; palas salientes e vegetação.

3.5.1. Palas salientes

As palas salientes são por vezes utilizadas de forma estética, são utilizadas maioritariamente com a funcionalidade de impedir que as águas das chuvas escorram sobre as fachadas dos edifícios, porém também possuem a função de controlar a insolação direta evitando um sobreaquecimento nos espaços interiores. Todas estas funcionalidades contribuem para uma maior durabilidade e conservação do edifício evitando a degradação da pintura e do revestimento externo. (www.construindodecor.com)

Visto que o Sol, assume diferentes ângulos ao longo do ano, as palas salientes têm de ser colocadas corretamente de forma a aproveitar as suas funcionalidades. Para tal, foi efetuado um estudo (Fig.31) para calcular as dimensões que seriam necessárias nesta dissertação para um bom desempenho das mesmas, nomeadamente pela eficiência relacionada com a melhor forma estética (Fig.32).

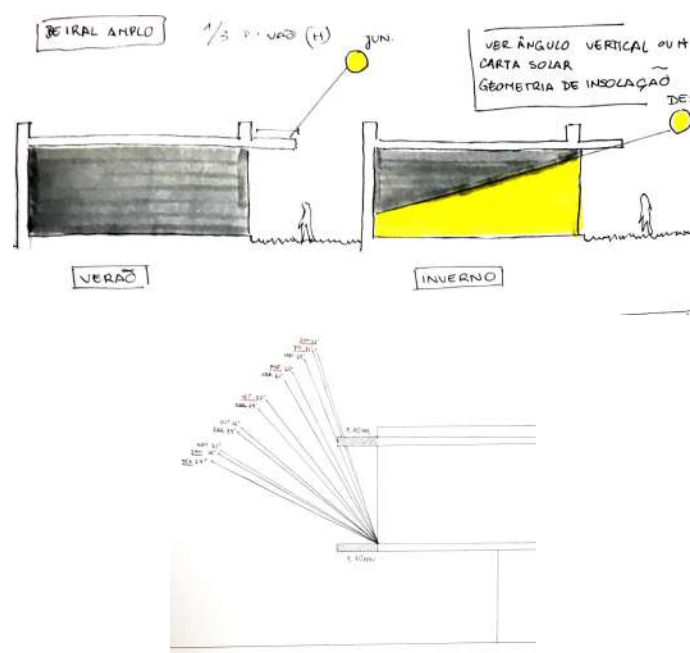


Figura 31 - Estudo para as palas salientes.

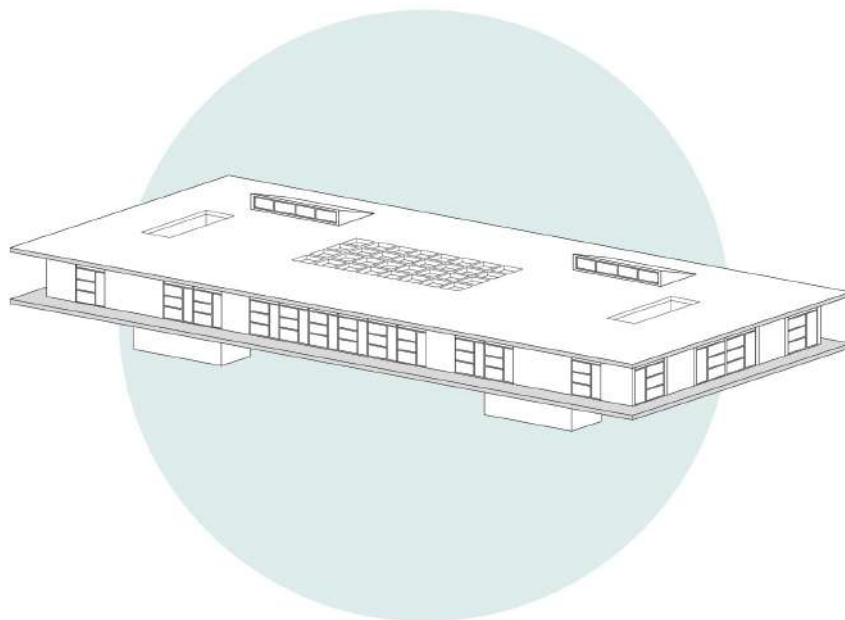


Figura 32 - Palas salientes consideradas no projeto inicial.

3.5.2. Brise soleil

Os brise-soleil são elementos normalmente conhecidos por serem lâminas horizontais ou verticais, e se encontram colocados, maioritariamente, do lado exterior do edifício junto das janelas ou da fachada. Desempenham uma função protetora do interior do edifício dos raios solares diretos, evitando o sobreaquecimento deste, garantindo o conforto térmico e uma boa visão do interior para o exterior. Contém ainda, as seguintes vantagens: a redução ou aumento da temperatura no interior (consoante a estação do ano); a diminuição dos gastos de climatização e iluminação; uma certa estética e métrica para as fachadas. Porém, acresce a desvantagem na necessidade de manutenção dos mesmos. (www.vivadecora.com)

Quando virados para Sul, estes elementos deverão ser colocados na horizontal, devido à maior incidência de Sol ao longo do dia. A Este e a Oeste, os brise-soleil deverão ser colocados na vertical, porque existe escassez de incidência de raios solares (Fig.28). Já a Norte não é necessário colocar brises por ter pouquíssima exposição solar.



Figura 33 - Exemplos de brise-soleil em edifícios.

Foram realizados vários estudos de utilização de diferentes tipos de brises (Fig.34). Optou-se ainda, por colocar estrategicamente dois tipos de brises verticais, uns deles reguláveis de alumínio e outros fixos compostos por Eco2blocks⁷ juntos aos vãos que se encontram a Sul e a Oeste, de forma a conseguir criar espaços escuros ou com menos intensidade de luz solar no interior do edifício conforme a utilização prevista.

No projeto em questão, a orientação dos brises foi vertical devido à posição do edifício se encontrar inclinada à orientação Nordeste⁸, a qual cria um ângulo adequado para a utilização de brises verticais (Fig.35).

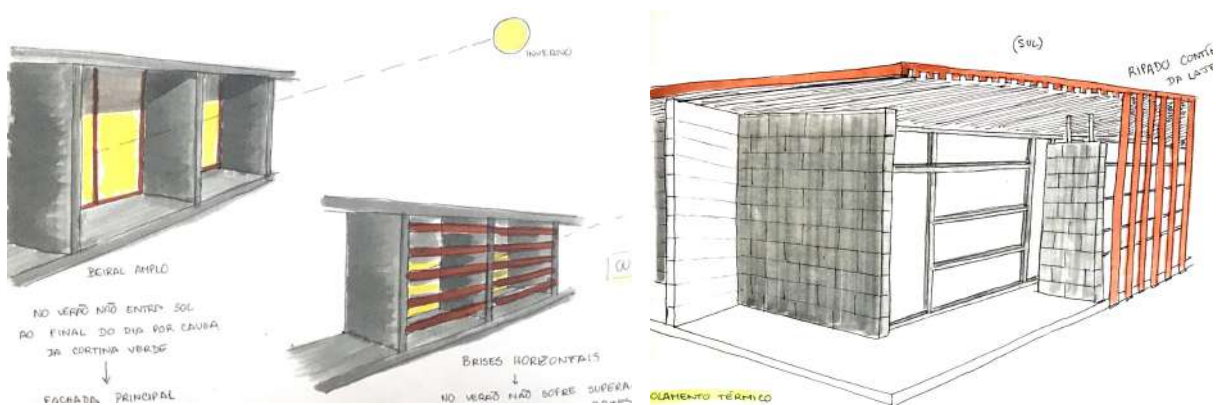


Figura 34 - Estudo de brise-soleil.

⁷ Elementos constituídos com 100% de resíduos industriais, água não potável e dióxido de carbono (CO₂). Desenvolvido por Vitor Sanches, Pedro Humbert e Alan Cunha. (<http://eco2blocks.com>).

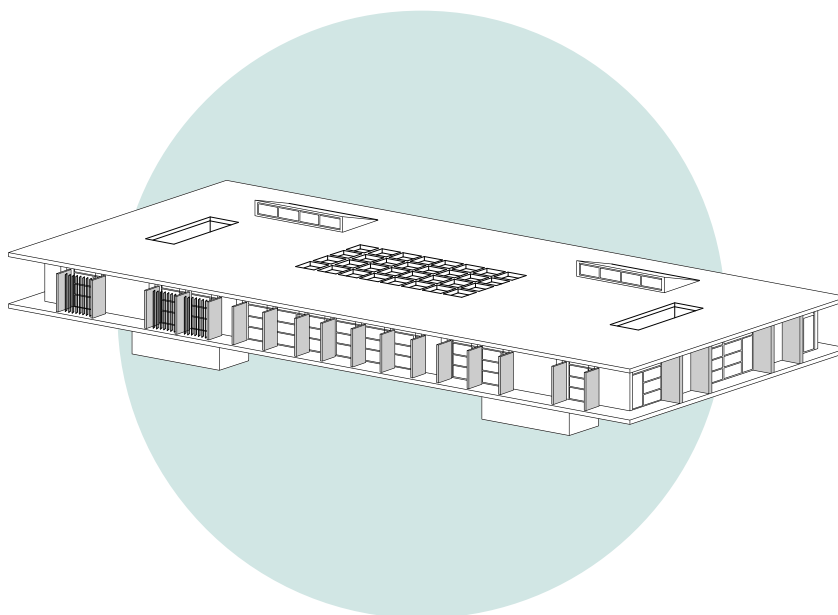


Figura 35 - Colocação de brises verticais fixos e amovíveis.

3.5.3. Cortinas verdes

As cortinas verdes, são constituídas por duas ou três linhas paralelas de árvores, que possuem diferentes tipos de funções e benefícios. Estas são colocadas estrategicamente de acordo com o estudo dos ventos predominantes, tipo de solo, orientação e localização do terreno.

As cortinas verdes são utilizadas de forma a atuarem na redução dos ventos e a criarem: espaços de sombreamento; a controlarem o sobreaquecimento nas edificações circundantes; na redução de cheiros e de ruídos em meios citadinos; na criação de novos habitats e proteger a vida selvagem; na melhoria da paisagem; na melhoria da produção agrícola e pecuária, e a produzir alimento.

Existem vários tipos de cortinas verdes, sendo elas: as grandes cortinas; cortinas médias; bandas arborizadas; cortinas de coníferas; cortinas de sua arbóreas e arbustos; cortinas ornamentais e cortinas campestres.

Para um correto desempenho, as espécies arbóreas devem ser colocadas em linhas paralelas, de forma a que nenhuma se sobreponha à outra. Estas linhas são compostas por duas ou três espécies diferentes, normalmente: árvores altas; árvores médias e arbustos (sendo posteriormente colocadas de forma crescente em direção à área a proteger).

Desta forma, pela análise do terreno em Marvila, concluiu-se ser apropriada a utilização de uma cortina conífera no qual é utilizada maioritariamente para a proteção do frio ou em zonas junto à costa. Os ventos do local a intervir provêm de Noroeste e de Sudeste devido ao Rio Tejo. Por isso, foi colocada uma cortina verde a Sudeste (Fig.36) proporcionando sombreamento para o edifício, redução de cerca de 50% dos ventos (Fig.36) obtendo assim menos perdas térmicas, redução de ruídos e cheiros provenientes da cidade de Lisboa, e criação de novos habitats. A Noroeste optou-se pela não colocação devido à presença das torres de Marvila, que inequivocamente reduzem os ventos.

Devido à elevação do edifício, foram escolhidas duas espécies de árvores de grande altura para desempenharem, de forma correta o seu propósito e que se adaptassem ao clima de Lisboa, sendo elas o Pinheiro Manso e o Cipreste.

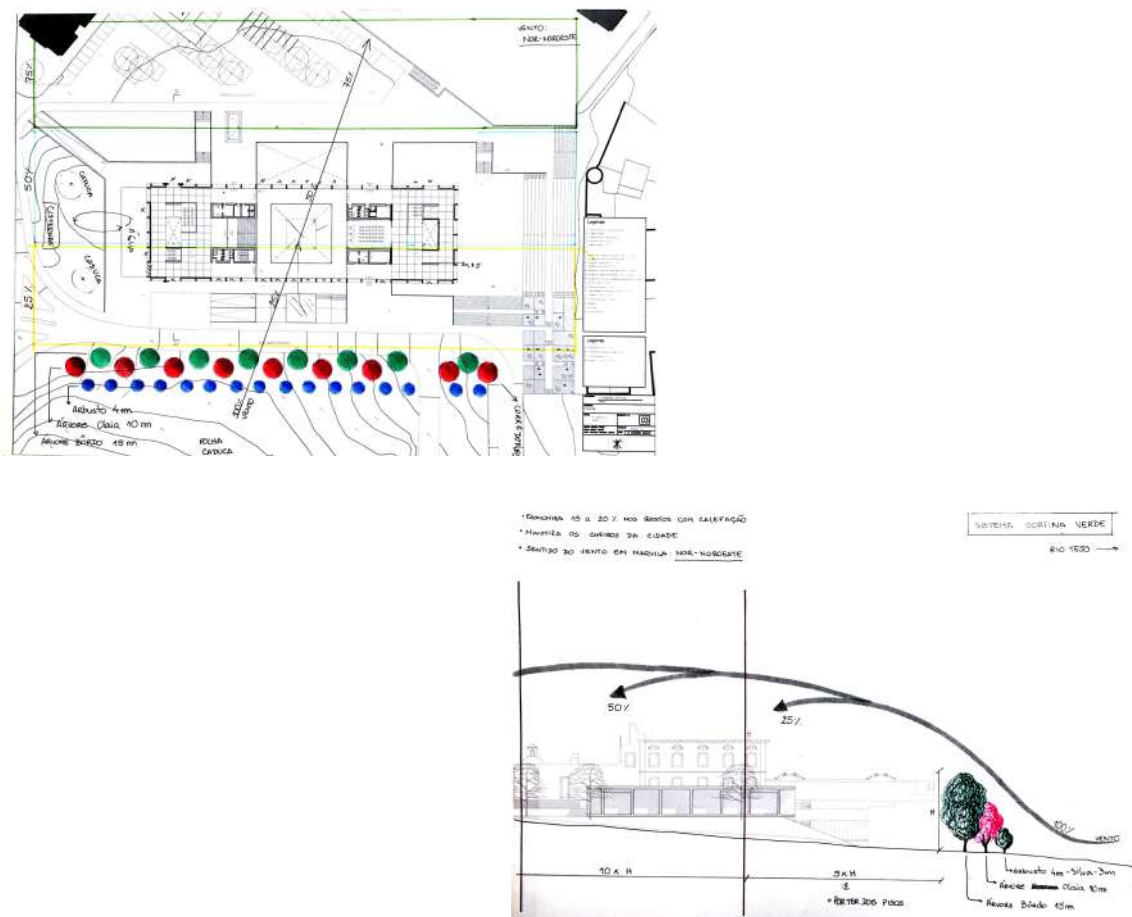


Figura 36 - Estudos preliminares para a colocação da cortina verde.

3.6. Inércia térmica

A inércia térmica é responsável pela criação de um clima favorável interior, em termos de conforto térmico, nas edificações. É a inércia que controla as diferenças de temperaturas existentes no edifício através dos materiais construtivos, ou seja, quanto mais denso o material for, maior é a inércia térmica. Por exemplo, uma parede construída em pedra, taipa ou betão contém uma maior inércia térmica do que uma parede montante de madeira ou de madeira debastada, devido à sua densidade.

A inércia térmica, tem uma maior eficácia quando aplicada em climas de grandes amplitudes térmicas em curtos prazos de tempo, como é o exemplo de Portugal. “Em Portugal, a temperatura média do clima, durante a maior parte do ano, mantém-se entre os 18 e os 26°, contribuindo a inércia térmica, por este motivo, para a estabilidade do clima no interior e para o conforto.” (TIRONE e NUNES, 2008, p.172).

Devido à sua densidade, o material absorve a temperatura diurna emitida pela radiação solar, e retém-na de forma a impossibilitar o aquecimento no interior do edifício. Posteriormente durante a noite, liberta-a lentamente para o seu interior. Para isso, é necessário realizar uma complemento com o isolamento térmico de forma correta, pois ambos não funcionam adequadamente um sem o outro.

“Para otimizar o contributo da inércia térmica, é importante evitarmos que os materiais pesados (o betão, os tijolos, os rebocos) sejam predominantemente revestidos com outros materiais leves (tetos falsos, alcatifas, madeiras...). Qualquer destes materiais leves de revestimento funciona como um isolante e interrompe o intercâmbio térmico que se pretende manter entre os materiais com elevada inércia térmica e o ambiente interior.” (TIRONE; NUNES, 2008, p.172).

Após leitura e compreensão do excerto de Tirone e Nunes acima citado, foi decidido colocar os materiais da proposta em questão com betão e Eco2Blocks sem qualquer revestimento para melhor e mais eficaz absorção e realização de inércia térmica (Fig.37).

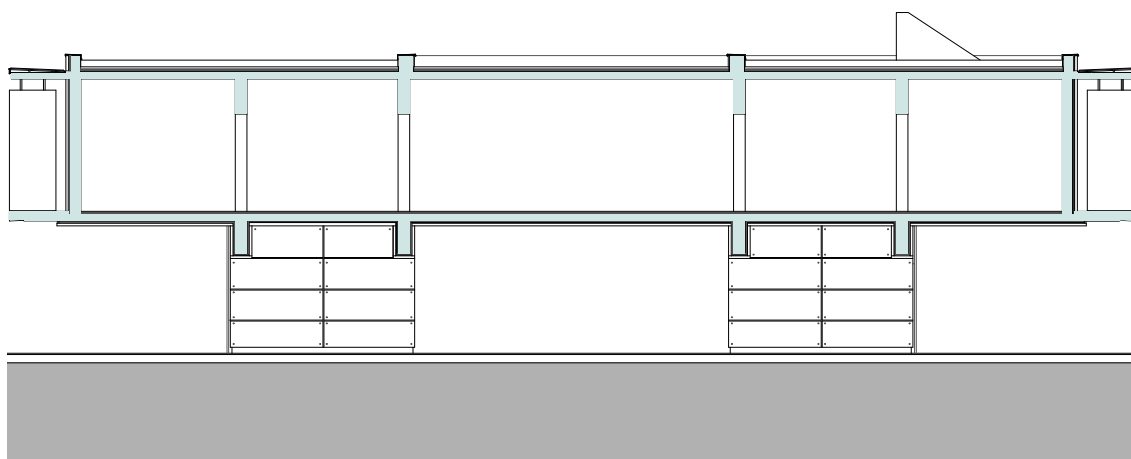


Figura 37 - Inércia térmica na proposta de dissertação.

3.7. Isolamento térmico

Nos dias de hoje, sabe-se que as edificações são as principais consumidoras de eletricidade e gás, tornando-se deste modo, as principais geradoras na produção e emissão de CO₂. Por isso, é necessário implementar vários métodos que consigam reduzir eficazmente o elevado consumo de eletricidade e gás.

O isolamento térmico resulta nas capacidades de um material proporcionar um controlo na eficiência energética, ou seja, o material deve conseguir reduzir as elevadas perdas térmicas existentes do interior para o exterior do edifício. Para isso, existem vários tipos de materiais disponíveis à venda para desempenhar um bom isolamento térmico:

- Aglomerado de cortiça expandida;
- Poliestireno expandido;
- Poliestireno estruído;
- Lã de vidro;
- Placas rígidas;
- Barreiras para-vapor;
- Lã rocha;
- Espuma de poliuretano;
- Fibra de vidro;
- Celulose e espuma em spray.

O isolamento térmico pode ser colocado de várias formas: pelo interior das paredes; na caixa-de-ar entre as paredes duplas e pelo exterior de um edifício. A última, constitui a forma mais eficaz no desempenho na redução energética. Este sistema, ao ser realizado corretamente com a espessura exata e a colocação contínua pelo exterior do edifício, consegue obter resultados elevados no desempenho energético comparativamente a qualquer outro.

Com este método de isolamento térmico contínuo pelo exterior, consegue-se um elevado conforto no interior, a eliminação parcial das pontes térmicas⁸, a durabilidade e resistência dos materiais utilizados no interior do edifício e melhor funcionamento relativamente à inércia térmica mantendo as temperaturas interiores estáveis.

Foi considerado o método exterior e contínuo do isolamento térmico em aglomerado negro de cortiça, de forma a que a sua massa termoacumuladora⁹ (betão) desempenhe corretamente o seu papel (Fig.38). Em qualquer estação o betão absorve a radiação solar a partir da sua inércia, armazena-a e liberta-a para o interior do edifício durante o período noturno. Assume, por isso, papel importante a ventilação passiva do interior para os períodos de Verão.

Devido à estrutura do edifício ser composta por quatro vigas, não foi possível criar na laje, um isolamento térmico exterior contínuo optando-se então pela colocação interior e exterior do edifício, de maneira a eliminar as pontes térmicas e proporcionar conforto térmico (Fig.38).

⁸ As pontes térmicas ocorrem em zonas circundantes do edifício onde existem mudanças de material, no qual esses mesmos, não possuem as mesmas propriedades.

⁹ Massas formadas por elementos construtivos no qual conseguem reter e absorver energia térmica.

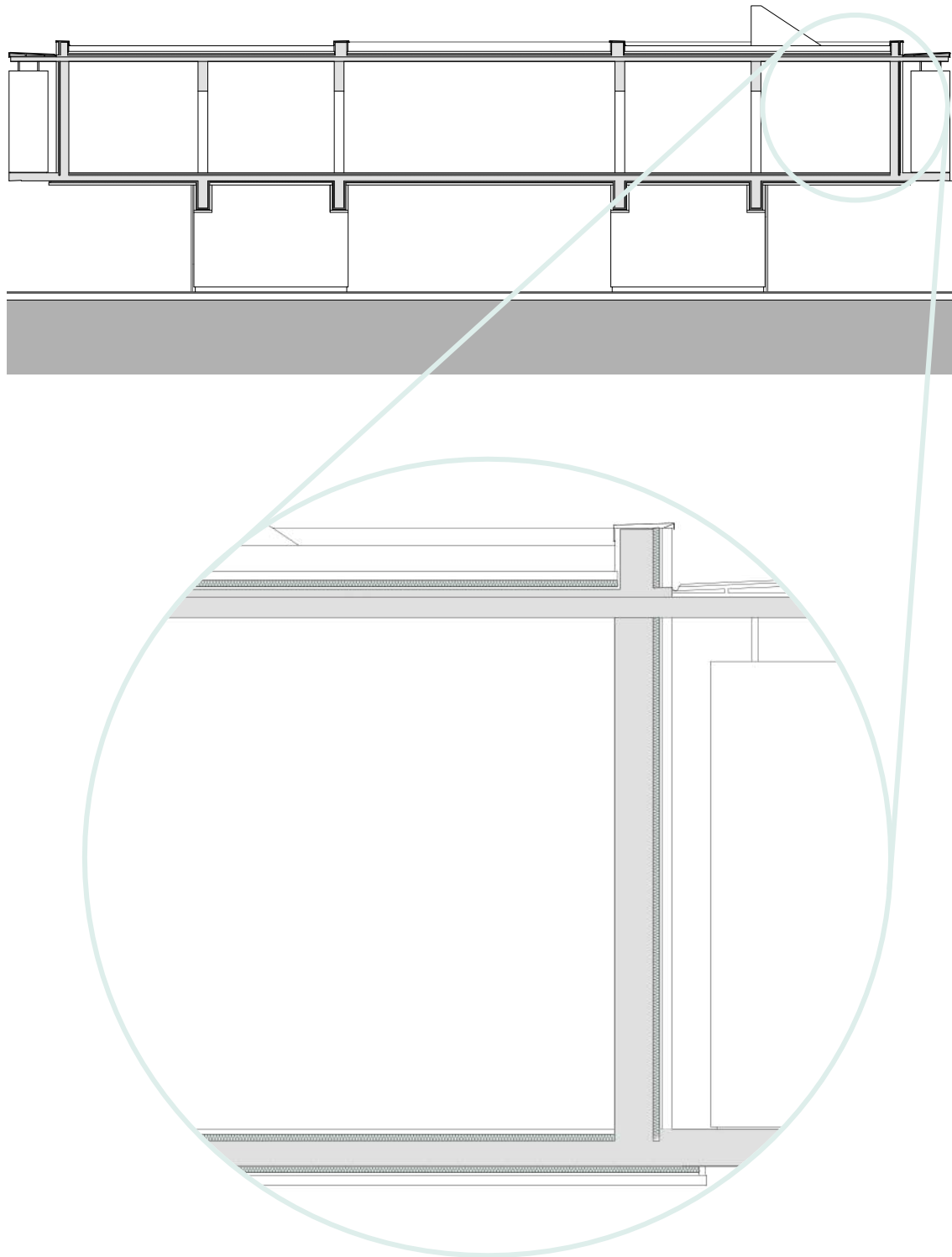


Figura 38 - Isolamento térmico pelo exterior na proposta de dissertação.

3.8. Pontes térmicas

As pontes térmicas provêm de mau isolamento térmico, ou seja, são zonas onde existe diferença de materialidade ou quebra do material de isolamento ou da inércia térmica. As pontes térmicas mais frequentes, geralmente, estão presentes nas vigas, nos vãos e nas portas dos edifícios, devido à desunião de materialidade.

“O Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) revisto, Decreto-Lei 80/06 de 4 de Abril, contempla a contribuição das pontes térmicas para o balanço energético negativo do edifício e obriga a soluções que minimizem as pontes térmicas, como é conseguido pelos sistemas de isolamento térmico aplicados de forma contínua e pelo exterior” (TIRONE; NUNES, 2008, p.166).

Existem dois tipos de pontes térmicas: as planas e as lineares. As lineares podem ser distinguidas em três tipos: construtivas (estando estas relacionadas apenas com dois planos verticais como por exemplo quando as paredes mudam de espessura); geométricas (que se localizam nas esquinas das paredes havendo assim uma ponte térmica entre a laje e as duas paredes) e por interrupção de materialidades (contendo um deles maior inércia térmica que o outro). (WASSOUF, M. (2017). *Da casa passiva à norma Passivhaus*. (1ª ed.). Barcelona: Gustavo Gili, SL.)

Com a existência de pontes térmicas, as resistências são afetadas, tendo problema no seu desempenho. Essas pontes irão proporcionar a presença de condensações originando, desta forma, o aparecimento de fungos e bolores, o que se torna bastante prejudicial para o ar interior do edifício, afetando os seus usuários com problemas de saúde, devido à climatização a médio e longo prazo. Além disso, com a criação de condensações, os materiais construtivos correm riscos de fissuras, o que prejudicará a durabilidade dos mesmos.

Assim, é necessário tentar reduzir ao máximo as pontes térmicas cumprindo algumas soluções bases: o máximo controlo para não interromper a continuidade do isolamento térmico; a colocação de materiais de pouca condutividade térmica na presença de zonas propícias a pontes térmicas e assegurar que quando existe uma mudança de material construtivo, o isolamento térmico permaneça contínuo.

No projeto desenvolvido foram estudadas várias opções de eliminação das pontes térmicas devido à presença das vigas, vãos e portas.

No que concerne à eliminação de pontes térmicas nas vigas, que são parte estrutural do edifício, foram colocadas na laje, duas camadas de isolamento térmico, sendo elas exteriores e interiores (Fig.39 e 40). Quanto às portas e vãos, estes foram colocados apenas em sítios

necessários e estratégicos (Fig.37) não só para um baixo consumo energético como também em termos de materialidade, de forma a conterem uma baixa condutividade térmica.

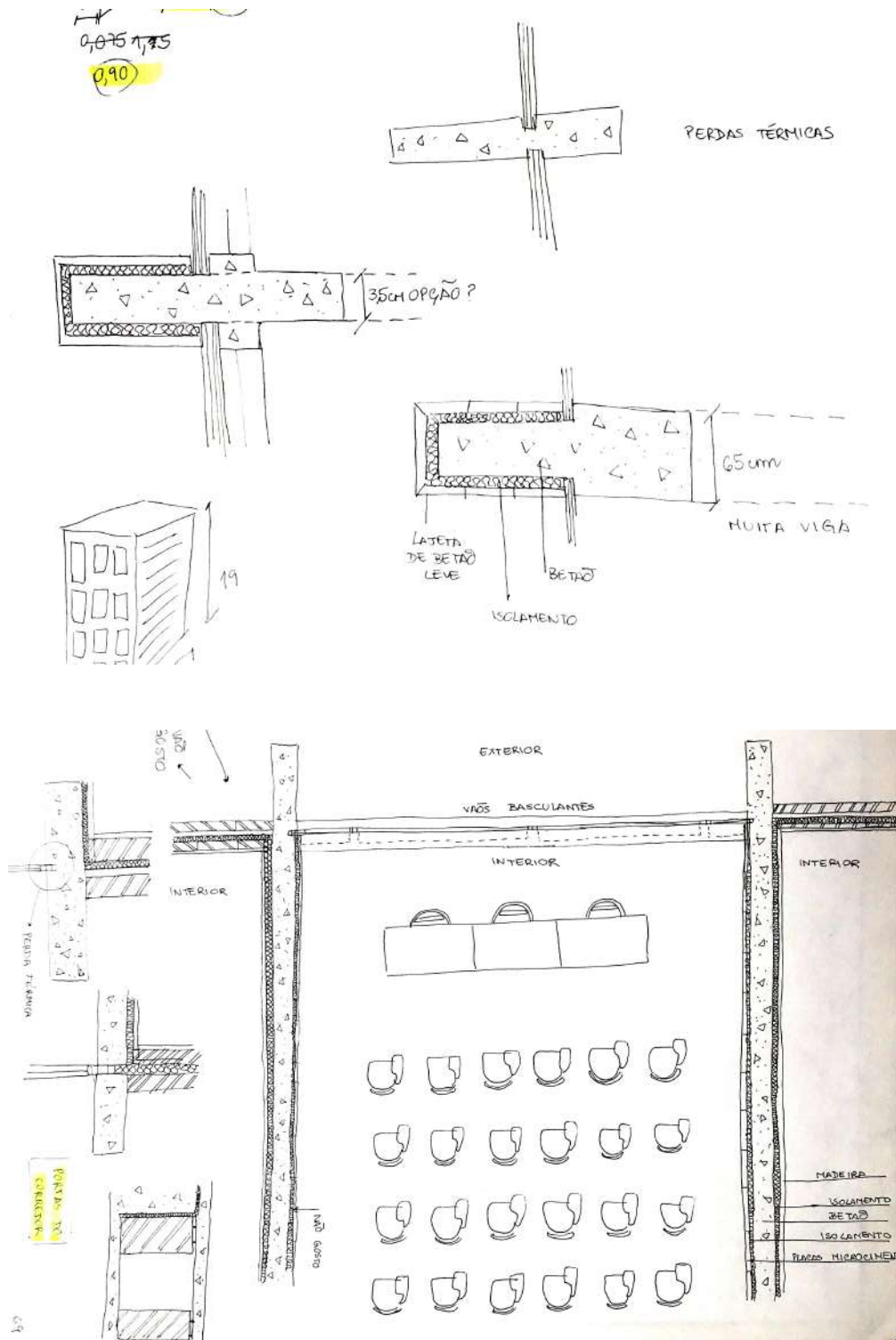


Figura 39 - Estudos de isolamento térmico contínuo para precaver as pontes térmicas.

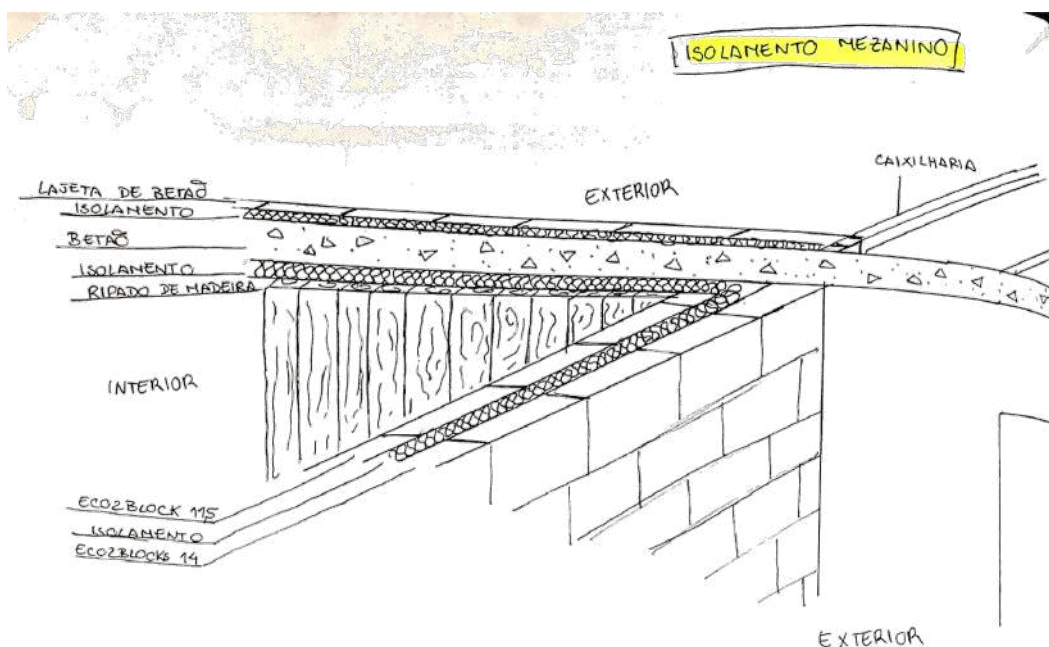


Figura 40 - Estudos de isolamento térmico contínuo para precaver as pontes térmicas.

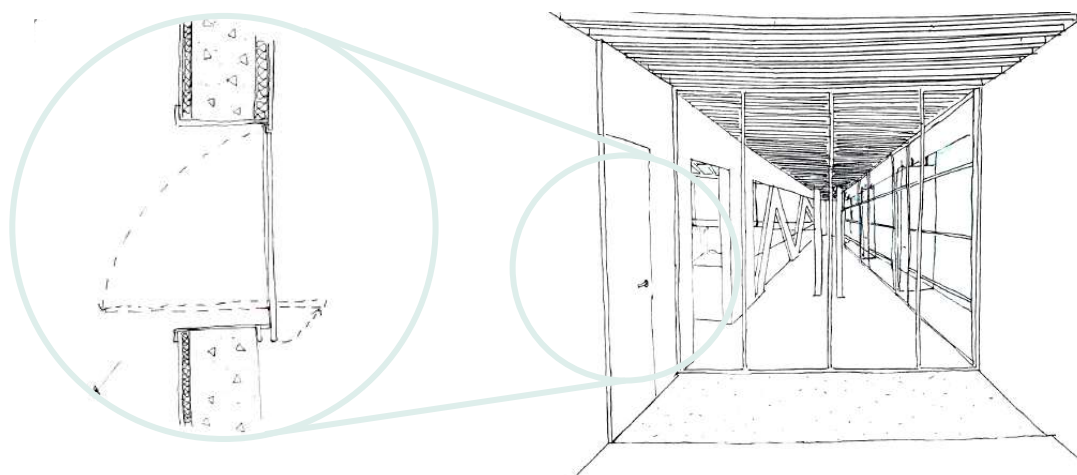


Figura 41 - Método de revestimento interior de forma discreta e harmoniosa.

Através do duplo isolamento térmico das paredes exteriores (Fig.40) conseguiram-se eliminar as pontes térmicas do edifício. Em alguns dos casos, como está representado na figura 41, foi necessário recorrer a métodos de revestimentos de madeira, para se conseguir que o isolamento térmico se perlongasse até ao interior, de maneira harmoniosa com o espaço interior.

3.9. Cobertura ajardinada

As coberturas são elementos funcionais de proteção de um edifício. Embora desempenhem um papel crucial no dia-a-dia das pessoas, são, muitas vezes, de um elemento no qual maioritariamente, as pessoas não reparam. No entanto, a verdade é que as coberturas ajardinadas são fundamentais para o meio ambiente e contêm diversas funcionalidades positivas para o edifício, quer a nível estético, quer a nível climático.

Cada vez mais é necessário ter um cuidado redobrado em relação ao tratamento e impacto paisagístico que o edifício tem perante a sua envolvente. Nada melhor do que implementar uma cobertura ajardinada nos edificadados para melhorar as condições ambientais especialmente nas grandes cidades devido ao crescimento demográfico drástico dos últimos anos. “50% da população mundial habita em cidades - 3 mil milhões de pessoas;” (TIRONE; NUNES, 2008, p.15).

As coberturas ajardinadas podem ser de dois tipos: intensiva ou extensiva (tabela em baixo), mais conhecidas por “low-profile” e “high-profile” respetivamente.

	Cobertura Ajardinada Intensiva	Cobertura Ajardinada Extensiva
Manutenção	Alta	Baixa
Altura do solo	Superior a 15 cm	Inferior a 10 cm
Tipo de plantas	Plantas perenes, Plantas herbáceas e árvores	Sedum e Serpervivum ¹⁰
Custo	Alto	Baixo

Tabela 1 - Diferenças entre as coberturas ajardinadas.

Através da vegetação conseguem-se obter vários ganhos positivos no interior do edifício. Esta mesma atua como isolante no Inverno, não deixando a temperatura interior sair e no Verão impede que a radiação solar incida no edifício, conservando a frescura da temperatura no interior. Com isto, é notável a diminuição a nível energético, que mais tarde resulta num ganho económico, e uma renovação da qualidade do ar através da produção de oxigénio provenientes da vegetação. (TIRONE, L., NUNES, N. (2008). Construção Sustentável. (2ª ed.). Sintra: Tirone Nunes, AS)

¹⁰ Plantas suculentas e rasas de pouca manutenção. (<https://revistajardins.pt/guia-cuidados-basicos-suculentas/>).

As desvantagens, geralmente, estão relacionadas com a manutenção, a carga exercida na cobertura, o crescimento de raízes, ao custo inicial superior às coberturas tradicionais e ainda devido à necessidade de contratação de especialistas na área para colocação e manutenção corretas.

A sua composição difere bastante do tipo de cobertura ajardinada pretendida, sendo o normal composto pelo suporte da laje, a camada da forma, o sistema de impermeabilização, o isolamento térmico, a camada drenante, a filtrante, a terra vegetal e a vegetação (Fig. 42).

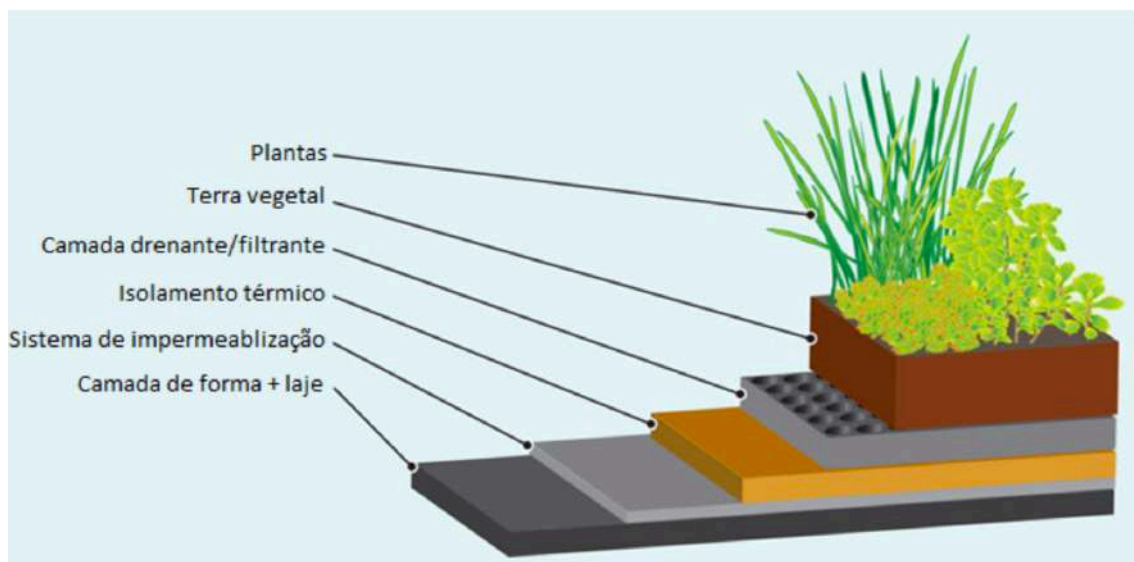


Figura 42 - Esquema de composição de uma cobertura ajardinada.

Neste projeto de dissertação, foi colocada na cobertura uma laje compósita em madeira pinho e betão (Fig.43). Esta laje é composta por um conjunto de ripas de madeira de pinho, com as medidas de 18x6 centímetros. Este sistema permite, ainda criar vãos de oito a dezoito metros de comprimento. Posteriormente, em cima, foram colocadas todas as camadas necessárias para uma cobertura ajardinada funcional (Fig.42). (www.cbs-cbt.com)



Figura 43 - Estudos de cobertura compósita de madeira e betão.

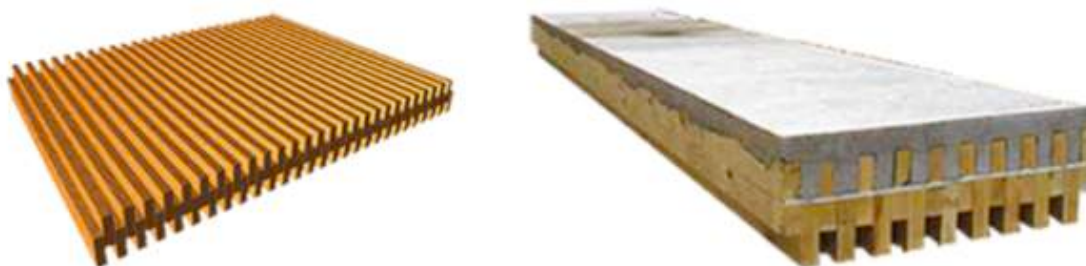


Figura 44 - Laje de cobertura compósita em madeira com betão.

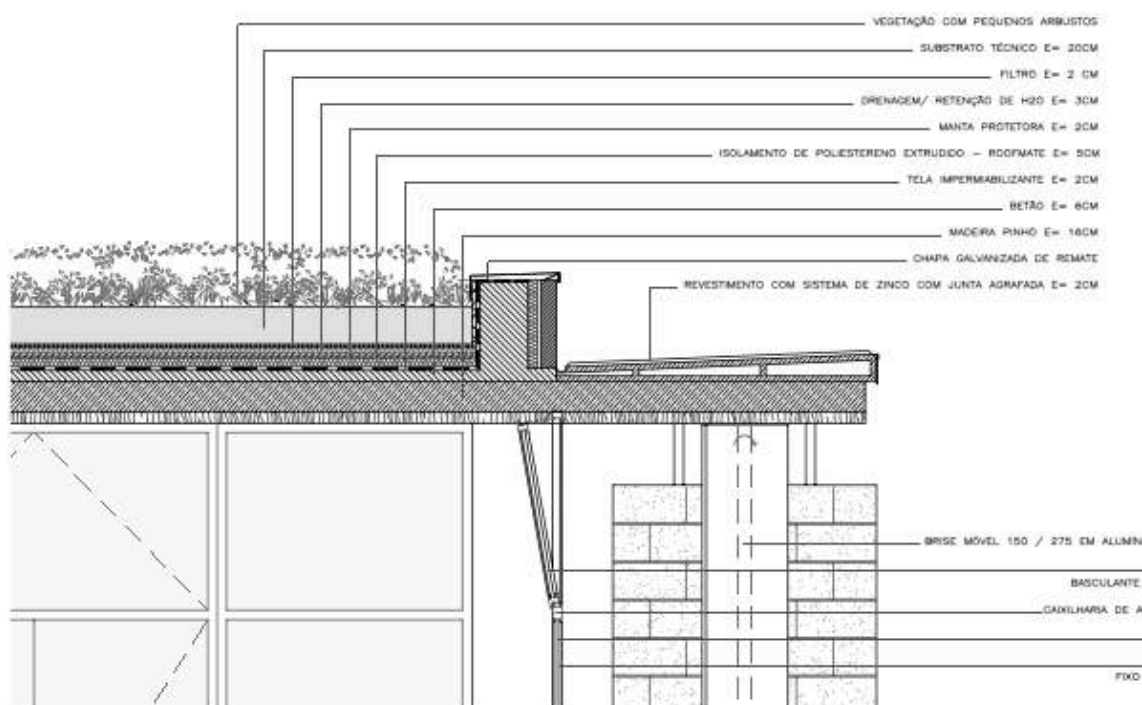


Figura 45 - Pormenor da cobertura ajardinada no projeto de dissertação.

3.10. Materialidade

A materialidade é um componente bastante importante, no que toca às soluções eficientes para um baixo consumo bioclimático. Todos os pontos referidos anteriormente, que dependem de materiais, necessitam que estes desempenhem corretamente as suas funções. Sendo assim, a proposta de dissertação contém vários exemplos de materiais, todos eles mantidos sem nenhum revestimento, para potenciar, deste modo, um melhor desempenho a nível da inércia térmica.

Os materiais foram escolhidos, por forma a potenciar a rentabilidade térmica, estética, função e reduzida pegada ecológica na sua génese.

No exterior do edifício optou-se pela colocação de:

- Cobertura de laje compósita em madeira pinho e betão com cobertura ajardinada (Fig.45).
- Paredes revestidas com lajetas de betão branco (Fig.46) para uma melhor reflexão da radiação solar;
- Pavimento de Paviston de betão poroso na cor cinza; Pavidren, pavimento contínuo drenante na cor creme, no pavimento exterior que circunda toda a área de intervenção para uma boa absorção de água e eliminação de poças e zonas ajardinadas colocadas estrategicamente na planta de intervenção;
- Caixilharias de alumínio na cor cinza escuro com vidro duplo, de espessuras díspares, para um melhor isolamento térmico e acústico;
- Chapa perfilada na cor cinza no portão do vão livre;
- Guardas em metal perfurado;

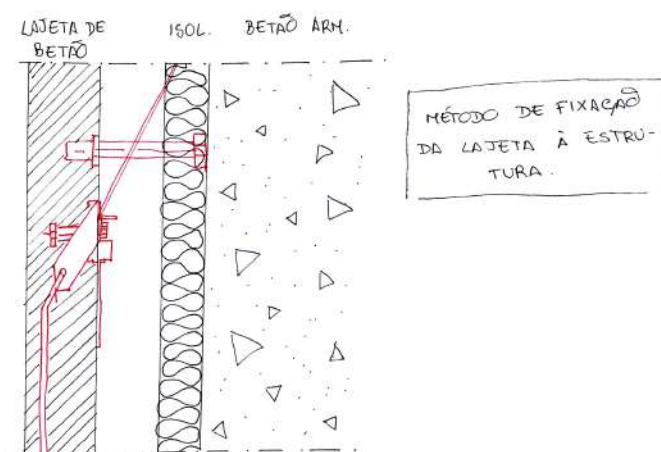


Figura 46 - Método de fixação da lajeta de betão à estrutura.

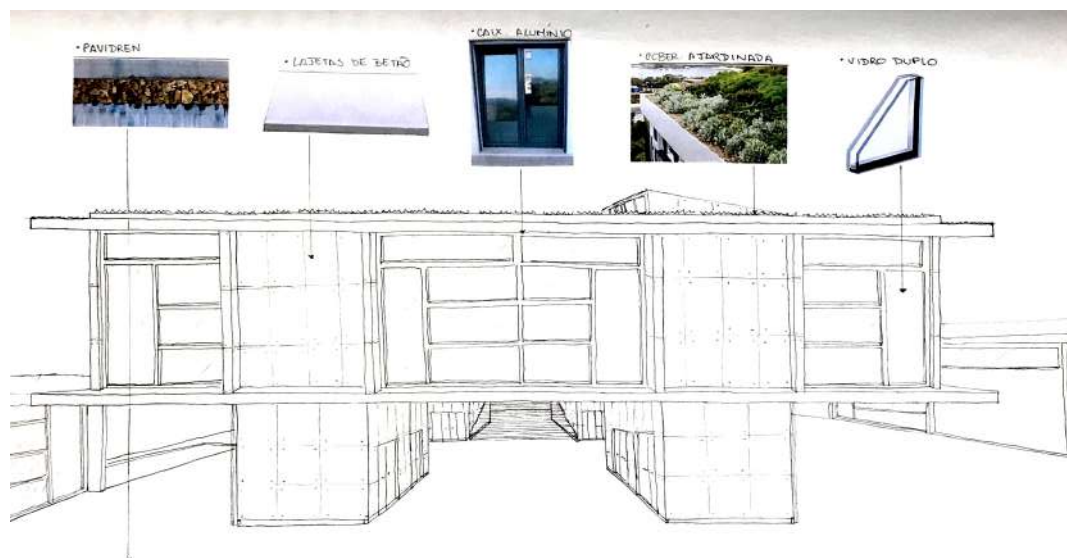


Figura 47 - Estudos da materialidade exterior do edifício.

Já no interior do edifício, colocou-se:

- Nas “caixas” granito bianco papirus no pavimento dos arquivos, receção, acessos, arrumos e ardósia preta;
- Vinil na cor cinza escuro nas instalações sanitárias;
- Microcimento no pavimento e betão branco polido nas paredes de todo o primeiro piso;
- Nas paredes colocou-se lajetas de betão branco no restaurante; placas de microcimento na sala polivalente do primeiro piso (ocultando o isolamento térmico necessário para a eliminação das pontes térmicas) e branco polido nas paredes interiores do primeiro piso.
- Madeira carvalho cosenza no pavimento do restaurante situado no rés do chão;
- Divisórias amovíveis em madeira pinho nas divisórias dos espaços do primeiro piso.



Figura 48 - Estudos de materialidade para o interior do edifício.

3.11. Cisterna

Uma cisterna é um reservatório de águas pluviais, utilizada em edificados, que serve para reservar, conservar e captar as águas da chuva e as águas cinzentas. Estes reservatórios podem ser implementados nos edifícios de duas formas, sendo elas: subterrâneas em alvenaria (cisternas de maior capacidade de armazenamento) ou em plástico num espaço vago de uma habitação, como por exemplo uma varanda (cisternas de menor capacidade de armazenamento). Os locais onde se colocam as cisternas devem de ser bem vedados e limpos para impedir contaminações e de fácil acesso para manutenção das mesmas e arejado.

As águas armazenadas nas cisternas provêm das águas da chuva e das águas cinzentas as quais são posteriormente utilizadas na utilização de: limpezas; regas; descargas nas instalações sanitárias; torneiras; água potável através de tratamentos adequados e combate a incêndios (havendo normalmente um compartimento na própria cisterna para utilização dos bombeiros em casos de emergência).

Estes reservatórios conseguem reduzir o gasto económico da água em cerca de 50%, dependendo da sua dimensão, e diminui a pegada ecológica hídrica.

No projeto da dissertação optou-se pela colocação de uma cisterna subterrânea devido às dimensões necessárias de armazenamento serem elevadas no uso de um Centro Comunitário e Interpretativo (Fig.49).

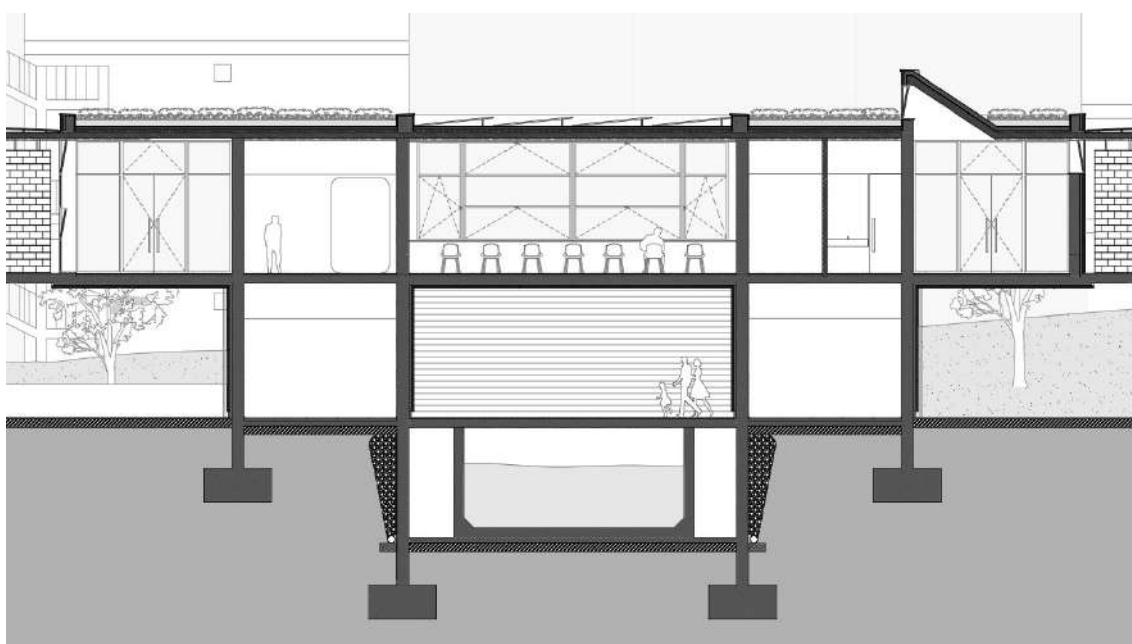


Figura 49 - Cisterna subterrânea no projeto de dissertação.

3.12. Painéis solares

Existem dois tipos de painéis solares: painéis fotovoltaicos e painéis solares térmicos. O painel solar fotovoltaico é utilizado na produção de energia contínua através das radiações solares (constituídas por partículas energéticas) que incidem nas células do painel e criam tensões elétricas. O painel solar térmico é direcionado à transformação de energia. Este transforma a energia solar em energia térmica, que será posteriormente utilizada no aquecimento das águas.

Para que o sistema fotovoltaico seja exequível, é necessário complementar a instalação do painel solar com um quadro elétrico, um conversor de corrente em corrente alternada e um gerador. Este tipo de painel não deve ser instalado numa zona sombria, podendo assim localizar-se numa cobertura, num logradouro, num terraço ou num terreno junto ao edifício. A sua durabilidade é de aproximadamente vinte e cinco anos e ocupa cerca de dois metros quadrados.

O painel fotovoltaico é bastante benéfico, pois produz uma eletricidade limpa e reduz a pegada ecológica na emissão de CO₂. Verifica-se também, uma redução económica de eletricidade e um investimento de qualidade a longo prazo. Porém, possui algumas desvantagens como os custos elevados na instalação e a produção limitada por períodos de luz solar diurna.

Os painéis solares térmicos podem ser por sistema compacto ou sistema de circulação forçada. O painel solar térmico com sistema compacto ocupa pouco espaço e é, por isso, utilizado em espaços de menores dimensões, como por exemplo num apartamento. Contém a sua circulação natural de fluido térmico, o depósito da água no ponto superior do painel. A sua eficiência é menor no Inverno e maior no Verão devido às diversas temperaturas exteriores.

O painel solar térmico com sistema de circulação forçada possui o depósito no interior do edifício, beneficia no desempenho total da sua eficiência (por não se encontrar exposto ao clima exterior), a circulação de fluido térmico ocorre através de um sistema de bombagem e ainda contém possibilidades de ligações do depósito a outras fontes de produção de águas quentes.

No projeto do Centro Comunitário e Interpretativo de Marvila optou-se pela utilização de painéis solares fotovoltaicos e solares térmicos com sistema de circulação forçada (Fig.51), ambos colocados na cobertura do edifício (Fig.50).

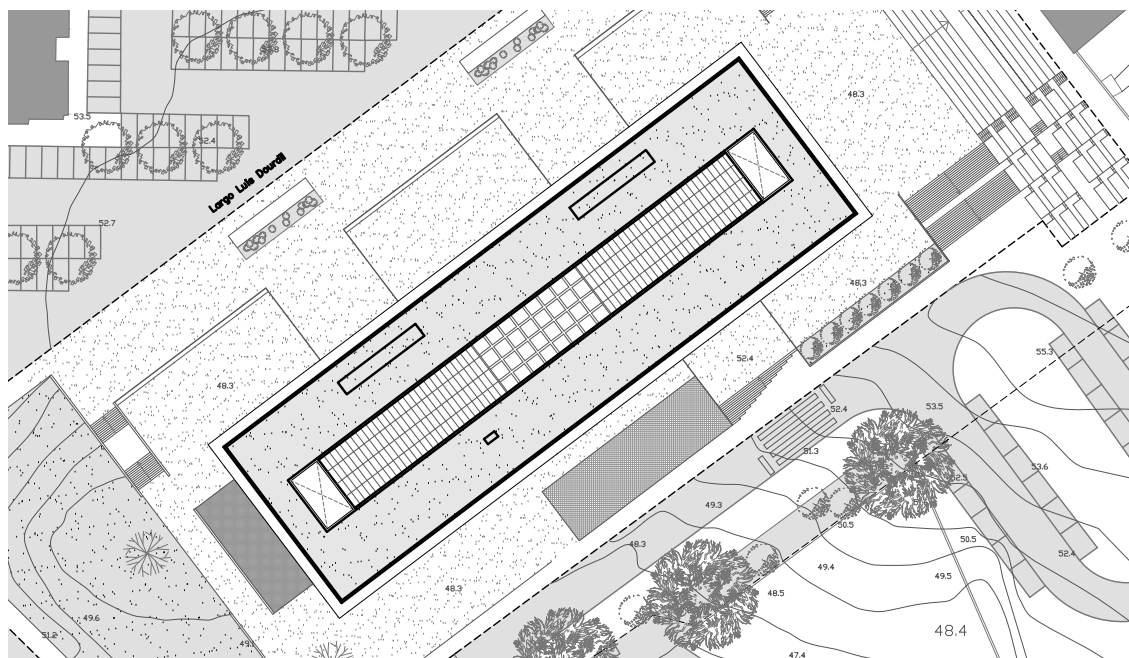


Figura 50 - Painéis solares térmicos e fotovoltaicos na cobertura do edifício.

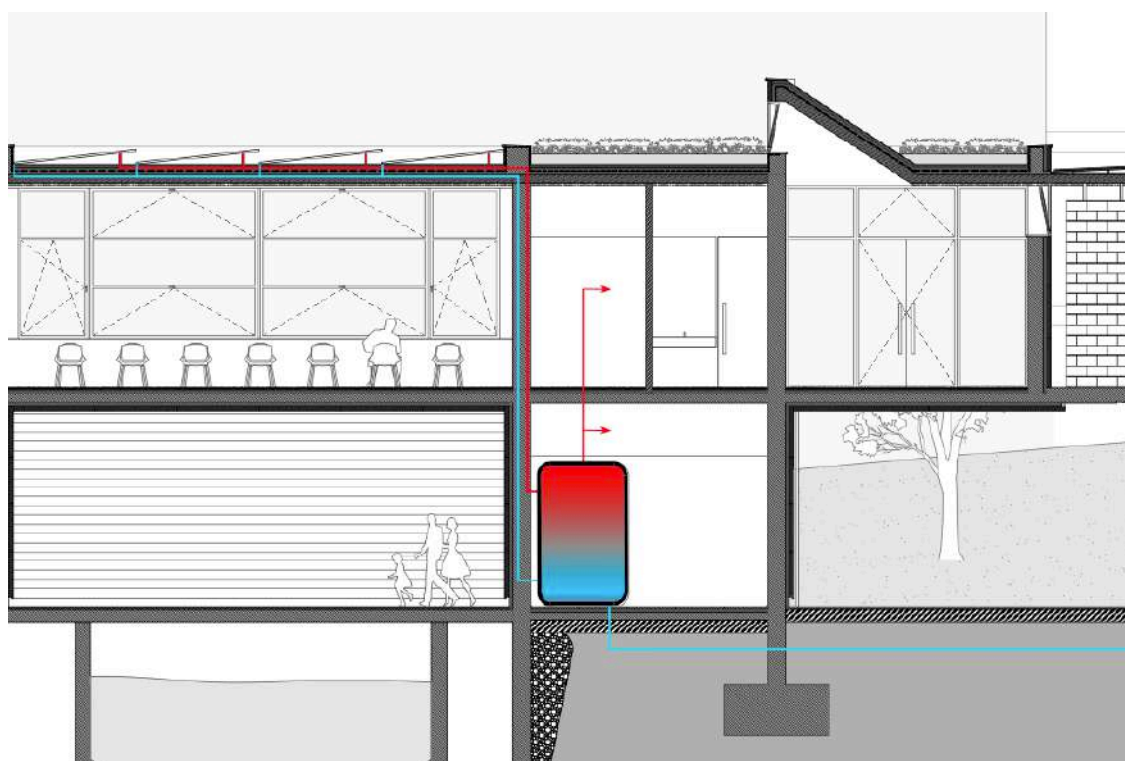


Figura 51 - Sistema de circulação forçada em painéis solares térmicos.

04. VALORIZAÇÃO AMBIENTAL

4.1. Ventilação passiva

A ventilação passiva resulta num conjunto de estratégias impostas durante o processo arquitetónico, de forma a controlar/reduzir as temperaturas interiores através de pontes frias e a assegurar a higiene e qualidade dos espaços interiores eliminando os vapores de água, os odores provenientes das atividades humanas, os CO₂ e outros gases nocivos e os compostos orgânicos voláteis¹¹. Essas estratégias, descritas anteriormente, previnem que os ganhos solares sobreaqueçam o edifício.

Apresenta-se de seguida, realizou-se uma listagem de estratégias utilizadas, no projeto da presente dissertação, de maneira a garantir a qualidade do ar interior, o conforto térmico e a eliminação da utilização de sistemas de resfriamento convencionais, como por exemplo os aparelhos de ar-condicionado e outros equipamentos mecânicos.

- Aplicação de vidros duplos de espessuras diferentes e caixa de ar, para um bom isolamento térmico e acústico, visto que se os vidros contiverem espessuras desiguais vibraram a um ritmo diferente, controlando assim a acústica (Fig.52);
- Utilização de sombreamento exterior para evitar o sobreaquecimento através das entradas diretas de radiação solar como de beirais amplos, brise-soleil e vegetações;
- Aplicação de isolamento térmico exterior contínuo de aglomerado negro de cortiça, para redução das cargas térmicas de arrefecimento;
- Cobertura ajardinada que atua, como isolante térmico no Inverno e no Verão e renova a qualidade do ar através da produção de oxigénio proveniente da vegetação;
- Utilização de materiais de cores claras, visto que estas absorverem uma menor quantidade de radiação solar. (como é o exemplo da utilização das lajetas de betão branco no exterior e betão branco polido no interior).

Além das estratégias acima referidas, são ainda conhecidas duas estratégias de ventilação passiva, que resfriam o edifício através da ação dos ventos: a ventilação passiva cruzada e ventilação passiva por efeito chaminé.

4.1.1. Ventilação passiva cruzada

A ventilação passiva cruzada consiste num método que garante a salubridade e o arrefecimento interior através das diferentes pressões do vento, geradas do interior e do exterior de um edifício. Este tipo de ventilação é fundamental para reduzir o aquecimento gerado durante a

¹¹ Compostos orgânicos que contém uma alta pressão de vapor, em condições normais, que entram na atmosfera. (https://pt.wikipedia.org/wiki/Composto_orgânico_volátil).

noite nos meses de Verão, provenientes da inércia térmica, sendo este, o resultado do comportamento do betão polido branco.

“No Verão, a ventilação natural noturna é muito eficaz para remover o calor acumulado durante o dia. Este tipo de ventilação funciona melhor em zonas em que as temperaturas noturnas diminuem consideravelmente em relação às temperaturas internas...” (WASSOUF, 2014, p.49).

A ventilação passiva cruzada, consiste pois, em garantir ao interior do edifício uma eliminação das cargas térmicas geradas, um controlo da produção de CO₂, condições adequadas de humidade interior e entradas necessárias de oxigénio. Para isto é necessário analisar os ventos predominantes no local a entrevir para colocar sistemas adequados, por exemplo janelas e coletores, que consigam criar um diferencial de pressões entre duas zonas de pressões.

“Em Portugal, na estação de Inverno, ocorrem diferenciais térmicos superiores a 8°C entre o interior das habitações e o exterior, facto que não ocorre no período do Verão. Por conseguinte, as necessidades de ventilação requerem diferentes abordagens consoante a época do ano, articulando-se com as ações passivas de aquecimento.” (AMADO; PINTO; ALCAFACHE; RAMALHETE, 2015, p.143).

Na presente dissertação, foram abertos vãos a Sudeste e a Noroeste (pontos de diferentes pressões), com tipos de aberturas basculantes e oscilo-batentes (Fig.53). Estas janelas contêm caixilharias de alumínio anodizado quer de fácil reciclagem quer de boa estanquicidade de ar e vidros duplos de espessuras diferentes com uma caixa de ar no meio (Fig.52).

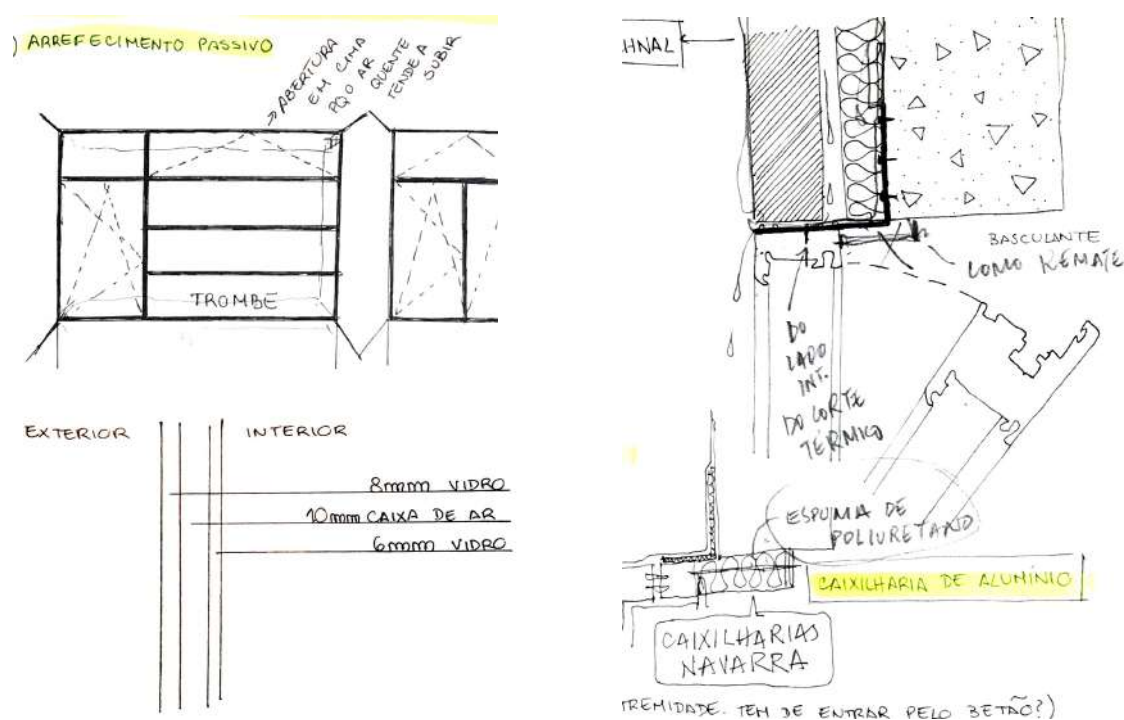


Figura 52 - Estudos das caixilharias e vidros.

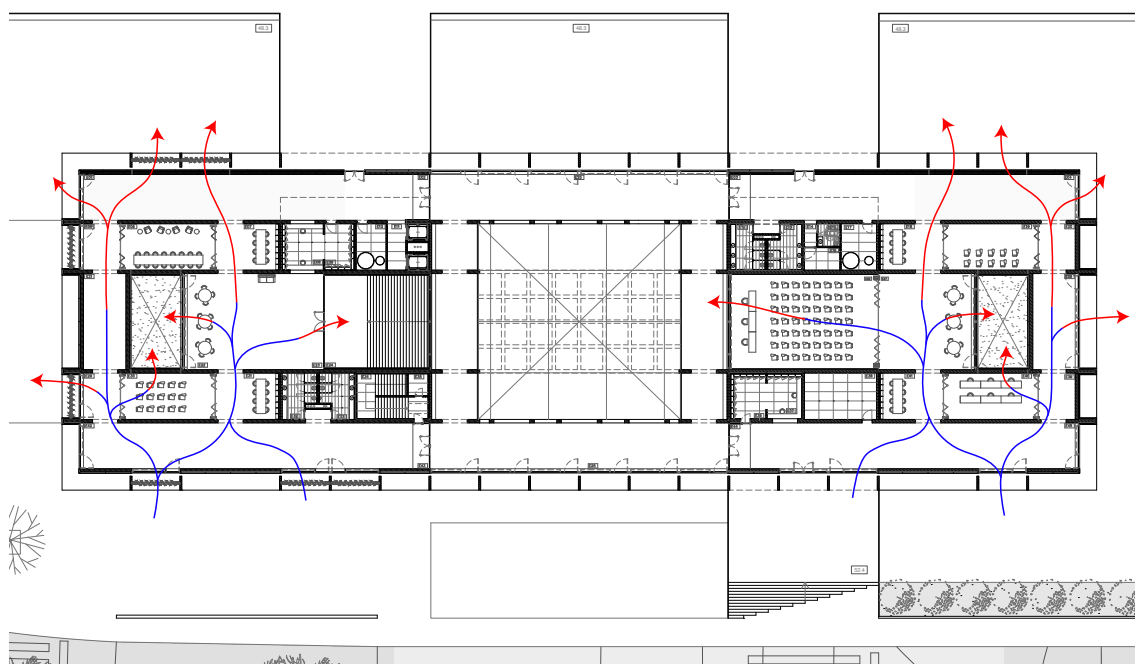


Figura 53 - Sistema de ventilação passiva cruzada considerada em projeto.



4.1.2. Ventilação passiva por efeito chaminé

A ventilação passiva por efeito chaminé é a única força motriz na ausência de ventos. Através da colocação estratégica, em diferentes alturas, de exaustores eólicos, janelas zenitais e lanternins, é possível criar um fluxo de ar ascendente que movimenta e liberta o ar mais quente presente no interior do edifício. Esses sistemas devem ser colocados de forma a obterem o seu melhor desempenho na ventilação, ou seja, no caso dos exaustores eólicos e das aberturas zenitais a instalação deve ser colocada com a face posterior voltada para a orientação dos ventos dominantes. Caso isso não aconteça, a sua função pode ser revertida e em vez de libertarem ar, acumulam.

O bom desempenho da ventilação passiva por efeito chaminé depende bastante do pé direito presente no edifício, quanto mais alto for o pé direito, melhor desempenho tem. Isto deve-se também à distância vertical e ao tamanho do edifício.

No projeto do Centro Comunitário e Interpretativo de Marvila foram colocadas duas janelas zenitais na cobertura voltadas para Sudeste, de forma a desempenharem corretamente a ventilação passiva por efeito chaminé no interior do edifício, garantindo assim, um bom conforto térmico e uma boa qualidade do ar (Fig.54).

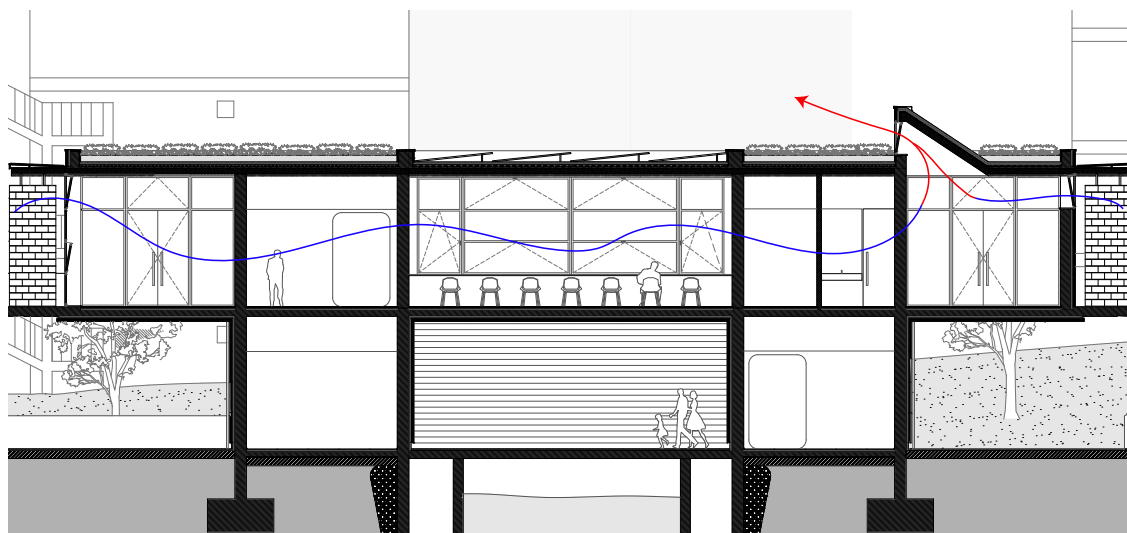


Figura 54 - Ventilação passiva por efeito chaminé considerado em projeto.

4.2. Aquecimento passivo

O aquecimento passivo é um método que consiste na absorção de radiação solar direta de forma a utilizá-la posteriormente no aquecimento do edifício, podendo este ser este direto ou indireto.

O método direto baseia-se na absorção de radiação solar, nos meses mais frios do Inverno, quando esta incide nos envidraçados das janelas. Desta forma, é possível obter-se ganhos térmicos diretos devido ao efeito estufa, que faz com que os raios solares sejam absorvidos e refletidos por um longo período de tempo, no interior do edifício. Já durante a noite, as temperaturas exteriores descem, e o calor acumulado durante o dia, mantêm-se no interior, devido ao método de isolamento contínuo pelo exterior e à resistência térmica dos envidraçados compostos por vidros duplos e caixas de ar.

Nos meses mais quentes de Verão, é realizado o método de aquecimento passivo. Este método só é possível ser realizado através da inércia térmica dos materiais devido à sua densidade, como é o exemplo do betão poroso branco, utilizado no projeto de dissertação com o objetivo de que durante o dia, haja retenção lenta da radiação solar exterior e durante a noite se verifique a libertação lenta da mesma para o interior do edifício. A parede de trombe foi, por isso, um dos métodos construtivos mais utilizados.

“Os sistemas passivos de aquecimento consistem em ações de arrefecimento sem recurso a sistemas mecânicos (aquecedores e ar condicionado, por exemplo), ou seja, a capacidade do edifício e da sua tectónica proporcionar conforto interior através de estratégias para captação de calor.” (AMADO; PINTO; ALCAFACHE; RAMALHETE, 2015, p.137).

4.2.1. Parede de Trombe

A Parede de Trombe é um método construtivo que utiliza o princípio da convecção térmica¹² para aquecer de forma passiva o interior de um edifício. Ela é composta por uma parede interior com elevada capacidade de inércia térmica (como por exemplo, a pedra, o betão e a taipa) e por um envidraçado duplo na parte exterior de preferência orientado para o alçado onde incide mais radiação solar.

Nos períodos mais frios do Inverno os raios solares incidem no envidraçado, onde se encontra a parede de trombe, acumulando o calor na caixa de ar entre o vidro e o betão (ou outro material de elevada capacidade térmica) de forma a prender o calor, e este não consiga atravessar novamente o vidro duplo. Iniciando-se assim o processo de aquecimento passivo através da Parede de Trombe.

“O calor que se acumula neste espaço vai progressivamente aquecendo a parede de betão, penetrando depois de algumas horas até à face interior. O calor que é libertado para o interior da habitação por irradiação pela Parede de Trombe, aumenta o conforto no Inverno e reduz, consideravelmente, a necessidade de aquecimento.” (TIRONES; NUNES, 2007, p.176).

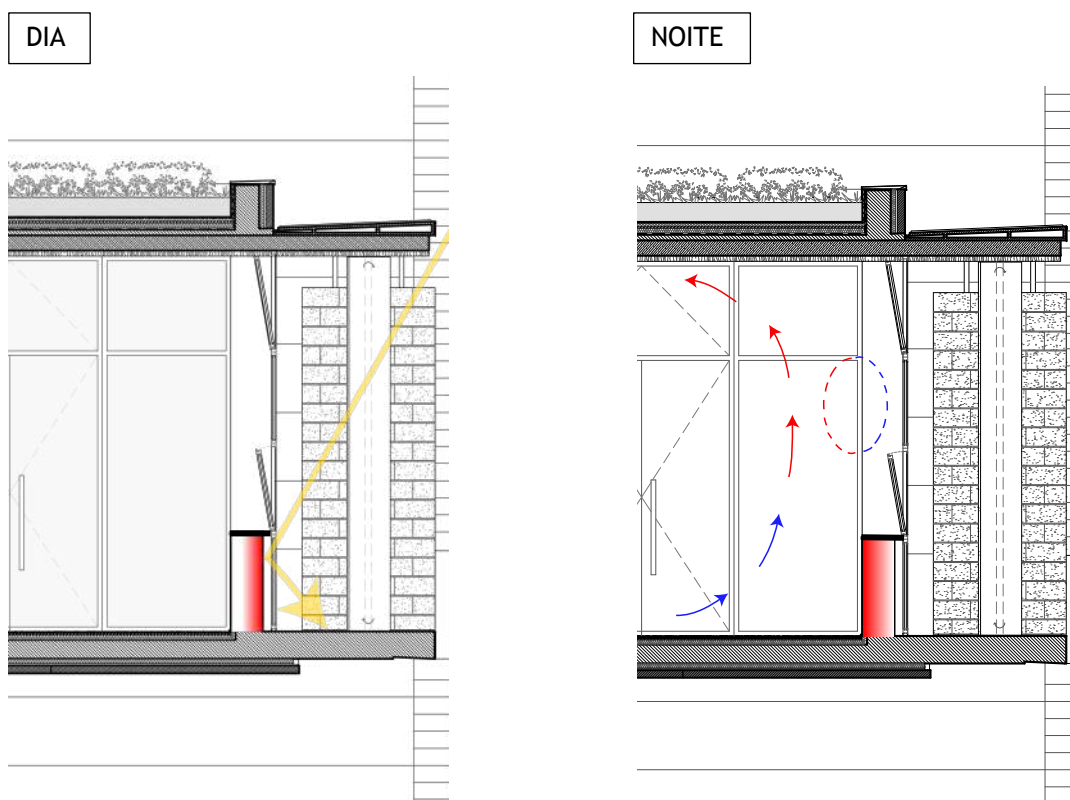


Figura 55 - Parede de trombe considerada em projeto.

¹² O ar quente (mais pesado) desce e o ar frio (mais leve) sobe. (<https://pt.wikipedia.org/wiki/Convecção>).

4.3. Espaços flexíveis

“O espaço é um dos maiores dons com que a natureza dotou os homens e que, por isso, eles têm o dever, na ordem moral, de organizar com harmonia, não esquecendo que, mesmo na ordem prática, ele não pode ser delapidado, até porque o espaço que ao homem é dado organizar tem os seus limites físicos, facto pouco sensível, por exemplo, na escala do objeto mas já extraordinariamente sensível na escala da cidade ou região.” (TÁVORA, 1962, p.27).

Todos os espaços têm a sua essência e toda a essência tem o seu estudo. No projeto da presente dissertação, foram criados espaços funcionais para os dias de hoje, mas também para um futuro que se pretende longínquo.

Todo o edifício funciona de forma a que os utilizadores possam moldar os espaços às suas necessidades sem afetar o próximo, ou seja, o edifício é todo ele amplo e apenas contém quatro “paredes vigas” contínuas com perfurações para circulação no plano horizontal superior. Dentro dessas “paredes vigas” existem painéis divisórios amovíveis em madeira pinho, que possibilitam ao utilizador fechar os espaços para aulas de workshop, reuniões, áreas de estudo, entre outras (Fig.56). Todas essas áreas que são possíveis fechar, são também acompanhadas de envidraçados, colocados estrategicamente nos fossos de luz, de forma a ventilar e garantir o conforto térmico dos espaços.

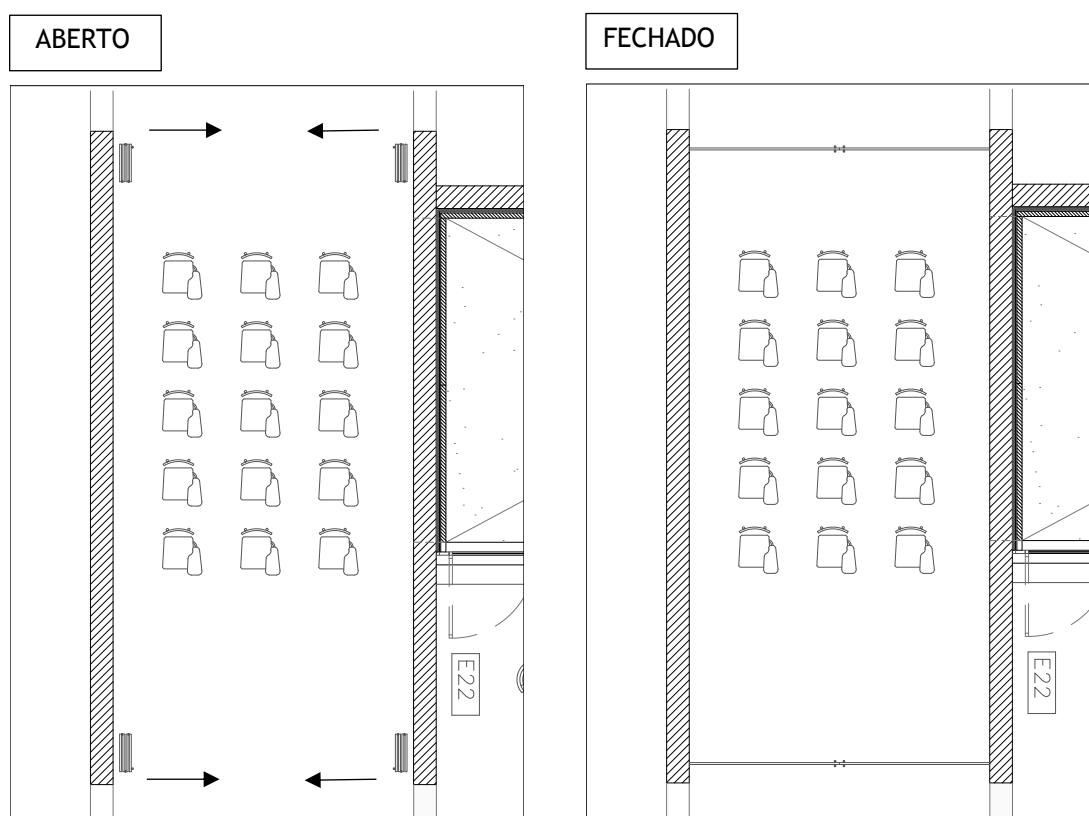


Figura 56 - Painéis divisórios amovíveis.

Já no rés do chão, a versatilidade do espaço realiza-se no vão livre, onde é possível fechar o espaço através de portões de chapa perfilada para concertos, peças de dança/teatro e projeções de filmes (Fig.57).

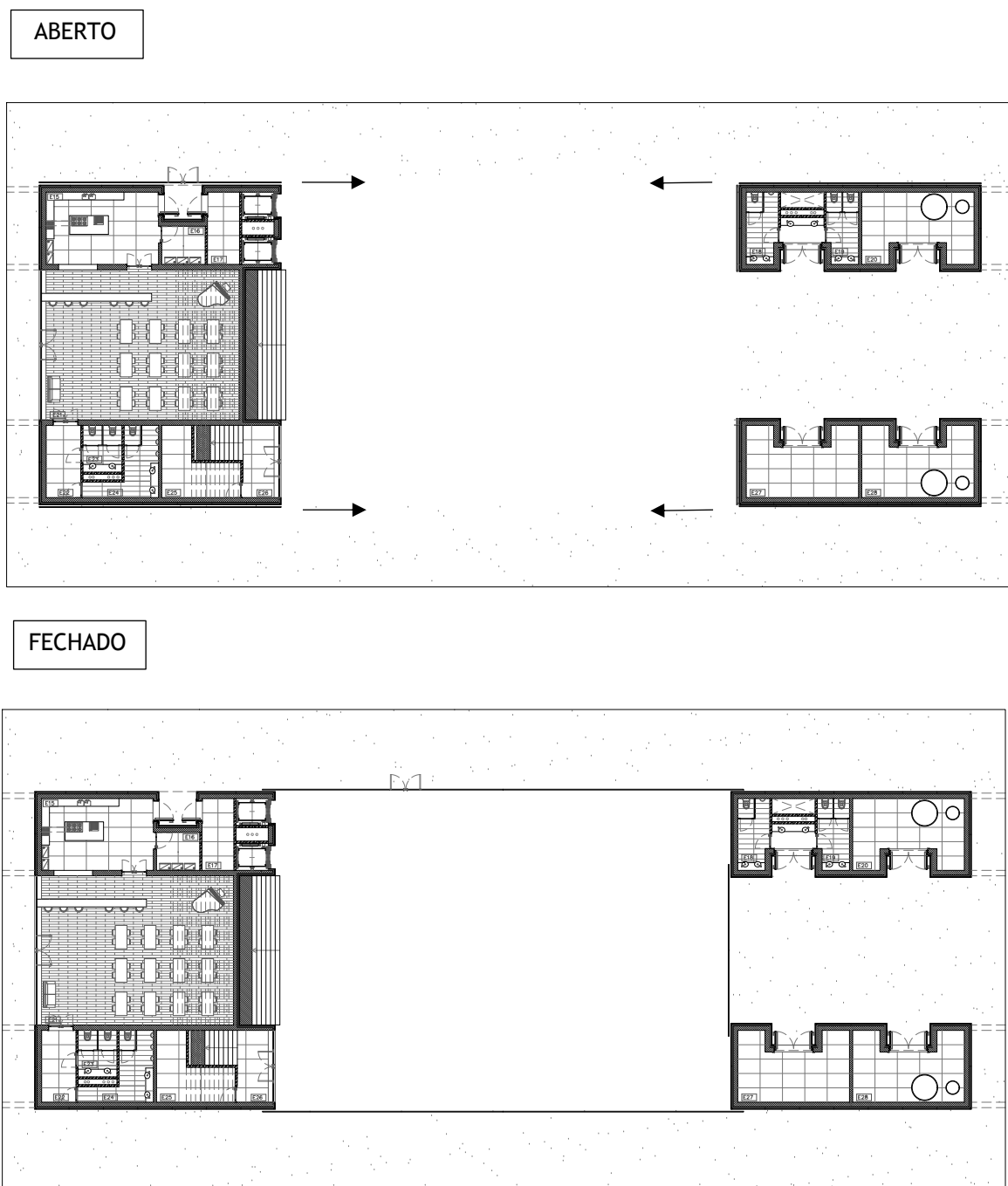


Figura 57 - Portões do vão livre.



05. PROJETO FINAL

5.1. Plantas

O projeto de dissertação, resultou num Centro Comunitário e Interpretativo em Marvila, com foco nas soluções eficientes mais adequadas para o mesmo.

Este edifício é composto por:

- Dois planos horizontais, sendo eles o rés do chão e o primeiro andar;
- Quatro “caixas” integradas na estrutura das vigas para suportar todas as forças exercidas pelo plano horizontal superior;
- Lojas comunitárias a ladear o edifício;
- Espaços verdes;
- Espelhos de água e um anfiteatro a Nordeste;

Todo ele foi projetado numa métrica rigorosa de cinco por cinco metros no seu interior e exterior, onde correm vigas estruturais longitudinais que são visíveis a olho nu, proporcionando assim, uma certa racionalidade construtiva ao edificado. Esta métrica, permitiu distribuir as áreas funcionais, em função da sua estrutura no interior e no exterior.

Para tornar possível os acessos à parte superior, foram projetadas quatro “caixas”, pertencentes à estrutura, que se perlongam desde o nível térreo até à laje de cobertura do edifício. Estas “caixas” estão destinadas a acarretar todos os arquivos, arrumos, zonas técnicas, instalações sanitárias e acessos verticais. A entrada principal é realizada entre as duas patas da esquerda localizadas junto ao vão livre, exatamente no centro do edificado, onde se vislumbram várias claraboias como foco de luz, de modo a destacar a sua importância.

É no piso do Rés do chão (Fig.58) que se situa a parte comunitária, organizada através de uma majestosa praça com lojas de apoio à comunidade (Correios, Loja do Cidadão), um restaurante localizado entre as “caixas” da esquerda debaixo da escadaria da entrada principal, dois espelhos de água colocados estrategicamente para resfriar o edifício, um vão livre no centro do edifício com capacidade para quinhentas pessoas para concertos espetáculos de dança e tetro, projeções de filmes e eventos, por um espaço destinado à Direção do Centro Comunitário e Interpretativo no alçado Sudeste junto às “caixas” da direita e ainda um anfiteatro junto à Quinta dos Alfinetes.

Já o primeiro piso (Fig.59) é constituído, no seu centro, por um vão livre, ladeado pelas quatro “caixas”, cujos lados forma aproveitados como mezanino para dar “alma” ao edifício e servir de fio condutor entre pisos. Este espaço é penetrado por luz natural, que vem, não só das claraboias, situadas bem no centro da cobertura (Fig.60), mas também pelos vãos laterais e envidraçados.

A circulação neste espaço faz-se pelos quatro lados do mezanino que dá dinâmica ao piso e permite ainda observar/assistir aos eventos do piso abaixo. A particularidade deste vão livre central, reside na forma como permite a sensação de interior e exterior aos seus utilizadores devido à ventilação que advém do piso inferior.

Entre as “caixas” da esquerda situa-se a escadaria que se assume como entrada principal. Esta escada termina dando destaque a um espaço amplo, com vista para um poço de luz criado para ventilação e entrada de luz natural, concebido para ser uma zona de convívio e fio condutor para os restantes espaços como as salas de estudo, de workshops e de exposição. No lado oposto, entre as duas “caixas” homólogas, observamos uma sala para eventos, sendo o restante espaço replicado ao espaço da esquerda. As zonas de exposição localizam-se de forma contínua ao redor do edifício para não incomodar as salas de estudo e de workshops.

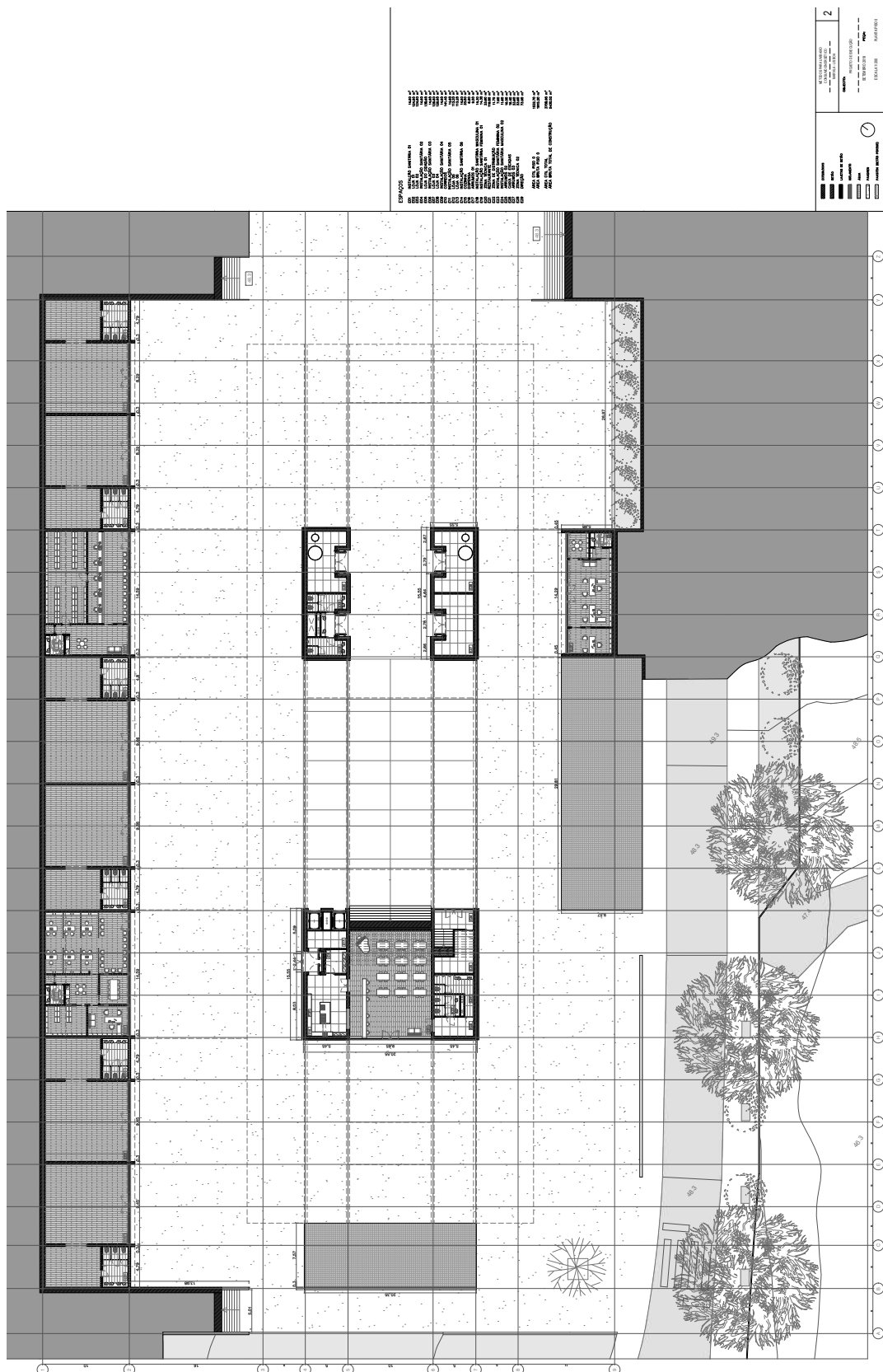


Figura 58 - Planta do Rés do chão.

5.2. Alçados

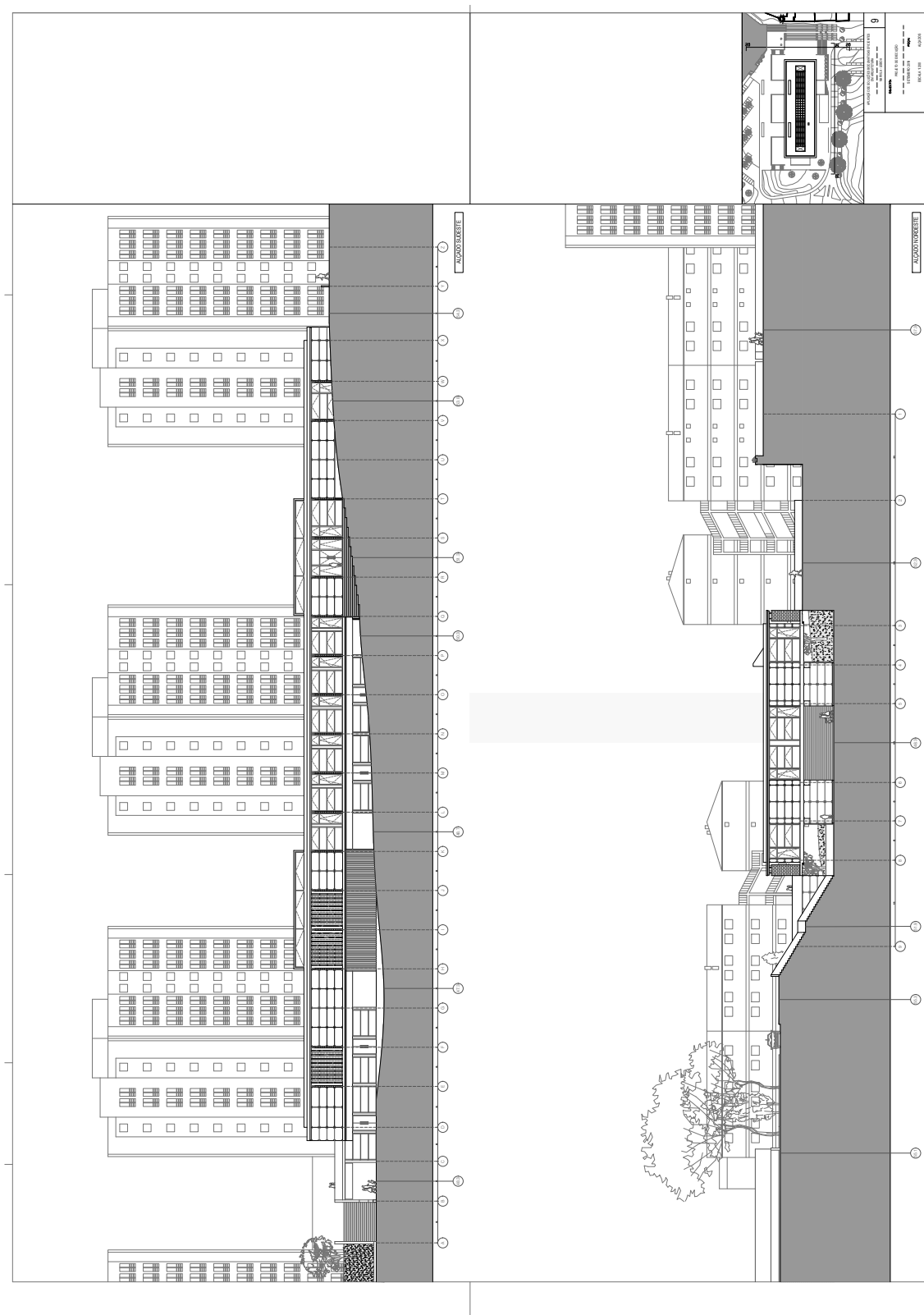


Figura 61 - Alçado Nordeste e Sudeste.

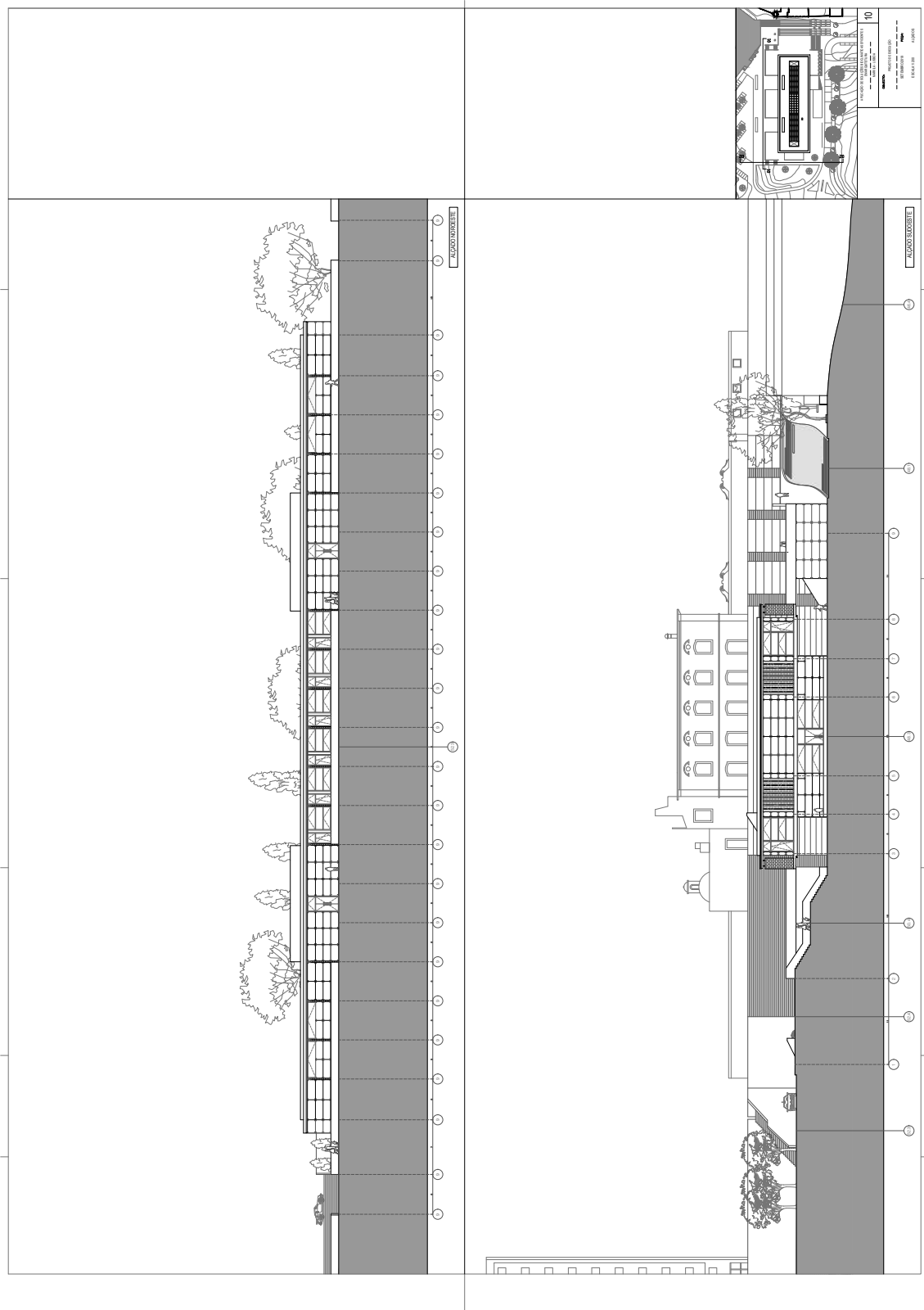


Figura 62 - Alçado Noroeste e Sudoeste.

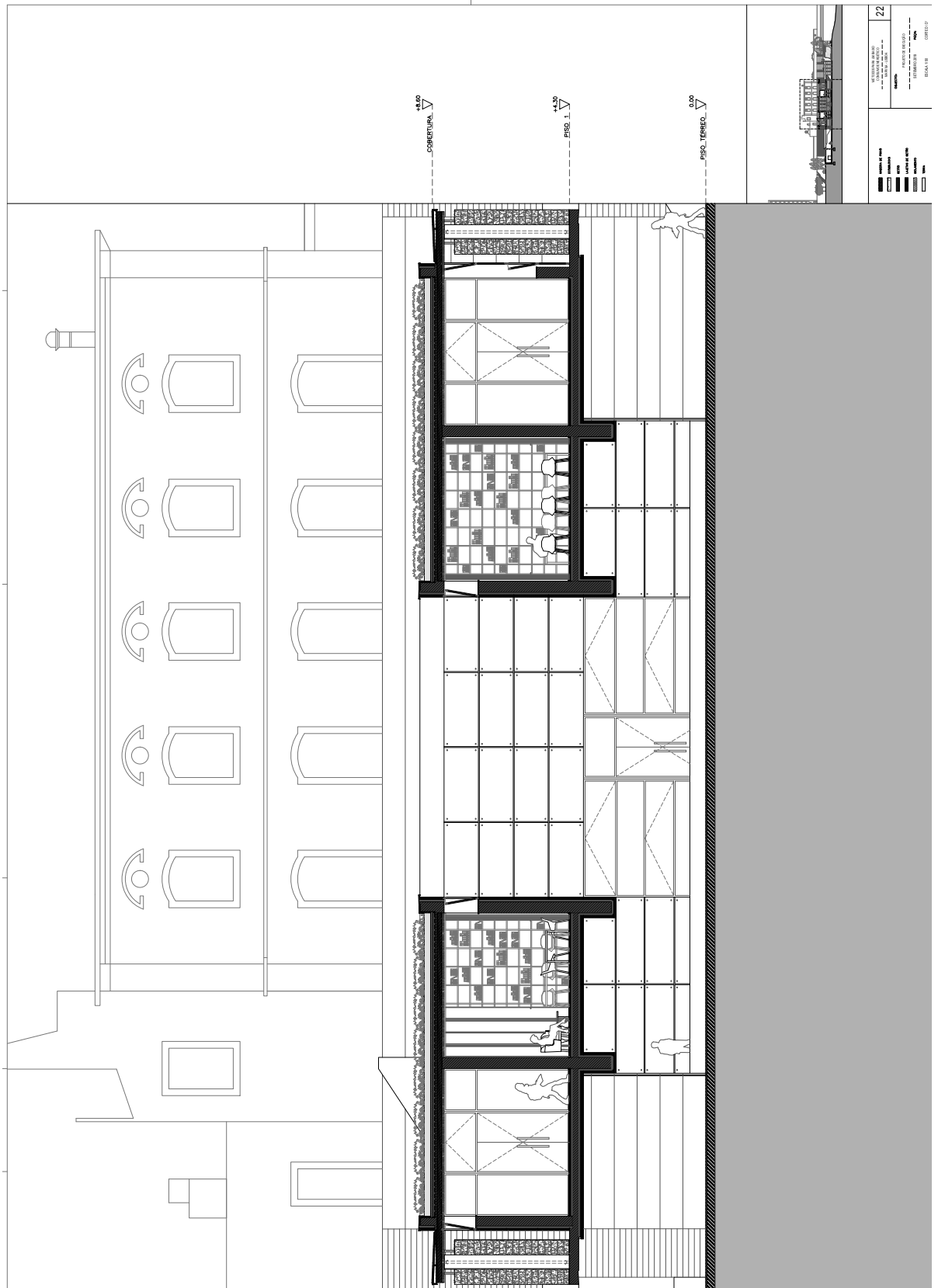


Figura 64 - Corte D/D'.

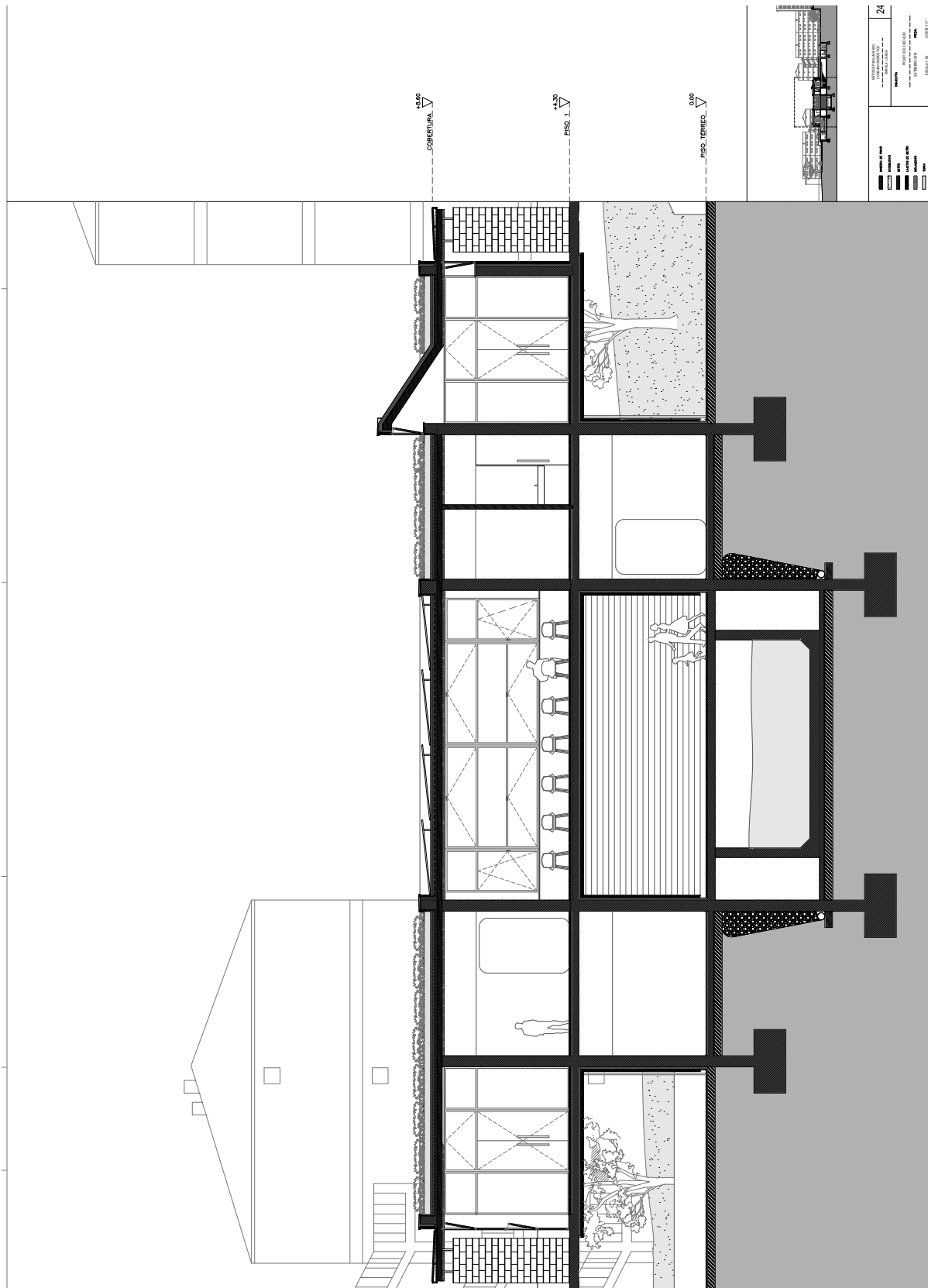


Figura 65 - Corte F/F'.

5.4. Renders



Figura 66 - Render do exterior.



Figura 67 - Render do exterior.



Figura 68 - Render do vão livre.



Figura 69 - Render do vão livre.



Figura 70 - Render do exterior.



Figura 71 - Render do exterior.

06. CONCLUSÃO

Conclusão

A transformação sofrida pela zona de intervenção - Marvila, Lisboa - ao longo dos últimos séculos, mostra-nos a plasticidade e dinâmica dos territórios por força da evolução da sociedade.

Em pleno século XXI, a forma como habitamos o planeta levanta-nos sérios problemas, como o aumento do consumo de recursos energéticos, ou a existência de fenómenos anormais devido às alterações climáticas. Todos os que de alguma forma sentem essa pressão, sentem a necessidade de mudar hábitos e comportamentos, e procuram encontrar soluções para melhorar a relação da humanidade com o planeta.

Nesse mesmo sentido, a arquitetura deve, obrigatoriamente, ser um agente dessa mudança, e acompanhar, ou mesmo induzir, as alterações culturais, organizacionais e civilizacionais necessárias.

O facto de hoje em dia na construção existirem tão poucas preocupações ambientais, deve-se em especial ao pouco respeito que os países desenvolvidos têm pelo ambiente, não acionando os meios que têm ao ser dispor para travar o desastre ecológico a que estamos a assistir.

A utilização de soluções bioclimáticas eficientes é uma das vertentes a implementar na construção, sendo que não basta apenas a sua idealização, mas sim a concretização destas soluções, pelo que os arquitetos devem ser os principais agentes dessa transformação, nomeadamente através da sensibilização da sociedade.

A realização desta dissertação teve como principal objetivo demonstrar que a redução dos gases com efeito estufa, que contêm dióxido de carbono (CO₂), metano, óxido nitroso e gases fluorados, é possível num edifício público, sem que isso lhe retire estética ou funcionalidade.

Para isso foi realizada uma intensa pesquisa, na qual foram analisados vários métodos existentes para um baixo consumo energético, tendo em conta a utilização de recursos bioclimáticos na arquitetura.

Desta análise, concluiu-se que os recursos bioclimáticos no ramo da arquitetura estão muito pouco aprofundados, relativamente à importância que os mesmos assumem, o que torna a escolha do tema ainda mais pertinente, já que, a construção é uma das principais causadoras do aquecimento global e é urgentíssimo implementar novos métodos para uma redução significativa do mesmo.

Sabendo que a quantidade de indivíduos que passa os seus dias dentro de edifícios é altíssima, foi necessário pesquisar vários métodos naturais-ambientais que contribuíssem para gerar

espaços interiores de qualidade, através de um bom conforto-térmico, renovação de ar e temperaturas adequadas, e assim contribuir para a salubridade dos utilizadores, estando provado que ao gerar boas condições climatéricas a produtividade dos mesmos é mais elevada.

É urgente que a construção de edifícios seja pensada de forma a que contribua de maneira positiva para melhorar a qualidade de vida, saúde e bem-estar dos seus utilizadores, sempre com uma preocupação ambiental associada.

A presente dissertação e respetivo projeto da utilização de recursos bioclimáticos arquitetónicos para um baixo consumo energético, é assim, embora só em papel, um contributo para provar que é possível utilizarmos métodos naturais para nosso benefício sem a utilização de recursos mecânicos, de forma a reduzir os gases com efeito estufa. Do mesmo modo, o projeto foi entendido como um exercício de conceção arquitetónico, onde se comprova a possibilidade de mudar o mundo através da arquitetura passiva.

Ao longo desta dissertação foi notório o impacto que este tema causou em mim, enquanto pessoa, e enquanto profissional. A urgência de preservar o planeta, e o papel que enquanto arquiteta posso desempenhar nesse sentido, nomeadamente através da utilização de métodos e alternativas relacionadas com a eficiência energética e bioclimática, com vista à redução dos gases com efeito estufa, e à redução dos consumos excessivos de eletricidade e de água, despertaram em mim uma sensação de completude. Esta é definitivamente a pedra de toque que faltava para determinar a minha área de especialização.

Esta aprendizagem vai fazer com que a partir de agora dê especial atenção à utilização dos métodos mais adequados para cada projeto, por forma a contribuir para uma edificação passiva, sentindo-me muito mais segura para aconselhar, consciencializar e transmitir, de forma clara, as vantagens e desvantagens aos meus clientes, família, amigos e conhecidos.

Ao fim do trabalho realizado, assumo algum orgulho pelo que aprendi, pelo que concretizei, e, principalmente, pelo caminho que, implicitamente, esta dissertação acabou por me mostrar poder ser o meu futuro profissional.

Referências Bibliográficas

Actuar, sistemas alimentares sustentáveis. (2019). Cisterna. Site: http://actuar-acd.org/uploads/5/6/8/7/5687387/35cisterna_agua_3_pt.pdf. Consultado em Agosto de 2019.

AECweb. (2016). Brises amovíveis. Site: <https://armazensdolima.pt/produtos/chapa/>. Consultado em Julho de 2019.

Agronegócios. (2015). Cortinas verdes. Site: <http://www.agronegocios.eu/noticias/cortinas-quebra-ventos-funcoes-tipos-e-constituicao/>. Consultado em Agosto de 2019.

AMADO, M., PINTO, A., ALCAFACHE, A., RAMALHETE, I. (2015). Construção Sustentável. (1ª ed.). Casal da Cambra: Caleidoscópio.

Árvores de Lisboa. (2010). Árvores para a cortina verde. Site: http://www.cienciaviva.pt/img/upload/Guia_arvores_net.pdf. Consultado em Julho de 2019).

BAEZA, A. (2013). A ideia Construída. (4ª ed.). Casal de Cambra: Caleidoscópio.

Casa eficiente. (2018). Arquitetura passiva. Site: <https://www.guiacasaeficiente.com/Edificios/PassiveHaus.html>. Consultado em Julho de 2019.

Casa eficiente. (2018). Isolamento térmico. Site: <https://www.guiacasaeficiente.com/Isolamento/Isolamento.html>. Consultado em Julho de 2019.

Casa passiva. (2019). Arquitetura passiva. Site: <https://www.ua.pt/casapassiva/page/24129>. Consultado em Julho de 2019.

Chapa. (2019). Portões de chapa do vão livre. Site: <https://armazensdolima.pt/produtos/chapa/>. Consultado em Julho de 2019.

CASTRO, R. A. (Outubro 2016). Proposta de reabilitação de imóvel para turismo de habitação em Melgaço. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre de Arquitetura. Universidade da Beira Interior.

Clima de Marvila. (2019). Clima de Marvila. Site: <https://pt.climate-data.org/europa/portugal/lisboa/lisboa-3308/#climate-graph>. Consultado em Julho de 2019.

Construindo Decor. (2019). Palas salientes. Site: <http://construindodecor.com.br/beiral-de-telhado-tudo-sobre-beirais-para-telhado/>. Consultado em Agosto de 2019.

D-Dalle. (2005). Laje compósita de madeira e betão.

Site: <http://www.cbs-cbt.com/multimedia/documents/5350%20-%20Dalle%20-%20Descriptif%20technique%202017.pdf>. Consultado em Julho de 2019.

Eco2Blocks. (2018). Eco2Blocks. Site: <http://eco2blocks.com/sobre/>. Consultado em Julho de 2019.

EDP. (2019). Painéis solares. Site: <https://www.edp.pt/particulares/comunidade/acontecer/como-funciona-um-painel-fotovoltaico/>. Consultado em Agosto de 2019.

Ekonomista. (2017). Isolamento térmico. Site: <https://www.ekonomista.pt/artigo/isolamento-termico/>. Consultado em Agosto de 2019.

FuturEng. (2009). Inércia térmica. Site: <http://www.futureng.pt/inercia-termica>. Consultado em Agosto de 2019.

FuturEng. (2009). Pontes térmicas. Site: <http://www.futureng.pt/pontes-termicas>. Consultado em Agosto de 2019.

GlobalPav. (2016). Pavimento exterior drenante e pavimento do vão livre exterior. Site: <https://globalpav.pt/produtos/pavidren-pavimento-permeavel/>. Consultado em Julho de 2019.

Greensulate. (2019). Cobertura ajardinada. Site: <https://www.greensulate.com>. Consultado a Julho de 2019.

HEYWOOD, H. (2017). 101 regras básicas para uma arquitetura de baixo consumo energético. (1ª ed.). Barcelona: Gustavo Gili, SL.

JOURDA, F. (2018). Pequeno manual do projeto sustentável. (1ª ed.). Barcelona: Gustavo Gili, SL.

Junta de Freguesia de Marvila. (2016). Censos de 2011. Site: <http://jf-marvila.pt/index.php/noticias/126-geral/347-censos-2011>. Consultado em Julho de 2019.

Junta de Freguesia de Marvila. (2016). História de Marvila. Site: <http://jf-marvila.pt/index.php/historia-da-freguesia/historia>. Consultado em Julho de 2019.

LOPES, D. (2016). Melancolia e arquitetura em Aldo Rossi. (1ª ed.). Lisboa: Ofreu Negro.

Meteorologia de Lisboa. (2019). Condições meteorológicas de Marvila. Site: <https://pt.weatherspark.com/y/32022/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Lisboa-Portugal-durante-o-ano>. Consultado em Julho de 2019.

Movimento do Sol. (2016). Movimento anual do Sol. Site: http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aula_movsol.htm. Consultado em Julho de 2019.

OLIVEIRA, H. M. (Outubro 2012). Reabilitação da Quinta dos Alfinetes casa Museu de Marvila. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre de Arquitetura. Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa.

Passive House Factory. (2019). Arquitetura passiva. Site: <https://passivehousefactory.com/pt/encomendas>. Consultado em Julho de 2019.

Porcelanosa. (2019). Pavimento interior das zonas técnicas, arquivos e arrumos. Site: <https://www.porcelanosa.com/pt/pedra-natural.php>. Consultado em Julho de 2019.

Portal Energia. (2019). Inclinação dos painéis solares. Site: <https://www.portal-energia.com/qual-inclinacao-painel-solar/>. Consultado em Agosto de 2019.

Portugal PassivHaus. (2019). Norma PassivHaus para a arquitetura passiva. Site: <http://passivhaus.pt/sobre?m=2&fbclid=IwAR3pCiltqlkVaVwt9Z6FaNk1jEgDuma1kEpE0ziO5BdbQV7AMiC-mNSpxfs>. Consultado em Agosto de 2019.

PrimeDoor. (2019). Painéis amovíveis nos espaços flexíveis interiores. Site: <https://www.primedoor.pt/divisorias-amoviveis/>. Consultado em Julho.

QuickStep. (2019). Pavimento das instalações sanitárias. Site: https://www.quick-step.com.pt/pt-pt/vinil/ambient-glue-plus/amgp40035_ardosia-preto. Consultado em Julho 2019.

Rodrigues, A. J. (Outubro 2015). Proposta de Reabilitação de Habitação em Meio Rural. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre de Arquitetura. Universidade da Beira Interior.

SECIL. (2019). Tipos de betão para um bom desempenho térmico. Site: https://secilpro.com/produtos/nossos_produtos/betao/betao-colorido/unicoloridor#produto. Consultado em Julho de 2019.

SunEarthTools. (2019). Ângulo solar no terreno de intervenção. Site: https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=pt#help_Date. Consultado em Julho de 2019.

Sunenergy. (2019). Painéis solares. Site: <https://www.sunenergy.pt/particulares/paineis-solares-termicos/>. Consultado em Agosto de 2019.

TÁVORA, F. (2015). Da organização do espaço. (9ª ed.). Porto: FAUP.

TIRONE, L., Nunes, K. (2008). Construção Sustentável. (2ª ed.). Sintra: Tirone Nunes, SA.

Topcret. (2016). Pavimento de microcimento no interior do edifício. Site: <http://www.topcret.com/pt/producto/microcimento/>. Consultado em Julho de 2019.

Verdasca. (2019). Lajeta de betão leve para revestimento exterior. Site: <http://www.grupoverdasca.com/en/produtos/40>. Consultado em Julho de 2019.

VivaDecora. (2019). Brises. Site: <https://www.vivadecora.com.br/pro/arquitetura/o-que-e-brise/>. Consultado em Agosto de 2019.

VivaDecora. (2019). Claraboias para entrada de luz zenital através da cobertura. Site: <https://www.vivadecora.com.br/pro/iluminacao/iluminacao-zenital/>. Consultado em Agosto de 2019.

WASSOUF, M. (2017). Da casa passiva à norma Passivhaus. (1ª ed.). Barcelona: Gustavo Gili, SL.

Zinco. (2019). Cobertura ajardinada. Site: http://www.zinco.pt/quem_somos/index.php. Consultado em Agosto de 2019.

