



UNIVERSIDADE  
**LUSÓFONA**  
D O P O R T O

Ivan G. Simões Pereira

**Sustentabilidade e projeto de arquitetura**

Trabalho realizado sob a orientação do  
**Professor Doutor Vítor Manuel Araújo de Oliveira**

Dezembro 2018





UNIVERSIDADE  
**LUSÓFONA**  
DO PORTO

Ivan G. Simões Pereira

**Sustentabilidade e projeto de arquitetura**

Dissertação de Mestrado em Arquitetura

Dissertação defendida em Provas Públicas na Universidade Lusófona do Porto no dia 10 de dezembro de 2018 perante o júri seguinte:

**Presidente:** Prof. Doutor Arquiteto Pedro Cândido Almeida D'Eça Ramalho.

**Arguente:** Prof. Doutora Lúcia Paula Simões Esteves Nunes Pereira da Silva.

**Orientador:** Prof. Doutor Vítor Manuel Araújo de Oliveira

**Dezembro** 2018

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

## **Agradecimentos**

Primeiramente gostaria de agradecer ao meu orientador, o Professor Doutor Vítor Oliveira, por toda a disponibilidade em prestar apoio e pela motivação e exigência sempre mantida durante a realização deste trabalho de dissertação, graças aos quais consegui obter o resultado pretendido.

Agradeço também a todos os docentes do curso Mestrado Integrado em Arquitetura, por todo o conhecimento que me passaram ao longo destes cinco anos e que permitiram o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Um grande obrigado aos meus colegas do curso, com os quais passei e partilhei os momentos mais complicados e felizes deste meu percurso académico. O companheirismo, o apoio e a paciência sempre presentes, foram fundamentais para a conclusão deste curso e por consequência este trabalho de estudo.

A todos um sincero obrigado.

## **Resumo**

O principal objetivo deste trabalho é explicar a necessidade e a importância de se investir numa arquitetura sustentável em equipamentos de uso coletivo.

Numa primeira fase do trabalho faz-se uma explicação teórica e metodológica do tema da tese, debatendo a sustentabilidade.

A segunda fase do trabalho contextualiza o tema da construção sustentável de uma forma conceitual no cenário internacional. O tema na sua totalidade, lança desafios à pesquisa, à prática e ao ensino.

No terceiro e último capítulo, pretende-se apresentar o museu de artes projetado para o espaço de intervenção, seguindo ao máximo os princípios da sustentabilidade ecológica e ambiental, que está inserido num quarteirão rodeado por áreas identificadas como degradadas, constituídas por habitações, comércio, serviços e equipamentos no centro da cidade do Porto.

Através do projeto pretende-se requalificar o espaço com jardins e uma praça, que são os seus complementares arquitetónicos, é com estes que as pessoas frequentadoras do espaço têm o primeiro contato. Esta metodologia visa não só a intervenção na requalificação do espaço, mas também a reduzir o impacto da construção no ambiente uma vez que as mudanças climáticas são cada vez mais um tema premente.

Tendo esta premissa como argumento principal, é sugerido que se opte por outros materiais construtivos, a sua reutilização de modo a otimizar os recursos que o planeta nos fornece, promovendo desta forma a preservação dos ecossistemas. Conclui-se esta investigação sublinhando o potencial da utilização desta metodologia para a realidade da cidade do Porto e para outras cidades que queiram adotar os mesmos métodos.

## **Abstract**

The main point of this work is to explain the necessity and importance of investing on a sustainable architecture in this case used on collective equipment. On the first stage of this work there is a theoretical and methodological explanation of this thesis, debating sustainability.

The second stage of this work will put in context the sustainable construction based on a conceptual point of view from the international scene. This theme in its totality, challenges the research, the practice and the education.

On the third and final chapter, its pretended to present the arts museum projected for the given space, following at its maximum the principles of ecologic sustainability, that is insert on a block surrounded of identified “degraded” areas, made of housings, commerce, services and equipment in the center of Porto.

With this project it’s pretended to requalify the space with gardens and a plaza, which are its architectonic complements, those are the first contact points that the people have with the space. This methodology looks forward not only to intercede on the requalification of the space, but also to reduce the impact of the construction on the environment once that the climate changes are more and more an urgent theme.

Having this as the main argument, it's suggested to opt on other construction materials, and its reuse in order to optimize the planet's resources, promoting this way, the ecosystem preservation. This investigation it's concluded by stressing the potential of using this methodology for the city of Porto's reality and for other cities that want to adopt the same methods.

## **Abreviaturas e Siglas**

<b>AVAC</b>	<b>Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado</b>
<b>BMS</b>	<b>Building Management System ()</b>
<b>COV</b>	<b>Compostos Orgânicos Voláteis</b>
<b>LEED</b>	<b>Leadership in Energy and Environmental Design</b>
<b>MEL</b>	<b>Materiais Ecológicos Limpos</b>
<b>QAI</b>	<b>Qualidade do Ar Interior</b>
<b>RCD</b>	<b>Resíduos de Construção e Demolição</b>
<b>UPS</b>	<b>United Parcel Service</b>

## Índice

<b>Agradecimentos</b> .....	iii
<b>Resumo</b> .....	iv
<b>Abstract</b> .....	v
<b>Abreviaturas e Siglas</b> .....	vi
<b>Índice</b> .....	vii

### Capítulo I – O tema

1.1 Justificação da escolha do tema .....	2
1.2 Âmbito e problemática em estudo .....	2
1.3 Objetivos gerais e específicos .....	3
1.4 Metodologia e organização .....	3

### Capítulo II – Construção Sustentável

2.1 Sustentabilidade e Arquitetura .....	5
2.2 Os desafios da construção sustentável .....	6
2.3 Construção Sustentável em Portugal .....	7

2.4 Processo Operativo da Construção sustentável .....	8
<b>Capítulo III – Casos de estudo</b>	
3.1 Villa H 36 .....	15
3.2 Manhattan Districts 1/2/5 Garage & Spring Street Salt Shed .....	21
3.3 MSF Natura Towers .....	31
<b>Capítulo IV – Quarteirão das Artes</b>	
4.1 Enquadramento .....	38
4.2 Proposta .....	39
4.2.1 Ideias da Proposta .....	40
4.2.2 Implantação .....	40
4.2.3 Hierarquização do espaço .....	42
4.2.4 Organização interior .....	43
4.3 Museu Sustentável .....	45
4.3.1 Terreno .....	46
4.3.2 Captação da água .....	48
4.3.3 Orientação Solar .....	49
4.3.4 Energias (Painéis solares) .....	51
4.3.5 Revestimento .....	53
4.3.6 Sistema de ventilação .....	59
4.3.7 Construção (Estrutura) .....	62
<b>Considerações Finais .....</b>	<b>65</b>
<b>Bibliografia .....</b>	<b>67</b>
<b>Índice de Figuras.....</b>	<b>69</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>73</b>



## **Capítulo I**

O tema

## 1.1 Justificação da escolha do tema

A sustentabilidade na arquitetura, abrange aspetos ambientais que lançam desafios à pesquisa, à prática e ao ensino. Sendo uma questão ética atual, é uma preocupação de todos nós que afeta os tecidos sociais, a estrutura das atividades económicas e o equilíbrio ambiental. Mediante um significativo crescimento populacional houve por consequência o aumento de exploração dos recursos naturais o que nos levou a procura de soluções de evidente sustentabilidade.

Pode se dizer que atualmente no século XXI, a construção arquitetónica é uma das vertentes que mais gera resíduos sólidos no ramo industrial. Da mesma forma é a que “mais utiliza recursos minerais (pedra, brita, areia, etc.), cerca de 40% do consumo mundial, 25% de madeira, 40% de energia e 16% da água existente”<sup>1</sup>. O que por consequência causa prejuízos desnecessários - os quais poderiam ser reduzidos de forma significativa - ao meio socioambiental e ecológico para além de causar gastos de mão de obra, tempo e económico.

O conceito de **construção sustentável** surge justamente como uma forma de repensar e otimizar o aproveitamento dos elementos envolvidos nos métodos de construção moderna tendo sempre em conta que o “desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente, sem comprometer o atendimento às necessidades das gerações futuras”<sup>2</sup>.

## 1.2 Âmbito e problemática em estudo

A arquitetura foi evoluindo ao longo do tempo, de modo a atender a uma exigência cada vez maior das populações. Para que houvesse um progresso na construção foi preciso adotar novas técnicas e materiais que no geral acabaram por ser nocivos ao meio ambiente. Sendo assim é importante então investir numa construção “limpa” ambientalmente mais sustentável, ou seja, menos nociva e da mesma forma eficaz.

Para que tal cenário venha a existir é preciso consciencializar as pessoas (sociedade) de modo a torná-las no principal responsável para o fomento dos hábitos e práticas sustentáveis na arquitetura.

---

1

<sup>2</sup> BRUNDTLAND, Gro Harlem - **Our Common Future**. 1987

### **1.3 Objetivos gerais e específicos**

Nesta tese pretende-se desenvolver um projeto para o programa requerido, que expresse a linguagem pretendida pela arquitetura sustentável. Um que se adapte a realidade, sociedade e ao ambiente do centro da cidade do Porto.

Esta metodologia é fundamentada por 2 elementos:

- I. Estudo de projetos feitos com os mesmos princípios:
- II. Proposta de um projeto construtivamente sustentável para o centro histórico do Porto;

Neste contexto propõe-se a construção de um museu no interior do quarteirão, com a ideia de libertar os espaços que fazem o contacto com as ruas, para que possam então albergar jardins e percursos pedonais, para os moradores e visitantes. Os Ateliers e a biblioteca, que são o programa adicional, terão o papel de barreiras/muros que irão guiar as pessoas e bloquear a vista para o desnecessário e o desagradável, definindo uma estrutura que contribua para a dinamização do espaço.

### **1.4 Metodologia e organização**

Apos o estudo e sob a pretensão de alcançar os objetivos estabelecidos previamente, será apresentada uma proposta construtivamente e funcionalmente sustentável, aplicada no projeto de intervenção.

Neste trabalho começa-se por explicar o conceito da construção sustentável e o porquê de ser necessário a implementação de uma forma mais cuidada de pensar a arquitetura. O tema é contextualizado de uma maneira geral. É feita uma explicação do processo e dos pontos fundamentais para a elaboração de um projeto sustentável.

De seguida são apresentados casos de estudo que serviram como base ou de exemplo, casos práticos para o entendimento do tema.

Apos esta análise é elaborada uma proposta como a solução ideal para o contexto arquitetónico e urbano em causa. É feito um projeto com os princípios pretendidos pela construção sustentável de modo a solucionar o programa exigido, sem prejudicar o meio ambiente.

Para concluir serão apresentados os principais fatores que fundamentam a escolha das soluções no projeto proposto para a área de intervenção.

**Capítulo II**  
Construção Sustentável

Hoje em dia encontramos-nos numa época repleta de acontecimentos que estruturam em diversos níveis o desenvolvimento das sociedades de um modo significativo. O Homem tornou-se na peça fundamental e razão do desenvolvimento social e tecnológico do qual, para a manutenção do devido equilíbrio necessário entre as atividades humanas e o meio ambiente, requer uma relação entre necessidades, capacidade de suporte e resposta do meio ambiente natural.

Numa sociedade na qual o rigor do desempenho e o nível de eficiência é valorizado cada vez mais, obriga a que se procure adotar um modelo e processo de ação que se possa aplicar aos diversos setores económicos com o objetivo de que esses possam-se desenvolver de um modo sustentável e que por consequência pouparia os recursos naturais disponíveis.

O conceito de “Construção Sustentável” é atribuído a um específico tipo de arquitetura e construção, que esta sempre em busca de uma eficácia nas diferentes fases do processo de conceção, construção e intervenção dos edifícios, o que permite com que ela possa ser considerada como a que origina um impacto mais reduzido e controlado no meio ambiente, devido ao uso de melhores procedimentos e técnicas. O sustento para este entendimento é feito por um conjunto de diferentes princípios fundamentos e regras que têm por finalidade compreender e utilizar as variáveis do clima e do ambiente em causa.

## **2.1 Sustentabilidade e Arquitetura**

As cidades são o reflexo da evolução das sociedades, e para que haja uma evolução no setor construtivo num sentido mais sustentável é preciso envolver na arquitetura o planeamento urbano que serve de elo, ou seja, pensar no geral para intervir no particular. Por esta lógica a sustentabilidade urbana deve ter um perfil pluridimensional, que facilite o acesso e que faça uma união entre todas as pessoas e a natureza.

Portanto o principal desafio dos profissionais ligados a área, perante a agressiva ação do homem sobre a natureza, é implementar uma nova lógica no estilo de vida das sociedades com o melhoramento dos diversos aspetos.

Tendo em conta a possibilidade deste setor em poder melhorar a qualidade de vida das populações, importa que haja um comportamento simultâneo entre o aumento do conforto ambiental nos edifícios e a redução de utilização de matérias fósseis de modo a minimizar os impactos da construção no meio ambiente. Devera neste sentido garantir resposta as necessidades dos atuais sem comprometer os futuros utilizadores.

## 2.2 Os desafios da construção sustentável

Independentemente da atividade construtiva o consumo, a utilização, produção e o armazenamento de resíduos de materiais em armazéns tende a destabilizar o ecossistema local. Estatisticamente os consumos desta indústria são em média cerca de 25% da madeira e 40% dos agregados (pedra, brita e areia) disponíveis no mundo (Mateus e Bragança, 2004).

Estes materiais são extraídos e transportados para os estaleiros, têm uma relação direta com a energia proveniente de fontes não renováveis, precisamente no consumo da extração, do processamento, armazenamento, montagem, transporte e construção em obra.

Sem esquecer que alguns destes materiais podem apresentar componentes na sua composição que sejam nocivos ou tóxicos para os ocupantes dos edifícios e para os ecossistemas do sítio em que estão.

“Os Resíduos de Construção e Demolição constituem uma parte significativa do total de resíduos produzidos, sendo importante a sua análise. A Agência Portuguesa de Ambiente estima que, ao nível Europeu, os RCD produzidos ascendam a 100 milhões ton/ano”.<sup>3</sup>

Neste sentido a indústria da edificação, é submetida a diversos desafios:

- Otimização e redução do consumo de energia, materiais e água;
- Reduzir a produção de resíduos (demolição e construção);
- Preservação do estado existente do ambiente natural envolvente;

No geral é uma procura em conceber edifícios mais duradouros, ecológicos e mais saudáveis para os que os utilizam, com uma construção de caráter preventivo e ambientalmente responsável.

Isso é desde logo transmitido na fase do planeamento e projeção dos edifícios, o que num segundo passo é implementado na realidade, ou seja, na fase de construção. Neste contexto, os arquitetos devem procurar os seguintes objetivos:

1. Localização sustentável;
2. Eficiência no uso da água;
3. Eficiência energética;
4. Conforto higrótermico;
5. Seleção de materiais e preservação de recursos;

---

<sup>3</sup> AMADO, Miguel P./PINTO, Alberto Reaes/ALCAFACHE, Ana Maria/RAMALHETE, Inês – **Construção Sustentável – Conceito e Prática**. Lisboa, 2015, pág. 54

## 2.3 Construção Sustentável em Portugal

“Com a crescente preocupação nacional em se atingir o desenvolvimento sustentável, o sector da construção foi alterando a sua forma de atuar e de pensar de modo a torná-lo mais ecológico ambientalmente. Atualmente aliam-se preocupações relativas à qualidade do produto, ao tempo despendido e aos custos associados com as preocupações ambientais relacionadas com o consumo de recursos, as emissões de poluentes, a saúde e a biodiversidade sendo o grande objetivo final, contribuir para a melhoria da qualidade de vida para um desenvolvimento económico e uma equidade social.”<sup>4</sup>



A construção sustentável é definida pela gestão de uma arquitetura construtivamente saudável, tendo em conta os princípios ecológicos e o uso de recursos eficientes para não prejudicar o ambiente.

Sendo que os princípios básicos da construção sustentável são:

- Redução do consumo de recursos;
- Proteger os sistemas naturais e a sua função em todas as atividades;
- Recuperação e reutilização dos materiais sempre que possível;
- Evitar o uso e eliminar os materiais tóxicos e os subprodutos em todas as fases do ciclo de vida;

Mas este conceito tem vindo a evoluir bem como as abordagens, devido ao desenvolvimento de novos estudos, às revisões à Agenda 21 e com as novas orientações da União

<sup>4</sup> Citado por QUEIROS, Mariana Costa - Utilização de materiais de construção ecologicamente limpos. Porto, 2010, página 6.

Europeia. O plano de ação no contexto da comunicação da Comissão Europeia para a competitividade da indústria da construção assenta no uso e promoção de:

- Materiais de construção ecologicamente limpos;
- Edifícios eficientes energeticamente;
- Gestão dos resíduos da construção e desconstrução;

“Deve-se ter em atenção as condições de durabilidade, a produção de cargas ambientais, emissões atmosféricas, efluentes líquidos, resíduos sólidos, ruído ambiente e poluição térmica. Bem como a redução da utilização das fontes energéticas e gasto excessivo dos recursos minerais, a conservação das áreas naturais e a biodiversidade, a manutenção da qualidade do ambiente construído e a gestão da saúde do ambiente interior. O termo construção sustentável apresenta diferentes abordagens e prioridades conforme o país.

Para se obter uma construção sustentável devem ser consideradas as várias vertentes numa abordagem integrada”<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Citado por QUEIROS, Mariana Costa - Utilização de materiais de construção ecologicamente limpos. Porto, 2010, página 7

## 2.4 Processo Operativo da Construção sustentável

Com a necessidade de transformar o grau de desempenho da área da construção, é cada vez mais importante a adoção de um processo operativo que influencie de forma evolutiva/positiva na melhoria das intervenções.

É importante que o aumento do conforto ambiental no interior dos edifícios e a coincidente redução do consumo energético, água, materiais e recursos não renováveis possa ter lugar, de modo a minimizar as consequências ambientais que fazem parte de todo o ciclo de vida do edifício, tendo em conta o objetivo global do setor de construção.

Neste sentido, o processo de construção deve considerar que o impacto das opções definidas na fase de conceção do projeto é determinante para a obtenção de um desempenho mais eficiente.

Contudo é de salientar a importância da fase do Programa. Descrita e definida ao gosto do cliente, ou seja, o propósito do edifício e/ou a sua função vão depender dos requisitos do cliente pois vão ter uma influência direta nas opções do projeto e em simultâneo no seu nível da sustentabilidade.

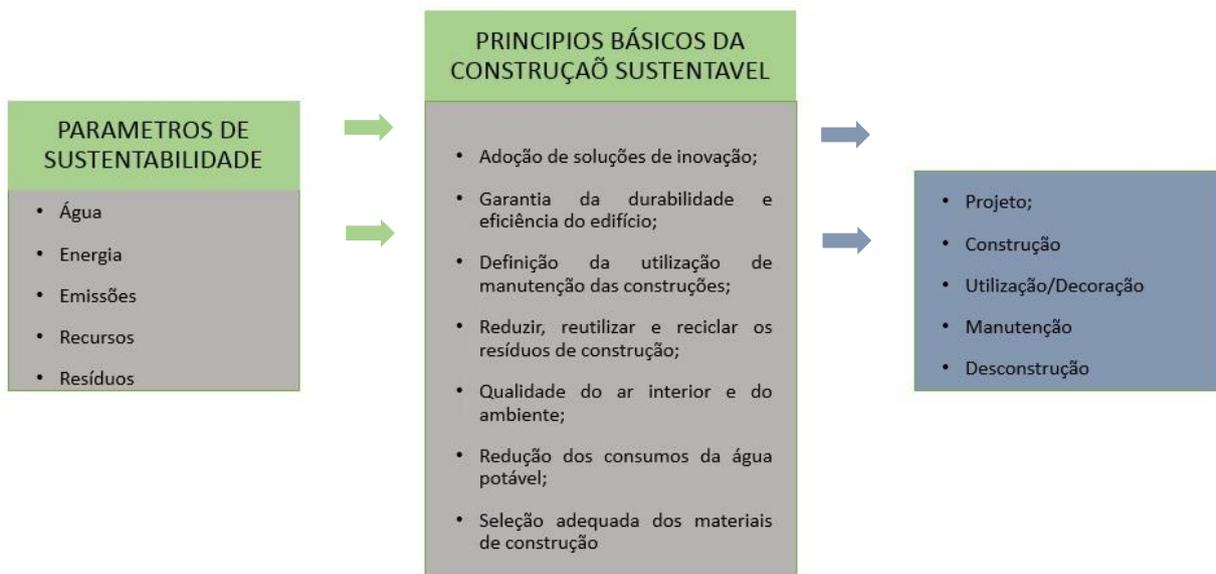


Fig. 2 – Síntese de projeto do processo sustentável

Desta forma, o processo de construção sustentável abrange na totalidade o ciclo de vida do edifício, com o objetivo de atingir o desenvolvimento sustentável. Esta metodologia assenta em ações que, de forma passiva e/ou ativa podem ser implementadas nas diversas fases do processo tal como será apresentado nos próximos pontos:

1. Projeto
2. Construção
3. Utilização/Exploração
4. Manutenção
5. Desconstrução

### **Projeto**

É a fase mais importante de todo o processo de construção sustentável, é o que vai permitir a determinação das consequências e impactos ao longo do ciclo de vida dos edifícios. Integra abordagens, não sequenciais, mas simultâneas entre si, a partir das quais se ira articular a solução do projeto.

Uma dessas abordagens é a análise das características bioclimáticas do local de implantação (exposição solar, temperatura, humidade, a pluviosidade, os ventos predominantes e o nível de ruído). Estas informações vão suportar ou fundamentar as soluções a implementar na arquitetura (disposição e organização funcional do espaço), soluções passivas a adotar e a escolha de materiais.

### **Construção**

Esta é a fase crucial do ciclo de vida da obra. As diversas atividades que se desenvolvem em simultâneo, a quantidade de processos construtivos e de intervenientes existentes leva a que, na falta de um rigoroso planeamento, exista então uma grande probabilidade de ocorrerem erros.

Nesta fase é indispensável o rigor pela parte dos responsáveis na monitorização do processo de instalação das soluções construtivas. Uma vez que a incorreta aplicação destes, pode levar a ineficiência dos mesmos tornando-os inúteis e causando desperdícios.

Esta situação é igualmente observável na escolha de materiais:

- Os materiais devem garantir a não toxicidade (para não comprometer a salubridade do edifício e o conseqüente bem-estar dos ocupantes), ser recicláveis e de longa duração. Por exemplo, nas atividades de acabamento observa-se um elevado consumo de recursos e uma grande produção de resíduos.

- A nível de eficiência energética, devem ser garantidas da mesma forma as exigências e o rigor na fase de projeto (ventilação natural, sistema de climatização e instalação de dispositivos energeticamente eficientes) em prol da melhoria energética na fase de utilização/exploração.

## **Utilização/Exploração**

Esta fase depende totalmente do cumprimento dos requisitos dos utilizadores. Nesta fase, o consumo excessivo de energia é o fator ao qual estão associados os impactos, o que corresponde aos equipamentos de controlo do conforto higrotérmico, por exemplo, ar-condicionado e aquecimentos que variam consoante as características de cada indivíduo a nível do dia-a-dia, dos eletrodomésticos essenciais aos padrões sociais da qualidade de vida.

Contudo, é importante frisar que as soluções definidas na fase de projeto têm consequências importantes na utilização dos edifícios:

- Uma habitação projetada com uma específica orientação solar passiva, que garanta o conforto térmico no interior, não precisa de complementos mecânicos para o efeito, mesmo tendo em conta os diferentes padrões de conforto.

- O consumo de água é inerente aos depósitos de armazenamento instalados e aos hábitos dos utilizadores (confeção de alimentos, higiene pessoal e limpeza do espaço, máquinas de lavagem), que variam consoante o contexto geográfico e social.

Nesta fase, é habitual a produção de resíduos, por isso cabe também aos utilizadores terem uma postura ambientalmente responsável e fazerem a reciclagem dos materiais pela separação seletiva dos mesmos.

## **Manutenção**

Em simultâneo com a fase anterior surge a Manutenção, com o objetivo de aplicar os procedimentos que prolonguem a vida e o nível de eficiência dos edifícios com o cuidado de evitar perdas ou desvios a nível de conforto do espaço.

A solução para tal passa por criar um manual/plano básico com regras de manutenção onde são estabelecidas intervenções básicas a realizar na respetiva periodicidade. Algumas são executadas pelos habitantes ou utilizadores permanentes dos espaços, já as técnicas devem ser solucionadas pelos habilitados da respetiva área.

Cumprindo alguns dos pontos do manual/plano é possível garantir um nível mínimo de eficiência para o qual o projeto foi concebido.

## **Desconstrução**

Os edifícios podem e em certos casos devem ser considerados como fontes de materiais reutilizáveis para que na sua fase de desconstrução os mesmos possam ser (re)aproveitados.

Os restantes materiais/resíduos que não reúnam condições para ter o mesmo propósito, devem ser encaminhados para entidades competentes que tenham outros métodos de separação e reciclagem.

Esta fase é da mesma maneira, consequente diretamente da primeira (Projeto) pois é nessa que são feitas as opções dos materiais e dos sistemas construtivos que serão aplicados. O processo deve ser entendido como um todo, com as partes articuladas entre si sequencialmente.

Para que haja uma eficaz construção sustentável, nomeadamente as fases de construção e utilização do processo, é necessário reforçar o investimento dos intervenientes (tanto dos técnicos como dos utilizadores).

“Deste modo assume-se uma atitude preventiva de impactes ao invés da ativa que corresponde à colmatação de necessidades e resolução de problemas imediatos.”<sup>6</sup> Tudo isto é executável se houver um forte modelo de monitorização do processo, tal como explicado no presente capítulo, o qual deve abranger todos os fatores constituintes do ciclo de duração/vida do edifício.

---

<sup>6</sup> AMADO, Miguel P./PINTO, Alberto Reaes/ALCAFACHE, Ana Maria/RAMALHETE, Inês – **Construção Sustentável – Conceito e Prática**. Lisboa, 2015, pág. 80

**Capítulo III**  
Casos de estudo

Neste capítulo, serão apresentados casos de estudo, expondo projetos de arquitetura criados com o objetivo de aplicar em caráter prático, conceitos até aqui debatidos. Esta abordagem tem como objetivo proporcionar ao leitor o conhecimento de como seria provavelmente a produção de uma arquitetura com um maior grau de sustentabilidade.

Todos estes aspectos, vistos em conjunto exercem um impacto no desempenho térmico e energético do edifício. O uso apropriado de uma dessas estratégias, ou de um conjunto delas, por sua vez, vai ser determinado pelas condições climáticas, exigências do uso e ocupação, e parâmetros de desempenho. O aproveitamento da iluminação natural também é, indubitavelmente, inerente a muitos desses aspectos do projeto, como a orientação solar, a geometria dos espaços internos, as cores e o projeto das aberturas e das proteções solares.

Mediante tudo isto, é importante salientar que são as exigências humanas e os usos, além das condições climáticas e urbanas locais e das possibilidades construtivas, que vão determinar o grau de independência de um edifício em relação aos sistemas ativos de climatização.

Por exemplo, problemas de ruído urbano e poluição podem impedir o uso de estratégias passivas em um projeto, mesmo que o partido arquitetônico, o uso e o clima sejam favoráveis a elas. Por essa razão, num caso como esse, a iluminação natural é mais facilmente resolvida no projeto do que a ventilação natural.

Vão ser apresentados 3 casos de estudo, diferentes entre si no contexto urbano, na dimensão dos projetos e nos programas que os definem, mas iguais na linguagem ecológica e na aplicação dos pontos característicos da linguagem sustentável.

Os casos de estudo em causa, são:

- **Villa H 36**
- **Manhattan Districts 1/2/5 Garage & Spring Street Salt Shed**
- **Natura Towers**

### 3.1 Villa H 36

#### Arquitetura

Localizada nas colinas com vista para a cidade de Estugarda, a casa esta encaixada no terreno inclinado o que lhe permite ter vistas panorâmicas da cidade e também ter duas entradas: uma – principal – no primeiro andar aonde estão as zonas de estar e a cozinha, a outra é no andar do jardim ao qual se tem acesso direto do quarto das crianças.

A implantação da casa no terreno dispensou o movimento das terras na qual ela surge como pedra cristalina em estado bruto.



Fig. 3 – Implantação

A casa é uma caixa limitada a medida de 10/12 metros, tem três pisos acima do nível do chão e um a baixo, o técnico que tem equipamentos e funções auxiliares.

Apresenta uma combinação inteligente de arquitetura estética com princípios sustentáveis.

A sensação de brutalismo que o volume de betão transmite ao primeiro contacto (visual) é amenizado de imediato com os enormes vãos de vidro e as reentrâncias das portas.

Estruturalmente a casa é um volume monolítico que se apoia em duas paredes.

As inclinações da cobertura são em formas triangulares. A cobertura mantém a materialidade do edifício, inclinações íngremes de betão formam as águas.

A linguagem da casa une a estrutura o isolamento e as instalações técnicas numa grande camada equilibrada com a transparência e naturalidade reflexiva do vidro.

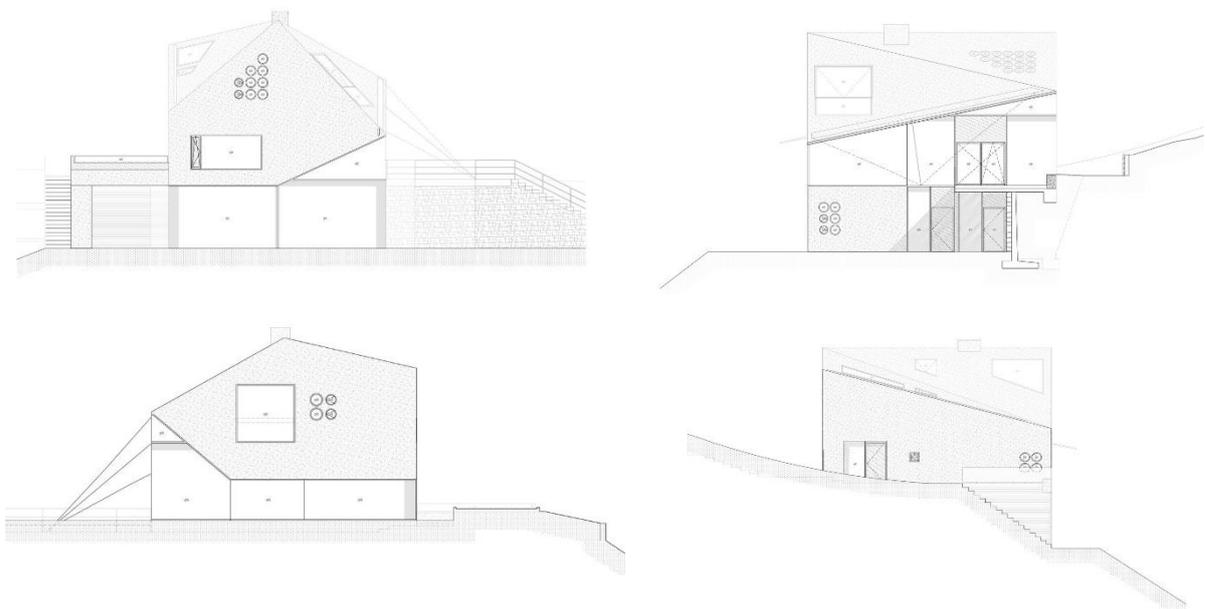


Fig. 4 – Alçados Villa H 36

## Sustentabilidade

### Materiais

Em termos de materialidade escolhida para a casa, a variedade é pouca. Só foi utilizado o necessário para que houvesse um conforto no espaço interno. É feita de uma camada de betão única, aparente no interior e exterior, ideal para a variedade contemporânea desejada de espaços e atmosferas. Visualmente há uma harmonia no materialismo da fachada.

A justaposição dos elementos contrastantes – vidro e betão – faz com que o edifício combine o opaco e a transparência, o sólido e o permeável da luz.

A escolha dos componentes foi cuidadosa sempre a ter em conta a longevidade e a durabilidade. Características presentes no betão grassas a sua elevada compacidade e homogeneidade das superfícies.

O vidro é um dos materiais principais que constituem a casa, a sua durabilidade é de tempo indeterminado, não é nocivo diretamente ao meio ambiente e é completamente reciclável.

Fig.5 – Fotografias Villa H 36



É inovadora na escolha de materiais ambientalmente não nocivos e no design ecológico, o programa mantém a casa em contacto direto com a natureza.

### Eficiência térmica

A pegada ambiental da estrutura construída é minimizada. Paredes maciças que se unem como que se fundindo ao muro de pedra natural típica da região e o vidro que permite ganhos solares e atmosféricos ativos e passivos, faz com que o resultado seja uma casa “lenta” – semelhante a uma antiga casa de pedra – que é mais quente no inverno e mais fria no verão.

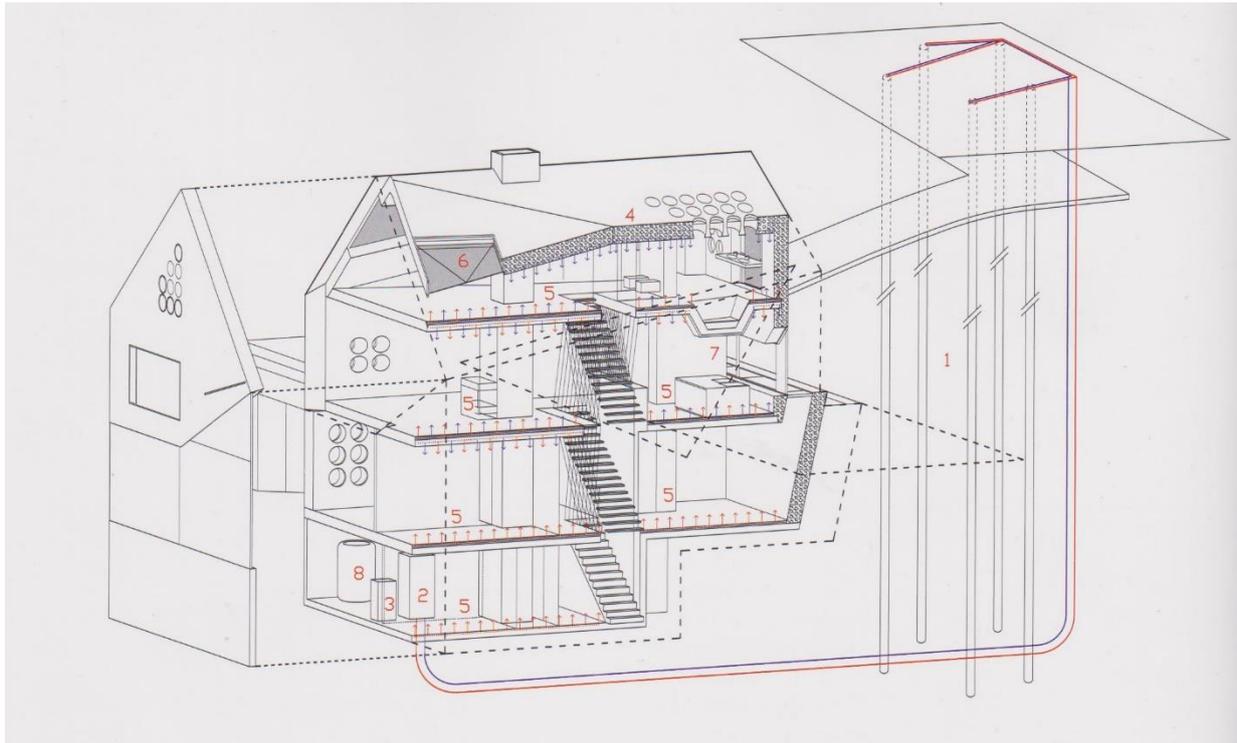


Fig.6 – Fotografia/Perspectiva Villa H 36

Superfícies quentes e ambientes confortáveis são combinados com o equilíbrio de umidade ideal a uma ausência de problemas térmicos tradicionais.

Custos de consumo de energia e de manutenção são reduzidos de maneira exemplar nesta casa.

## Sistema de energia

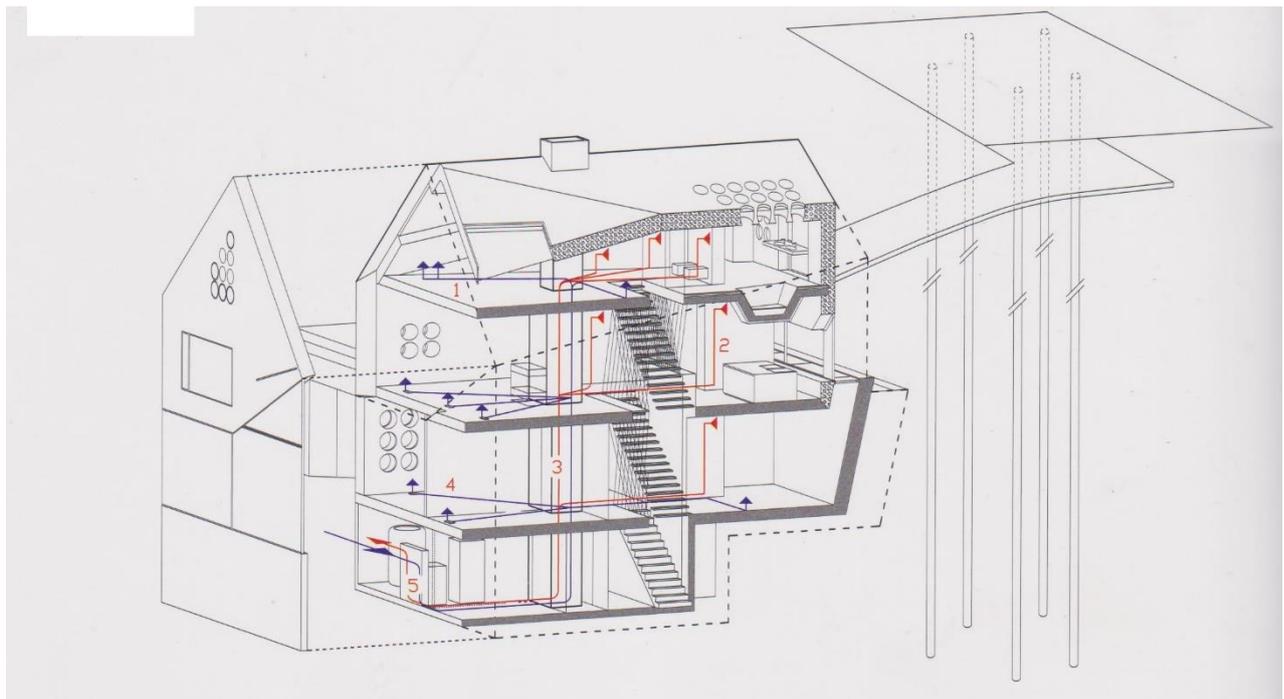


1. 5 bombas de enterradas até a 50m de profundidade aquecem/arrefecem o edifício
2. Bomba de calor terra-fonte que transporta a temperatura do solo para o interior do edifício
3. Alternador de ar frio/quente
4. Alto isolamento por inercia na cobertura
5. Sistema de aquecimento/arrefecimento do chão
6. Claraboia com acabamento reflexivo
7. Toldo do lado oeste para proteger do sol do verão
8. Tanque de água quente

Fig. 7 – Esquema de funcionamento SE

O aquecimento da casa ocorre através de um processo de condutibilidade térmica captada da terra. Foram introduzidos na terra, num terreno do lado poente do edifício, 5 bombas a uma profundidade de cerca de 50 metros. Através deste sistema o calor é “transportado” até ao interior da casa aonde é distribuído para os diversos compartimentos. As paredes de grande envergadura mantêm a temperatura da casa a temperaturas desejadas a semelhança do que ocorria nas construções antigas de casas em pedra.

### Sistema de ventilação



- 1. Saída de ar quente
- 2. Extração de ar frio
- 3. ventilação de ar pelas iluminações embutidas
- 4. ventilação pelo chão
- 5. trocador de ar quente rotativo/extração de umidade

Fig. 8 – Esquema de funcionamento SV

A casa apresenta um sistema de ventilação simples de extração e insuflação pelas condutas embutidas nas paredes e no chão. A extração ocorre nos planos verticais a níveis altos enquanto que a insuflação ocorre pelo pavimento dos pisos.

### 3.2 - Manhattan Districts 1/2/5 Garage & Spring Street Salt Shed

O M/1/2/5 Garage e o Salt Shed estão localizados no lugar de um antigo estacionamento da United Parcel Service. Houve um trabalho extensivo da prefeitura com os responsáveis do projeto para desenvolver um acordo que permitisse que a UPS continuasse com os seus serviços no mesmo complexo.

Esse acordo é de benefício mútuo e serviu de exemplo para a cidade de que é possível ter cooperações entre grupos públicos e privados que levem ao compartilhamento de espaços numa cidade em crescimento.

O projeto foi desenvolvido em 2012 num denso bairro misto de Manhattan a margem do rio.

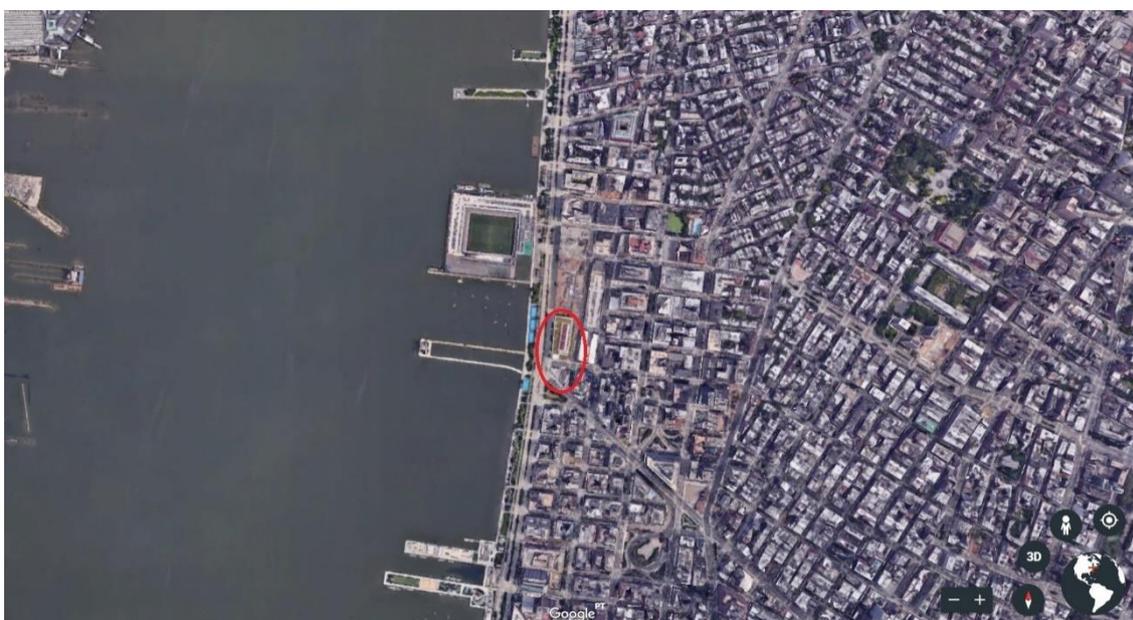


Fig. 9 – Implantação Manhattan Districts 1/2/5 Garage & Spring Street Salt Shed

O Garage 1/2/5 abriga três garagens para o Departamento de Saneamento de Nova Iorque. Estes dois edifícios públicos que atendem a cerca de 300.000 habitantes também servem de “lar” para 150 veículos sanitários, equipamentos de 3 distritos da cidade com cerca de 250 trabalhadores. Os habitantes destes distritos têm a sua disposição, banheiros, salas de treino e refeitórios.

No exterior há espaço de lavagem para os veículos de porte pesado e ainda para armazenamento de 5.000 toneladas de sal para limpeza da neve no Inverno.

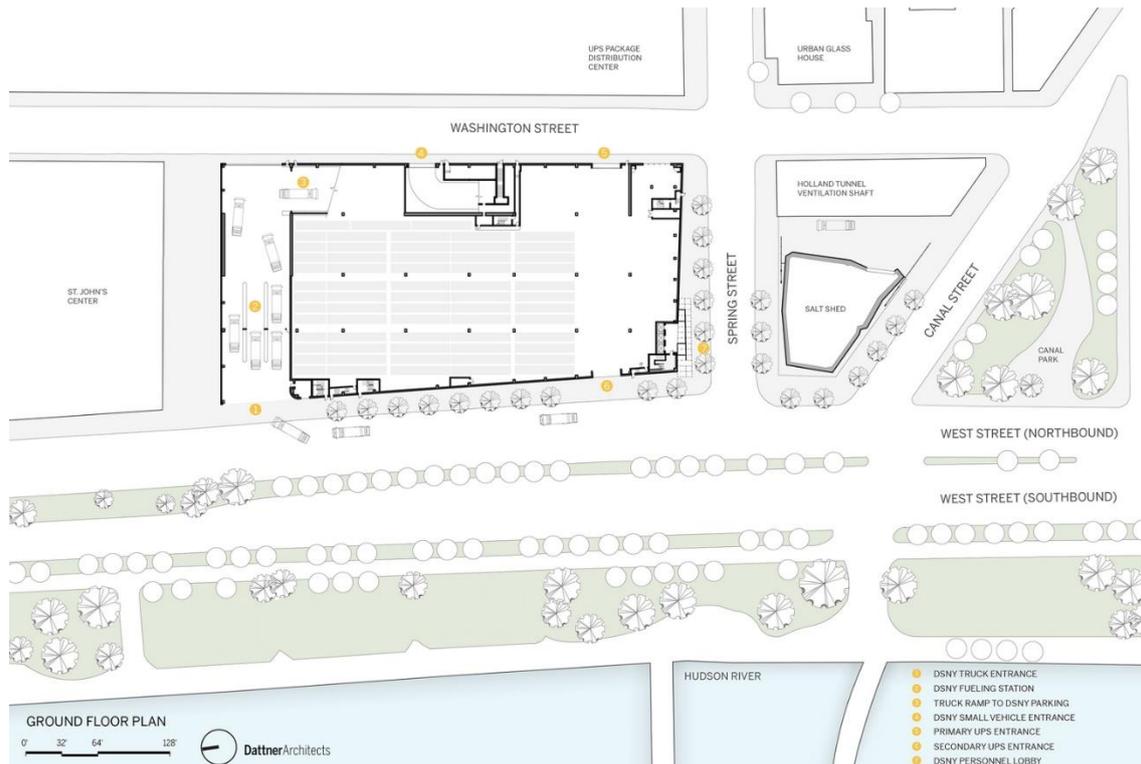


Fig.10 – Implantação dos edifícios

Estudos extensos de circulação foram feitos para determinar a localização das entradas e saídas a fim de minimizar o tráfego nas ruas do bairro. A área de abastecimento é recuada da rua, permitindo a ocorrência de filas de caminhões dentro do edifício.

Faz parte de uma planície conhecida pelas inundações a 100 anos, a instalação é seca e à prova de fogo. Uma parede de alagamento de betão armado circunda o perímetro do piso térreo e as proteções contra inundações que são implantadas protegem as entradas do veículo.

Esta obra foi aceite pela comunidade, ao contrário do que acontece com muitos projetos municipais. Agradou-lhes o uso do design para integrar com sucesso os serviços considerados críticos.

## Organização espacial

A flexibilidade operacional é fundamental para o Departamento de Saneamento pois aprimora os seus procedimentos de trabalho com base nas melhores práticas, experiência de campo e mudanças administrativas. Como socorristas durante as emergências climáticas as instalações devem operar 24 horas por dia, 7 dias por semana e sem tempo de paragem para reparações. A longevidade e a redundância são incorporadas ao projeto para garantir que as operações continuem.



Fig. 11 – Planta 3º piso Manhattan Districts 1/2/5 Garage

Um conjunto de rampas internas de três pistas elevadas otimizam a eficiência de circulação dentro da garagem, fornecem uma pista central reversível para uso durante os períodos de pico de atividade.

É uma garagem multi-districtal organizada verticalmente e por meio desse processo, identificaram-se oportunidades para combinar espaços compartilhados e reduzir a altura entre os andares para otimizar a eficiência de circulação.

Os edifícios são projetados com a ideia de atender a uma duração mínima de 50 anos. Dada a natureza robusta do trabalho realizado, os materiais foram selecionados pela sua durabilidade e longevidade. Com o armazenamento e a distribuição de sal na estrada como um grande programa, o design para a resistência à corrosão foi de particular importância.

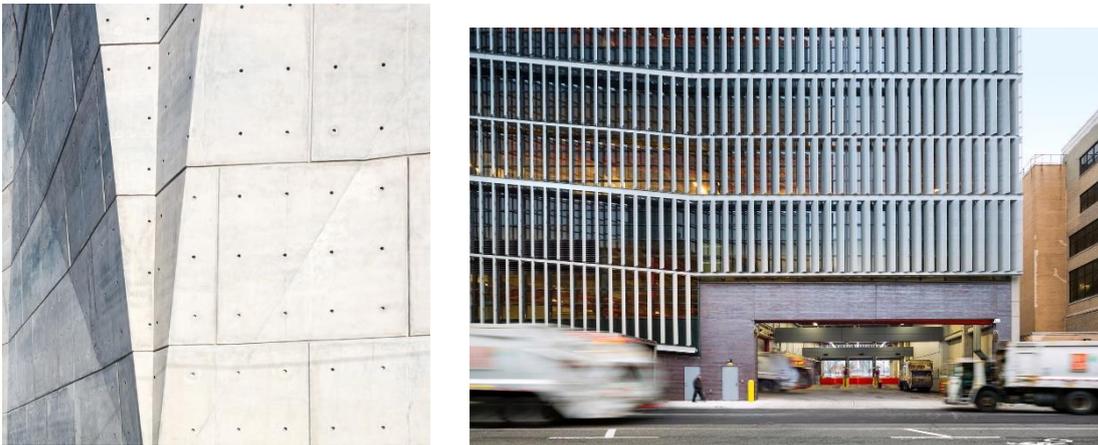


Fig. 12 – Materiais utilizados nas fachadas

No Garage M1/2/5 as lajes dos pisos são construídas com proteção tripla de sais de estrada para minimizar futuras substituições. Reforço de aço inoxidável é usado, o betão inclui uma mistura de impermeabilização cristalina e um revestimento de resina protege a superfície.

O betão fez parte de uma variedade de materiais estudados, de onde foi escolhido para o Salt Shed. Serve tanto como estrutura do prédio quanto como acabamento externo. Eliminando a necessidade de materiais adicionais. Este volume robusto é capaz de suportar a natureza corrosiva do programa ao longo da vida do edifício.

O seu acabamento suave e cor natural enfatizam a forma do edifício, ressoando o sal contido dentro.

Os planos de betão puro dão uma animação a estrutura cristalina do The Salt Shed, criando um marco escultural no bairro. O volume afunila na base, cria mais espaço para pedestres e emerge de um fosso tapado por vidro texturizado que reflete a iluminação da calçada.

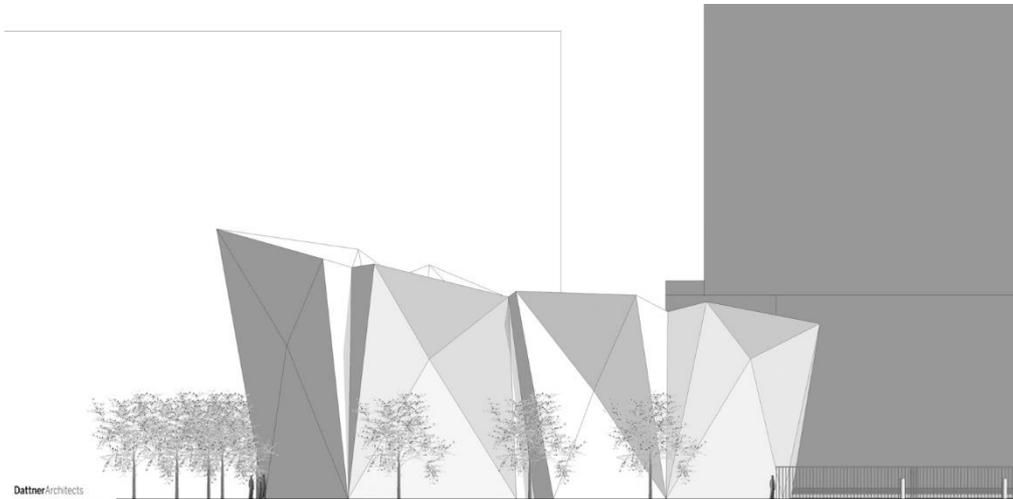


Fig. 13 – Alçado The Salt Shed

O produto final deste projeto é um par de edifícios com um volume mais pequeno para ventilar o espaço, um de grande envergadura contextual e elementos que despertam curiosidades urbanas.



Fig. 14 - Manhattan Districts 1/2/5 Garage & Spring Street Salt Shed

Nestes edifícios foram integrados componentes inovadores de design arquitetónico pela sua contribuição para atingir as metas de sustentabilidade. Na promoção da saúde e bem-estar dos funcionários e em resposta ao contexto urbano.

## Sustentabilidade

### Ecológico

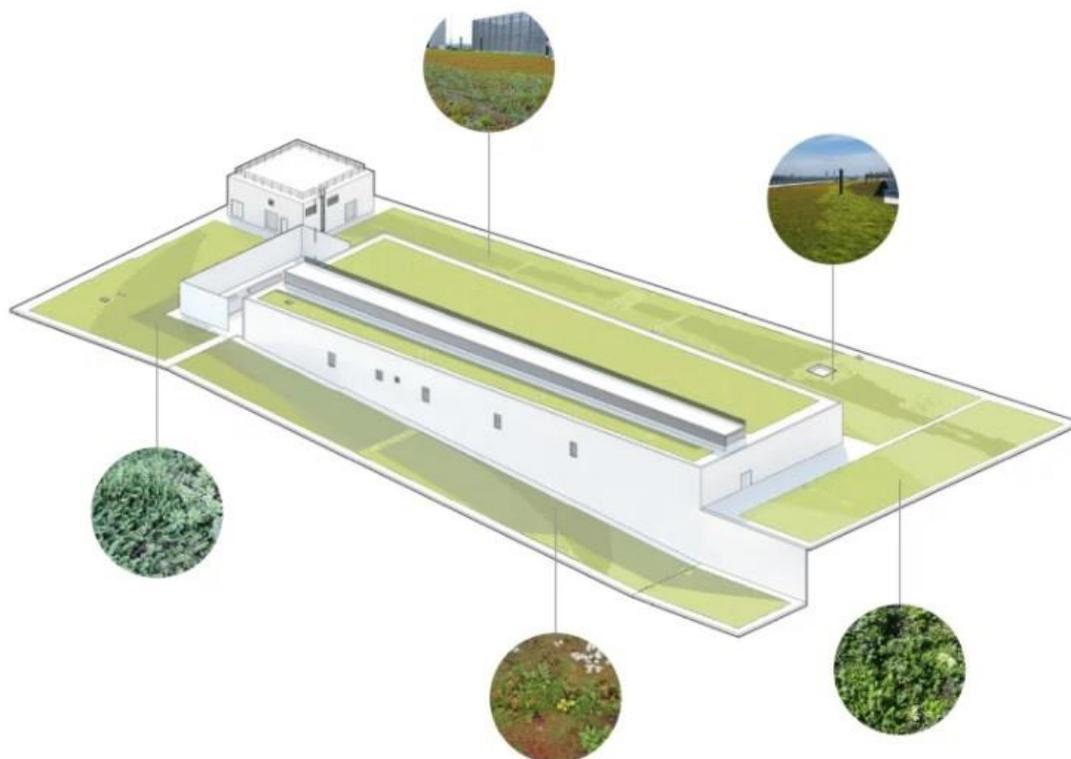


Fig. 15 – Cobertura ajardinada

O Green Roof é composto por 13.250 bandejas pré-plantadas o que permite uma instalação rápida e também para trazer plantas já estabelecidas para o local. Plantado com 25 espécies distintas resistentes a seca que não requerem irrigação permanente.

Esta variedade inclui uma mistura bio diversificada de espécies o que significa que a qualquer momento durante a estação de crescimento, algo estará em flor, a fornecer alimentos para os polinizadores. Algumas destas plantas também fornecem alimentos para as aves.

O telhado verde contribuiu para a obtenção da certificação ambiental da LEED pela inovação em design pelo desempenho exemplar por terem conseguido maximizar o uso do espaço aberto. 61.2% da área total é composta de espaços abertos com vegetação, criados pelo telhado verde.

Quinze novas árvores de rua foram plantadas em torno do perímetro de ambos os projetos, proporcionando locais de descanso para as aves como também sombreamento da calçada para os pedestres.

## Iluminação

Os edifícios têm o estatuto de infraestrutura cívica ao integrar o projeto arquitetónico com uma construção sustentável que teve em conta a sensibilidade e o contexto urbano. O edifício da sede tem uma fachada dupla personalizada, com o aspeto de perfurada, o que possibilita a redução da incidência de luz direta no interior permitindo na mesma a claridade do dia em áreas frequentadas com maior frequência.

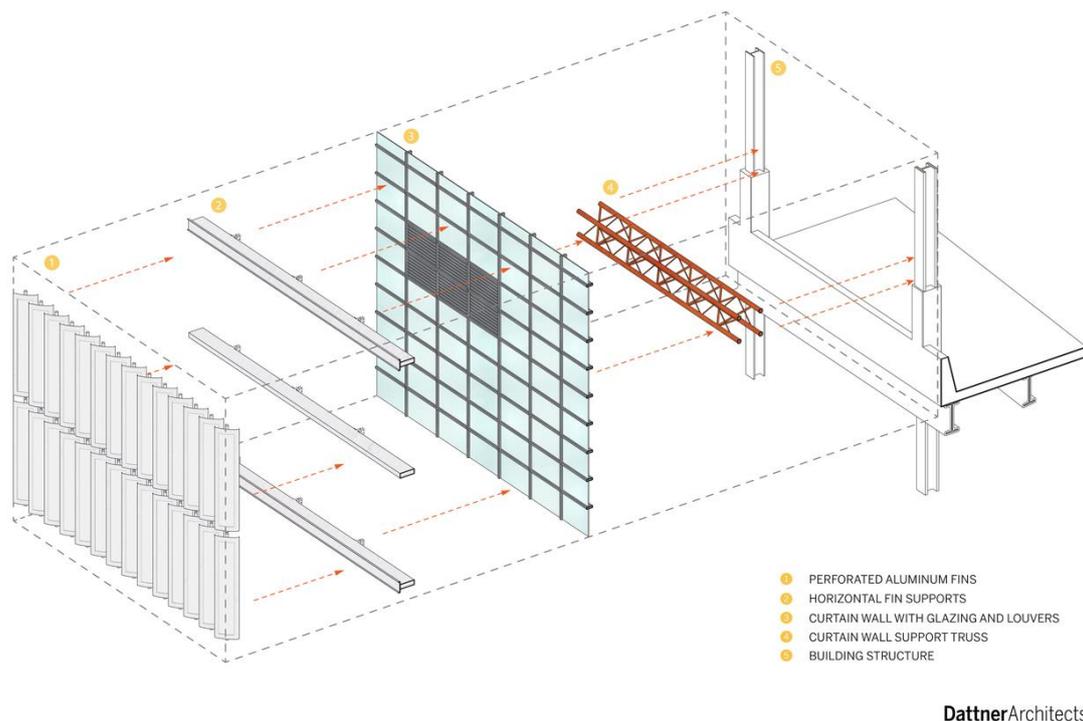


Fig. 16 – Axonometria explodida fachada cortina

A fachada dupla envolve os andares superiores da garagem, compostos por uma parede cortina envidraçada e 2.600 dispositivos de sombreamento de alumínio que fazem o sombreamento solar, flutuam acima da base de alvenaria do edifício. Estas aletas reduzem o ganho de calor e o brilho do sol, criam um envoltório etéreo para obscurecer as persianas mecânicas e protegem a visão dos vizinhos dos faróis.

## Abastecimento da Água

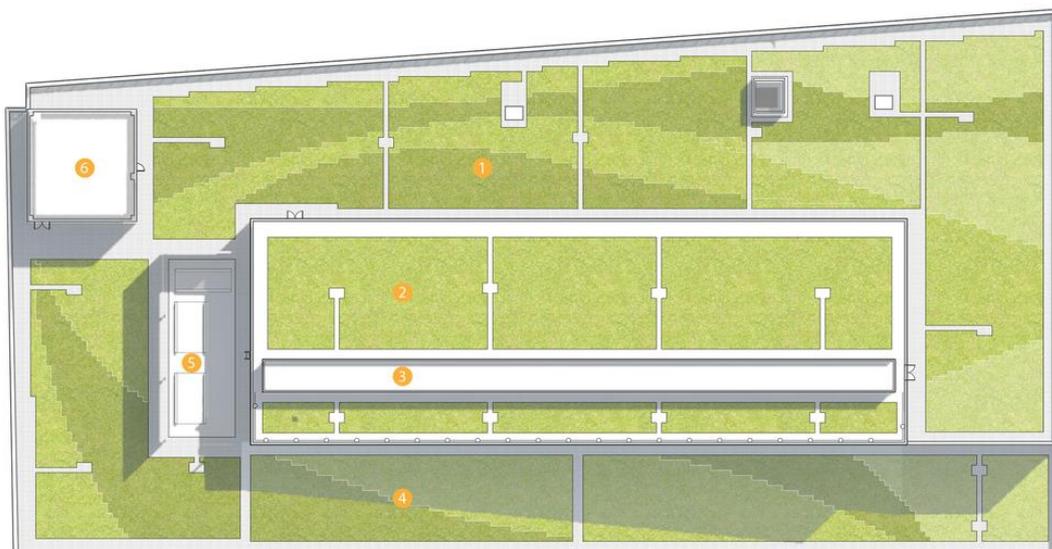


Fig. 17 – Esquema de abastecimento de água (cobertura)

A cobertura é ajardinada, de 1.5 hectares que reduz o efeito de aquecimento, aumenta a retenção da chuva e o desempenho térmico, promove a biodiversidade das espécies nativas (plantas) e suaviza a vista dos prédios ao redor.

Este suprimento de água não potável proveniente das chuvas no telhado e do vapor residual usado para aquecer e resfriar o prédio, é usado depois como fonte de descarga para instalações sanitárias e na lavagem de caminhões. O Garage é um projeto chave para o Active Design Program da cidade de Nova Iorque.

## Tratamento da água

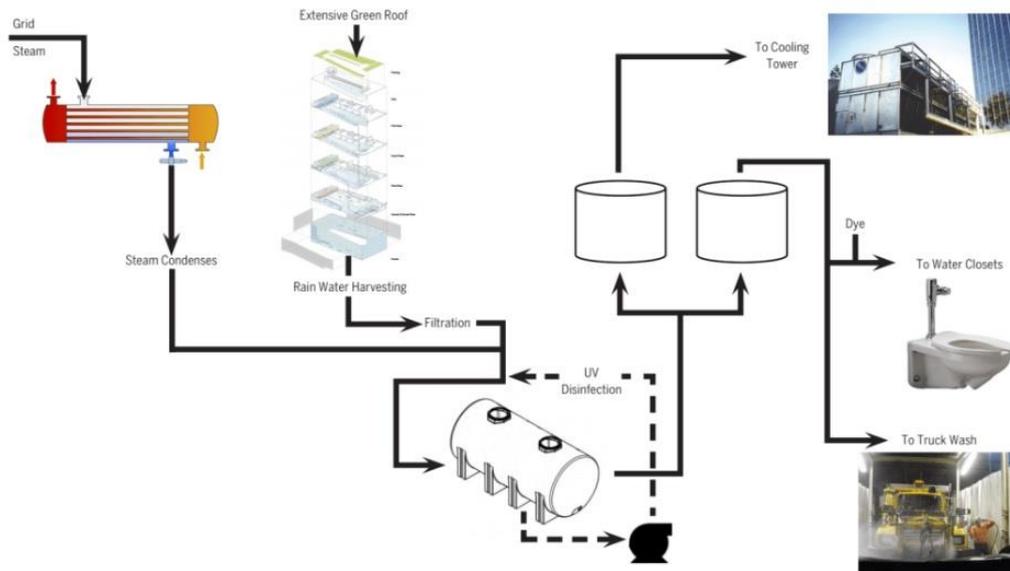


Fig. 18 – Fluxograma do tratamento das águas

O edifício da sede possui um condensador de vapor residual e um sistema de colheita das águas pluviais. 100% da precipitação é capturada do telhado verde do prédio e gerenciada no local.

Além disso, o condensado de vapor residual, um subproduto do vapor municipal usado para aquecer e resfriar o prédio também é capturado e gerenciado no local. A água dessas duas fontes é armazenada num tanque de 20.000 litros e é submetida a filtração e desinfecção para uso como água cinzenta dentro do prédio.

Este suprimento de água não potável é usado como fonte de descarga de instalações sanitárias e para a lavagem de caminhões.

Esta é uma componente chave do edifício, apresenta um uso significativo das águas captadas no edifício.

Para compreender a magnitude da economia de água calculou-se um caso de referência que usasse 496.965 galões de água por ano. Neste edifício o uso de água não potável nas casas-de-banho e na lavagem de veículos, combinado com a incorporação de luminárias de baixo fluxo nos chuveiros dos banheiros reduziu o consumo de água potável para 114.537 galões por ano, uma redução de 77%.

## Energia

Através do uso do vapor nenhum combustível fóssil é utilizado no prédio. O vapor é usado para gerar água quente para temperar o ar na garagem, aquecer os espaços das pessoas e fornecer água quente potável. Os mecanismos de absorção de vapor também fornecem ar quente nos escritórios e nos banheiros.

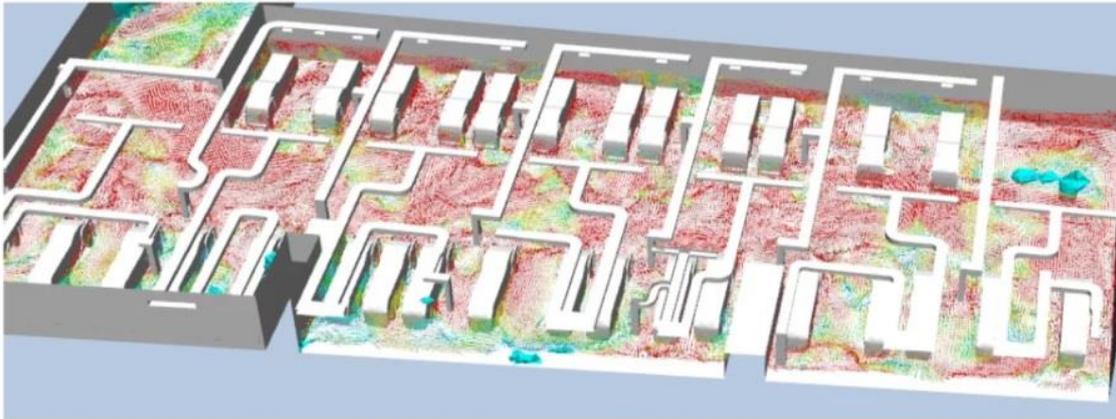


Fig. 19 – Esquema do funcionamento do sistema de ar

O edifício alcança uma economia no custo da energia de quase 36%.

As estratégias que contribuem para essa redução significativa de energia incluem:

- uso de vapor para aquecimento e resfriamento;
- um sistema de recuperação de calor condensado;
- redução do ganho de calor solar ao sombrear a parede de cortina;
- equipamentos de iluminação de luz natural e multinível;
- monitoramento do ar;
- Controle BMS das taxas de ventilação;

Para além disso, a modelagem de fluxo de ar durante o projeto provou que as grandezas do mesmo podiam ser reduzidas em oito vezes durante os períodos de atividade reduzida, manter os níveis de pureza do ar e reduzir significativamente a energia de aquecimento e ventilação, os dois maiores usos finais de energia no edifício.

### 3.3 - Natura Towers

#### Arquitetura

As Natura Towers, localizadas junto à Av. Padre Cruz e do Eixo Norte-Sul em Lisboa, Portugal são constituídas por 2 torres de 8 pisos, unidas por um embasamento que resolve a diferença de cotas do terreno. A torre Norte seria destinada para a sede da MSF, enquanto que a torre Sul seria destinada para venda/aluguer.



Fig. 20 – Implantação Natura Towers

Foi constatado de que uma vez que a volumetria estava pré-definida, o desafio seria desenvolver o projeto a partir de um sistema dérmico (pele/ fachada) e de um sistema central (comunicações verticais, quer em termos de congestionamento das pessoas, quer em termos de instalações técnicas).

Para tal partiu-se por tentar encontrar um equilíbrio entre o espaço construído, o ponto de vista de quem habita/utiliza o espaço e a apropriação da matéria vegetal para enaltecimento da arquitetura. O edifício implanta-se no território como um par de paralelepípedos puros, que comunicam entre si por elementos de revestimento vegetal. Elementos esses que são utilizados com o mesmo princípio formal tanto nos núcleos dos edifícios como nos arranjos exteriores ao nível da ligação entre as duas praças, unindo todo o conjunto.



Fig. 21 – Fotografias Natura Towers

Os volumes assim revestidos permitem ao mesmo tempo a marcação de elementos proeminentes (circulações verticais dos edifícios, saídas de emergência das caves) e ocultação de uma série de instalações técnicas (núcleos de instalações sanitárias, ventilação das caves, portas de acesso técnico).

Esta aposta nos jardins verticais surge tanto pelas suas vantagens de impermeabilização e isolamento (térmico e acústico), como pelo seu valor plástico. Como também pela importância para o nosso conforto (físico e psicológico) em manter regular o contacto visual com elementos naturais.

As superfícies têm um aspeto positivo na conceção dos espaços de serviços, proporcionam uma sensação de calma e de confiança.

Os alçados do edifício surgem em módulos de 4m/1m aonde estão alternadamente distribuídos diferentes contextos no interior da fachada dupla dos módulos:

- Vidro Transparente;
- Vidro Opalino;
- Trepadeira Vegetal;
- Painéis Fotovoltaicos;



Fig. 22 – Fotografia/perspectiva Natura Towers

## **Sustentabilidade**

### **Preocupação energética e ambiental**

Quando falamos de edifícios sustentáveis e de eficiência energética em construção, a primeira coisa a ter em conta será sempre a estrutura visível, a pele do edifício que está em contacto com o exterior.

Embora um edifício em metal e vidro possa não parecer à primeira vista muito eficiente energeticamente, a utilização de tecnologias (sofisticadas, mas já amplamente disponíveis) relativamente a vidros e técnicas de economia, com controlo de:

- requisitos elétricos;
- ventilação;
- retenção de calor;
- poupança de água;

São utilizados de forma discreta e engenhosa, tornam o edifício inesperadamente adequado.

Este projeto dá grande destaque a estas preocupações tendo sido adotadas medidas e sistemas que visam o reaproveitamento de água da chuva, a energia solar térmica, a energia solar fotovoltaica, a recuperação de calor nos sistemas de climatização e a adoção de uma dupla fachada ventilada, a que permite ao edifício manter a transparência desejada sem algum sacrifício energético.

### **Sistema de produção de fluidos térmicos**

O projeto previu a instalação de um sistema de produção de água fria/quente com recurso a Unidade Geradora de Água Arrefecida/Aquecida, equipada com recuperação de calor e inversão de ciclo, o que permite uma distribuição por 4 tubos com origem no mesmo equipamento de produção.

A opção por este sistema deve-se ao perfil de cargas do edifício e à necessidade quase constante de potência de arrefecimento ao longo do ano, associada à necessidade de pré-aquecimento do ar novo na estação fria e intermédia. O sistema, quer ao nível da água fria, quer da água quente, possui um circuito primário, com bombagem de caudal constante e um circuito secundário com bombagem de caudal variável aos equipamentos terminais e Unidades de Tratamento de Ar Novo.

Este sistema assegura uma poupança energética importante, associada aos consumos dos sistemas secundários de bombagem. Com este tipo de distribuição terminal são utilizadas válvulas de controlo de 2 vias, do tipo modulante ou “on-off”, de acordo com a potência do equipamento, bem como válvulas de regulação dinâmicas de caudal, facilitando desta forma a regulação e o comissionamento da instalação.

Aonde foram instaladas tubagens das águas, quente e fria, tendo ainda uma contagem de consumo para cada espaço.

### **Sistema de climatização**

A solução base de climatização na zona de escritórios assenta na utilização de unidades de indução de teto falso com ligação a rede de condutas de ar primário (ar novo), sendo alimentadas a partir do sistema geral de distribuição de água arrefecida. Não foi prevista a distribuição de água quente nos pisos de escritórios, uma vez que as simulações dinâmicas efetuadas não previram a sua necessidade, dado o funcionamento da dupla fachada e a existência de cargas internas ao longo de todo o ano.

O sistema controla o arranque e a paragem dos equipamentos, o que otimiza o seu funcionamento face às condições interiores e exteriores verificadas. Da mesma maneira, há um controlo do sistema de ventilação da dupla fachada, bem como anteriormente referido, o registo de consumos elétricos e térmicos das diversas áreas dos edifícios.

Este sistema possui diversas vantagens, nomeadamente:

- Elevada capacidade de arrefecimento;
- Distribuição homogénea do ar;
- Insuflação de ar a temperaturas elevadas e elevada capacidade de mistura (elimina as sensações de desconforto provocadas por grandes diferenciais térmicos);
- Não requer manutenção regular nos espaços climatizados;
- Inexistência de esgotos de condensados;

O desenho dos pisos de escritórios foi concebido numa lógica de flexibilidade do espaço, permitindo uma compartimentação das áreas muito elevada.

## **Sistemas de Ar Novo/Extração**

O tratamento de Ar Novo é centralizado, através de uma Unidade de Tratamento de Ar Novo, instalada em área técnica na Cobertura e no Piso Intermédio. A distribuição de ar é feita recorrendo a uma rede de condutas, encaminhadas para as Unidades de Indução.

Paralelamente com o sistema de distribuição de ar novo, existe uma rede de extração de ar, o qual mantém o equilíbrio da pressão no interior dos espaços, e também uma sobrepressão em relação ao exterior e a espaços adjacentes não condicionados. Estas Unidades de Tratamento de Ar Novo possuem dois andares (um de insuflação e outro de extração).

## **Ventilação da Fachada Dupla**

O sistema de ventilação possui dois cenários de utilização, consoante a época do ano e as temperaturas interiores, exteriores e da dupla fachada. São considerados estes cenários:

**Verão:** O objetivo é minimizar os ganhos de calor, possuindo o seguinte esquema de funcionamento:

- Admissão de ar a nível inferior;
- Ventilação (extração) mecânica a nível superior que asseguram a manutenção de uma temperatura estável na fachada dupla.

Este sistema permite a manutenção da temperatura do espaço de ar da dupla fachada, o que em conjunto com os coeficientes de transmissão térmica e fatores solares dos vãos envidraçados interiores e exteriores, confere uma barreira térmica global com um desempenho térmico muito elevado.

**Inverno:** Os ganhos de calor serão maximizados junto à fachada, de forma a reduzir ao mínimo as cargas de aquecimento periféricas. Como tal, o cenário de utilização nesta época do ano, será:

- Admissão de ar na fachada;
- Concentração da radiação incidente na dupla fachada

**Capítulo IV**  
Quartirão das artes

## 4.1 – Enquadramento

No âmbito da unidade curricular de Projeto 5 foi elaborado um projeto de intervenção que visa transformar o terreno chamado atualmente “Quarteirão das Camélias”, ocupado por uma central de camionagem e um pavilhão desportivo, que deverão ser demolidos.

Para este terreno prevê-se então uma transformação num “Quarteirão das Artes”. O terreno localiza-se na freguesia da Sé, sendo definido pelas ruas Alexandre Herculano, Duque de Loulé, Augusto Rosa, Sol e S. Luís. Devido a sua configuração e caracterização pela proximidade a edifícios, monumentos e locais de enorme importância no grande Porto, devera ser previsto um atravessamento público com o caráter que se entenda adequado para facilitar e melhorar os acessos.

A proposta inclui um museu de pintura e escultura, ateliers, galeria de artes, biblioteca dedicada as artes e um parque urbano com uma cafetaria. Este último devera poder receber feiras de arte e cultura ao ar livre. Para além do quarteirão, existe ainda um edifício em estado devoluto no gaveto das ruas de Alexandre Herculano/Duque de Loulé que também devera integrar o conjunto.

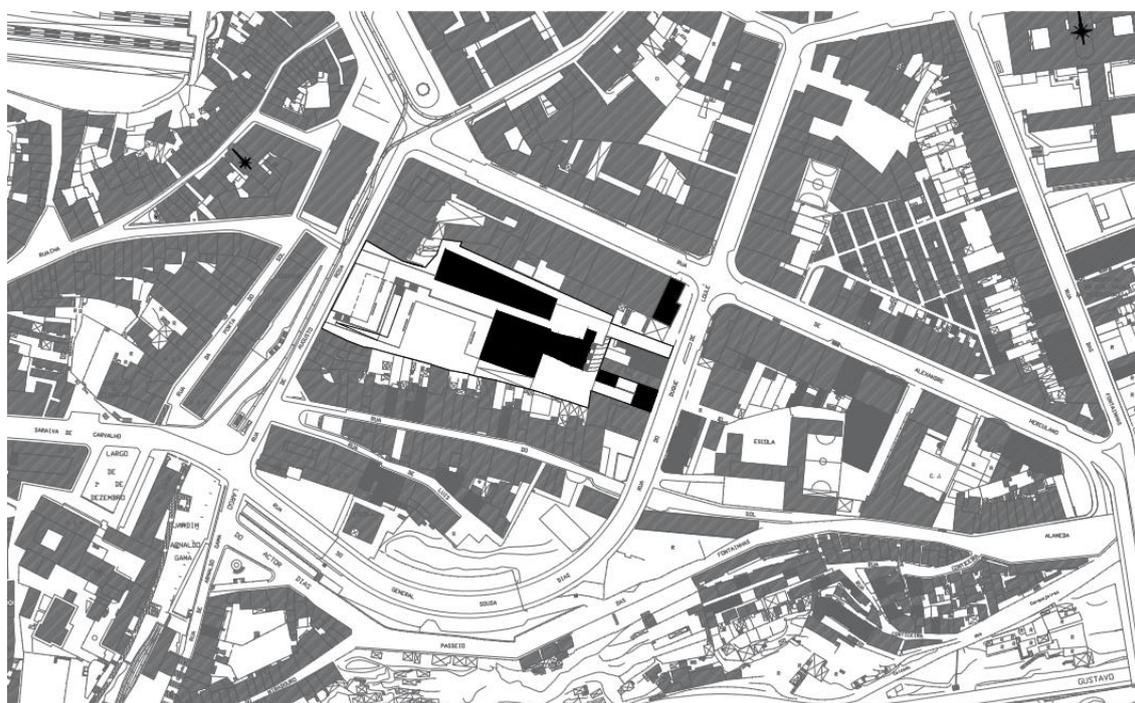


Fig. 23 – Implantação do terreno de intervenção

## **4.2 – Proposta**

### **4.2.1 Ideias da proposta**

Esta proposta surge com a intenção de ser uma mais valia a nível arquitetónico, urbano e construtivo. Traz para esta área um programa de variedade funcional, através do planeamento do espaço exterior e principalmente do museu, que a nível arquitetónico apresenta soluções construtivas sustentáveis, de modo a reduzir o impacto ambiental desde a raiz. Isto para que este conjunto seja emblemático não só a nível urbano, por se destacar facilmente da envolvente e pelo enorme maciço de betão, facilmente identificável como um equipamento de atividade coletiva, mas como também pelo conjunto de pormenores que o constituem e guiam para uma linguagem ambientalmente ecológica.

Tal intenção é evidente em vários aspetos do projeto, que desde a concretização funcional/programática e formal da proposta, se apoia na ideia de oferecer à cidade um edifício de excelência e contemporaneidade, não se afirmando de um modo “opressor” face ao lugar de intervenção.

## 4.2.2 Implantação

Foi proposto um projeto que tentasse usufruir ao máximo de todos os fatores positivos do terreno (localização, dimensão, múltiplas acessibilidades) e que ofuscasse ou escondesse o necessário, os fatores negativos (empenas, diferença de cotas, estado precário da envolvente).



Fig. 24 – Implantação do terreno de intervenção (Vista aérea)

As entradas principais são pela rua Augusto Rosa, uma a cota mais alta que vai dar a um jardim -sob o qual esta a biblioteca- que quebra a continuidade da fachada existente e convida intuitivamente as pessoas a entrar para um amplo espaço de estar ao ar livre e pelo qual se pode atravessar por um percurso pedonal que esta ligado a rua Duque de Loulé. Este trajeto ganha uma maior importância ao ser o essencial para se poder aceder ao volume principal, o museu de artes implantado no coração do espaço e aos ateliers expostos em sequência constituindo uma barra que serve de barreira visual para as traseiras dos vizinhos a Norte. O mesmo efeito acontece nas traseiras do museu com o volume sobressaído do auditório, esconde dos visitantes a fraqueza estética da vizinhança a Nascente.

A segunda entrada é a cota mais baixa, guia as pessoas ao enorme vazio do parque urbano, assim como a biblioteca e a entrada da cafetaria no museu. Estes dois últimos servem de fronteiras controladoras para o espaço publico exterior. A partir da rua Duque

de Loulé também pode se aceder ao interior do quarteirão, mais concretamente a um pátio de serviço para o museu, através de uma passagem no piso vazado do edifício proposto para albergar os restantes ateliers de arte, e, que faz a frente de rua dando uma continuidade no perfil.

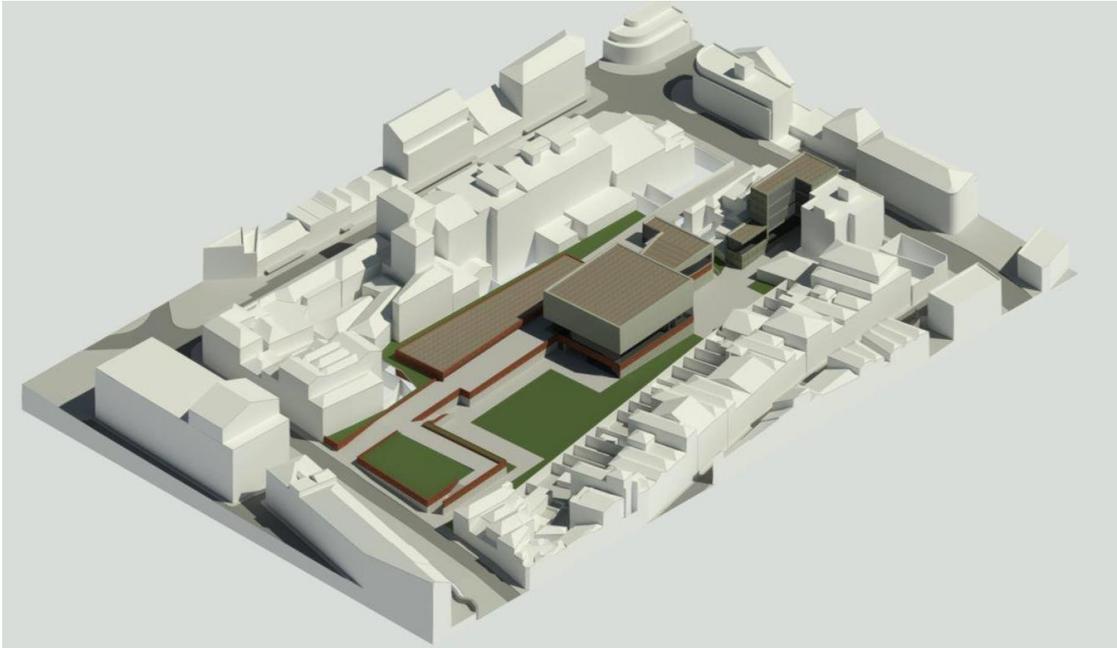


Fig. 25 – Axonometria da proposta no terreno de intervenção

Mediante os pontos anteriores, pode-se concluir, a existência de duas cotas distintas no terreno que foram criadas para solucionar a irregularidade.

### 4.2.3 Hierarquização do espaço

O museu por ser o principal sujeito desta proposta, sobressai claramente na volumetria do espaço. O edifício é de planta quadrada no qual o programa é distribuído em três pisos e desenvolve-se em torno de um pátio central.

Em termos de hierarquia volumétrica o edifício que se segue é o dos ateliers que esta localizado a norte do museu, apresenta só um piso.

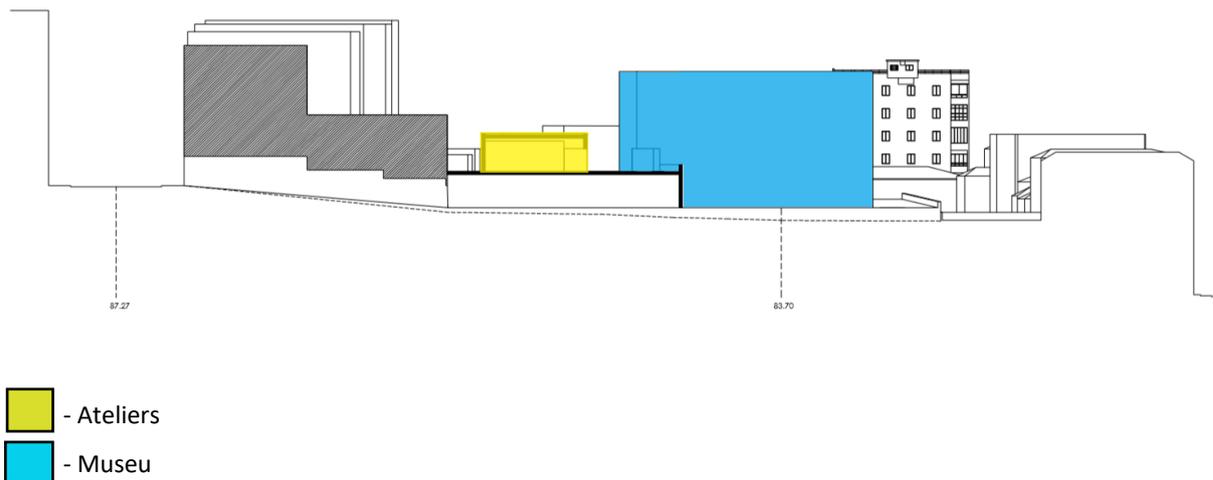


Fig. 26 – Perfil transversal do terreno

Ainda em termos altimétricos, a diferença de cota das duas plataformas permite com que o parque urbano seja um espaço de estar público e calmo por onde os visitantes ao passar têm uma inconsciente obrigação de parar e contemplar as exposições e/ou atividades que aí estiverem a decorrer.

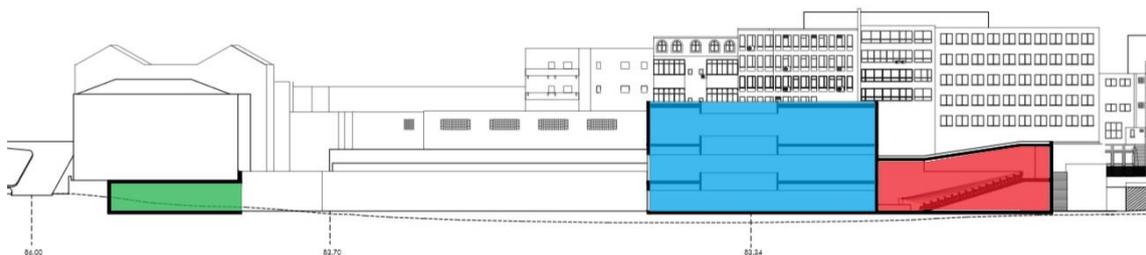
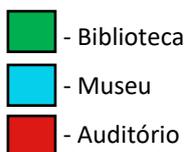


Fig. 27 – Perfil longitudinal do terreno



#### 4.2.4 Organização interior

Todo o programa do edifício é disposto em volta do átrio central com as circulações verticais. Esta organização facilita a distribuição espacial do programa. O nível de entrada, piso 1, é acessado por um vestíbulo num dos vértices da planta que por sua vez oferece ligações diretas a loja e ao foyer do museu. De áreas comuns ainda tem uma sala de exposição temporária e um foyer secundário que serve de apoio ao auditório. Também contém zonas de serviço complementares – casas-de-banho e arrumos – e a área administrativa.

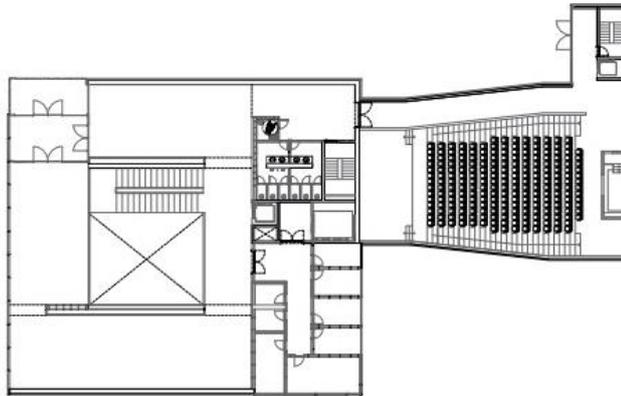


Fig. 28 – Planta Piso 1

O nível inferior é composto maioritariamente por áreas de serviço privadas tais como, áreas técnicas, cargas e descargas, arquivos, garagem, pequenos arrumos e camarins de apoio ao auditório. Ainda neste piso, estão orientados a poente o bar e outra entrada de acesso direto pela praça/jardim principal do quarteirão. Este bar é um ponto de paragem ou um *spot* para os visitantes do quarteirão.

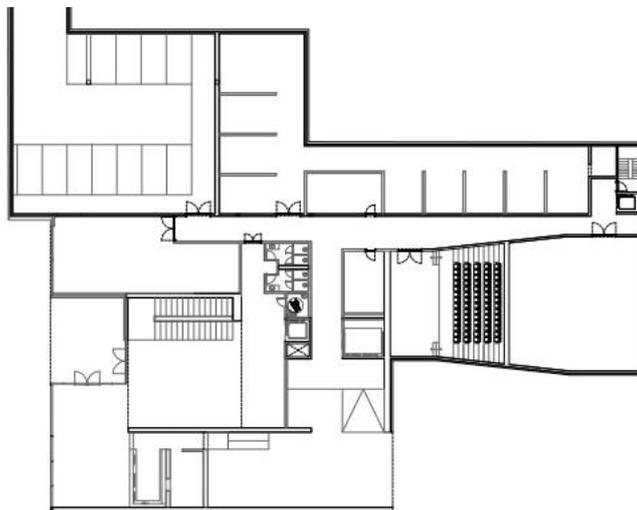


Fig. 29 – Planta Piso 0

As exposições do museu são no Piso 2. Tem as salas permanentes e parte das temporárias. O piso é completamente opaco e a única fonte de luz natural é a claraboia do átrio central.

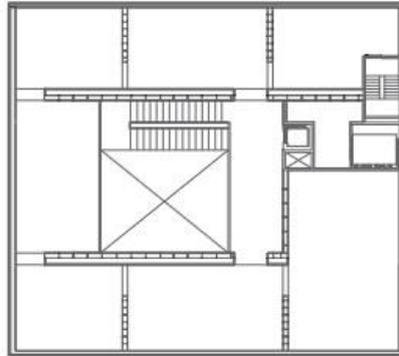


Fig. 30 – Planta Piso 2

### 4.3 – Museu Sustentável

Face a todo o processo de estudo e análises sobre a **Construção Sustentável** até aqui descritos nos capítulos anteriores, deve-se assumir que os fatores/indicadores ambientais são indispensáveis na orientação da construção que vai em busca da sustentabilidade.

Fatores esses como, recursos, energias, materiais e a água são os que adquirem uma maior importância, por serem essenciais nas atividades humanas e na vida, e por consequência serem cada vez mais escassos. O processo da construção sustentável, incorpora um conjunto de regras e critérios com ações interligadas entre si, tal como o ciclo de duração do edifício nas suas fases.

#### Projeto-Construção-Utilização/Manutenção-Desconstrução

A consideração deste todo deve ocorrer desde o início numa perspectiva de prevenção e de redução das consequências más durante e após a conclusão da obra.

Neste subcapítulo é feita a descrição detalhada da aplicação dos fatores do processo de construção sustentável, atrás enumerados e explicados, na proposta de projeto desenvolvida para a unidade curricular de Projeto 5. O Museu de Artes na zona histórica da cidade do Porto. A sua conceção parte de um suporte estratégico com início logo na fase de implantação a nível urbanístico, transitando para a escala do edifício.

### 4.3.1 Terreno

A implantação do conjunto construído é inserida em duas plataformas de nível, que definem as cotas principais do terreno, cota 88.10 e cota 93.70. Com estes dois níveis foi possível criar diversos espaços no quarteirão que por sua vez facilitaram a organização do programa.

Possibilitam entradas em dois pontos na rua Augusto Rosa:

- Uma que dá acesso ao jardim superior e aos edifícios (museu e ateliers) por um percurso pedonal que atravessa o terreno e faz uma ligação direta a rua paralela do lado Este;
- Outra que é a entrada para o jardim principal do quarteirão, que alberga a biblioteca e a entrada do bar do museu;



Fig. 31 – Rua Augusto Rosa

Na rua do Duque de Loulé acontece o mesmo:

- Uma das entradas é feita pelo ponto mais baixo, a cota 85.02 e é utilizada de acesso privado ao pátio de serviços do museu. A entrada é feita pelo piso vazado do volume complementar dos ateliers;
- A segunda entrada é feita no ponto mais alto, a cota 86.00 e vai de encontro ao percurso pedonal;

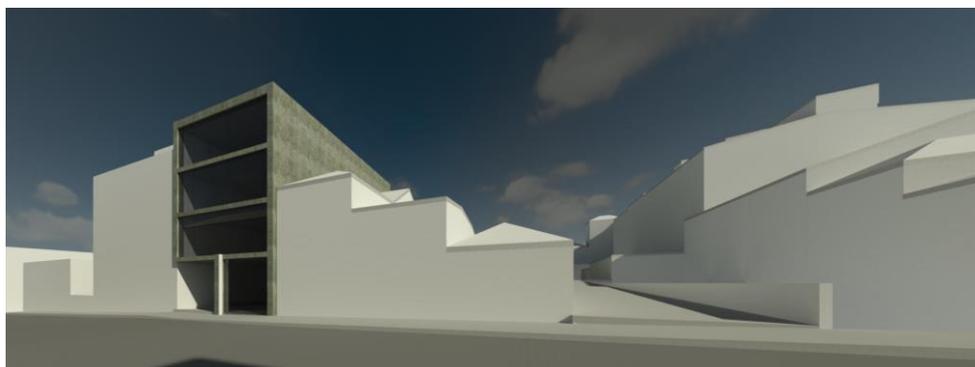
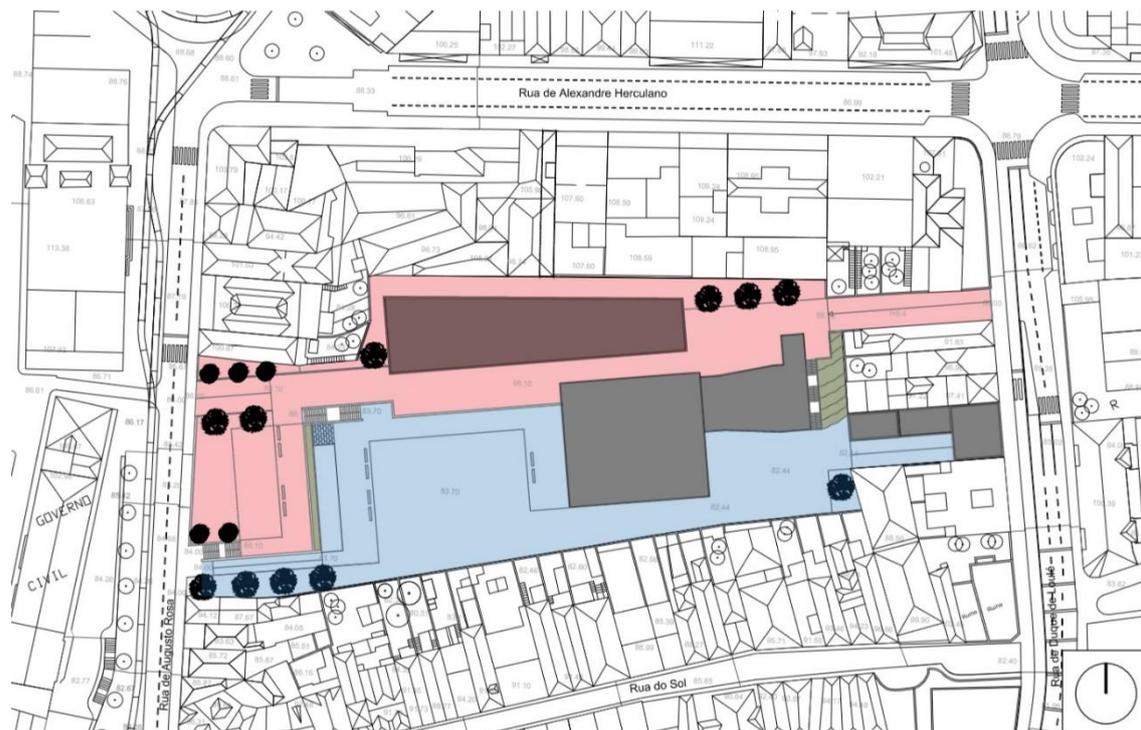


Fig. 32 – Rua Duque de Loulé



- Cota 88.10
- Cota 83.70

Fig. 33 – Marcação das plataformas de nível

A plataforma a cota 88.10, serve de cobertura para as zonas de serviço do museu que alberga dois estacionamento e a biblioteca do bairro.

A zona de serviço do museu é composta pelos arquivos, salas técnicas, camarins e estacionamento privado.

O segundo estacionamento é de domínio público e funciona para a cidade. Com esta solução é proposta uma alternativa a uma posterior necessidade, pela parte da cidade do Porto, de se intervir num outro espaço a procura de construir um parque de estacionamento.

No bairro das artes toda a área possível é utilizada para que não exista desperdício espacial.

### 4.3.2 Captação das águas

A plataforma de nível a cota mais alta, para além de desempenhar o papel de cobertura para o programa construído também funciona como fonte de absorção das águas da chuva. O jardim que esta por cima da biblioteca e o jardim dos ateliers, são os sítios aonde ocorre o processo de captação da água das chuvas, que é armazenada e posteriormente reutilizada para fins não potáveis.

O mesmo sucede nos espaços verdes da segunda plataforma, a cota 83.70.

A água por sua vez, apos ser captada pela infiltração no solo, é a seguir armazenada em depósitos aonde é processada/filtrada e de seguida é utilizada como fonte de descarga nas instalações sanitárias, para lavagem/limpeza do espaço exterior do quarteirão e para a rega das plantas e jardins.

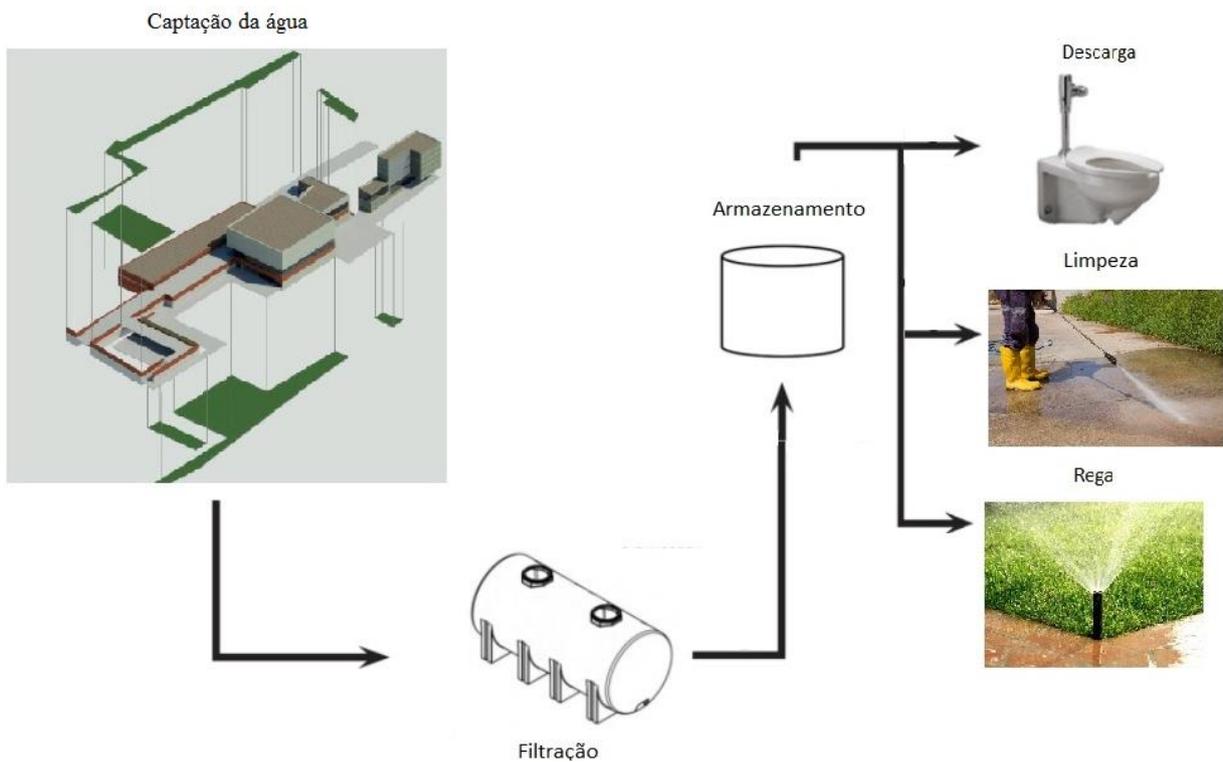


Fig. 34 – Processamento das águas da chuva

### 4.3.3 Orientação solar

O edifício é estrategicamente orientado, ou seja, é posicionado tendo em conta o percurso que o Sol faz consoante as estações do ano. De modo a beneficiar de ganhos de calor no inverno e de forma controlada no verão. Para que haja um máximo conforto térmico e solar sem precisar de recorrer constantemente a meios artificiais (AVAC e sistemas de sombreamento) é preciso fazer um bom aproveitamento da trajetória solar, neste caso para que houvesse tal leitura foram levados em causa os seguintes fatores:

- topografia local;
- localização geográfica;

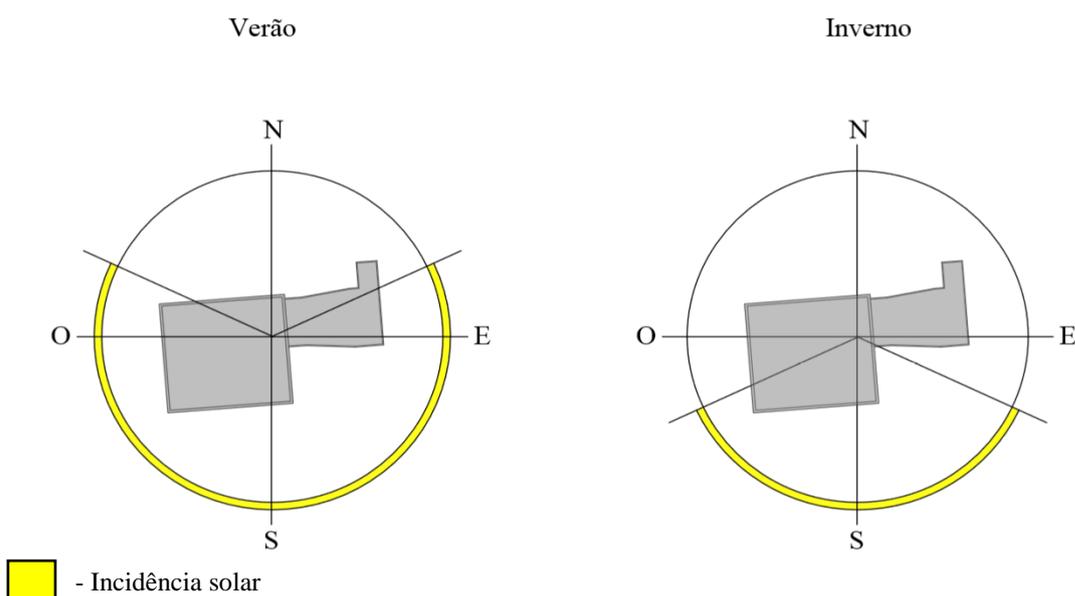


Fig. 35 – Orientação (correta) do edifício

A posição geográfica de Portugal (Hemisfério Norte) resulta em estações do ano diferenciadas – Inverno, Primavera, Verão e Outono.

“O Inverno inicia-se a 21 de Dezembro (solstício de Inverno) e o sol nasce aproximadamente a Sudoeste, apresentando o ângulo de altura solar mais baixo do ano. O solstício de Verão ocorre no dia 21 de Junho e o sol nasce próximo da orientação Nordeste e põe-se a Noroeste – é o dia mais longo do ano. A 21 de Março – início da Primavera – e a 21 de Setembro – início do Outono – o sol nasce exatamente na orientação Este e põe-se a Oeste (Gonçalves e Graça, 2004).”<sup>7</sup>

<sup>7</sup> AMADO, Miguel P./PINTO, Alberto Reaes/ALCAFACHE, Ana Maria/RAMALHETE, Inês – **Construção Sustentável – Conceito e Prática**. Lisboa, 2015, pág. 124

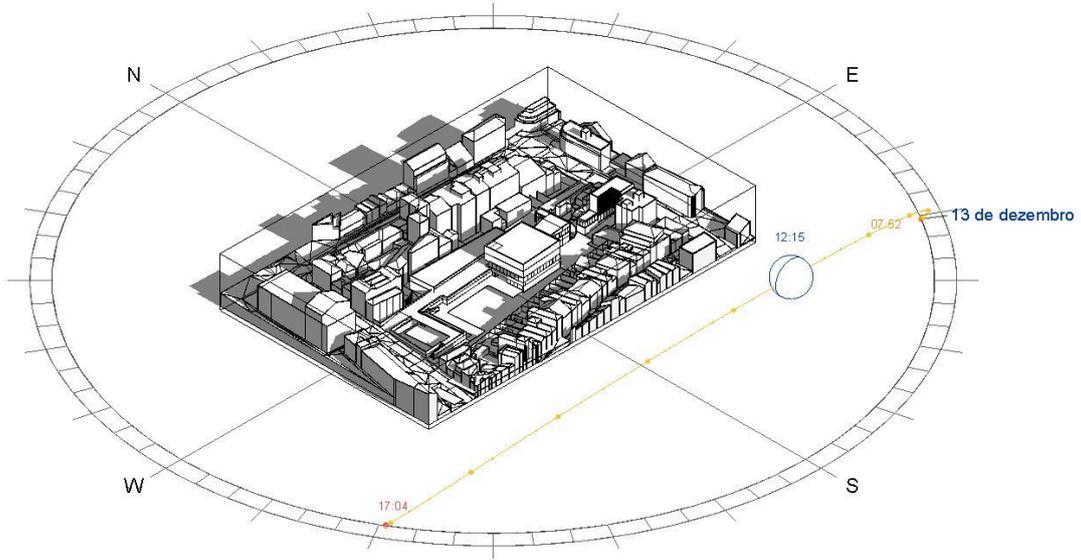


Fig. 36 – Trajetória solar no Inverno

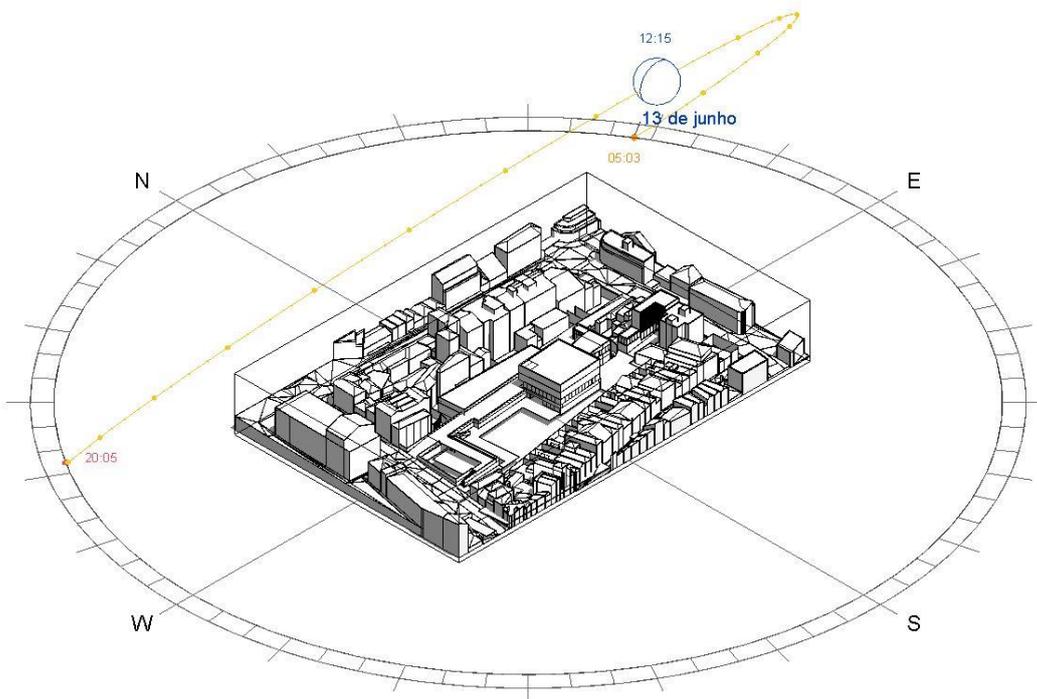


Fig. 37 – Trajetória solar no Verão

#### 4.3.4 Energia (Painéis Solares)

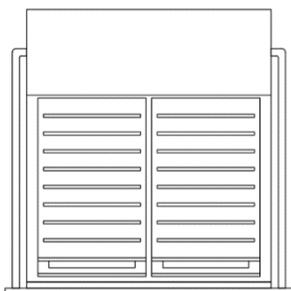


Fig. 38 – Painel solar da cobertura

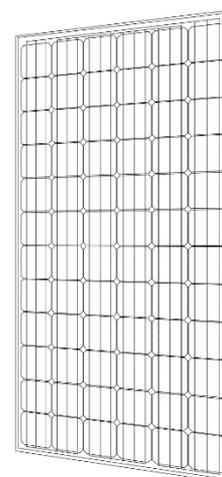
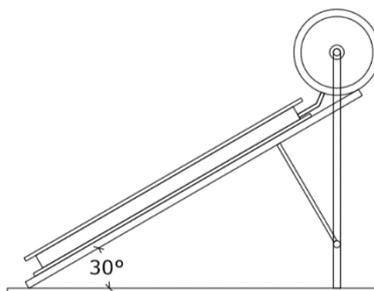


Fig. 39 – Painel solar vertical

De uma maneira não prejudicial e sustentável para o ambiente, foi adotada para este edifício a utilização de painéis fotovoltaicos na produção de energia. Este sistema de abastecimento é uma fonte na qual através da captação da radiação solar ocorre uma conversão da mesma em eletricidade.

Este sistema apresenta quase que na sua totalidade, somente fatores positivos:

- não utiliza combustíveis fósseis;
- longa durabilidade (em média 20 anos);
- resistente a diversas condições atmosféricas;
- baixo custo de manutenção;
- modular e de fácil montagem;
- silencioso
- não incomoda visualmente;

Foram implementados no edifício, concretamente, na fachada Sul do segundo piso por debaixo de uma membrana envidraçada que cria uma caixa de ar a qual é ventilada controladamente por aberturas nos vértices das plantas. É nesta caixa de ar que acontece a acumulação do ar quente (calor) que posteriormente é bombeado para o interior do edifício pelo sistema de ventilação.

Este enorme envidraçado faz a continuidade e a ligação dos vãos dos alçados Este e Oeste.

O mesmo acontece na fachada Sul do volume do auditório, embora que nesse caso os painéis já passem para o primeiro plano e ficam em contato direto com o exterior, mas mantendo a lógica e a função do sistema.

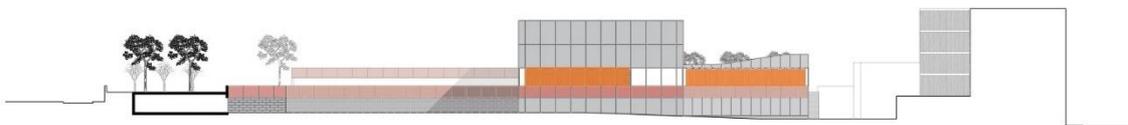


Fig. 40 – Alçado Sul, painéis solares verticais

Estes painéis também são instalados na cobertura, local mais privilegiado em uma construção devido a exposição direta aos raios solares incidentes. Fazem a filtração e a captação da energia dos raios luminosos no exterior.

Geralmente a situação não apresenta obstáculos, a exceção da existência de algum sistema de sombreamento (árvores, edifício vizinho a fazer sombra, etc.) e devido a área disponível para a colocação do equipamento. No caso do museu que apresenta cobertura plana, os painéis são colocados juntamente com as baterias (acumulação de energia).

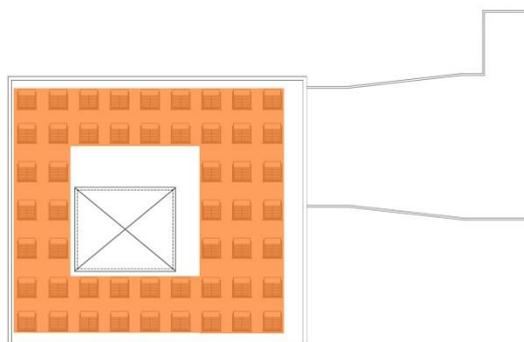


Fig. 41 – Planta da cobertura (painéis solares)

Para um bom funcionamento dos painéis solares é importante, se não crucial, a escolha da localização tendo em conta alguns fatores:

- não estar muito distantes das baterias de armazenamento;
- estar afastados de objetos ou de sistemas que possam fazer sombra e causar a obstrução de captação dos raios;

#### 4.3.5 Revestimento (Exterior/Interior)

Tal como referido anteriormente, um dos conceitos básicos da construção sustentável é a utilização de materiais ecologicamente limpos (MEL).

Estes tipos de materiais apresentam características menos prejudiciais à saúde dos ocupantes do edifício e ao meio ambiente durante o seu uso. Para além disso apresentam alta resistência aos fatores climáticos comuns e naturais o que lhes permite por ter um intervalo de tempo longo para que haja uma necessidade de substituição ou manutenção.

É o caso dos materiais inertes como cerâmicos, vidro ou alguns metálicos, que pela sua natureza não emitem poluentes, e de outros que precisam de ser testados em ensaios para ver se os emitem em quantidades aceitáveis.

Existe outra classe de materiais, os de rotulo ecológico que são de uma categoria que tem em conta o seu impacto ambiental considerando o uso de energia, recursos da oferta, aquecimento global, etc. Cujas características são:

- Isolar sem a necessidade de auxílio de mecanismos passivos;
- Recicláveis e reutilizáveis em todas as fases do ciclo vida;
- Saudáveis para os utilizadores a semelhança dos materiais naturais;
- Baixo consumo de energia ao serem transportados e transformados;



Fig. 42 – Perspetivas do museu

## Betão pré-fabricado

O exterior do edifício é em placagem de betão prefabricado. É um sistema mais limpo pois não tem tantos desperdícios o que elimina os entulhos. Há um aproveitamento melhor dos espaços nas obras o que melhora a qualidade do trabalho para os funcionários e ao fim do processo de construção poupa nos custos da limpeza e reduz a agressão ao meio ambiente.

Esta opção também permite a redução de:

- alguns serviços, o que reduz a necessidade de compra de diversos insumos;
- prazo da obra, a fabricação das placas pode ser feita em simultâneo com a obra. Em média poupa 2 a 3 meses de tempo dependendo da dimensão da construção;
- mão de obra, por ser um processo industrializado e de rápida montagem;



Fig.43 – Placas pré-fabricadas de betão

As placas têm uma tonalidade clara por si só ideal para refletir os raios solares. Não necessitam de pinturas de acabamento, mas neste caso foi lhes aplicada uma camada de proteção.

Esta camada de proteção é essencial para que haja uma conservação dos materiais. Uma pintura de qualidade com materiais bons permite economizar nos custos de manutenção dos edifícios e no consumo energético para o aquecimento e arrefecimento dos mesmos.

## Aço Patinavel



Fig. 44 – Aço Patinavel como escultura



Fig. 45 – Aço Patinavel como revestimento

É mais conhecido pelo nome da marca Corten ou Cor-tem, Niocor. É um tipo específico de aço que apresenta uma cor avermelhada devido a presença de óxidos na sua composição, o que provoca o efeito de ferrugem ao ser exposto aos agentes ambientais corrosivos, essa camada vermelha é chamada de patina é aderente e protetora.

Contem ainda outros elementos que melhoram as suas propriedades anticorrosivas que em média é 3 vezes mais resistente a corrosão que o aço dito norma. Este tipo de metal é muito utilizado na construção civil. Como o aço normal é reutilizável.

No museu é utilizado particularmente para revestir a fachada como acabamento. Tem as vantagens de ser de rápida montagem, é pré-fabricado por isso poupa tempo e dispêndio de energias na sua produção.

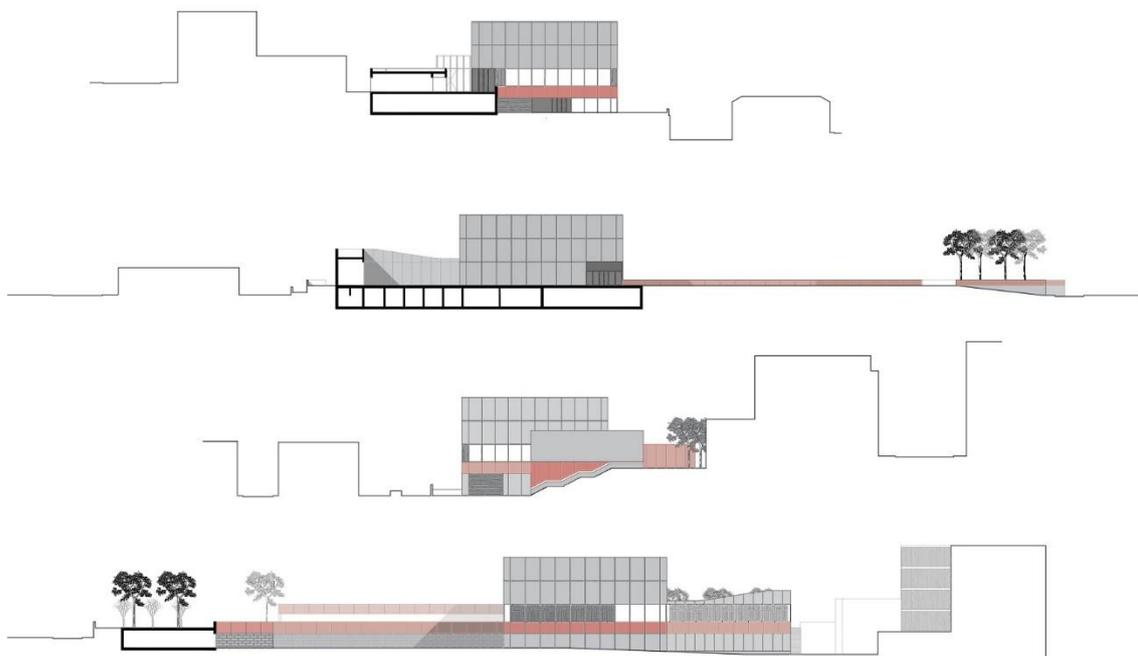


Fig. 46– Alçados do museu

É utilizado não só no museu, surge como uma tira continua a circular por todo o espaço do quarteirão. Começa nos muros de delimitação e percorre os muros do percurso pedonal até ao museu, passa a revestimento e serve de marcação da laje divisória dos pisos no exterior.



Fig. 47 – Axonometria da proposta

Acrescenta um aspeto “rustico” - antigo – ao espaço para que haja uma harmonia das linguagens dos estilos arquitetónicos entre o quarteirão e a envolvente do centro histórico da cidade do Porto, caracterizada pelas fachadas deterioradas pelo tempo. Uma tentativa de camuflagem do contemporâneo no moderno.

Cria uma corrente na história e tradição local com a linguagem que a nova construção trará ao espaço.

## Vidro

O vidro utilizado no edifício em diferentes circunstâncias é o “convencional”, por outras palavras, é vidro normal sem ter algum componente que o torne invulgar ou que adicione alguma propriedade especial.

É ecológico pois o vidro tal como alguns metais é totalmente reciclável sem perder as suas propriedades o que lhe dá a capacidade de ser infinitamente reutilizável.

Por exemplo, com uma quantidade  $x$  de vidro podemos voltar a obter a mesma quantidade  $x$  sem haver desperdícios.

No museu é usado nos vãos. Maioritariamente nas fachadas, mas também na cobertura da claraboia central do edifício. O que varia é a opacidade do material - evita em certos casos a entrada dos raios solares para o interior deixando só a passagem do espectro da luz - e a camada do mesmo.

Por ser usado em fachadas serve de isolador térmico e para tal função é utilizado em dupla camada. Reúne propriedades de baixa emissividade e controlo solar, permite reduzir os custos de aquecimento no Inverno e possivelmente no Verão. A transparência é máxima e acusticamente atua com mais eficácia.

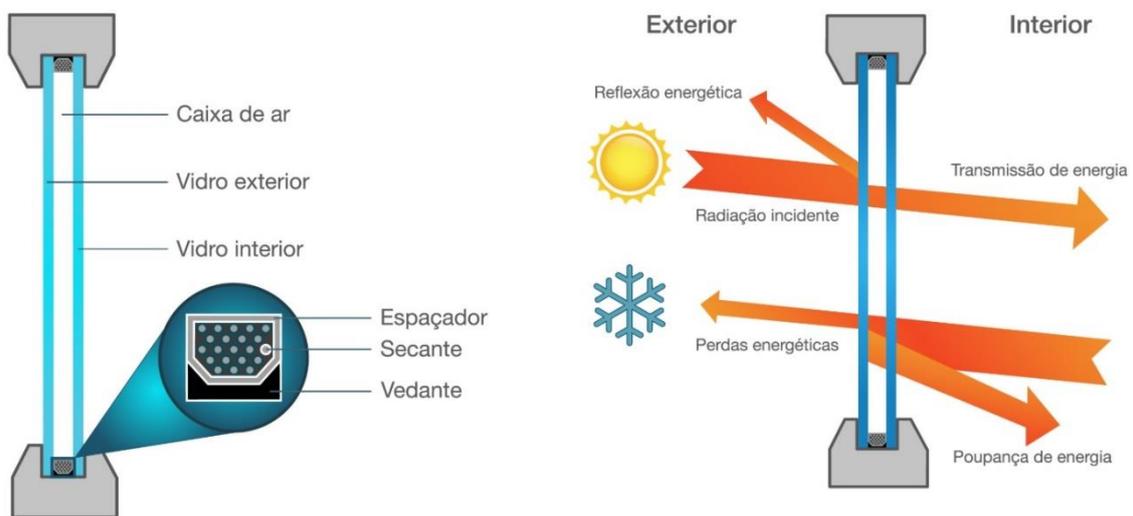


Fig. 48 – Constituição e funcionamento do vidro de isolamento térmico

## **Tintas naturais e ecológicas**

Na pintura das paredes do museu optou-se por tintas ecológicas, formuladas e constituídas por matérias-primas naturais. Não contêm materiais tóxicos ou derivados de petróleo. Uma pintura com tintas normais/convencionais pode originar problemas a pessoas mais sensíveis, com alergias ou a crianças devido aos seus constituintes os COVs.

Para além de ser nocivos ao ser humano, são grandes poluentes atmosféricos e atuam diretamente no ar.

A semelhança dos outros mecanismos sustentáveis, a tinta só é totalmente ecológica se os fatores - além da matéria prima - forem avaliados desde a preparação do produto até a distribuição. Levando em consideração os gastos de energias (eletricidade e água) para a produção e as embalagens. Estas tintas preservam a QAI e deixam as paredes respirarem devido a sua permeabilidade ao vapor de água evitando as patologias e as condensações.

Por serem ecológicas têm a vantagem de:

- não poluírem o ar e não serem agressores ao meio ambiente (camada de ozono);
- não prejudicam a saúde de quem aplica a tinta e de quem frequenta o espaço;
- permitirem as paredes respirarem, o que favorece o controlo da humidade do ambiente e reduz significativamente a deterioração das superfícies;

#### 4.3.6 Sistema de ar (Ventilação do edifício)

Para a ventilação do edifício são utilizados 2 métodos sustentavelmente eficientes, consoante as épocas do ano para que haja um conforto higrotérmico no edifício.

São levados em conta os cenários das estações de Verão e Inverno.

“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.”<sup>8</sup>

Durante o **verão** o edifício é ventilado e arrefecido pela admissão do ar a nível térreo e pela sua extração no topo da claraboia central. O edifício é assim ventilado por um efeito de chaminé.

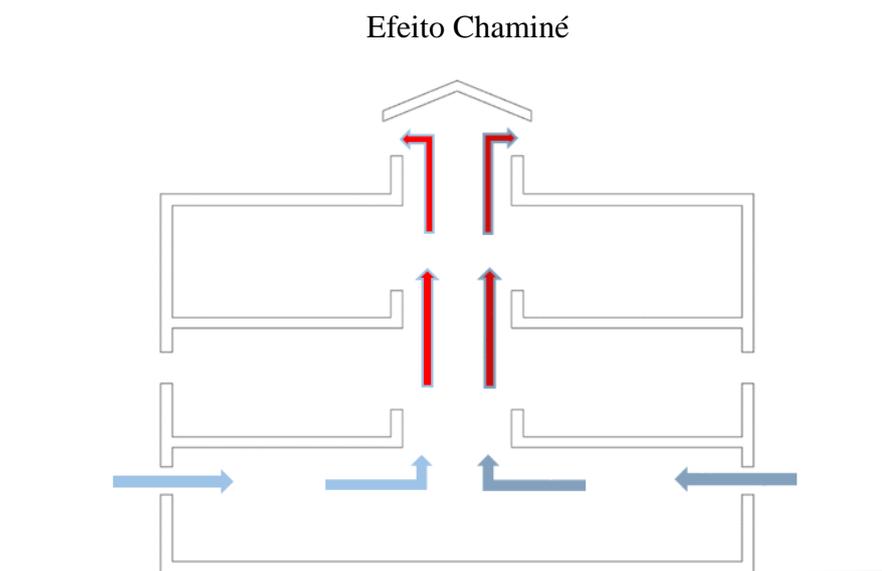


Fig. 49 – Esquema de circulação do ar frio

É adequado para edifícios em altura e para os casos em que o vento não consegue proporcionar um movimento de ar adequado. Este efeito consiste na geração de uma diferença de pressão ascendente (de baixo para cima), o ar quente sobe e sai do topo das aberturas fazendo com que o ar fresco (mais pesado) penetre no edifício em níveis do solo.

<sup>8</sup> AMADO, Miguel P./PINTO, Alberto Reaes/ALCAFACHE, Ana Maria/RAMALHETE, Inês – **Construção Sustentável – Conceito e Prática**. Lisboa, 2015, pág. 145

Durante o **Inverno**, o processo de aquecimento é feito pela captação/admissão do ar na fachada dupla do edifício. O ar ventila por quatro orifícios nos topos dos vãos do piso 1. É armazenado e aquecido pelos raios solares que incidem nas fachadas.

Captação do ar

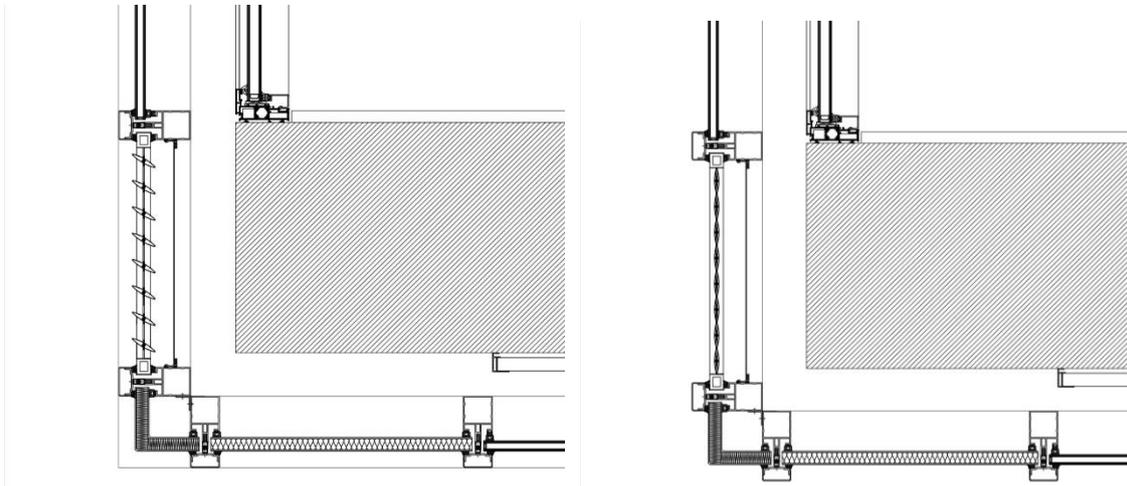


Fig. 50 – Laminas abertas/fechadas

Os ganhos de calor serão maximizados junto à fachada, de forma a reduzir ao mínimo as cargas de aquecimento periféricas. Como tal, o cenário de utilização nesta época do ano, será:

- Admissão de ar na fachada;
- Concentração da radiação incidente na dupla fachada;

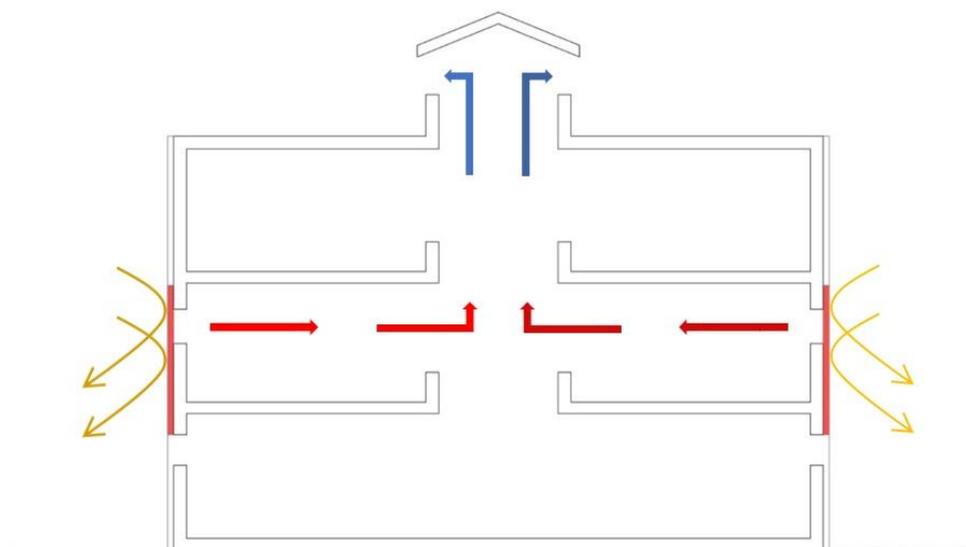


Fig. 51 – Esquema da circulação do ar quente

Posteriormente este ar é bombeado para o interior dos diferentes espaços/salas do museu substituindo o ar frio que por sua vez é sugado para o exterior pela claraboia do átrio central.

### 4.3.7 Construção (Estrutura)

O museu apresenta uma dupla solução estrutural em busca de amortecer o impacto ambiental que ocorre com a utilização do betão, ao optar por outros materiais, semelhante ao que se fez com a energia.

O betão convencional utilizado nas obras, de sustentável apresenta poucos, se não nenhuns, fatores sustentáveis. Todo o seu processo, desde a produção até a aplicação em obra, apresenta características opostas a construção sustentável.

É o material mais utilizado no planeta seguido da água, por ano são produzidos cerca de  $1\text{m}^3$  por pessoa. Durante esse período de tempo, o cimento que é um dos constituintes imprescindíveis do betão só na sua produção são emitidos entre a 5% a 8% de  $\text{CO}_2$ , além disso outro constituinte que é o calcário também liberta índices consideráveis de  $\text{CO}_2$ .

Ocorre também uma enorme queima de combustíveis no processamento destes materiais para a obtenção do betão, o aquecimento, a eletricidade e por fim também o transporte.

Faz parte de 70% da estrutura total do museu. Os pisos de entrada, 0 e 1, são modulados e divididos pelas paredes de betão em 3 naves centrais. São paredes maciças de betão armado (composto por ligas metálicas) que lhe dão mais resistência.

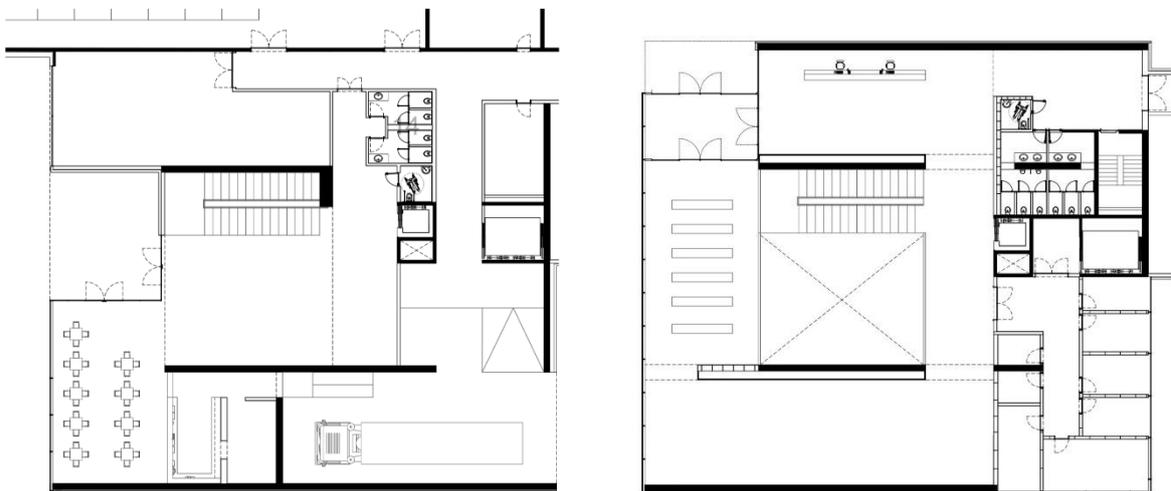


Fig. 49 – Plantas da estrutura: Piso 0 e Piso 1

O segundo material utilizado na estrutura é o aço. Um metal de alta resistência, de fácil manejo e com a vantagem de poder ser transportado para a construção com as formas já predefinidas. O que facilita consideravelmente na montagem. Ideal para aligeirar a estrutura quando existe a necessidade de combinar os materiais, é utilizado em pisos superiores de modo a reduzir a carga distribuída pela estrutura maciça dos pisos inferiores. Os vãos são facilmente vencidos com as diversas combinações do material.

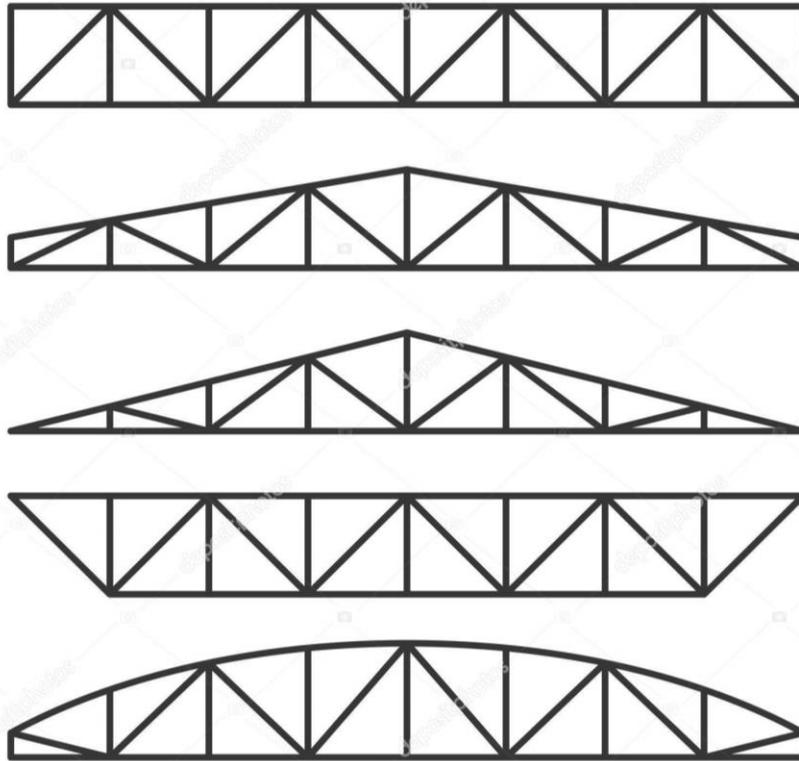


Fig. 50 – Tipos de treliças

Diferente dos outros materiais, o aço na maior parte das vezes é 100% reciclável e pode ser reutilizado inúmeras vezes sem perder as propriedades e a qualidade. Este material é obtido a partir da combinação de dois minérios: ferro e carvão.

A reutilização da sucata (lixo metálico) é o que reduz os impactos ambientais, o consumo de energia para o processo de reciclagem é 80% menor do que o da extração dos materiais primários (carvão e ferro) e a posterior transformação.

A sua reciclagem também contribui na preservação dos recursos naturais. Ao dispensar a nova extração dos compostos poupa-se imenso nos custos do processo e em serviços, mas o mais importante, reduz a produção de detritos, evita a destruição de ecossistemas e diminui a emissão de gases nocivos (CO<sub>2</sub>) para o ambiente.

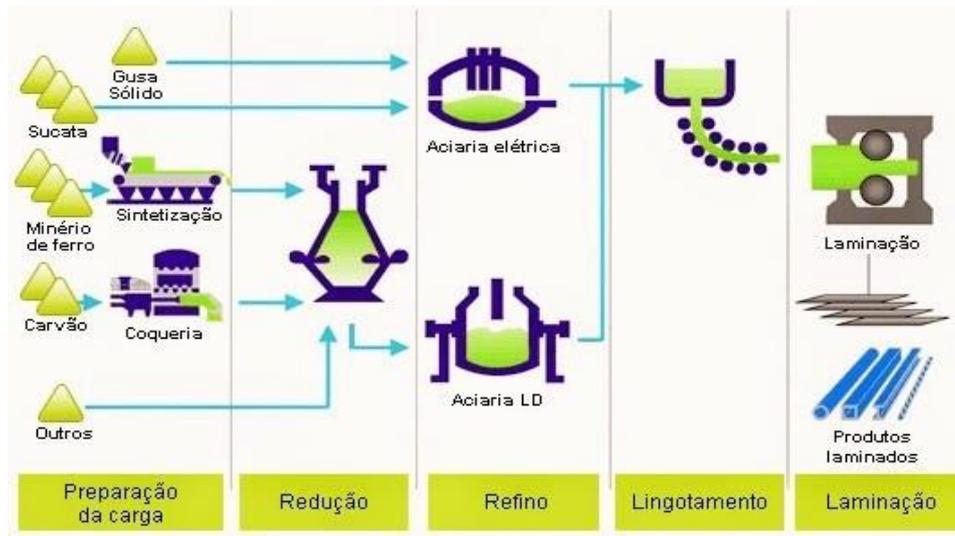


Fig. 51 – Fluxo de produção do aço

No museu o aço é utilizado no piso das salas de exposição, foi uma solução funcional e estrutural mais eficaz por ser mais adequada a vencer os enormes vãos dos espaços. Foi adotado o sistema das treliças para que houvesse maior resistência nas faces da caixa metálica e no interior das salas, nas paredes divisórias.

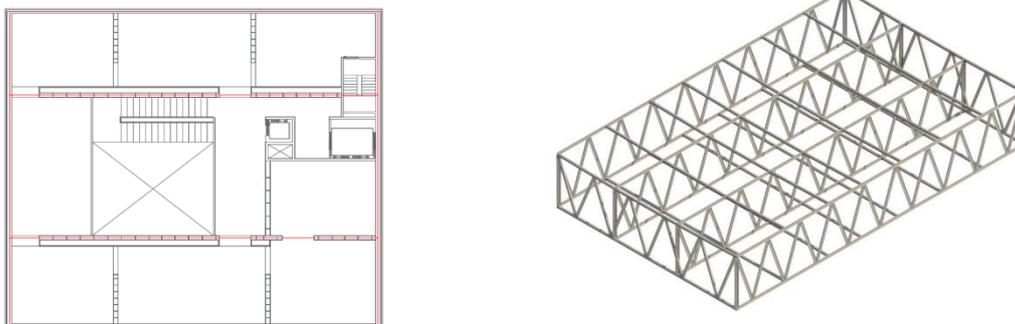


Fig. 52 – Planta e axonometria da estrutura do Piso 2

Ocorre assim uma equilibrada distribuição das forças atuantes.

## Considerações Finais

Apos este estudo da sustentabilidade na arquitetura, é possível entender a necessidade de começar a optar-se por uma arquitetura com uma pegada mais ecológica. Este assunto ao longo dos anos foi tornando-se cada vez mais concreto. Agora mais do que nunca os arquitetos estão providos com a consciência e experiência necessária para que possam projetar a pensar em fatores extra-artísticos. Tendo em mente não só o contexto da envolvente, mas também o social e económico. Da mesma forma que este conceito foi se tornando mais definido, também ficou mais amplo.

Neste trabalho, foi descrito por etapas o processo ideal para a elaboração de um projeto sustentável.

Parte na **Projeção**, que é a fase crucial para que exista um edifício sustentável. É do início que se define a finalidade de todas as decisões e escolhas tomadas para a obra. São feitas todas as análises e estudos do local de implantação para que se possa saber as medidas ideais a aplicar. De seguida começa a fase da **Construção**, importante para que o edifício tenha uma longa duração. Nesta etapa é importante que todo o processo projetado e definido ocorra em simultâneo, qualquer cuidado mínimo é indispensável e o rigor é a chave da eficácia do funcionamento do edifício. A incorreta aplicação dos pormenores e materiais pode levar a ineficiência dos mesmos. Energeticamente as exigências não fogem a letra.

Todos os edifícios são feitos para utilização, independentemente da finalidade é dos utilizadores que os níveis de impactes energéticos variam. O cumprimento dos requisitos pelos sujeitos que frequentam ou habitam o edifício é que define a fase de **Utilização/Exploração**. E a semelhança da construção, tudo o que é definido na projeção tem consequências diretas aqui.

Com o objetivo de prolongar o ciclo de vida dos edifícios surge a **Manutenção** dos mesmos, com métodos específicos para cada caso. Com a aplicação desta fase é possível atingir

Ao projetar o edifício devemos considerá-los em certos casos como depósitos de materiais reutilizáveis para que quando for preciso, no fim do seu ciclo de vida, haja uma **Desconstrução** racional para que os materiais possam ser (re)aproveitados o máximo possível.

Atualmente existe uma preocupação muito grande com o meio ambiente, facto que percebemos diariamente e nada ameaça mais a sobrevivência humana do que a mudança climática, realidade para a qual a área da construção contribui significativamente.

Isso aumenta as obrigações de cada arquiteto, em fazer projetos ambientalmente ecológicos ao orientá-los por um caminho pouco nocivo para a terra.

Para tal nota-se a importância de pôr em prática a construção sustentável, sendo ela quase um sinonimo da conservação do meio ambiente.

A conclusão deste estudo ambiciona ser, agora e no futuro uma ferramenta de consciencialização para o uso de materiais e métodos menos prejudiciais a qualquer meio ambiente em que a obra esteja inserida tal como nesta proposta.

As soluções que o museu apresenta podem ser utilizadas em outros projetos e contextos arquitetónicos. Ao escolher utilizar materiais mais ecológicos, menos nocivos ao meio ambiente, a captação de ar e água para o reaproveitamento e o aproveitamento da luz solar para fornecimento de energias acabam por ser atos que a longo prazo, durante todo o ciclo de vida do edifício, trarão inúmeros benefícios ao meio ambiente em que está inserido.

## Bibliografia

AMADO, Miguel P./PINTO, Alberto Reaes/ALCAFACHE, Ana Maria/RAMALHETE, Inês – **Construção Sustentável – Conceito e Prática**. Lisboa, 2015.

ARRUDA, Patrícia Erse. **Natura Towers - ecologia, energia e eficiência num complexo de escritórios**. Disponível em: [http://www.msfgps.pt/upload/pdf/pdf\\_1340975894.pdf](http://www.msfgps.pt/upload/pdf/pdf_1340975894.pdf)

BRUNDTLAND, Gro Harlem - **Our common future: The World Commission on Environment and Development**. Oxford: Oxford University, 1987.

CAMÕES, Aires - **Betões eco eficientes para uma construção sustentável**. Minho, 2012. Disponível em: [http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/21734/1/WSCS%202012\\_Artigo\\_AC%2bRR.pdf](http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/21734/1/WSCS%202012_Artigo_AC%2bRR.pdf)

DE OLIVEIRA, Marlene da Luz Moreira (Porto 2013) - **“INTERVIR NO CENTRO HISTÓRICO DO PORTO”** – Disponível em: <http://recil.grupolusofona.pt/jspui/bitstream/10437/4975/1/Intervir%20no%20Centro%20Hist%C3%B3rico%20do%20Porto%20-%20Marlene%20Oliveira%2020080229.pdf>

GUEDES, Manuel Correia - **Arquitetura Sustentável na Guiné-Bissau – Manual de boas práticas**. Lisboa, 2011.

JORDANA, Sebastian (Dezembro 2010) – **Vilhelmsro Skole/BIG**. Archdaily Brasil. Disponível em: <https://www.archdaily.com/94566/vilhelmsro-skole-big>

MOTA, Daniela Amorim (Porto 2015) – **ANALISE HISTORICA DE UMA ZONA URBANA – Caracterização do Parque das Camélias e a sua envolvente** - Disponível em: <http://recil.grupolusofona.pt/handle/10437/6995>

PLAN, The – **SUSTAINABLE ARCHITECTURE – CONTEMPORARY ARCHITECTURE IN DETAIL**. China, 2017.

PORTO, Márcio Macedo (São Paulo 2006) – **O PROCESSO DE PROJETO E A SUSTENTABILIDADE NA PRODUÇÃO DA ARQUITETURA.** Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16138/tde-03052007-145312/publico/dissertacao.pdf>

QUEIROS, Mariana Costa (Porto, 2010) - **Utilização de materiais de construção ecologicamente limpos** - Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58851/1/000145614.pdf>

RICCHINI, Ricardo (2017) – **Aço, o material mais reciclado do mundo.** Disponível em: <http://www.setorreciclagem.com.br/reciclagem-de-metal/aco-o-material-mais-reciclado-do-mundo/>

SANTOS TEIXEIRA, Kaique (2014) - **PROCESSOS QUÍMICOS NA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA E SUA PRODUÇÃO** – Disponível em: <http://betaeq.blogspot.com/2014/06/processos-quimicos-na-industria.html>

SILVA, Camila Message (2013) - **ARQUITETURA SUSTENTÁVEL NO ESPAÇO URBANO.** Disponível em: <http://www.unoeste.br/site/enepe/2013/suplementos/area/Humanarum/Arquitetura%20Urbanismo/ARQUITETURA%20SUSTENT%C3%81VEL%20NO%20ESPA%C3%87O%20URBANO.pdf>

## Índice de Figuras

<b>Fig. 1:</b> Evolução das preocupações no sector da construção .....	7
<b>Fonte:</b> AMADO, Miguel P./PINTO, Alberto Reaes/ALCAFACHE, Ana Maria/RAMALHETE, Inês – <b>Construção Sustentável – Conceito e Prática</b> . Lisboa, 2015.	
<b>Fig. 2:</b> Síntese de projeto do processo sustentável .....	9
<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 3:</b> Implantação .....	15
<b>Fonte:</b> <a href="https://www.archdaily.com.br/br/787125/casa-36-matthias-bauer-associates?ad_medium=gallery">https://www.archdaily.com.br/br/787125/casa-36-matthias-bauer-associates?ad_medium=gallery</a>	
<b>Fig. 4:</b> Alçados Villa H 36 .....	16
<b>Fonte:</b> <a href="https://www.archdaily.com.br/br/787125/casa-36-matthias-bauer-associates?ad_medium=gallery">https://www.archdaily.com.br/br/787125/casa-36-matthias-bauer-associates?ad_medium=gallery</a>	
<b>Fig. 5:</b> Fotografias Villa H 36 .....	17
<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 6:</b> Fotografia/Perspectiva Villa H 36 .....	18
<b>Fonte:</b> <a href="https://www.archdaily.com.br/br/787125/casa-36-matthias-bauer-associates?ad_medium=gallery">https://www.archdaily.com.br/br/787125/casa-36-matthias-bauer-associates?ad_medium=gallery</a>	
<b>Fig. 7</b> Esquema de funcionamento SE .....	19
<b>Fonte:</b> PLAN, The – <b>SUSTAINABLE ARCHITECTURE – CONTEMPORARY ARCHITECTURE IN DETAIL</b> . China, 2017.	
<b>Fig. 8:</b> Esquema de funcionamento SV .....	20
<b>Fonte:</b> PLAN, The – <b>SUSTAINABLE ARCHITECTURE – CONTEMPORARY ARCHITECTURE IN DETAIL</b> . China, 2017.	
<b>Fig. 9:</b> Implantação Manhattan Districts 1/2/5 Garage & Spring Street Salt Shed .....	21
<b>Fonte:</b> Google Earth	
<b>Fig. 10:</b> Implantação dos edifícios .....	22
<b>Fonte:</b> <a href="https://www.aia.org/showcases/76671-manhattan-districts-125-garage--spring-stree">https://www.aia.org/showcases/76671-manhattan-districts-125-garage--spring-stree</a>	
<b>Fig. 11:</b> Planta 3º piso Manhattan Districts 1/2/5 Garage .....	23
<b>Fonte:</b> <a href="https://www.aia.org/showcases/76671-manhattan-districts-125-garage--spring-stree">https://www.aia.org/showcases/76671-manhattan-districts-125-garage--spring-stree</a>	

<b>Fig. 12:</b> Materiais utilizados nas fachadas .....	24
<b>Fonte:</b> <a href="https://www.aia.org/showcases/76671-manhattan-districts-125-garage--spring-stree">https://www.aia.org/showcases/76671-manhattan-districts-125-garage--spring-stree</a>	
<b>Fig. 13:</b> Alçado Salt Shed .....	25
<b>Fonte:</b> <a href="https://www.aia.org/showcases/76671-manhattan-districts-125-garage--spring-stree">https://www.aia.org/showcases/76671-manhattan-districts-125-garage--spring-stree</a>	
<b>Fig. 14:</b> Manhattan Districts 1/2/5 Garage & Spring Street Salt Shed .....	25
<b>Fonte:</b> <a href="https://www.aia.org/showcases/76671-manhattan-districts-125-garage--spring-stree">https://www.aia.org/showcases/76671-manhattan-districts-125-garage--spring-stree</a>	
<b>Fig. 15:</b> Cobertura ajardinada .....	26
<b>Fonte:</b> <a href="https://www.aia.org/showcases/76671-manhattan-districts-125-garage--spring-stree">https://www.aia.org/showcases/76671-manhattan-districts-125-garage--spring-stree</a>	
<b>Fig. 16:</b> Axonometria explodida fachada cortina .....	27
<b>Fonte:</b> <a href="https://www.aia.org/showcases/76671-manhattan-districts-125-garage--spring-stree">https://www.aia.org/showcases/76671-manhattan-districts-125-garage--spring-stree</a>	
<b>Fig. 17:</b> Esquema de abastecimento de água (cobertura) .....	28
<b>Fonte:</b> <a href="https://www.aia.org/showcases/76671-manhattan-districts-125-garage--spring-stree">https://www.aia.org/showcases/76671-manhattan-districts-125-garage--spring-stree</a>	
<b>Fig. 18:</b> Fluxograma do tratamento das águas .....	29
<b>Fonte:</b> <a href="https://www.aia.org/showcases/76671-manhattan-districts-125-garage--spring-stree">https://www.aia.org/showcases/76671-manhattan-districts-125-garage--spring-stree</a>	
<b>Fig. 19:</b> Esquema do funcionamento do sistema de ar.....	30
<b>Fonte:</b> <a href="https://www.aia.org/showcases/76671-manhattan-districts-125-garage--spring-stree">https://www.aia.org/showcases/76671-manhattan-districts-125-garage--spring-stree</a>	
<b>Fig. 20:</b> Implantação Natura Towers .....	31
<b>Fonte:</b> Google Earth	
<b>Fig. 21:</b> Fotografias Natura Towers .....	32
<b>Fonte:</b> <a href="https://www.sapabuildingsystem.com/pt/pt/portefolio/projectos/natura-towers/">https://www.sapabuildingsystem.com/pt/pt/portefolio/projectos/natura-towers/</a>	
<b>Fig. 22:</b> Fotografia/perspectiva Natura Towers .....,.....	33
<b>Fonte:</b> <a href="https://www.sapabuildingsystem.com/pt/pt/portefolio/projectos/natura-towers/">https://www.sapabuildingsystem.com/pt/pt/portefolio/projectos/natura-towers/</a>	
<b>Fig. 23:</b> Implantação do terreno de intervenção .....	38
<b>Fonte:</b> Autor	

<b>Fig. 24:</b> Implantação do terreno de intervenção (Vista aérea).....	40
<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 25:</b> Axonometria da proposta no terreno de intervenção .....	41
<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 26:</b> Perfil transversal do terreno .....	42
<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 27:</b> Perfil longitudinal do terreno.....	42
<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 28:</b> Planta piso 1 .....	43
<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 29:</b> Planta piso 0 .....	43
<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 30:</b> Planta piso 2 .....	44
<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 31:</b> Rua Augusto Rosa .....	46
<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 32:</b> Rua Duque de Loulé .....	46
<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 33:</b> Marcação das plataformas de nível .....	47
<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 34:</b> Processamento das águas da chuva .....	48
<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 35:</b> Orientação (correta) do edifício .....	49
<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 36:</b> Trajetoria solar no Inverno .....	50
<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 37:</b> Trajetoria solar no Verão .....	50
<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 38:</b> Painel solar da cobertura .....	51
<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 39:</b> Painel solar vertical .....	51
<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 40:</b> Alçado Sul, painéis solares verticais .....	52

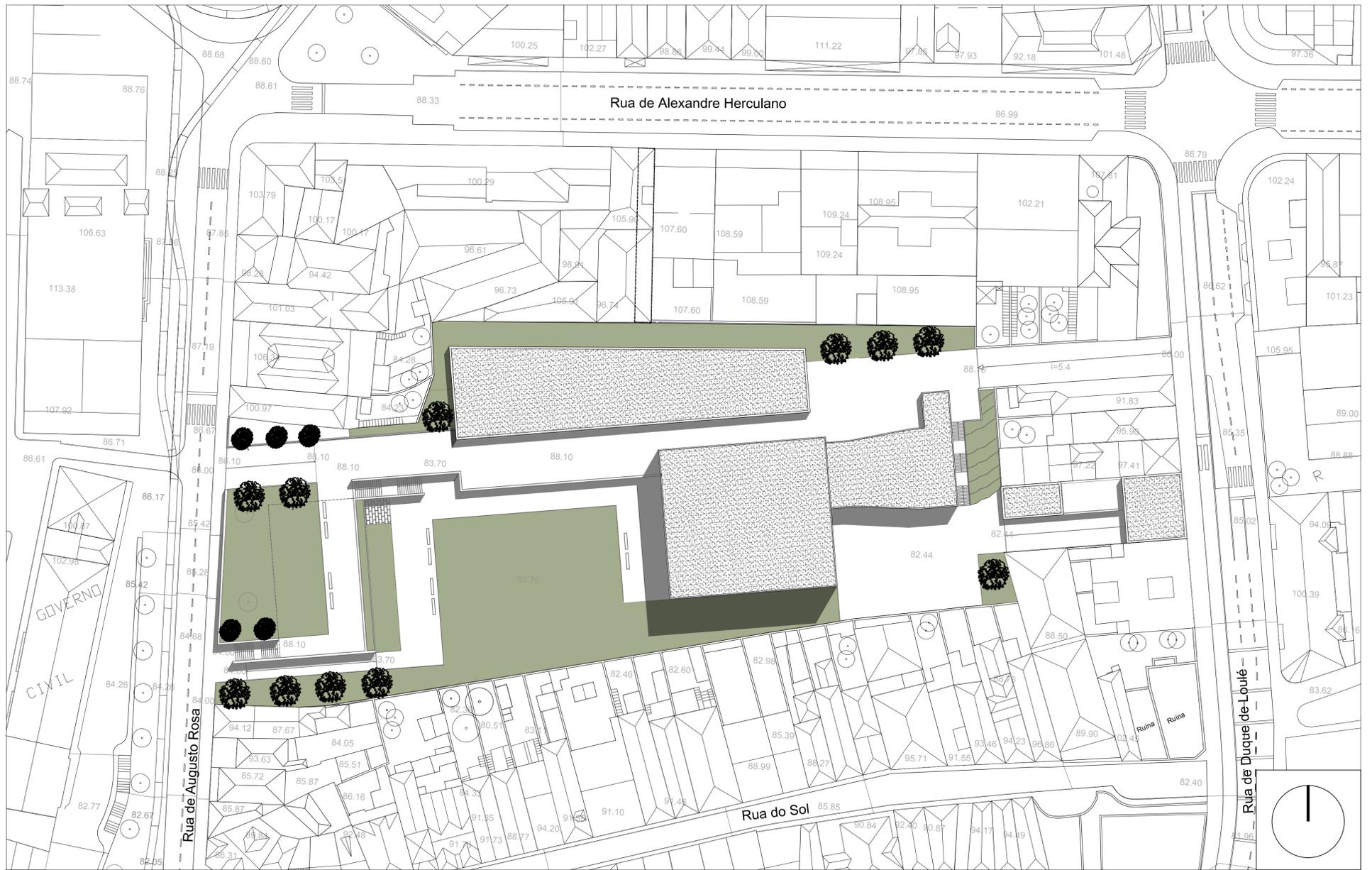
	<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 41:</b> Planta da cobertura (painéis solares) .....		52
	<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 42:</b> Perspectivas do museu .....		53
	<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 43:</b> Placas pré-fabricadas de betão .....		54
	<b>Fonte:</b> <a href="http://www.sepsancho.com/galeria-virtual/suicultura/pre-fabricados/paineis-em-betao/paineis-fachada-betao/paineis-fachada-betao-sep/">http://www.sepsancho.com/galeria-virtual/suicultura/pre-fabricados/paineis-em-betao/paineis-fachada-betao/paineis-fachada-betao-sep/</a>	
<b>Fig. 44:</b> Aço patinavel como escultura .....		55
	<b>Fonte:</b> <a href="http://wwwo.metalica.com.br/o-que-e-aco-corten">http://wwwo.metalica.com.br/o-que-e-aco-corten</a>	
<b>Fig. 45:</b> Aço patinavel como revestimento.....		55
	<b>Fonte:</b> <a href="http://vilabacana.com.br/inspiracao/aco-corten/">http://vilabacana.com.br/inspiracao/aco-corten/</a>	
<b>Fig. 46:</b> Alçados do museu .....		55
	<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 47:</b> Axonometria da proposta . .....		56
	<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 48:</b> Constituição e funcionamento do vidro de isolamento térmico.....		57
	<b>Fonte:</b> <a href="http://www.monteiros.pt/caixilharia/produtos/vidros/">http://www.monteiros.pt/caixilharia/produtos/vidros/</a>	
<b>Fig. 49:</b> Esquemas de circulação do ar frio .....		59
	<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 50:</b> Laminas abertas/fechadas .....		60
	<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 51:</b> Esquema de circulação ar quente .....		60
	<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 52:</b> Plantas da estrutura: Piso 0 e Piso 1 .....		62
	<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 53:</b> Tipos de treliças .....		63
	<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 54:</b> Fluxo de produção do aço .....		64
	<b>Fonte:</b> Autor	
<b>Fig. 55:</b> Planta e axonometria do Piso 2 .....		64
	<b>Fonte:</b> Autor	

## **Anexos**

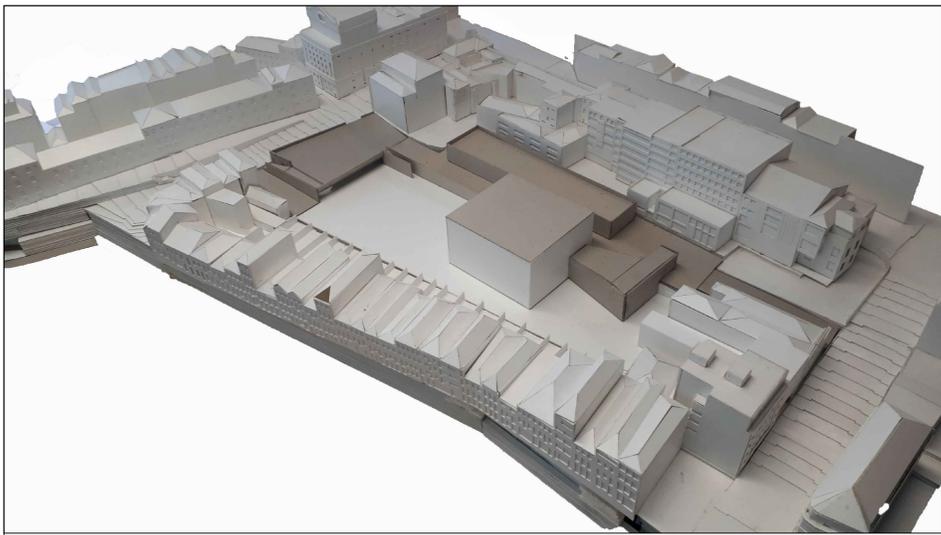
## **Índice de anexos**

<b>Anexo 1</b> – Painel de Projeto – Planta de Implantação Escala à 1:500 e Fotografias das Maquetes.....	A1
<b>Anexo 2</b> – Painel de Projeto – Plantas dos diferentes pisos do edifício com a envolvente Escala 1:500.....	A1
<b>Anexo 3</b> – Painel de Projeto – Perfis da proposta Escala 1:500.....	A1
<b>Anexo 4</b> – Painel de Projeto – Plantas dos pisos do museu.....	A1
<b>Anexo 5</b> – Painel de Projeto – Alçados do museu à Escala 1:200.....	A1
<b>Anexo 6</b> – Painel de Projeto – Corte construtivo do museu Escala 1:50.....	A1
<b>Anexo 7</b> – Painel de Projeto – Corte construtivo do museu Escala 1:20.....	A1
<b>Anexo 8</b> – Painel de Projeto – Plantas, cortes e axonometrias de Pormenores construtivo.....	A1
<b>Anexo 9</b> – Painel de Projeto Extra – Plantas da estrutura 1:200 e fotografias da maquete .....	A1

# Projeto 5.2 - Quarteirão das Artes

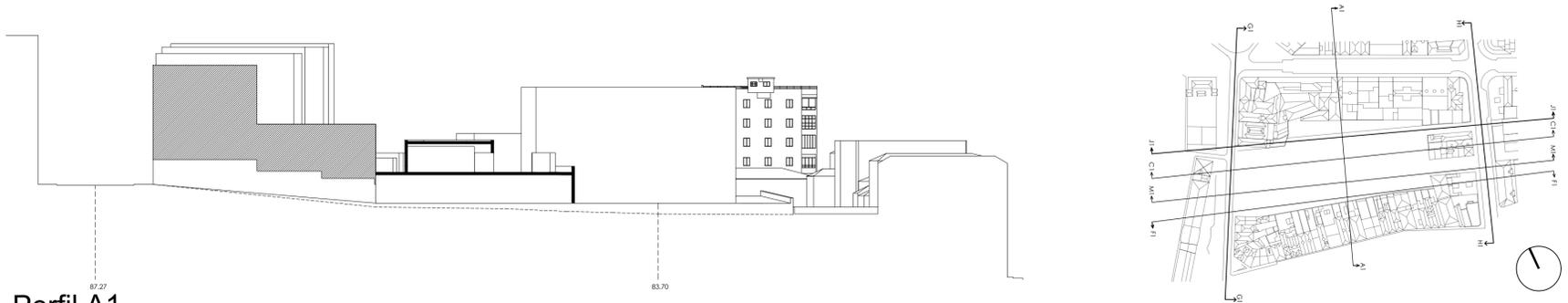


IMPLANTAÇÃO

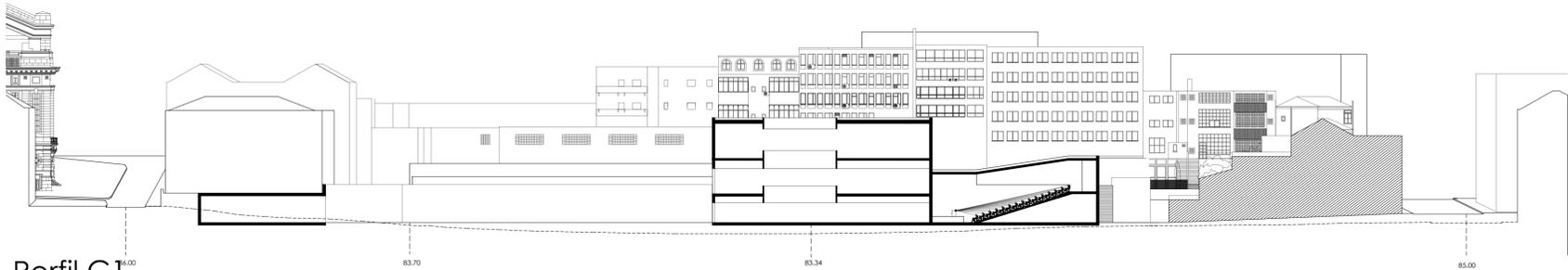


FOTOS MAQUETE

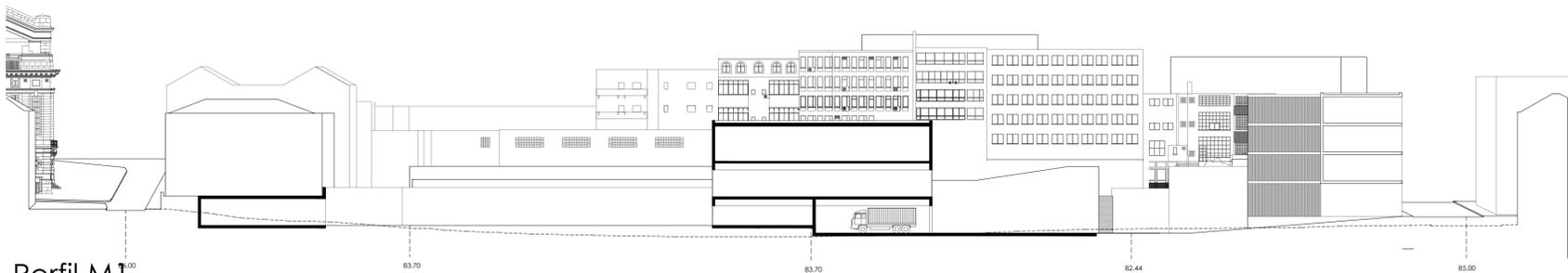




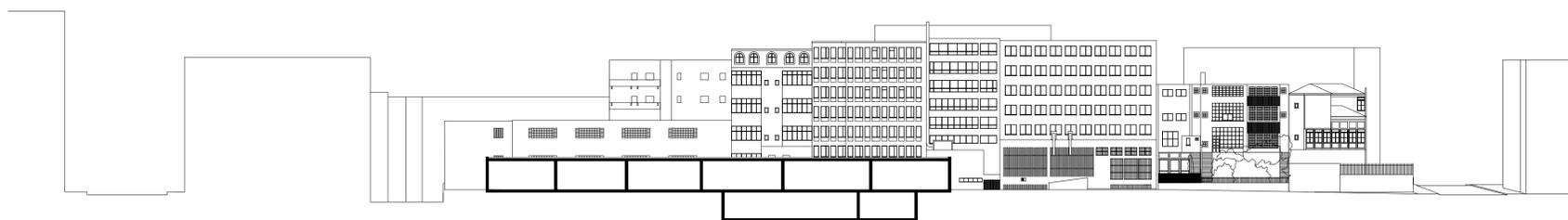
Perfil A1



Perfil C1



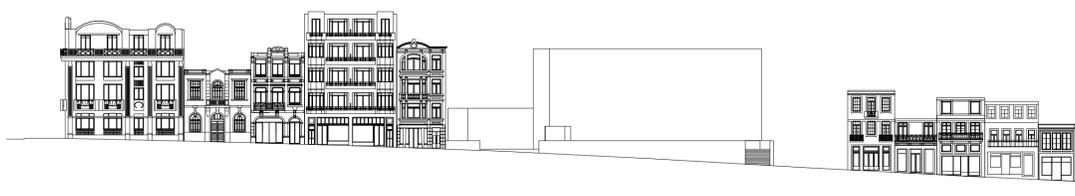
Perfil M1



Perfil J1



Perfil F1



Perfil G1



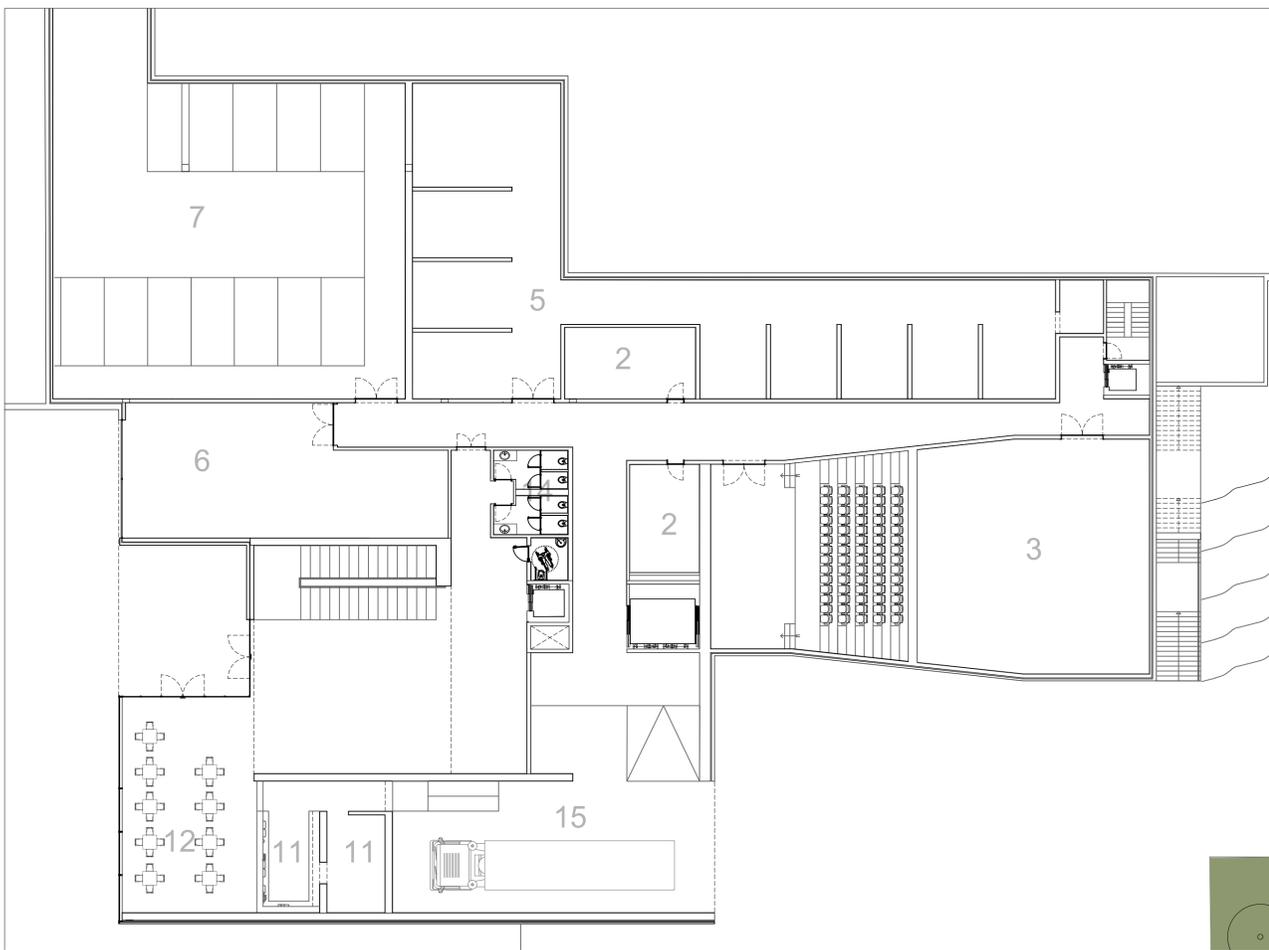
Perfil H1

Esta proposta traz para esta área um programa de variedade funcional, através do planeamento do espaço exterior e principalmente do museu.

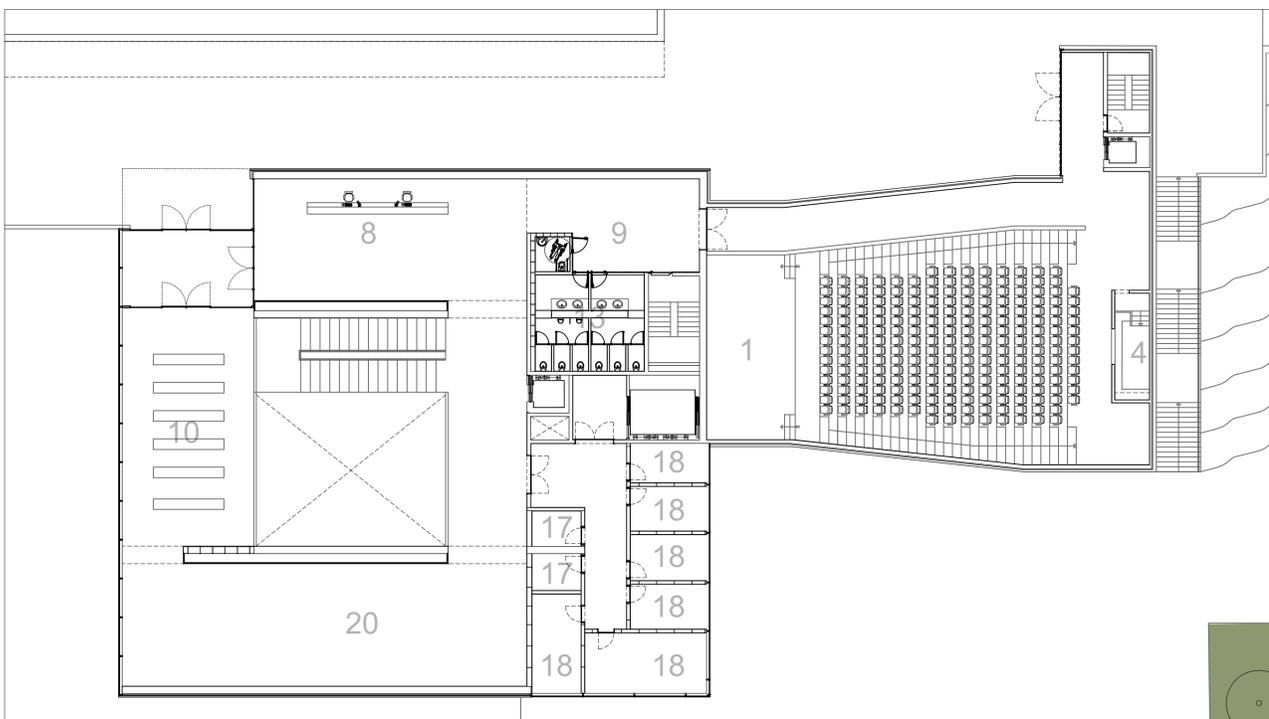
Este conjunto tem por objetivo ser emblemático a nível urbano por se destacar facilmente da envolvente e pelo enorme maciço de betão e facilmente identificável como um equipamento de atividade coletiva.

Tal intenção é evidente em vários aspectos do projeto, que desde a concretização funcional/programática e formal da proposta, se apoia na ideia de oferecer à cidade um edifício de excelência e contemporaneidade não se afirmando de modo “opressor” face ao lugar de intervenção.

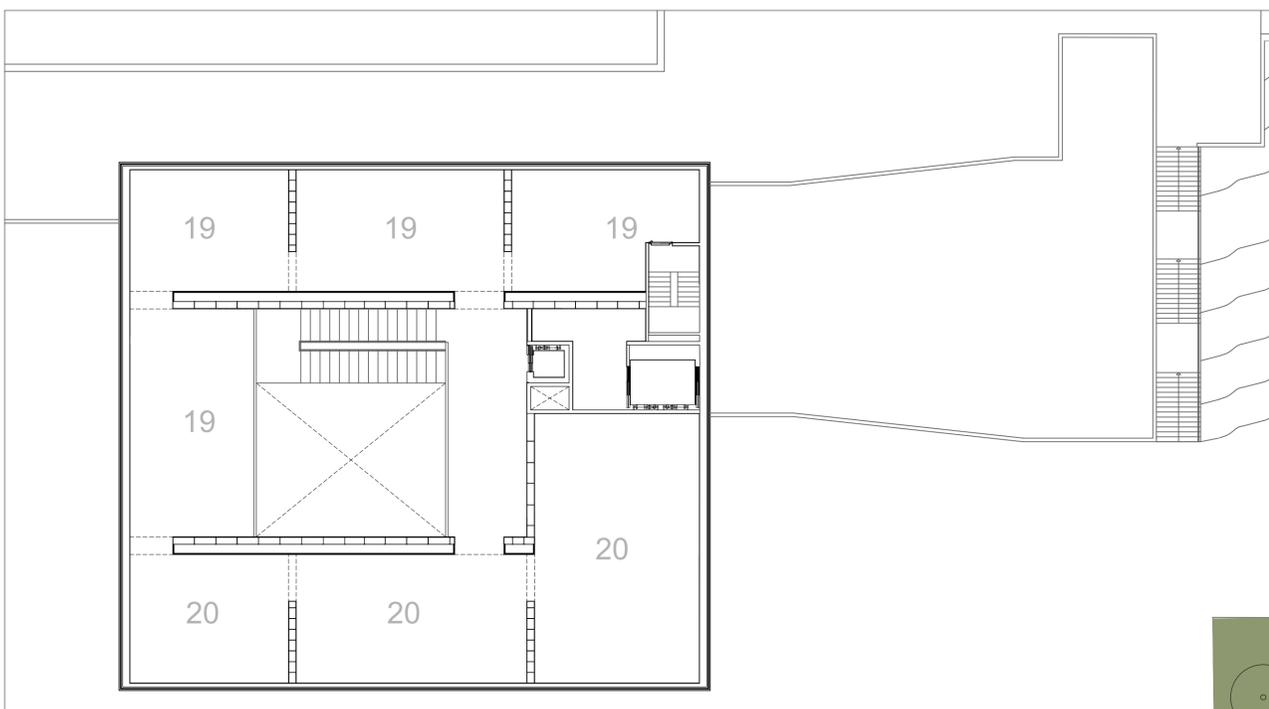
Foi então proposto um projeto que tentasse usufruir ao máximo de todos os fatores positivos do terreno (localização, dimensão, múltiplas acessibilidades) e que ofusasse o necessário (empenas, diferença de cotas, estado precário da envolvente).



PLANTA PISO 0



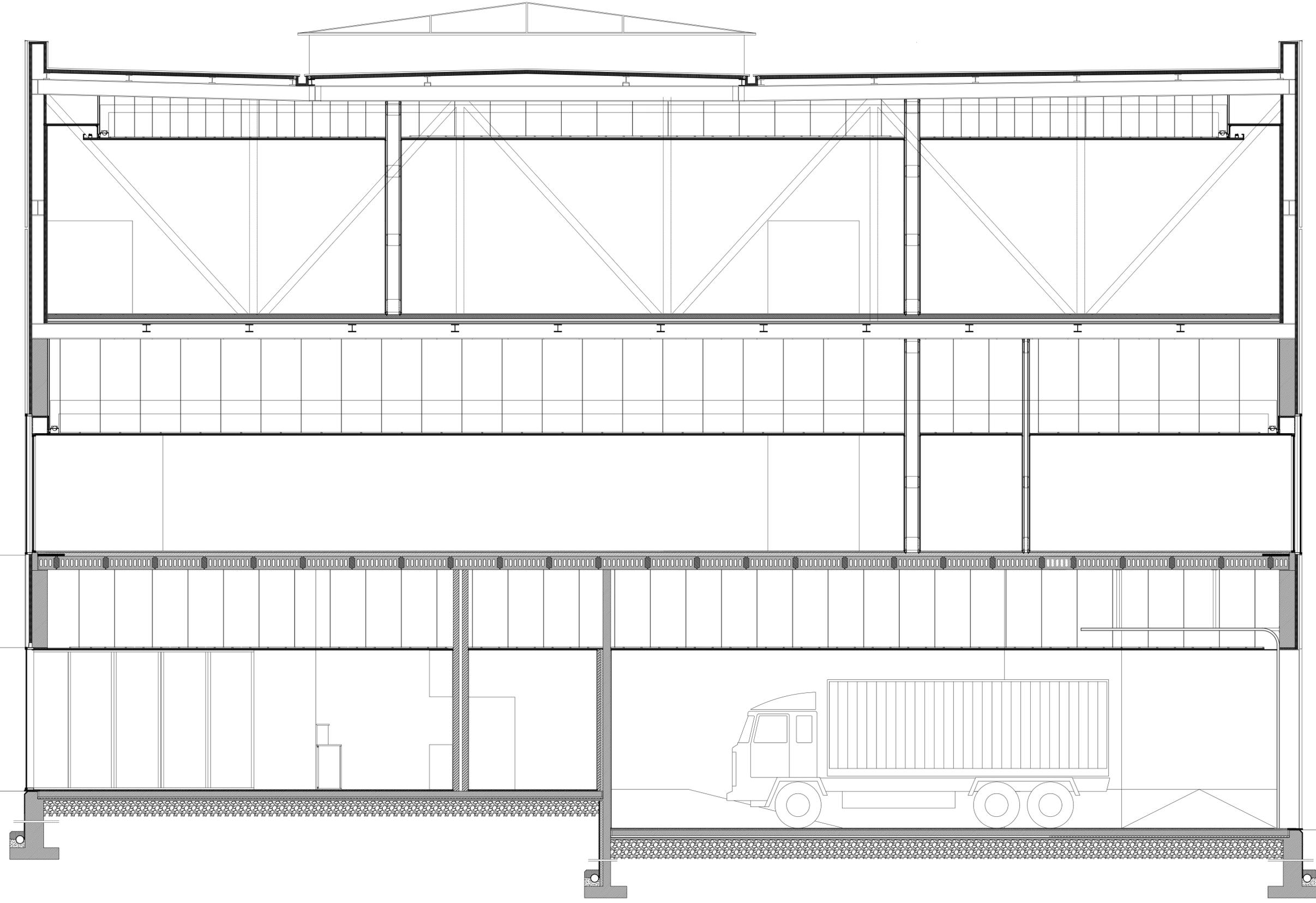
PLANTA PISO 1

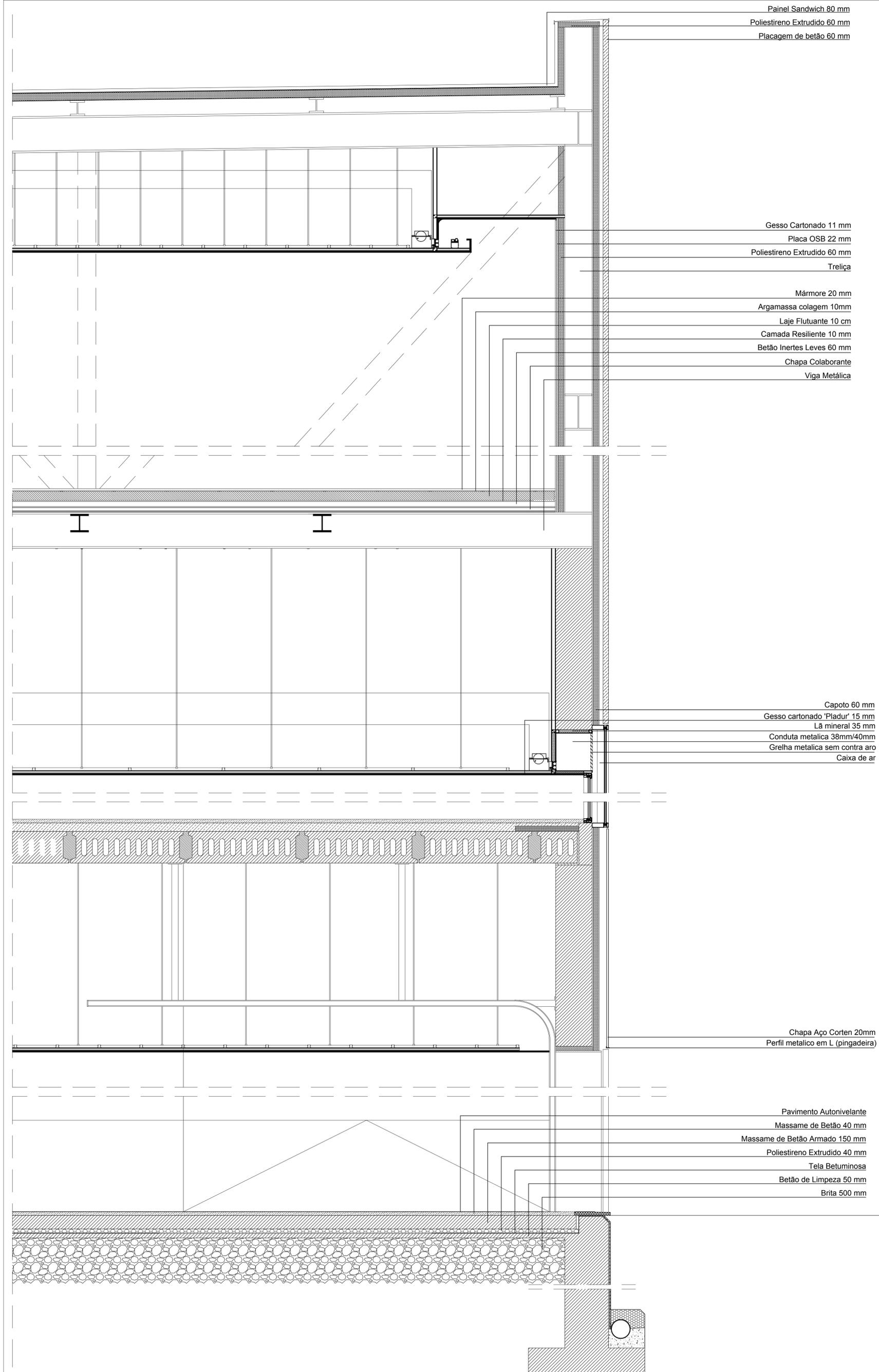


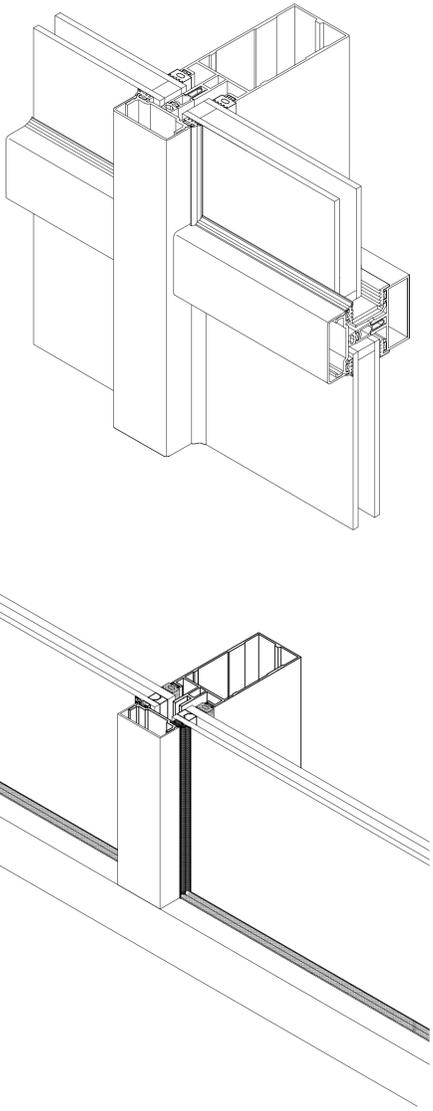
PLANTA PISO 2

Quadro de áreas		
1	Auditório	400 m2
2	Camarins	54 m2
3	Áreas técnicas e arrumo auditório	170 m2
4	Régie	12 m2
5	Arquivo	312 m2
6	Áreas Técnicas	120 m2
7	Estacionamento	350 m2
8	Foyer	106 m2
9	Foyer Auditório	46 m2
10	Loja	103 m2
11	Cozinha/Copa	54 m2
12	Bar	93 m2
13	W.C	42 m2
14	W.C Bar	28 m2
15	Cais Cargas/Desc.	129 m2
16	Administração	90 m2
17	W.C Administração	12 m2
18	Gabinetes	40 m2
19	Exposição permanente	305 m2
20	Exposição temporária	460 m2

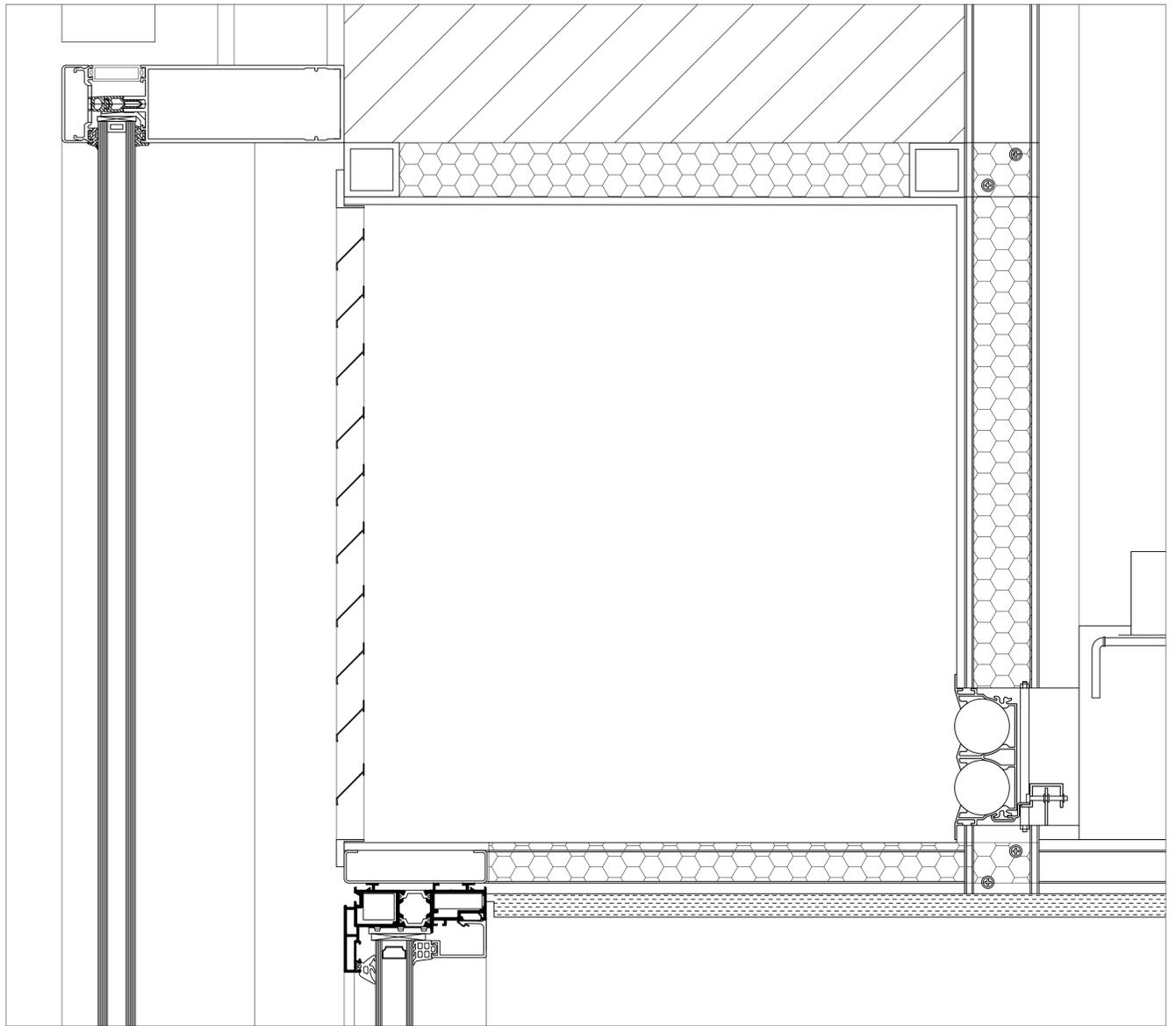




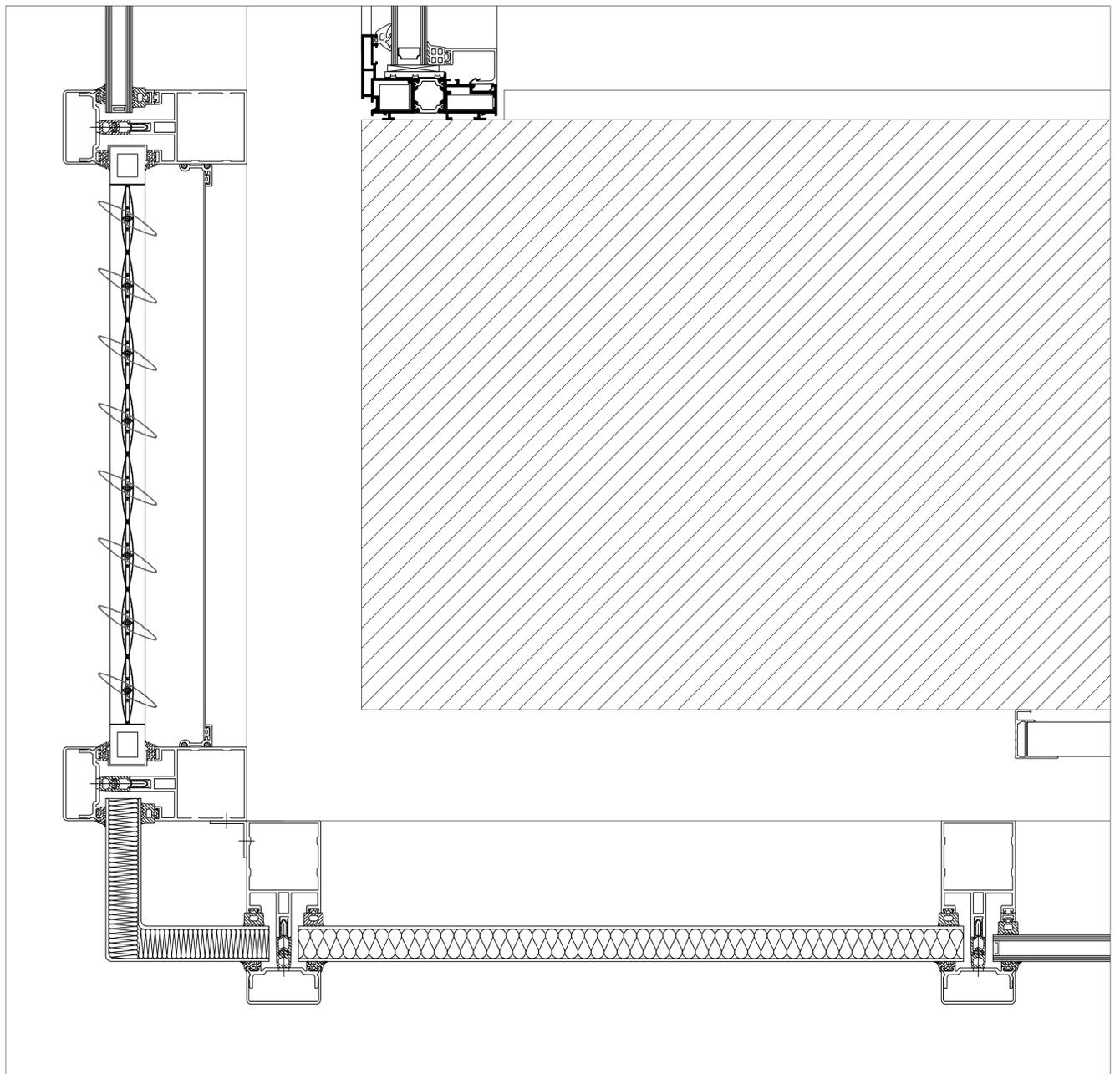




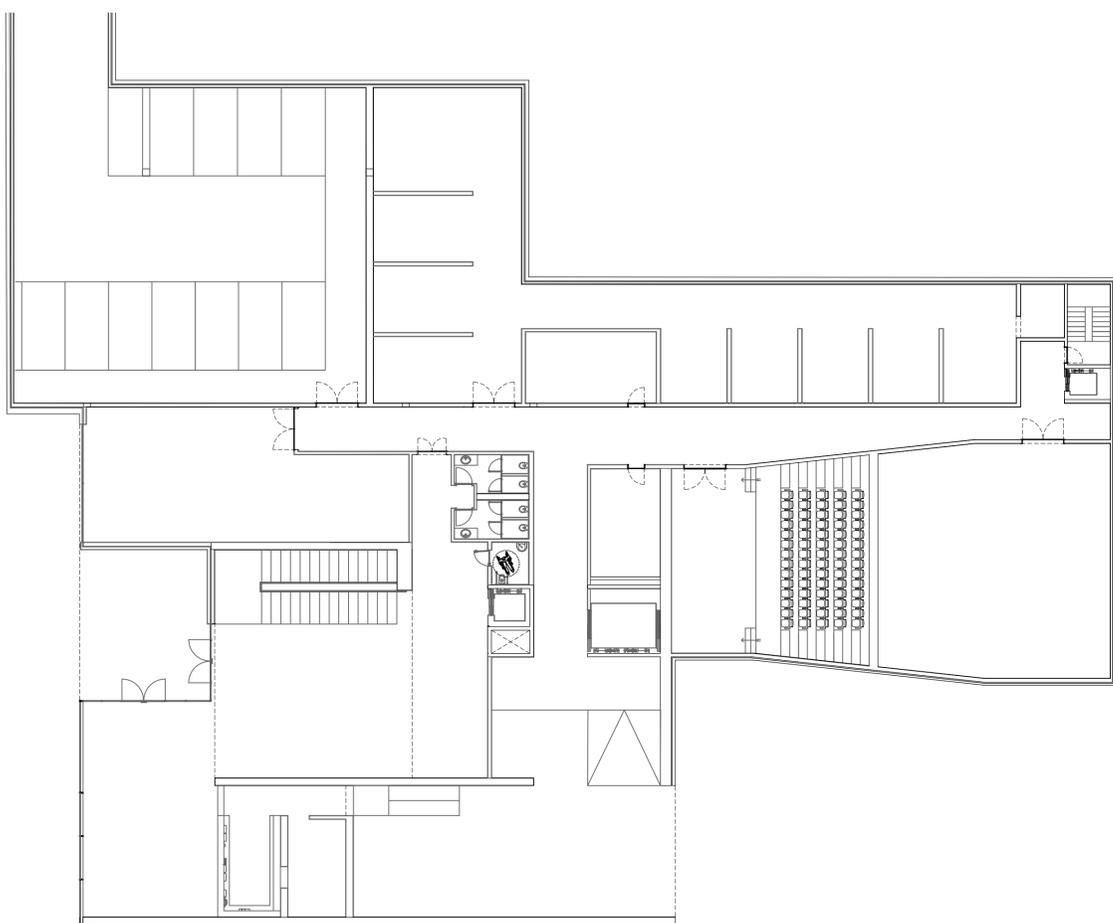
PORMENOR REYNAYERS CW50 ESC: 1/2



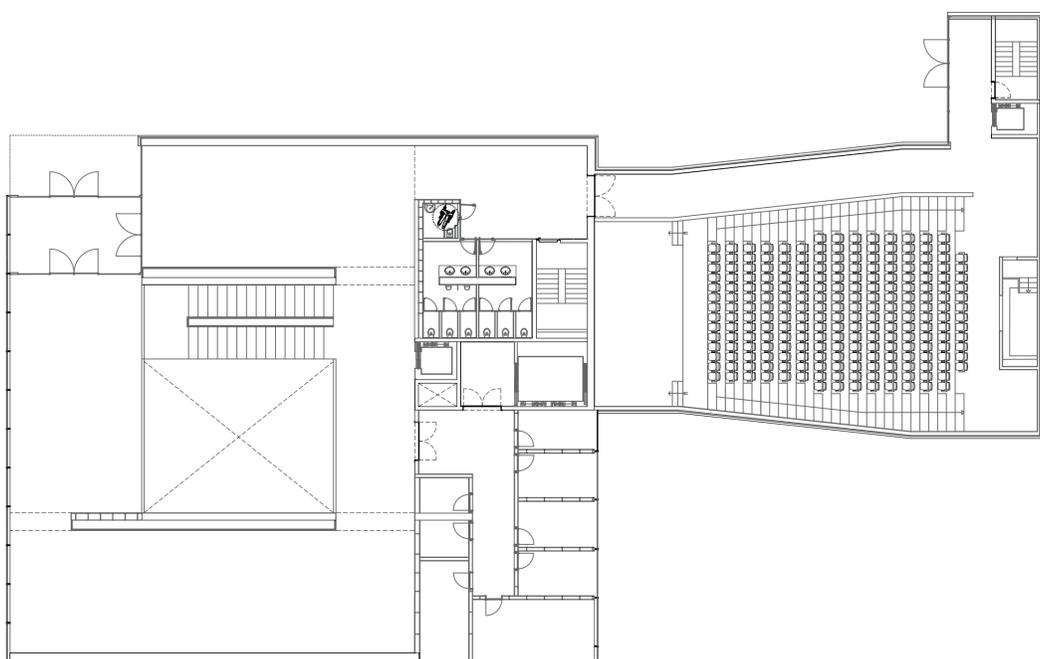
CORTE PORMENOR VENTILAÇÃO ESC: 1/2



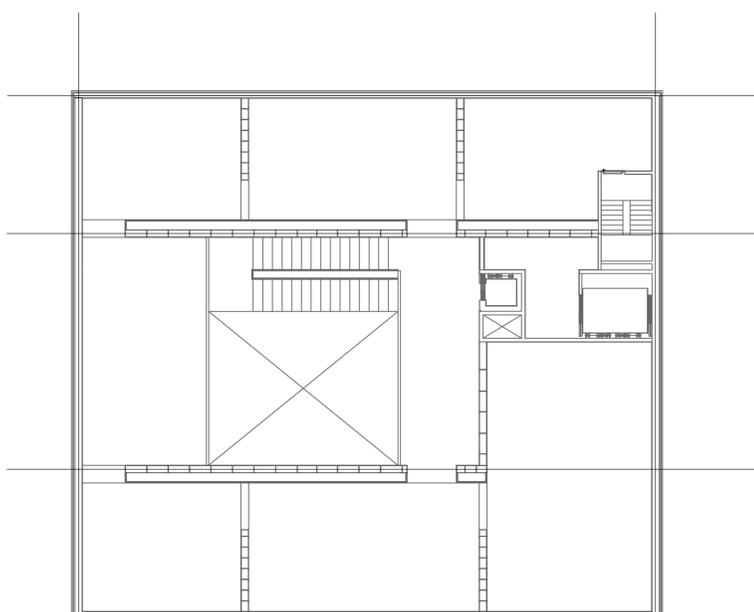
PLANTA PORMENOR SISTEMA VENTILAÇÃO ESC: 1/2



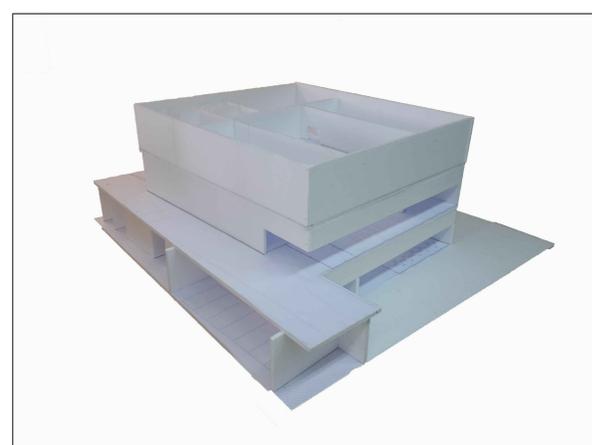
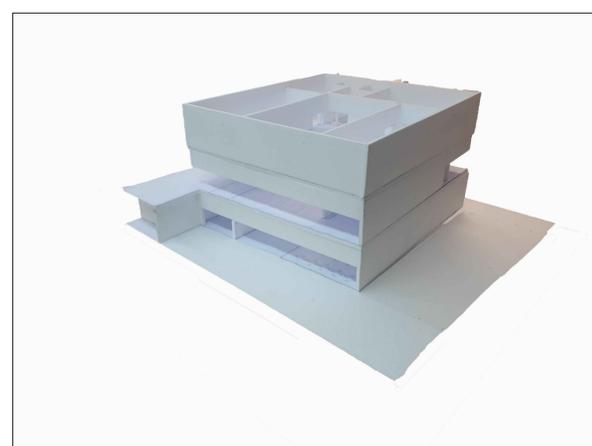
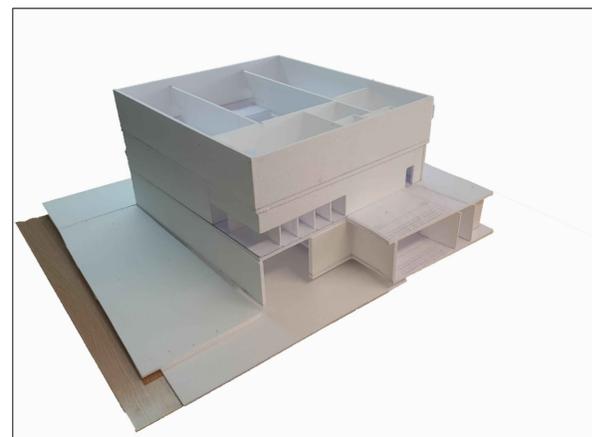
ESTRUTURA PISO 0



ESTRUTURA PISO 1



ESTRUTURA PISO 2



FOTOS MAQUETE 1:50