

# Práticas para o Desenvolvimento Sustentável

## Conceção e projeto de uma arquitetura otimizada



**Joana Maria França Gonçalves**

Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitetura  
sob orientação do Professor Doutor João Paulo Cardielos  
e do Professor Doutor António Bettencourt

Departamento de Arquitetura, FCTUC, dezembro 2018



# Práticas para o Desenvolvimento Sustentável

Conceção e projeto de uma arquitetura otimizada



Todas as referências estão elaboradas segundo as normas APA. As citações transcritas na língua original apresentam-se traduzidas pela autora em nota de rodapé.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço,

Ao Professor Doutor João Paulo Cardielos, pela incansável orientação e confiança ao longo deste percurso.

Ao Professor Doutor António Bettencourt, pelos conselhos prestados na fase de detalhe do projeto.

Aos Amigos, por simplesmente o serem.

Ao Tomás, pelo carinho, apoio e incentivo.

À Família, pelo encorajamento ao longo de todo o percurso académico.

Aos meus Pais e Irmã, por tudo o que representam para mim.



## RESUMO

A presente dissertação parte da reflexão perante a atual conjuntura global, como argumento para averiguar a importância da arquitetura enquanto potenciadora de realidades mais sustentáveis.

Em analogia com iniciativas globais levadas a cabo no domínio da preservação ambiental, procura-se fundamentar o papel do arquiteto como alicerce na mudança do paradigma vigente, apostando no desenho de edifícios-piloto, que representem modelos arquitetónicos em casos de elevada demanda ambiental.

Em linha com a análise documental e projetual relativas ao tema, investiu-se no exercício de investigação pelo projeto como meio para experimentar o desenvolvimento de um equipamento público, um complexo de piscinas municipais, que compreenda princípios arquitetónicos e tecno-construtivos favoráveis a um desenvolvimento mais sustentável. O objeto proposto integra o novo polo desportivo desenhado para a cidade de Aveiro, no âmbito da estratégia urbana desenvolvida na unidade curricular de Atelier de Projeto II B.

Conciliando a vertente projetual com as componentes teóricas abordadas, o plano de trabalho traçado visa servir de exemplo a práticas disciplinares ambientalmente mais amigáveis. É expectável que, de igual forma, a aquisição de conhecimentos e metodologias laborais necessárias ao projeto de um equipamento desta índole, permitam dar um contributo para o desenvolvimento do estado da arte relativo à importância das temáticas da arquitetura sustentável e ecologicamente consciente.

### Palavras-chave

Desenvolvimento sustentável - Arquitetura otimizada – Equipamento desportivo - Piscinas



## ABSTRACT

The dissertation at hand stems from a reflection on the current global conjuncture, as an argument to ascertain the importance and role of architecture as a driver for more sustainable solutions.

In line with the global initiatives taking place in the field of environmental preservation, the role of the architect as a pillar in the current paradigm's transition must be grounded, by favouring the design of pilot buildings that match architectural models in high environmental demand.

Following a literature and project review on the subject, the research focus evolved into regarding the project as the means to experiment through the development of a public structure, a municipal swimming pool complex, encompassing architectural and techno-constructive building principles that foster more sustainable development. The proposed object is constituent of Aveiro's new sports center, designed within the scope of the urban strategy devised in the *Atelier de Projeto II B* curricular unit.

By pairing the project aspect with the addressed theoretical components, the proposed working plan aims to serve as an example of more environmental friendly practices. Furthermore, it is also expected that the expertise and work methodologies acquired with the designing of a project such as the one at hand, will help contribute to the development of the state of the art on fundamental themes, such as a more sustainable and ecologically conscious architecture.

### Keywords

Sustainable development - Optimized architecture - Sports complex - Swimming pools



## ACRÓNIMOS

ACV - Avaliação do ciclo de vida

ADENE - Agência para a Energia

BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method

CCV - Custos do Ciclo de vida

CLT - *Cross-laminated timber*

COP - Conference of the Parties

CVE - Ciclo de vida dos edifícios

EPBB - Energy Performance in Buildings Directive

GEE - Gases com efeito estufa

GHGs - *Greenhouse Gases*

LEED - Leadership in Energy and Environmental Design

LIDER A - Sistema Voluntário para Avaliação da Construção Sustentável

MDGs - *Millennium Development Goals*

NZEB - *Nearly zero energy buildings*

PDM - Plano Diretor Municipal

PEP - *Primary Energy Renewable*

PHI - Passivhaus Institut



PHPP - *Passive House Planning Package*

PIB - Produto interno bruto

PUPPA - Plano de Urbanização do Programa Polis de Aveiro

RGEU - Regulamento Geral das Edificações Urbanas

SDGs – *Sustainable Development Goals*

ONU - Organização das Nações Unida

UN - United Nations

UNCED - United Nations Conference on Environment and Development

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change

WSSD - World Summit on Sustainable Development



## GLOSSÁRIO

**Sustentabilidade.** A sustentabilidade diz respeito à promoção de ações que não impliquem a danificação do meio ambiente. Está implícita a utilização racional dos recursos tendo em conta as limitações da sua produção e absorção por parte da terra.

**Desenvolvimento Sustentável.** Por desenvolvimento sustentável entende-se o progresso que serve as necessidades atuais sem comprometer a capacidade de futuras gerações habitarem num mundo saudável, despojadas de carências básicas. A este conceito está vinculada a preservação natural e o caráter efêmero dos recursos naturais.

**Arquitetura Verde | Sustentável.** A arquitetura verde, ou sustentável como é recorrentemente denominada, refere-se a metodologias e estratégias desenvolvidas na área da arquitetura e da construção no âmbito da conceção de um projeto de índole sustentável. Esta nova corrente retrata o desafio de criar arquiteturas sensíveis perante o panorama ambiental atual, em que a preservação do meio natural é vital para o bem comum de todos.

**Economia Circular.** A economia circular é um termo referente ao desenvolvimento de um ciclo produtivo de bens e serviços de cariz recuperável, reutilizável ou renovável. Este modelo pressupõe a origem preferencialmente natural dos produtos e serviços num esquema de otimização ao longo do seu ciclo de vida. No final do seu tempo de utilização útil, os mesmos deverão retomar o seu estado original de forma a não danificarem o meio ambiente.

**Construção Sustentável.** O conceito de construção sustentável refere-se ao estabelecimento e gestão de espaços edificados salubres, com base na utilização racional dos recursos e respeito perante o meio natural.

**Ecoeficiência.** O termo ecoeficiência refere-se a uma ideologia de gestão que incentiva a promoção de produtos e serviços com preços competitivos no mercado, que visem à redução do impacte ambiental e apelem ao consumo de recursos adequados à capacidade de resposta do planeta.



## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	3
<b>1. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL</b>	<b>13</b>
1.1. A tomada de consciência	15
1.2. Arquitetura verde	29
1.3. Construção sustentável	35
1.4. Energia	43
<b>2. SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO</b>	<b>49</b>
2.1. Ambições e benefícios	53
2.2. Espectro de sistemas de certificação	55
<b>3. REINVENTAR AVEIRO</b>	<b>79</b>
3.1. Estratégia urbana	79
3.2. Novo polo desportivo	85
3.3. Casos de estudo	91
3.4. Conceção e projeto de uma arquitetura otimizada	101
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>119</b>
<b>BIBLIOGRAFIA E FONTES</b>	<b>123</b>
<b>ÍNDICES</b>	<b>133</b>



“Hoje em dia debatemos muito o tema da sustentabilidade na arquitetura. Não há nada mais interessante do que pensar na sustentabilidade do ponto de vista da arquitetura. [...] O que a torna verdadeiramente sustentável é a sua possibilidade de resistência no tempo. A programas, a usos, a diferentes modos de vida, a diferentes modos de uso, mantendo-se sempre com uma capacidade de ser contentor de vida. Isto é que é determinante.”

(Mateus, 2017, p.32)



## INTRODUÇÃO

### OPORTUNIDADE E PERTINÊNCIA

O presente trabalho decorre de uma cuidada retrospectiva pessoal face ao percurso académico levado a cabo ao longo dos últimos anos. A minha decisão de estudar no estrangeiro durante um ano letivo, aproveitando uma oportunidade de intercâmbio internacional segundo o programa ERASMUS - com imensas e inquestionáveis vantagens acrescidas -, resultou no inevitável estabelecimento de lacunas inerentes à aprendizagem do projeto de um equipamento público de grande dimensão e complexidade. A ausência destas matérias, aliadas à correspondente simulação de uma execução construtiva, justificaram em boa parte a escolha desta dissertação, que aspira conciliar estes enunciados num exercício de investigação pelo projeto.

Não obstante as motivações pessoais apresentadas, e no âmbito da procura de um posicionamento ativo face aos novos paradigmas do desenvolvimento sustentável, identificou-se como essencial a articulação deste conceito com a vertente prática do trabalho. Tendo como base o tema da unidade curricular de Atelier de Projeto II B - Reinventar Aveiro - onde era pretendida a articulação do desenho urbano com ressalva à iminência da salvaguarda ambiental, averiguou-se de que forma se poderia conciliar estas múltiplas nuances num único objeto de projeto.



## OBJETO

Considerando a cidade de Aveiro como cenário, a proposta de dissertação tenta explorar técnicas de conceção e métodos construtivos, no projeto de um complexo de piscinas municipais. O edifício a desenvolver, integrado na estratégia do grupo para o novo parque desportivo da cidade, ambiciona servir como exemplo de práticas arquitetónicas que contribuam para um desenvolvimento mais sustentável.

As normas já estipuladas para as alterações a efetuar nas edificações, tornam-se igualmente pertinentes, não apenas como o estímulo à elaboração deste tipo de enunciados, mas também no contributo para a mudança de mentalidades, sobretudo na área disciplinar da arquitetura. Considerar esquemas de certificação e orientação ambiental auxilia o enriquecimento do trabalho, uma vez que as diretrizes adjacentes aos mesmos já incluem parâmetros referentes a diferentes questões ambientais.

Ao direcionar o olhar do arquiteto para estas múltiplas frentes, torna-se mais fácil entender o que requer a conceção e projeto de um edifício otimizado. Interessa, ainda, a aprendizagem de mecanismos inovadores que pressuponham a redução dos consumos energéticos, tal como uma criteriosa gestão dos recursos naturais a utilizar.

Este esforço de aprender e experimentar hoje a arquitetura que pretendemos habitar amanhã, decorre de uma paralela e resoluta determinação em enfatizar a urgência da preservação ambiental do planeta.

A contribuição do presente ensaio discorre com a sistematização e o estudo de sistemas já desenvolvidos e adaptáveis à área de intervenção, em paralelo com o ensaio de métodos e recursos de projeto potenciadores de um elevado desempenho ambiental.



## METODOLOGIA E ABORDAGEM

A metodologia adotada para o desenvolvimento do trabalho de dissertação parte da reflexão sobre a produção teórica existente, bem como dos esforços manifestados até à data, no âmbito da conceção de edifícios congruentes com as exigências das problemáticas ambientais.

Numa primeira instância apresentou-se como fundamental a compreensão do papel da Organização das Nações Unidas (ONU) como importante instância dinamizadora, para a sensibilização coletiva face às implicações das ações do homem perante o meio natural. Somente após o efetivo entendimento dos múltiplos esforços manifestados por esta instituição intergovernamental, em prol de um desenvolvimento mais sustentável, foi possível obter alguma clarividência perante a urgência da salvaguarda do rico e complexo ecossistema que habitamos.

Em paralelo, procedeu-se ao estudo e análise de sistemas de certificação e orientação ambiental, com vista a alcançar uma mais fundamentada compreensão sobre o seu efetivo contributo no campo da arquitetura e construção sustentável. O confronto destes mesmos esquemas com a realidade ambiental e urbana de Aveiro possibilitaram a estipulação de critérios que visam favorecer a implementação do novo polo desportivo e correspondente complexo de piscinas municipais.

Naquilo que diz respeito à conceção do objeto de projeto, partiu-se primeiramente do estudo de obras com semelhantes propósitos programáticos e comprovado recurso a metodologias de otimização ambiental. As instalações desportivas implicam, já por si, uma panóplia de exigências, nomeadamente energéticas, características estas que são indissociáveis de uma correta análise projetual.

Na sequência da pesquisa elaborada, e após um olhar atento perante o sector urbano selecionado, partiu-se para o desenvolvimento do trabalho segundo as premissas da investigação pelo projeto. Para tal, o desenho à



mão e o assumir de um projeto processo, com o recurso a maquetes, foram instrumentos de trabalho essenciais como complemento às metodologias digitais utilizadas.

Na fase final procedeu-se à elaboração de um conjunto específico de maquetes, desenhos, diagramas e fotomontagens da proposta, que permitem espelhar as principais intenções do presente ensaio – conceber um edifício de índole pública, que contribua para o desenvolvimento mais sustentável da cidade de Aveiro.

## **ESTRUTURA**

Numa primeira instância procede-se à introdução do contexto histórico inerente ao surgimento das preocupações de foro ambiental no Mundo. Os pressupostos e ambições são apresentados de modo cronológico, em linha com as estratégias traçadas para o efetivo melhoramento da qualidade de vida no ecossistema. A análise é posteriormente focada no setor do edificado, no qual se procura entender os conceitos base, inerentes às práticas de arquitetura otimizada. O estudo teórico desenvolve-se do geral para o particular, especificando-se faseadamente as áreas de maior importância para o desenvolver efetivo do projeto. Num glossário sumário fixam-se alguns conceitos já estabilizados.

Numa segunda fase, aborda-se a manifestação dos sistemas de certificação e orientação ambiental. Nesta secção é questionada a sua pertinência e a criação de equações estruturantes para a conceção de edifícios mais eficientes. Na impossibilidade de apresentar todos os sistemas, foram selecionados quatro casos de estudo, sendo discriminadas as suas particularidades e abordagens relativamente aos processos inerentes à atividade construtiva e projetual.



Após a compreensão da componente teórica intrínseca ao tema da dissertação, inicia-se a descrição do curso do projeto, desde a estratégia em grupo até à conceção do complexo de piscinas municipais. De uma forma sequencial, parte-se do contexto territorial e das alterações propostas no planeamento urbano e ambiental de Aveiro, para a emergência do novo polo desportivo na cidade. Procura-se compreender a génese destes espaços recreativos tal como a sua importância no estipular de espaços dedicados ao culto da saúde e bem-estar da sociedade.

Determinado o programa do edificado, a prática da natação lúdica e de alta competição, procede-se ao estudo das particularidades que distinguem os equipamentos com piscinas. Para tal, são apresentados dois casos de estudo que compilam as matérias programáticas e metodológicas favoráveis à compreensão deste tipo de complexos. A partir da descrição das respetivas obras pretendem-se aferir o modo como os arquitetos operaram na conceção de instalações desportivas como elevado valor arquitetónico e recurso a soluções tecno-construtivas para a otimização do quadro energético e ambiental.

Seguidamente apresenta-se o discurso face ao desenvolvimento do objeto de investigação. Em jeito de memória justificativa, pautam-se as fases mais determinantes na conceção do edificado, partindo-se do planeamento urbano do polo desportivo até ao projeto do complexo de piscinas municipais. Os conteúdos essenciais do trabalho são apresentados em analogia com os conhecimentos adquiridos no decorrer da investigação realizada para a dissertação.

Por fim, são sublinhadas as principais considerações e conclusões, relativamente à inserção do novo edificado na paisagem urbana de Aveiro, e aquelas que foram as principais limitações e barreiras encontradas ao longo do presente estudo, bem como novos campos a desenvolver no futuro.



## 1. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

“A cultura moderna é a mais poderosa da história e está incessantemente pesquisando, inventando, descobrindo e crescendo.” (Harari, 2015, p.178).

A **sustentabilidade** é invocada recorrentemente nas mais variadas áreas do saber sendo um termo que, devido à sua banalização excessiva, foi perdendo parte do seu propósito inicial, de fazer prosperar a presente e futura realidade social, económica e ambiental. É clara a apropriação do conceito por parte das mais variadas entidades políticas, públicas e privadas, que adaptam o “sustentável” aos seus discursos de interesse para legitimar as suas ambições e propósitos, contribuindo assim para a progressiva descaracterização do real sentido da palavra.

Para se alcançar o efetivo entendimento do que representa o **desenvolvimento sustentável** considera-se fundamental o recuo temporal até à tomada de consciência social perante as problemáticas mundiais, relativas ao meio ambiente.



001. Chaminés em Pittsburgh, Pensilvânia, Bettmann Corbis, 1890.

002. Um fuzileiro da Marinha a beber do seu cantil durante a Batalha de Saipan, W.Eugene Smith's, 1994.

## 1.1. A TOMADA DE CONSCIÊNCIA

O século XX ficou assinalado por sucessivos eventos de cariz económico, tecnológico e social, que marcaram intensamente esta época. Acontecimentos como a primeira e segunda Grandes Guerras, o correspondente aumento demográfico pós catástrofe e a intensa atividade industrial que disparou, mesmo em regiões que não eram ainda reconhecidas com industrializadas até então, bem como o resultante crescimento económico, produziram impactes alarmantes nas mais diversas sociedades.

O desenvolvimento vinculado, quase exclusivamente, à prosperidade económica, direcionou a sociedade e fê-la adotar estilos de vida pouco responsáveis, com repercussões preocupantes sobre o meio ambiente.

Como forma de lidar com as problemáticas e questões associadas à consequente crise ambiental, a Organização das Nações Unidas reuniu vários chefes de estado na United Nations Conference on the Human Environment, também denominada de Stockholm Conference, na Suécia em 1972. É de evidenciar que esta foi a primeira convenção mundial onde foram debatidos os temas referentes aos impactes ambientais e foram lançadas as premissas que viriam a definir o conceito de desenvolvimento sustentável.

No seguimento desta iniciativa, a Assembleia Geral das Nações Unidas destacou a primeira-ministra Norueguesa Gro Harlem Brundtland para a desafiante tarefa de conceção de uma agenda mundial reformuladora, baseada em ações de promoção para um desenvolvimento mais sustentável e a reestruturação do quadro económico mundial (Brundtland, 1987, p.5):

“The challenge of finding sustainable development paths ought to provide the impetus - indeed the imperative - for a renewed search for multilateral solutions and a restructured international economic system of co-operation. These challenges cut across the divides of national sovereignty, of limited strategies for economic gain, and of separated disciplines of science.” (Brundtland, 1987, p.6).<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Tradução livre da autora: “O desafio em encontrar os caminhos rumo ao desenvolvimento sustentável deve forçosamente proporcionar uma procura renovada de soluções multilaterais e um sistema económico de cooperação internacional reestruturado. Estes desafios cruzam os limites das soberanias nacionais, as limitadas estratégias de ganho económico e a separação entre as disciplinas científicas.” (Brundtland, 1987, p.6).



003. United Nations Conference on the Human Environment, Estocolmo, Suécia. Uma vista geral da reunião de abertura da conferência, UN Photo/Yutaka Nagata, 1972.

O relatório de Brundtland, intitulado também de *Our Common Future*, foi o documento publicado na sequência da World Commission on Environmental and Development em 1987, que definiu objetivos, estratégias e procedimentos concretos, para uma realidade mais ambientalmente sustentável.

O conceito de desenvolvimento sustentável foi apresentado e clarificado como sendo aquele “[...] que procura satisfazer as necessidades presentes sem comprometer a capacidade para as futuras gerações atenderem às suas próprias necessidades.” (United Nations, 1987, p.16), dando ênfase à inevitabilidade de uma mudança no modelo de desenvolvimento estipulado pelos países industrializados.

A reconfiguração do que deveria ser o vínculo entre o homem e a natureza passa a ser um tópico pertinente, e o caráter efêmero dos recursos naturais é hiperbolizado como nota de alerta para a preservação ambiental mundial.

Assegurar as condições básicas do ser humano, através do combate ao fenómeno de pobreza mundial foi outro dos tópicos de discussão.

Os resultados alcançados com a Conferência de Estocolmo, impulsionaram as bases que viriam a constar na elaboração da United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), também denominada de Rio 92 ou ECO-92, realizada no Rio de Janeiro, Brasil, em 1992.

Esta convenção reuniu representantes de 178 Estados com o intuito de deliberar motes de magnitude mundial, associados a problemáticas do desenvolvimento e do meio ambiente.

O documento resultante desta cimeira das Nações Unidas denominado de Agenda 21, foi elaborado pelos países participantes, visando o comprometimento dos mesmos a refletirem sobre as consequências socioambientais resultantes das ações dos governos, empresas e organizações não-governamentais.

Esta iniciativa ficou marcada pela sua dimensão holística, abrangendo temas sensíveis como a preservação dos recursos naturais e a mudança da mentalidade político-económica em prol de um desenvolvimento mais sustentável.

Ambicionava-se a implementação da Agenda 21 à escala mundial, num esforço conjunto entre entidades políticas internacionais e nacionais,



004. United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, Brasil. Preparação da sala do Plenário para a abertura da Conferência e a chegada dos delegados, UN Photo/Michos Tzovaras, 1992.

governos e a própria sociedade, na mitigação das ações predadoras da humanidade face ao meio ambiente. Preparar o globo terrestre para a viragem do século era vital para o delinear do caminho em direção a um novo paradigma:

“Agenda 21 addresses the pressing problems of today and also aims at preparing the world for the challenges of the next century. It reflects a global consensus and political commitment at the highest level on development and environment cooperation.” (United Nations, 1992, p.3).<sup>2</sup>

Após a ECO-92, e como resultado da United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), a assinatura do Protocolo de Quioto em 1997 delimitou metas para a redução da emissão dos gases com efeito estufa (GEE) para a atmosfera.

Os países que mais contribuía para o agravamento do fenómeno do aquecimento global comprometeram-se a restringir as emissões gasosas nocivas ao meio ambiente, num acordo de responsabilidades coletivo.

É de frisar que o convênio não foi linear, uma vez que a Comunidade Europeia e respetivos Estados-membros poderiam optar por diminuir a sua pegada de carbono conjuntamente. Assim, aos diferentes países da União Europeia foi atribuída uma determinada percentagem/quota que, reunidas, resultariam no número percentual correspondente ao volume de emissão de carbono a ser mitigada pela Comunidade Europeia.

Esta cimeira aspirou a um esforço mundial no combate à destruição da atmosfera, com o pressuposto de um trabalho de equipa com vista ao desenvolvimento de um mundo melhor:

“Climate change is a global problem that requires a global response embracing the needs and interests of all countries. The United Nations Framework Convention on Climate Change, which came into effect in 1994, and its Kyoto Protocol that came into effect in 2005 – sharing the objective of the Convention to stabilize

<sup>2</sup> Tradução livre da autora: “A Agenda 21, além de abordar os problemas da atualidade, procura preparar o mundo para os desafios do próximo século. Esta iniciativa reflete o consenso mundial e o mais alto compromisso político em prol do desenvolvimento e cooperação ambiental.” (United Nations, 1992, p.3).



atmospheric concentrations of greenhouse gases – enable such a global response to climate change.” (Boer, 2008, p.4).<sup>3</sup>

Não obstante a importância deste protocolo, é conveniente refletir sobre a opção da Comunidade Europeia em diminuir as suas emissões de carbono em conjunto. Os países mais desenvolvidos, cujos ganhos económicos dependem em grande parte da atividade industrial, propuseram a sua união com os demais, sob o pretexto da mitigação conjunta da pegada ecológica da União Europeia. Ainda que, em parte, o propósito seja realmente em prol do meio ambiente, não podemos deixar de constatar a tentativa ilusória dos países mais desenvolvidos que se aproveitam, notoriamente, do facto dos mais pobres não emitirem tamanha quantidade de carbono para a atmosfera.

Aquando da viragem do século, em setembro do ano 2000, a ONU reuniu os vários chefes de Estado e do Governo no âmbito do projeto Millennium Summit, no qual os Estados-membros aprovaram o documento relativo ao cumprimento dos *Millennium Development Goals* (MDGs) até 2015. Os 8 objetivos aspiravam a cooperação entre os países desenvolvidos e em vias de desenvolvimento, no combate às adversidades mundiais, nomeadamente à erradicação da pobreza e à implementação do ensino primário à escala mundial.

Em 2002, as Nações Unidas reforçaram os objetivos da Conferência do Rio 92, com a nova iniciativa World Summit on Sustainable Development (WSSD), frequentemente intitulada de Rio+10. Este fórum de discussão, realizado em Joanesburgo na África do Sul, apelava uma vez mais à parceria dos países em prol de um progresso sustentável. O principal propósito era o de reforçar o empenho conjunto dos mesmos no cumprimento das metas da Agenda 21, nomeadamente, o combate à pobreza, a salvaguarda do meio ambiente e a gestão dos recursos naturais:

“The United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), held in Rio de Janeiro in 1992, provided the fundamental principles and the programme of action for achieving sustainable development. We strongly reaffirm our

<sup>3</sup> Tradução livre da autora: “As mudanças climáticas são um problema à escala mundial que requer uma resposta global em prol dos interesses e necessidades de todos os países. A Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança Climática, que entrou em vigor em 1994, e o seu respetivo Protocolo de Quioto efetivo em 2005 – ao compartilharem o objetivo da Convenção de estabilizar as concentrações de gases de efeito de estufa na atmosfera – permitiram uma resposta global face à mudança climática” (Boer, 2008, p.4).



006. O Presidente da África do Sul, Thabo Mbeki, recebe os delegados na World Summit on Sustainable Development no Ubuntu Village, 2002, UN Photo.

commitment to the Rio principles, the full implementation of Agenda 21 and the Programme for the Further Implementation of Agenda 21.” (United Nations, 2002, p.2).<sup>4</sup>

Mais recentemente, em 2012, a United Nations Conference on Sustainable Development, ou Rio+20, que teve lugar no Rio de Janeiro, no Brasil, reuniu chefes de Estado de 192 países numa discussão em prol do reforço na salvaguarda do planeta:

“We, the Heads of State and Government and high-level representatives, having met at Rio de Janeiro, Brazil, from 20 to 22 June 2012, with the full participation of civil society, renew our commitment to sustainable development and to ensuring the promotion of an economically, socially and environmentally sustainable future for our planet and for present and future generations.” (United Nations, 2012, p.7).<sup>5</sup>

Os dados seguintes à conferência evidenciam um esquema de reformulação da política ambiental global, a análise das lacunas na implementação de acordos anteriores, e por fim, a asserção dos desafios que o homem terá de enfrentar no novo milénio. Tendo como base temas como a construção de uma economia verde e a definição de um quadro institucional, é de salientar o esforço da Organização das Nações Unidas ao criar uma nuvem de pressão global entre os vários países. Apesar da renovação dos compromissos traçados anteriormente se apresentar como uma etapa essencial na rememoração do cenário de crescente inquietude ambiental, note-se que desde o ano de 2002 até 2012 a aplicação de medidas e resultados obtidos continuaram a ser escassos.

<sup>4</sup> Tradução livre da autora: “A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED), realizada no Rio de Janeiro em 1992, forneceu os princípios fundamentais e concebeu o programa de ação para o alcance do desenvolvimento sustentável. Reafirmamos o compromisso com os princípios do Rio, a implementação absoluta da Agenda 21 e o programa para a posterior implementação da Agenda 21.” (United Nations, 2002, p.2).

<sup>5</sup> Tradução livre da autora: “Nos, os chefes de Estado e Governo e representantes de alto calibre, tendo nos reunido no Rio de Janeiro, Brasil, de 20 a 22 de junho de 2012, com a plena participação da sociedade civil, renovamos o nosso compromisso perante o desenvolvimento sustentável e asseguramos a promoção de um futuro economicamente, socialmente e ambientalmente sustentável para o nosso planeta e para as presentes e futuras gerações.” (United Nations, 2012, p.7).



No passado ano de 2015, foram definidos no seio da ONU os *Sustainable Development Goals* (SDGs), numa convenção em Nova Iorque, nos Estados Unidos da América. As 17 metas estabelecidas foram desenvolvidas como permuta aos anteriores objetivos do milénio:

“The 17 Sustainable Development Goals and 169 targets which we are announcing today demonstrate the scale and ambition of this new universal Agenda. They seek to build on the Millennium Development Goals and complete what they did not achieve. They seek to realize the human rights of all and to achieve gender equality and the empowerment of all women and girls. They are integrated and indivisible and balance the three dimensions of sustainable development: the economic, social and environmental.” (United Nations, 2015, p.1).<sup>6</sup>

Os vários líderes mundiais presentes acordaram com a nova agenda, onde motes como o combate à pobreza e o empoderamento da prosperidade económica, social e ambiental foram debatidos perante o quadro previsto para o ano de 2030. O documento que resultou da cimeira é conhecido como *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*, o qual se compromete a abraçar um esquema de ação a favor da prosperidade mundial na construção do novo milénio.

Ainda no mesmo ano, decorreu na cidade de Paris em dezembro a 21.<sup>a</sup> sessão anual da Conference of the Parties (COP 21), relativa à redução das emissões dos gases nocivos para o planeta. O tratado, que procura atenuar os efeitos do aquecimento global em menos 2 graus Celsius até ao ano de 2100, foi aprovado pela maioria dos países, entrando em vigor a partir de 2020. Enquanto que no Kyoto Protocol, aos países comprometidos com o mesmo, era estabelecida uma percentagem meta para a diminuição da sua pegada de carbono, na COP 21 nenhum valor percentual terá sido afixado até ao momento.

Para se reconstituir o que deveria ser o normal desenvolvimento do planeta Terra, terá de se encontrar um equilíbrio entre a dimensão social,

<sup>6</sup> Tradução livre da autora: “Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável e as 169 metas que hoje estamos a anunciar demonstram a escala e ambição desta nova Agenda universal. Eles procuram desenvolver os Objetivos de Desenvolvimento do Milénio e completar o que não conseguiram atingir. Eles procuram compreender os direitos humanos de todos e alcançar a igualdade de género e o empoderamento de todas as mulheres e raparigas. Eles são integrados e indivisíveis e equilibram as três dimensões do desenvolvimento sustentável: a económica, a social e a ambiental.” (United Nations, 2015, p.1).



008. Fumo, Calcutá, Índia, Maciej Dakowicz, 2016.

ambiental e política. Não obstante a inevitabilidade da evolução científica e social é essencial que “[...] a manutenção do necessário equilíbrio entre o meio ambiente e as atividades humanas, se estabeleça numa relação entre necessidades e capacidade de suporte e resposta do meio natural.” (Amado *et al*, 2015, p.13).

Este novo modo de ver o futuro implica, para além do contributo dos representantes dos mais altos cargos políticos, a colaboração de toda a sociedade. É fundamental esta tomada de consciência mundial perante os obstáculos ao desenvolvimento sustentável, sendo que esta se apresenta como o primeiro passo para a reformulação das ações nocivas do homem perante o nosso ecossistema. Reorientar o curso da atual realidade ambiental implica que o ser humano abrace a evolução consciente, ou seja, o progresso que assuma o meio natural como um alicerce e não como um meio de exploração contínuo.

Um dos mais célebres pensamentos de Mahatma Gandhi<sup>7</sup> já anunciava a "chave" para o habitar num mundo melhor. Resta atentar às suas palavras e reajustar as condutas insustentáveis da humanidade: “Be the change that you wish to see in the world”<sup>8</sup>.

<sup>7</sup> Mahoandas Karamchand Gandhi, mais conhecido por Mahatma Gandhi, foi um pacifista indiano que ficou conhecido por liderar o Movimento pela Independência da Índia com o seu projeto de não violência.

<sup>8</sup> Tradução livre da autora: “Sê a mudança que desejas ver no mundo”.



009. Uma rua movimentada em Calcutá, na Índia, reflete a iminente ameaça de superpopulação, que irá sobrecarregar ainda mais os recursos já em oferta limitada, Randy Olson, National Geographic Creative.

## 1.2. ARQUITETURA VERDE

Compreender na íntegra conceitos como desenvolvimento sustentável e construção sustentável apresenta-se como fundamental na procura do real sentido do termo sustentabilidade.

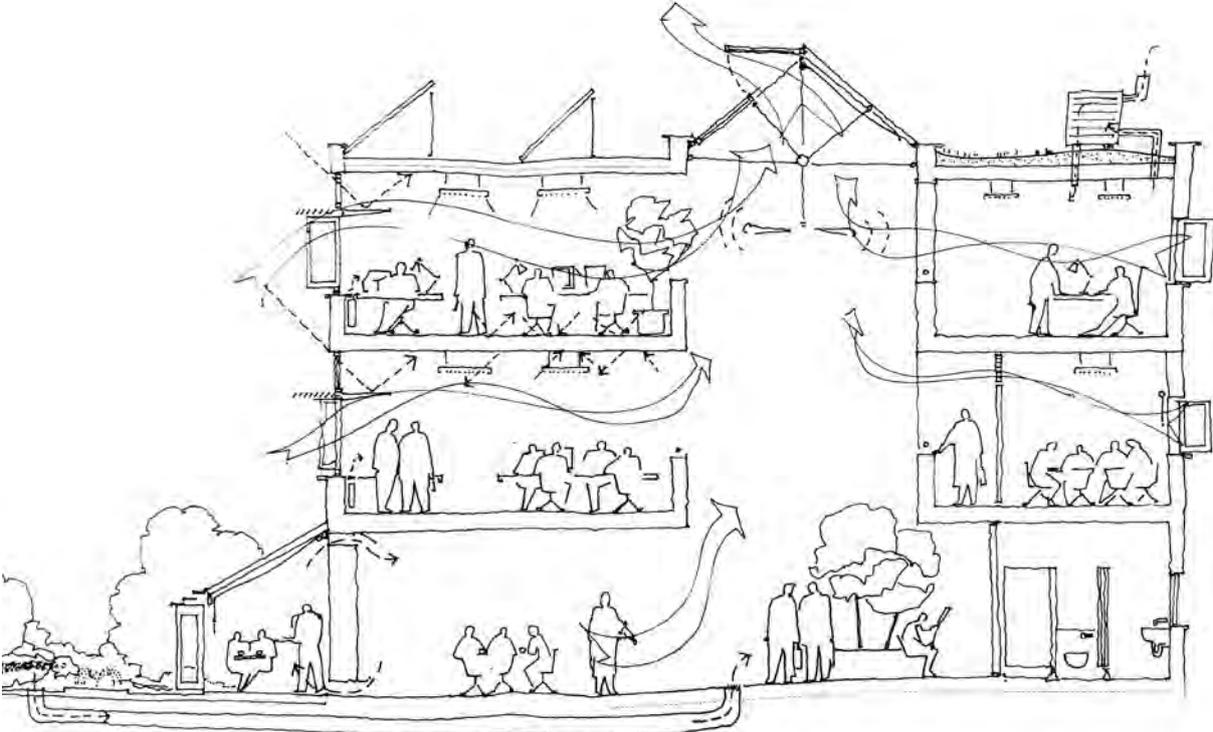
A importância dada a este tema é um reflexo da tomada de consciência da sociedade, ao deparar-se com a evolução irregular do ecossistema, onde os recursos naturais correm sérios riscos de esgotamento, já que não são repostos ao mesmo ritmo que o ser humano os consome (Vasconcelos, 2016, p.1).

A sustentabilidade implica a perceção do mundo como um firmamento sensível, em que cada ato inconsciente por parte do homem tem implicações graves no futuro, dado que os recursos e a capacidade de absorção de resíduos são limitados. Quando relacionamos este termo com arquitetura, é pertinente considerar a construção de um edifício como um ato cíclico, ou seja, este inicia-se com a fabricação e extração dos materiais constituintes e termina com a demolição ou reutilização dos mesmos (Gausa, 2003, p.563). A circularidade desta economia edificatória é importante e incontornável.

A **arquitetura verde**, ou **arquitetura sustentável** como é usualmente denominada, refere-se a métodos e estratégias para a conceção de um projeto de índole sustentável. A palavra “verde” aparece vinculada ao ato projetual, não se restringindo somente a qualificar a arquitetura amiga do ambiente, sabendo-se que esta engloba diferentes vertentes ao longo do processo projetual:

“A referência ao “verde” tem a sua razão de ser. À tríade vitruviana que integra a comodidade, a solidez e a “beleza” postulamos a adição de um quarto ideal: restitutas ou restituição, restauração, restabelecimento: segundo o qual o acto de edificar valoriza o meio ambiente, local e global, num sentido ecológico e não só visual.” (Quintanilha, 2001).

Invoca-se, portanto, o modelo de **economia circular**, segundo o qual se pressupõe a otimização dos bens e serviços no decorrer dos ciclos de vida. A cidade e as arquiteturas edificadas devem incorporar esta nova circularidade de processos.



010. "O Edifício Verde".

É inquestionável a importância da redução dos consumos energéticos, visto serem um dos fatores que mais contribuem para a presente crise ambiental. É legítima a relevância dada à implementação de estratégias para redução dos impactos sobre o meio ambiente relacionadas com as áreas do projeto, construção e com a própria fruição dos edifícios pelos seus habitantes, sendo que as “[...] últimas compreendem a produção de resíduos, os materiais e os sistemas de construção, bem como o consumo de recursos naturais, designadamente a água, a vegetação e a solo.” (Ordem dos Arquitectos, 2001, p.4).

A procura da otimização dos recursos naturais e sistemas que visam a minimização dos impactos ambientais e sociais é umas das premissas principais em construções intituladas de “ambientalmente amigáveis”. O foco dominante passa por prevenir as agressões desnecessárias sobre o meio natural durante a fase de construção. A arquitetura verde é direcionada para a otimização dos processos de construção utilizados, bem como a redução dos resíduos produzidos e a diminuição dos consumos de energia no edificado, durante as fases de edificação, uso, operabilidade e posteriores processos de desmontagem e reutilização ou reciclagem.

Em modo de esquema, sintetizamos os princípios base da arquitetura verde, que passamos a enumerar (Amado *et al*, 2015, p.54):

- Análise do local de implantação do edificado, no âmbito de obtenção do máximo desempenho e menor impacto ambiental, a partir da adequação bioclimática e do desenho da geometria da forma;
- Triagem dos materiais de construção a utilizar, já que é mais benéfico a utilização dos que incorporam consumos energéticos reduzidos ou a incorporação de resíduos de construção na sua manufatura;
- Redução dos consumos energéticos, compensando a contenção com o recurso a fontes de energia preferencialmente renováveis, de produção local;
- Minimização do balanço energético final, considerando todo o ciclo de vida do edificado;
- Preocupação no cumprimento dos requisitos base de conforto higrotérmico interno do edifício e qualidade do seu ar interior.

Assim sendo, podemos concluir que a promoção de uma arquitetura sustentável terá repercussões muito positivas na sua globalidade.



Sublinham-se as qualidades de uma arquitetura otimizada que englobam contributos naturais que ultrapassam largamente a sua substituição ou emulação baseada em soluções meramente tecnológicas.

A respeito dos inevitáveis custos em obra, eles dependem sobretudo das estratégias de projeto e tecnologias adotadas, sabendo-se que, geralmente, o investimento adicional é recuperado logo nos primeiros anos de uso dos edifícios.

Mais do que uma nova vertente, a arquitetura sustentável representa a iminência da preservação do planeta Terra. Esta nova terminologia técnica simboliza o desafio de criar e olhar o que nos circunda de uma forma consciente e sensível, num esforço constante de respeito perante o meio ambiente e as pessoas que nele habitam.

Não obstante a importância da introdução de novas tecnologias no edificado, é fundamental perceber que apenas a consolidação destas com o saber poderão contribuir para a salvaguarda do planeta.

Por fim, ainda que tudo o que a arquitetura otimizada representa se pudesse reduzir à *performance* termodinâmica dos edifícios, o que não se constitui de modo algum uma verdade ou salvaguarda suficiente, só por si este fator já representa um ganho de eficiência notável. Talvez por isso, se possa explicar a quase absoluta e isolada colagem do conceito de construção sustentável à ideia de redução de consumos energéticos.

Sabemos e devemos assumir que se trata de um problema muito mais amplo de fluxo de massa, e que é transversal aos recursos naturais, materiais de construção, edifícios com a sua construção, operação, e processos de final de ciclo de vida.



## 1.3. CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

O setor da construção, que é um dos campos de maior peso na economia mundial, recorre sistematicamente a abordagens insustentáveis e pouco eficazes face ao efetivo problema da crise ambiental global.

A indústria da construção apresenta valores muito elevados no âmbito dos consumos ambientais e energéticos, pelo que é imperativo analisar todos os processos inerentes à atividade, de modo a evitar desperdícios durante todas as fases relativas à construção em obra (Vasconcelos, 2016, p.18). Este cenário justifica a adoção de uma construção mais ambientalmente consciente, também denominada de **construção sustentável**.

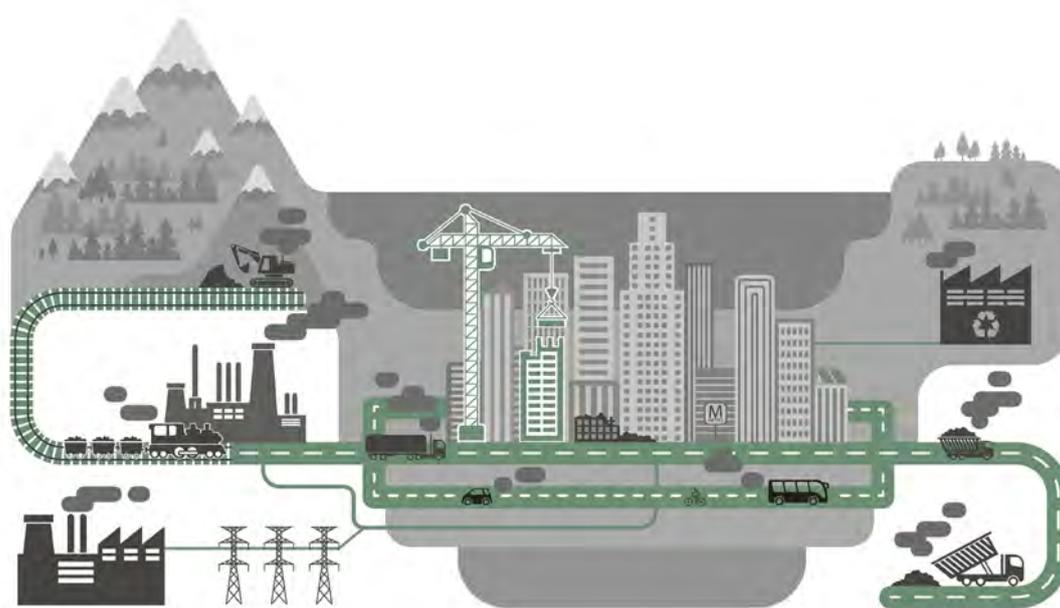
### 1.3.1. CONCEITO E PREMISSAS

Pela primeira vez introduzido por Charles Kibert<sup>9</sup>, em 1994, o conceito de construção sustentável refere-se à “[...] criação e gestão responsável de um ambiente construído saudável, tendo em consideração os princípios ecológicos (para evitar danos ambientais) e a utilização eficiente de recursos” (Kibert, 1994, p.1).

Para clarificar esta sua proposta de definição, Kibert estipula princípios fundamentais, com aplicabilidade durante o ciclo de vida do edifício e uso dos recursos naturais disponíveis (Kibert, 1994, p.7):

- Minimização e reutilização do consumo de recursos;
- Utilização de recursos recicláveis;
- Salvaguarda do meio ambiente;

<sup>9</sup> Charles Kibert é um professor holandês na M.E. Rinker Sr. School of Building Construction, College of Design, Construction and Planning na Universidade de Florida. Os trabalhos desenvolvidos por Kibert focam-se sobretudo no tema da construção sustentável.



011. Ilustração alusiva ao ciclo de vida dos edifícios.

- Eliminação de materiais tóxicos;
- Melhoramento da qualidade do ambiente construído.

A construção sustentável representa a procura pela eficiência durante o ciclo de vida do edificado, tendo como base a aplicação de métodos e técnicas de conceção com vista ao baixo impacte ambiental.

O seu propósito baseia-se na resposta aos problemas da atualidade através da mitigação das práticas ambientais insustentáveis e na aposta na rentabilização dos consumos de água e energia, igualmente como a utilização de materiais **ecoeficientes**.

Obviamente que o papel do arquiteto pressupõe a síntese das matérias construtivas aliadas ao projeto, no entanto, existem valores que vão além da *performance* do edificado. Os princípios qualitativos, nomeadamente a questão da sensibilidade e da estética do objeto são outros pontos determinantes para o trabalho do arquiteto no decorrer de um projeto, bem como a coerência na avaliação das medidas de mitigação e desempenho que resultam em soluções conflituosas, que importa equilibrar.

### 1.3.2. PERSPETIVA DO CICLO DE VIDA DOS EDIFÍCIOS

Para uma melhor compreensão daquilo que são os pré-requisitos que visam a construção dita como sustentável, mostra-se importante clarificar a perspetiva do ciclo de vida dos edifícios (CVE), que se encontra intimamente associada ao ciclo global da construção e às três dimensões da sustentabilidade: a ambiental, a social e a económica (Amado *et al*, 2015, p.58).

É, portanto, fulcral a análise minuciosa de todas as fases do CVE como forma de prever os possíveis impactes derivados das mesmas, e consequentemente definir formas de os minimizar.

A primeira fase é composta pelo projeto, sendo este o período de tempo onde são ponderadas as decisões que poderão implicar fortemente as restantes etapas do processo. Sobre os arquitetos recai a responsabilidade de definição e cálculo de soluções que minimizem os impactes ambientais logo nesta fase inicial (Cardoso, Degani, 2015, p.3).



São executados os estudos da viabilidade física, económica e financeira tal como o projeto de execução, que compila a programação das atividades construtivas a desenvolver.

Seguidamente, apresenta-se a fase de construção, a que correspondem as atividades inerentes à efetiva construção do edifício, ou seja, consiste na materialização do que foi estipulado na fase de projeto. É neste momento que são mais evidentes os impactes diretos sobre o meio ambiente, uma vez que os procedimentos levados a cabo em obra pressupõem a utilização de energia e água, o que pode resultar na emissão de gases nocivos para a atmosfera, na contaminação dos solos, entre muitos outros fatores não negligenciáveis.

A terceira etapa, a fase de operação e manutenção, compreende o estágio desde a entrada dos utilizadores no edifício até ao fim da sua fruição, compreendendo os atos de manutenção e renovação ao longo dos vários anos de utilização. As repercussões resultantes, nomeadamente, os consumos de energia, de água e de materiais, e a produção de resíduos, não são evidentes nesta etapa, já que estas se apresentam distribuídas ao longo das várias décadas de fruição do edifício.

Por último, a fase de desconstrução integra a fase da desmontagem com a reutilização ou reciclagem dos resíduos produzidos. Os impactes gerados são sobretudo ao nível energético, do ruído e das vibrações provocadas, não obstante a grande quantidade de resíduos produzidos.

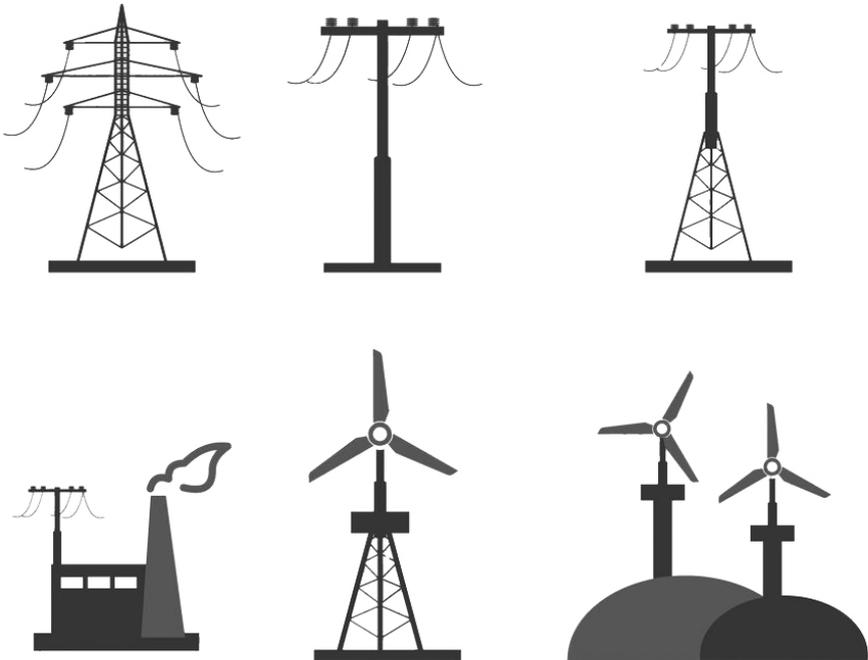
O esforço para se alcançar uma construção mais sustentável tendo em conta estas diferentes etapas do ciclo, passa pela conjugação de metodologias digitais com instrumentos de investigação em projeto vocacionados para o equilíbrio entre as diferentes dimensões da sustentabilidade:

"Existem hoje diversas ferramentas de análise de projeto/produto, tais como Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), a análise de Custos do Ciclo de Vida (CCV), e software de análise e simulação de desenho "sustentável". Contudo, estes instrumentos quando utilizados separadamente não garantem um projeto final equilibrado, uma vez que se focam apenas ou separadamente numa direção específica. Por outro lado, ao serem utilizados em simultâneo e de forma iterativa tornam-se ferramentas mais úteis para alcançar a solução de edifício que melhor equilíbrio oferece entre a dimensão social, económica e ambiental." (Amado *et al*, 2015, p.65).



No momento em que a construção deveria assentar sobretudo na requalificação do imenso parque edificado pré-existente, as exigências começam na fase de demolição ou substituição das partes desse edificado a intervir ou reabilitar. Se possível, deveria ser considerada a reutilização ou reciclagem dos resíduos de demolição na respetiva construção.

No final de contas, todas as fases correspondentes ao ciclo de vida dos edifícios focam-se no modelo de economia circular, uma vez que o objetivo central passa igualmente para otimização dos processos inerentes a todo o curso.



012. Ilustração de algumas fontes de energia.

## 1.4. ENERGIA

A energia é um fator determinante à escala da economia mundial, já que o mercado energético envolve consideráveis quantias monetárias que influenciam o produto interno bruto (PIB) de um país, Estado ou cidade.

Este setor é responsável por dois terços da emissão de gases com efeito de estufa para a atmosfera, como consequência da massiva atividade industrial desenvolvida pelo homem aliada à mobilidade e transportes (United Nations Environment Programme, 2018).

O desafio da atualidade passa por diminuir a dependência dos recursos não renováveis, como fontes produtoras de energia, estimulando novas soluções para produção da mesma em quantidades suficientes à escala mundial e, preferencialmente, a partir de fontes efetivamente renováveis.

A ONU está convicta que o recurso a fontes de energia sustentáveis são a resposta para a reformulação da vida quotidiana e economia, simultaneamente à salvaguarda do planeta (United Nations Environment Programme, 2018). É por esta razão que, em parceria com vários países, estão a direcionar forças para o apelo à otimização energética e encorajamento na utilização de recursos renováveis.

Sensibilizar os governos e a população para novas estratégias energéticas, disponibilizando informações viáveis sobre as vantagens do uso de energia limpa, representa um grande passo para uma possível reforma política e social, económica e ambiental.

A crença na utilização da energia sustentável representa o trajeto que os países terão de percorrer em prol de um melhor amanhã já que:

“With sustainable energy, countries can leapfrog over the limits of the energy systems of the past and build the clean energy economies of the future. Sustainable energy for all is an investment in our collective future.” (United Nations, 2013).<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Tradução livre da autora: “Com a energia sustentável, os países podem ultrapassar os limites dos sistemas energéticos do passado e construir as economias de energia limpa do futuro. A energia sustentável para todos é um investimento para o nosso futuro conjunto.” (United Nations, 2013).



013. Um olhar sobre a poluição, Nova York, Neal Boenzy/The New York Times, 1966.

Se considerarmos o panorama atual, as cidades, que representam uma parcela ínfima da superfície terrestre, indicam valores de consumo energético na casa dos 60% a 80%, que representam números alarmantes mencionados na Nova Agenda para o Desenvolvimento Sustentável, publicada em 2015 pela Organização das Nações Unidas.

Um olhar crítico e abrangente ao ciclo de vida dos edifícios permitiu concluir que o sector do edificado consome cerca de 40% da energia europeia, segundo dados divulgados pelo órgão responsável pela Gestão Nacional de Certificação Energética dos Edifícios (ADENE). São estes mesmos valores que a União Europeia pretende ver alterados, através da implementação da Diretiva n.º 2002/91/CE, respeitante à *Energy Performance in Buildings Directive* (EPBD).

A proposta datada de 2002 foi revista e a recente Diretiva n.º 2010/31/CE, de 2010, ambiciona fazer cumprir o propósito de uma maior eficiência com menos custos, implementando um quadro para metodologia comparativa para calcular os níveis ótimos de rentabilidade dos requisitos mínimos de desempenho energético.

Podemos sublinhar os seguintes parâmetros a ter em consideração:

- As propriedades termodinâmicas do edificado;
- A instalação apropriada de equipamento para a climatização interna e ventilação;
- A instalação de iluminação artificial e controlo da captação da radiação solar;
- As propriedades geoclimáticas da área de implantação;
- As instalações de aquecimento e de abastecimento de água aquecida;
- O desenho da geometria da forma.

A cada Estado-membro é incumbida a definição dos requisitos mínimos para o desempenho energético das edificações, tendo em consideração as diferenças entre edifícios novos e os existentes.

Um dos aspetos principais passa por assegurar que, em 2020, todas as novas construções possam ser *nearly zero energy buildings (nzeb)*, ou seja, que garantam um balanço de energia final próximo de zero.



014. Paine Solar, Mongolia, Maiko Miyazaki.

015. Energia geotérmica, Blue Lagoon, Islândia, Rita Mantarro.

É de frisar que este objetivo nacional ainda não está regulamentado, uma vez que ainda não estão estipulados os valores concretos, referentes à quantidade “quase zero”:

“Um edifício com necessidades energéticas quase nulas é aquele que apresenta um desempenho muito elevado, onde os seus gastos energéticos são cobertos por energia proveniente de fontes renováveis produzidas localmente ou nas suas proximidades.”  
(Amado *et al*, 2015, pp.39-40).

O desempenho energético dos edifícios abrange um vasto leque de questões, muitas das quais estão vocacionadas para a salvaguarda do meio ambiente, ou para as condições de habitabilidade, qualidade e conforto do ambiente interno dos edifícios.

As cidades possuem meios de combate ao dispêndio energético por meio da otimização energética, ou seja, pela diminuição dos consumos de energia e adesão a sistemas verdes (United Nations, 2015, p.19).

Um edifício eficiente em termos energéticos procura rentabilizar de forma inteligente e sustentável o recurso a fontes de energia. Deve existir um claro e eficiente balanço na relação entre a energia que é utilizada e a que se encontra disponível no meio natural.

A redução do consumo energético e o recurso a energias renováveis são algumas das estratégias mais eficientes para a limitação do consumo de combustíveis fósseis. No entanto, é importante perceber que o seu grau de efetividade energética se encontra intrinsecamente relacionado com a taxa de consumo da mesma.



## 2. SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO

“Quite simply, buildings are at the epicenter of our sustainable urbanization efforts that will determine our current and future health.” (Allen *et al*, 2017, p.5).<sup>11</sup>

Graças à tomada de consciência perante as problemáticas ambientais na década de 70 do século XX, os discursos públicos de esclarecimento do conceito de desenvolvimento sustentável foram-se intensificando, permitindo assim descortinar novos horizontes para as áreas da construção e arquitetura.

As cidades passaram a ser encaradas como um meio para a mitigação dos seus próprios impactes ambientais, já que a análise do ciclo de vida dos edifícios assegurava o potencial de otimização dos vários processos aliados às diferentes etapas do curso. Segundo esta lógica de salvaguarda do meio natural, são estipulados planos de aproveitamento de recursos e de eficiência energética, não obstante um fator de grande peso, o investimento e respetivo lucro económico:

“Inicialmente, o desenvolvimento de sistemas de avaliação ambiental da construção foi, em grande parte, um exercício de estruturação de uma série de conhecimentos e considerações, numa abordagem prática, evitando uma nova pesquisa. Com a progressiva assunção da importância ambiental e do conceito de sustentabilidade na construção, surgiram, na década de 90, o conceito de construção sustentável e as orientações para a sua implementação, avaliação e reconhecimento das características ambientais da construção, em especial no edificado.” (Pinheiro, 2006, p.148).

<sup>11</sup> Tradução livre da autora: “Muito simplesmente, os edifícios estão no epicentro de nossos esforços de urbanização sustentável que irão determinar a nossa saúde atual e futura.” (Allen *et al*, 2017, p.5).



Esta nova perspectiva debruça-se sobre a conceção do edificado, viabilizando a pertinência do desenvolvimento de modelos de avaliação e certificação de desempenho ambiental. Estes esquemas apesar de, alegadamente, se apresentarem como bastante frutíferos na estipulação de uma nova equação ambiental, é fundamental que, antes de mais se compreendam na íntegra os seus benefícios, ambições e limitações (Ascenso, 2013, p.7).

Independentemente do sistema de certificação implementado ser obrigatório ou não em determinado país, o objetivo principal passa sempre pela redução dos impactes no meio ambiente através da criação de bases de atuação focalizadas em diferentes frentes. A análise do ciclo de vida dos edifícios é assim o mote de partida, através do qual são criados conceitos e diretrizes que já pressupõem todas as etapas deste curso, começando na fase de projeto e terminando na fase de demolição (Andrade *et al*, 2013, p.349).

Nos sistemas privados, o esquema estrutural desmonta-se em diferentes categorias, com importâncias diversas, de dimensão funcional, económica, social e ambiental (Amado *et al*, 2015, p.228). A estas está vinculada uma determinada classificação, com valores específicos para o totalizar de uma dada pontuação, culminante na obtenção de possíveis selos sustentáveis.

Os requisitos mínimos atendem a fatores do foro construtivo, climático e ambiental, não obstante a importância de considerar a correlação entre o edifício e a sua envolvente urbana e ambiental (Leite, 2011, p.20).

Os vários esquemas de certificação das diferentes instituições contemplam características próprias, podendo compreender parâmetros comuns ou divergentes, dependentemente do país ou região onde se atua. A importância concedida a determinada categoria acaba por espelhar o grau de relevância dado pela entidade relativamente a uma área concreta, ou seja, os indicadores de desempenho podem ser variados consoante as problemáticas ambientais a que se quer dar ênfase. Os pré-requisitos contemplados em algumas das categorias são de carácter obrigatório pelo que, sem o seu cumprimento, o edifício nunca poderá alcançar uma apreciação positiva.

Os rótulos obtidos, que viabilizam a *performance* do edificado, operam hoje como uma espécie de imagem de marca, estimulando assim a propagação de uma complexa rede de *marketing* verde. Apesar de, alegoricamente, esta relação comercial nunca ter sido o foco principal, a mensagem acaba por se dissipar, e a ambição de conceber edifícios ambientalmente amigáveis torna-se cada vez mais desejável.



## 2.1. AMBIÇÕES E BENEFÍCIOS

Dado que os modelos de avaliação e certificação de desempenho ambiental surgem da necessidade de implementação de um desenvolvimento mais sustentável, podemos compreender que um dos seus enfoques principais passa pela consciencialização coletiva daqueles que diretamente ou indiretamente interferem no processo arquitetónico e construtivo do edificado.

Para possibilitar uma relação interdependente entre as dimensões ambientais, sociais e económicas, estes sistemas moldam-se às necessidades de hoje, por intermédio de um esquema metodológico complexo que assegura a sustentabilidade no decorrer do ciclo de vida do parque edificado.

Procura-se, deste modo, enfatizar a importância da preservação ambiental, disponibilizando técnicas e metodologias para a mitigação dos impactos negativos, gerados pelo setor construtivo. A ambição do arquiteto deve passar pelo aumento da comodidade e bem-estar dos seus usuários ao coabitarem num ambiente mais rentável e saudável.

Naturalmente, o custo inicial de um empreendimento com estas faculdades é mais elevado, no entanto, com o decorrer do tempo, o investimento é reembolsado e os benefícios tornam-se efetivamente mais evidentes. A médio e longo prazo, denotam-se uma série vantagens, nomeadamente: “[...] a economia da energia, água e materiais, a utilização de materiais reutilizáveis de origem natural e local, a redução das emissões poluentes, a reciclagem de resíduos associados ao ciclo de vida das construções e o aumento do ciclo de vida das construções.” (Amado e Sousa, 2012, p.4).

A ostentação de um selo de certificação ambiental beneficia inevitavelmente a imagem do edifício e das entidades envolvidas. A construção erigida torna-se, por conseguinte, mais fiável, na medida em que a redução dos recursos naturais e dos custos de produção foram realmente equacionados no decorrer de todo o processo.



016. Logotipo do sistema voluntário de certificação BREEAM.

## 2.2. ESPECTRO DE SISTEMAS DE AVALIAÇÃO

Sendo o espectro de sistemas de avaliação tão abrangente, e dada a impossibilidade de reconhecimento de todos na sua íntegra, mencionam-se alguns com relevância no panorama atual: os sistemas BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), Passivhaus e LiderA (Sistema Voluntário para Avaliação da Construção Sustentável).

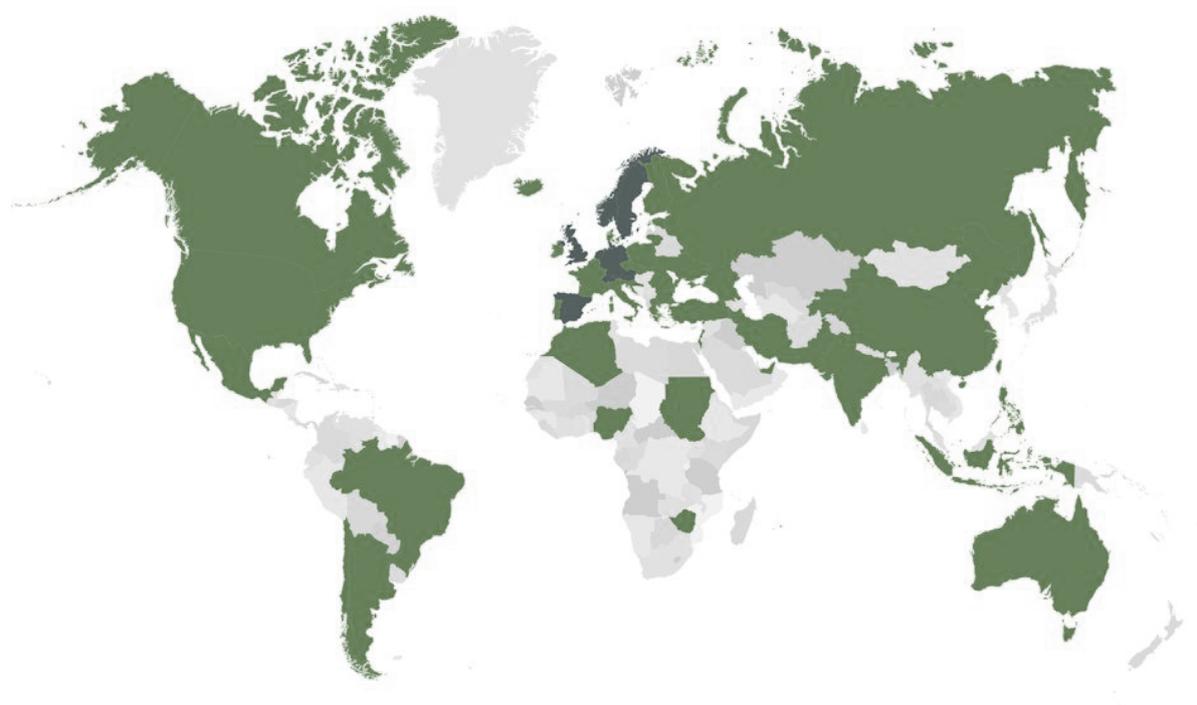
No decorrer da pesquisa a ser desenvolvida, os esquemas de certificação selecionados em cima irão ser analisados no âmbito de serem apurados os seus atributos/características, vantagens e desvantagens, tal como a sua efetiva aplicabilidade real. Os diferentes sistemas focam-se mais incisivamente numa determinada componente ou componentes (nomeadamente a energética, a ambiental ou a de gestão de recursos), pelo que se torna justificável o estudo das suas premissas e adaptabilidade a contextos diversos.

### 2.2.1. BREEAM

Desenvolvido pela Building Research Establishment Ltd (BRE), o sistema voluntário de certificação BREEAM foi divulgado pela primeira vez no Reino Unido em 1990. Considera-se que este foi o primeiro modelo de orientação ambiental e energético criado no âmbito da classificação e certificação de um edifício relativamente à sua índole sustentável.

Apesar do seu propósito inicial contemplar exclusivamente as condições locais do Reino Unido, atualmente já existem novas versões que contemplam diferentes cenários territoriais. Esta atualização no sistema permitiu a sua maior utilização à escala internacional pelo que até ao momento já é aceite em 77 países (BREEAM, 2018).

A aplicabilidade do sistema é bastante ampla, não se restringindo a edifícios de uma única função ou utilização. Sendo assim, apresenta-se “[...] composto por oito ferramentas específicas, abrangendo as vivendas, os edifícios de apartamentos, os hospitais, as prisões, os edifícios de escritório, as escolas, os edifícios industriais e os edifícios fora do Reino Unido.” (Ascenso, 2013, p.10).



017. A utilização do BREEAM no mundo.

O sistema prevê a avaliação do edificado independentemente de este ser uma construção nova ou pré-existente. A questão central para a utilização do BREEAM é a abordagem utilizada que, por indicação da norma, tem de ser diferente para serem alcançados resultados ambientalmente amigáveis:

“Para novos edifícios, a avaliação sustenta-se na examinação de parâmetros de desempenho ambiental e são consideradas questões relacionadas com as fases de projecto e de execução. Para os edifícios existentes (e em uso), a avaliação baseia-se em questões relacionadas com a fase de utilização e gestão do edifício.” (Amado *et al*, 2015, p.230).

O BREEAM é um modelo em constante mutação e evolução, tendo recentemente desenvolvido novas adaptações do sistema, designadamente: a *EcoHomes*, para habitações; o *Offices*, para escritórios; o *Industrial BREEAM* para complexos industriais; o *BREEAM Retail*, para edifícios comerciais e o *Bespoke BREEAM*, com aplicabilidades em edifícios diversos, como por exemplo escolas e hospitais (BREEAM, 2018).

Relativamente à avaliação efetuada, os níveis de sustentabilidade encontram-se divididos em categorias díspares, com peso variável e respetiva percentagem meta, vocacionadas para diferentes frentes de atuação (BREEAM, 2018):

- Energia (19%) - encorajam-se soluções construtivas energeticamente eficientes e a redução das emissões de CO<sub>2</sub>;
- Saúde e bem-estar (15%) - apela-se à construção de um ambiente interno e externo saudável, com vista ao conforto e salvaguarda dos seus usuários;
- Materiais (12,5%) - procura-se a redução dos impactos dos materiais na obra tal como a seriação dos que pressuponham menos repercussões ambientais;
- Gestão (12%) - incentiva-se à ponderação dos aspetos globais relativos ao ciclo de vida dos edifícios e a todos os procedimentos ambientais envolvidos;
- Inovação (10%) - providencia-se a oportunidade de destaque por meio da inovação nas soluções arquitetónicas e construtivas apresentadas;
- Poluição (10%) - alerta-se para a prevenção e controlo da poluição nomeadamente na água;



018. Sede europeia da Bloomberg, da autoria da firma de arquitetos Foster + Partners. Obteve o selo BREEAM *outstanding*. Envoltente exterior do edifício, Londres, Reino Unido, Nigel Young, 2017.

019. Sede europeia da Bloomberg, da autoria da firma de arquitetos Foster + Partners. Fachada exterior do edifício, Londres, Reino Unido, Nigel Young, 2017.

- Ocupação do solo e Ecologia local (10%) - encoraja-se a utilização sustentável do território, através da relação interdependente entre a apropriação urbana e o meio ecológico;
- Transporte (8%) - incentiva-se o desenvolvimento ou contemplação de redes de transportes públicos nos projetos;
- Resíduos (7,5%) - alerta-se para a importância da gestão dos resíduos resultantes;
- Água (6%) - encoraja-se o uso sustentável da água e a minimização de perdas.

Com o cumprimento de certos requisitos e respetiva ponderação final, segue-se a atribuição de uma percentagem que permite determinar a categoria e índice de desempenho ambiental do edifício em questão (BREEAM, 2018):

- *Unclassified* (inferior a 30%);
- *Pass* (entre 30 a 45%);
- *Good* (entre 45 a 55%);
- *Very Good* (entre 55 a 70%);
- *Excellent* (entre 70 a 85%);
- *Outstanding* (superior a 85%).

Muitas autoridades locais e governamentais do Reino Unido já requerem o uso obrigatório do sistema BREEAM em edificações novas, devendo ser obtida uma classificação mínima de *Very Good*, facto que comprova a qualidade e efetividade do edifício (Parker, 2012, p.3).

O BREEAM pretende continuar a evoluir no campo da sustentabilidade, apostando em novos parâmetros de avaliação para o futuro. Várias novas categorias já estão a ser equacionados para ser definida ou estipulada uma mais complexa avaliação BREEAM:



020. Logotipo do sistema voluntário de certificação LEED.

021. A utilização do LEED no mundo.

“In the future, BRE intends to further develop the certification scheme to include quality of life issues such as views, landscape, connections to nature (through biophilic design) and biological rhythms (through circadian lighting). Another aspect to be included concerns indoor and outdoor environments that encourage healthier lifestyles.” (Schoof, 2018, p.36).<sup>12</sup>

### 2.2.2. LEED

A United States Green Building Council (USGBC) lançou em 1994, nos Estados Unidos da América (EUA), o esquema de avaliação de sustentabilidade LEED. Este sistema de certificação voluntário é correntemente o mais utilizado e divulgado no mundo para a conceção de edifícios verdes, tendo sido desenvolvido por meio de um processo consensual que providencia a verificação do edificado por meio de terceiros (Duran, 2011, p.120).

O LEED procura implementar metodologias para projetos e construções sustentáveis, viabilizando o desenvolvimento de técnicas durante o ciclo de vida dos edifícios, mais incidentemente durante a fase de projeto, construção e operação e manutenção.

<sup>12</sup> Tradução livre da autora: “No futuro, o BRE pretende continuar a desenvolver o esquema de certificação de forma a incluir aspetos relacionados com a qualidade de vida, nomeadamente, a vista, a paisagem, a ligação à natureza (através do *design* biofílico) e os ritmos biológicos (através da iluminação circadiana). Outro aspeto a ser incluído diz respeito aos ambientes internos e externos que encorajam estilos de vida mais saudáveis.” (Schoof, 2018, p.36).



022. Áreas de avaliação da sustentabilidade no sistema LEED.

A sua estruturação possibilita o intercâmbio de conceitos de construção sustentável de forma bastante abrangente, através de uma rede complexa que engloba todos os intervenientes diretos e indiretos na obra. Assim sendo, este sistema ambiciona reformular a indústria do edificado com base num critério de avaliação comum, que promova construções de *design* verde e ecoeficientes. (Amado *et al*, 2015, p.233).

Os sistemas de análise desenvolvidos pelo Green Building Rating System retratam a vontade da corporação em contribuir para o equilíbrio do ecossistema, relativamente à dimensão social, ambiental e económica:

“O LEED procura fazer o link entre o desenvolvimento ambiental de edifícios e seus relativos custos no decorrer de seu ciclo de vida, uma vez que as aceitáveis soluções e tecnologias indispensáveis a uma edificação certificada só se viabilizam quando se entendem os benefícios e os retornos financeiros dentro de um período que seja aceitável para os investidores.” (Andrade *et al*, 2013, p.349).

À medida que o esquema de avaliação foi evoluindo, diversos foram os ajustes efetuados para uma melhor moldagem ao meio ambiente e ao setor do mercado. Prova disso são as diversas versões e atualizações do LEED já desenvolvidas, podendo ser destacadas o *Building Design and Construction* (BD+C), *Interior Design and Construction* (ID+C), *Building Operations and Maintenance* (O+M), *Neighborhood Development* (ND) e o *Homes* (Homes) (IFMA Foundation, 2015, p.6).

As suas adaptações a ambientes diversos, fora do perímetro dos EUA, levaram ao seu reconhecimento e utilização internacional, nomeadamente em países da América do Sul, Europa e Ásia (LEED|USGBC, 2018).

Respeitante à metodologia de avaliação da certificação LEED, o edifício em questão terá de respeitar determinados requisitos pré-estabelecidos pelo próprio sistema, que depois se converterão em pontos obtidos nos parâmetros das diferentes áreas de avaliação da sustentabilidade (LEED|USGBC, 2018):

- Energia e Atmosfera (35 pontos) - encoraja-se a redução energética através de uma estratégia de *design* que contemple o uso eficiente de energia, tal como o recurso a fontes de energia renováveis;
- Localização e Transporte (26 pontos) - apela-se a escolhas sensatas relativamente à localização do edificado, que possam contemplar opções de transporte alternativo e ligação a áreas de lazer e ócio;



023. Academy of Sciences, da autoria da firma de arquitetos Renzo Piano Building Workshop + Stantec Architecture. Obteve o selo LEED *platinum*. Envolvente exterior do edifício, São Francisco, Estados Unidos da América, 2008.

024. Academy of Sciences, da autoria da firma de arquitetos Renzo Piano Building Workshop + Stantec Architecture. Vista interior do edifício, São Francisco, Estados Unidos da América, 2008.

- Qualidade Ambiental Interior (15 pontos) - premeiam-se as soluções que contribuam para a qualidade visual, acústica e do ar no interior do edifício;
- Materiais e Recursos (14 pontos) - procura-se a atenuação da energia incorporada do edificado tal como a diminuição dos impactes relacionados com a fase de construção do edifício;
- Eficiência Hídrica (10 pontos) - incentiva-se a utilização racional dos recursos hídricos, tanto no interior como no exterior do edifício, numa abordagem vocacionada para a conservação da água;
- Inovação e Processo de *Design* (6 pontos) - incentiva-se o recurso a novas tecnologias e estratégias de *design* inovadoras, que sirvam de exemplos para práticas construtivas e arquitetónicas mais sustentáveis;
- Prioridade Regional (4 pontos) - encorajam-se os projetos que contemplem as prioridades ambientais locais.

O somatório de pontos referentes aos vários parâmetros das diversas categorias culmina na obtenção de uma classificação final, que se divide em quatro níveis de certificação (LEED|USGBC, 2018):

- *Certified* (entre 40 a 49 pontos);
- *Silver* (entre 50 a 59 pontos);
- *Gold* (entre 60 a 79 pontos);
- *Platinum* (entre 80 a 110 pontos).

É importante referir que o certificado LEED atribuído a um determinado edifício tem uma validade de cinco anos pelo que, após esse período, será realizada uma nova análise à obra, focada na gestão e conservação da mesma, por parte do USGBC.

Segundo Jacob Kriss, o responsável pela comunicação do USGBC, em entrevista para a revista Edifícios e Energia:

“O LEED tem sido uma força transformadora no sector da construção. É voluntário e impulsionado pelo mercado e tem sido bem sucedido já que funciona no cruzamento entre o mercado e as considerações ambientais. Os edifícios LEED têm poucas emissões de gases com efeito de estufa, conservam energia e água, e são



025. Logotipo do sistema voluntário de certificação LiderA.

026. Dimensões de atuação do Lider A.

melhores para as pessoas que os utilizam todos os dias graças à sua melhor qualidade do ar interior, mas também têm um maior valor imobiliário e ajudam os proprietários a poupar dinheiro, baixando as despesas com os serviços. A comunidade empresarial percebeu que todos os envolvidos saem a ganhar, e por isso, tem havido um crescimento significativo do mercado.” (Kriss, 2013, p.26).

O LEED retém atualmente um legado de cerca de 2 milhões de edifícios certificados, sendo que a tendência é que estes valores evoluam e que a consciencialização ecológica à escala global seja continuamente difundida.

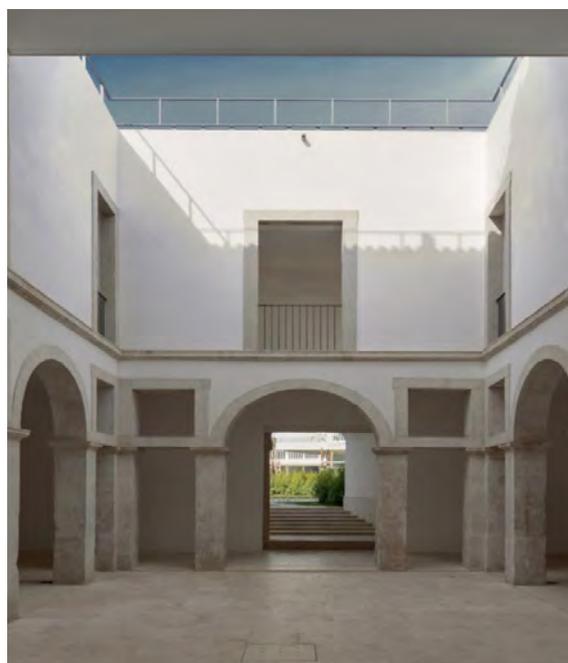
Segundo o USGBC o cerne da questão será sempre a reformulação do modo como os edifícios são projetados, construídos e utilizados, aliada a uma partilha de responsabilidades para o alcance de um desenvolvimento mais sustentável (Schoof, 2018, p.39).

### 2.2.3. LIDER A

O esquema de certificação LiderA surgiu no ano 2000, no decorrer uma investigação no Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura do Instituto Superior Técnico de Lisboa, por parte do professor e engenheiro Manuel Duarte Pinheiro.

Este sistema auxilia o desenvolvimento de soluções mais verdes, tal como a sua respetiva avaliação segundo as premissas do desenvolvimento sustentável. O comprovativo de desempenho LiderA opera atualmente como uma marca de certificação nacional, cujas funcionalidades estão adaptadas ao contexto económico, sociocultural e climatérico português:

“O sistema destina-se (1) a apoiar o desenvolvimento de planos e projectos que procurem a sustentabilidade, (2) avaliar e posicionar o seu desempenho na fase de concepção, obra e operação, quanto à procura da sustentabilidade, (3) suportar a gestão na fase de construção e operação, (4) atribuir a certificação por marca registada, através de verificação por uma avaliação independente e (5) servir como instrumento de mercado distintivo para os empreendimentos e clientes que valorizem a sustentabilidade.” (LiderA, 2018).



027. Palácio Condes de Murça, da autoria das firmas de arquitetos Aires Mateus e Associados, Lda e Frederico Valsassina Arquitectos. Obteve a classificação A no sistema LiderA. Envolvente exterior do edifício, Lisboa, Portugal, 2012.

028. Palácio Condes de Murça, da autoria das firmas de arquitetos Aires Mateus e Associados, Lda e Frederico Valsassina Arquitectos. Vista do claustro interior do edifício, Lisboa, Portugal, 2012.

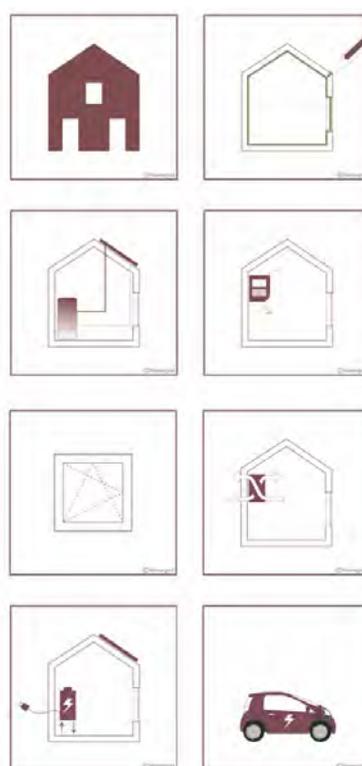
O LiderA procura, fundamentalmente, a otimização da *performance* do edificado, dos espaços externos e das zonas construídas, em projetos e construções de índole sustentável, suportados pelos princípios definidos pela Agenda 21 e pelos critérios traçados pelo Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU) (Amado *et al*, 2015, p.237).

No que toca à tipologia do edificado a ser avaliada, o sistema opera em construções residenciais, turísticas, comerciais, entre outros, analisando todas as fases respeitantes ao ciclo de vida do edifício na procura dos princípios da sustentabilidade. A versão 2.0 deste esquema de certificação, lançada em 2009, permite a sua aplicabilidade nas mais variadas escalas e cenários nacionais, a partir de seis princípios base (Pinheiro, 2011, p.2):

- A valorização dinâmica local, tal como a promoção de uma integração apropriada;
- A promoção da uma maior eficiência na utilização dos recursos;
- A minimização dos impactes gerados pelas cargas;
- A garantia da qualidade do ambiente para o alcance do conforto ambiental;
- A incrementação de hábitos socioeconómicos sustentáveis;
- A possibilidade de uma melhor usufruição dos ambientes construídos, a partir da gestão ambiental e da inovação.

A estes ideais, estão associados um conjunto de seis parâmetros de desempenho ambiental, que se subdividem em 22 áreas de ponderação e 43 critérios que entram na equação para a classificação final, traduzida em percentagem (Pinheiro, 2011, p.3):

- Recursos (32%) - averiguam-se nove critérios relativamente ao uso da energia, da água, dos materiais e à produção alimentar;
- Vivência Socioeconómica (19%) - ponderam-se treze subtemas relacionados com a acessibilidade, com a diversidade económica, com as amenidades e interações sociais, com a participação e controlo e com os custos no ciclo de vida;
- Conforto Ambiental (15%) - consideram-se quatro aspetos referentes à qualidade do ar, ao conforto térmico e à iluminação e acústica;
- Integração Local (14%) - analisam-se seis pontos relacionados com o solo, com os ecossistemas naturais e com a paisagem e património;



029. Logotipo do sistema voluntário de certificação Passivhaus.

030. Imagens alusivas às soluções Passivhaus.

- Cargas Ambientais (12%) - exploram-se oito parâmetros alusivos ao tratamento dos efluentes, das emissões atmosféricas, dos resíduos, do ruído exterior e da poluição ilumino-térmica;
- Uso Sustentável (8%) - analisam-se três critérios referentes à gestão ambiental e à inovação.

A ponderação final reflete-se na avaliação dos pontos referidos anteriormente, que se traduzem na qualidade global do ambiente construído bem como no seu desempenho ambiental a longo prazo. Mediante um espetro de A a E, sendo A o mais alto desempenho ambiental e E as práticas convencionais, a avaliação desenvolve-se segundo uma lógica percentual. Perante este raciocínio, a classe C apresenta valores de eficiência na casa dos 25% comparativamente a um edifício convencional, aquando que a classe A<sup>++</sup> manifesta uma otimização de cerca de 90%.

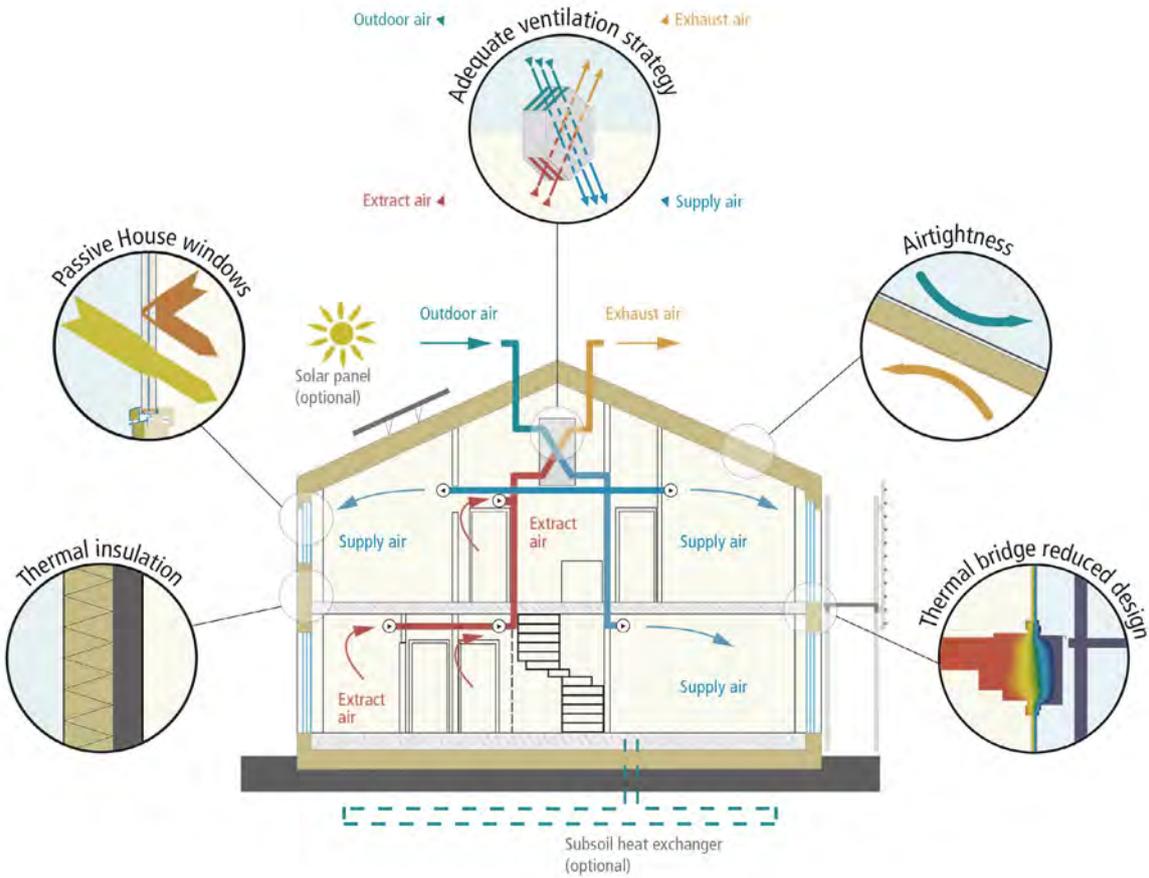
A vertente dos recursos é um dos fatores com maior peso na classificação final (32%), sendo que ao parâmetro de avaliação respeitante à energia corresponde a maior importância (17%).

#### 2.2.4. PASSIVHAUS

O Passivhaus Institut (PHI) é um organismo de pesquisa independente fundado em 1996 pelo professor doutor Wolfgang Feist<sup>13</sup>, em Darmstadt na Alemanha. O PHI desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento do conceito Passivhaus, assente no princípio de conceção de edifícios requerentes de baixos consumos energéticos (Passive House Institute, 2015).

A Passivhaus consiste num exigente esquema de certificação voluntário, que tem como objetivo primordial alcançar valores específicos de eficiência energética através do baixo consumo energético para o aquecimento e refrigeração do espaço interno. Os seus elevados padrões de certificação foram concebidos em prol da *performance* otimizada de vários pontos relativos ao desenvolvimento sustentável, nomeadamente a energia, o conforto, a economia e a saúde dos utilizadores dos imóveis.

<sup>13</sup> Wolfgang Feist pode ser considerado o pioneiro no desenho padrão de casas passivas. A par com a equipa PHI, concebeu o primeiro projeto Passivhaus em Darmstadt, em 1990. Este edifício multifamiliar instituiu-se como o primeiro exemplo na área com gastos energético a baixo dos 10kWh (m<sup>2</sup>a) na Europa (Passive House Institute, 2015).



031. Os cinco princípios para a construção de uma Passivhaus.

As demandas estipuladas pelo sistema pressupõem o cumprimento de cinco princípios base (Passivhaus Institute, 2015 , pp.111-112):

- Obtenção de níveis elevados de isolamento térmico - no âmbito da proteção térmica do edificado a partir da envolvente opaca;
- Utilização de caixilhos termicamente isolados e vidro de alta qualidade - para facilitar a retenção da energia solar a partir da envolvente transparente;
- Construção livre de pontes térmicas - para impossibilitar o percurso livre do calor, de um espaço quente para um frio, oferecendo o mínimo de resistência possível;
- Aplicação de um invólucro hermético no edifício - o isolamento total da envolvente do edifício permitindo minimizar as perdas energéticas e atenuar os efeitos causados pela humidade (estanquidade à água e ao ar);
- Utilização de sistemas de ventilação com recuperação energética - como forma de se assegurar o fornecimento de calor limpo e a minimização das perdas de energia.

É importante clarificar que o *design* assente nas premissas deste sistema não se apresenta simplesmente como um complemento ao desenho arquitetónico, já que os seus princípios e ambições se mostram fundamentais em todos os aspetos relacionados com a conceção, construção e usufruição do próprio edifício.

De um ponto de vista global, fatores como a conjugação de materiais com propriedades térmicas excelentes, o recurso a fontes de calor internas e a utilização de sistemas de controlo térmico para a recuperação do calor, permitem atribuir ao sistema Passivhaus valores de redução energética na casa dos 90%, em relação a edifícios que não estejam termicamente defendidos (ISOVER, 2018). Em comparação com os edifícios ditos novos convencionais, com a aplicação das suas normas a Passivhaus consegue economizar mais 75% de energia, tornando os seus edifícios *nzeb*, ou seja, construções com necessidades quase nulas de energia (Associação Passivhaus Portugal, 2018).

Apesar do foco principal ser obviamente a questão energética, as estratégias traçadas pelo sistema atingem resultados igualmente positivos na saúde e bem-estar dos seus utilizadores. Uma vez que as variações térmicas são pouco significativas, o conforto térmico é facilmente alcançado (estabilizando-se entre 20 a 25°C), e a qualidade do ar mantém-se constante, devido ao controlo da ventilação (Pinto, 2014).



032. Cestaria, da autoria da Homegrid. Obteve a classificação A<sup>++</sup> no sistema LiderA e cumpriu os requisitos de uma *Passivhaus Classic*. Envolvente exterior do edifício, Costa Nova, Portugal, 2015.

033. Cestaria, da autoria da Homegrid. Interior do edifício, Costa Nova, Portugal, 2015.

A nível económico, a poupança energética que advém das técnicas e mecanismos utilizados para a redução dos consumos, manifesta-se nos baixos custos operacionais, e ainda na manutenção dos edifícios. Para os proprietários, apesar do investimento inicial ser relativamente mais elevado, o capital aplicado acaba por ser totalmente retornado ou compensado num intervalo de poucos anos. Os custos energéticos poupados evidenciam-se no baixo valor da fatura energética, que podem chegar a ser de até dez vezes menores em comparação com a de edifícios convencionais (Pinto, 2014).

À medida que o esquema de avaliação energético Passivhaus foi evoluindo, vários ajustes foram efetuados de forma a otimizar ainda mais o sistema. A aplicação do fator *Primary Energy Renewable*<sup>14</sup> (PER) foi fundamental para o desenvolvimento de uma nova equação, que contempla igualmente a energia produzida pelo próprio edifício. Assim sendo, o Passivhaus Institut apostou num novo sistema de avaliação que abrange três classes Passivhaus (PASSIPE, 2015):

- *Passivhaus Classic* - representa o esquema tradicional da Passivhaus;
- *Passivhaus Plus* - caracteriza-se pelo recurso a energias renováveis, de forma a que o edifício consiga produzir, pelo menos, a mesma quantidade de energia que gasta ao longo dos anos;
- *Passivhaus Premium* - retrata a mais alta classe Passivhaus, na qual o edifício consegue produzir mais energia do que aquela que consome.

Assim sendo, e tendo em conta todos os fatores mencionados previamente, podemos entender que o conceito Passivhaus, à semelhança de outros sistemas de certificação, desempenha um papel significativo na conceção de edifícios de índole mais sustentável. Além disso, representa uma marca de confiança uma vez que a PHI testa e certifica os produtos de forma a assegurar a mais alta *performance* do edificado ao longo da sua vida útil.

O instrumento de cálculo e demonstração *Passive House Planning Package* (PHPP), é uma ferramenta técnica digital de auxílio à conceção e desenho, que vai sendo progressivamente atualizada (Passive House Institute, 2015).

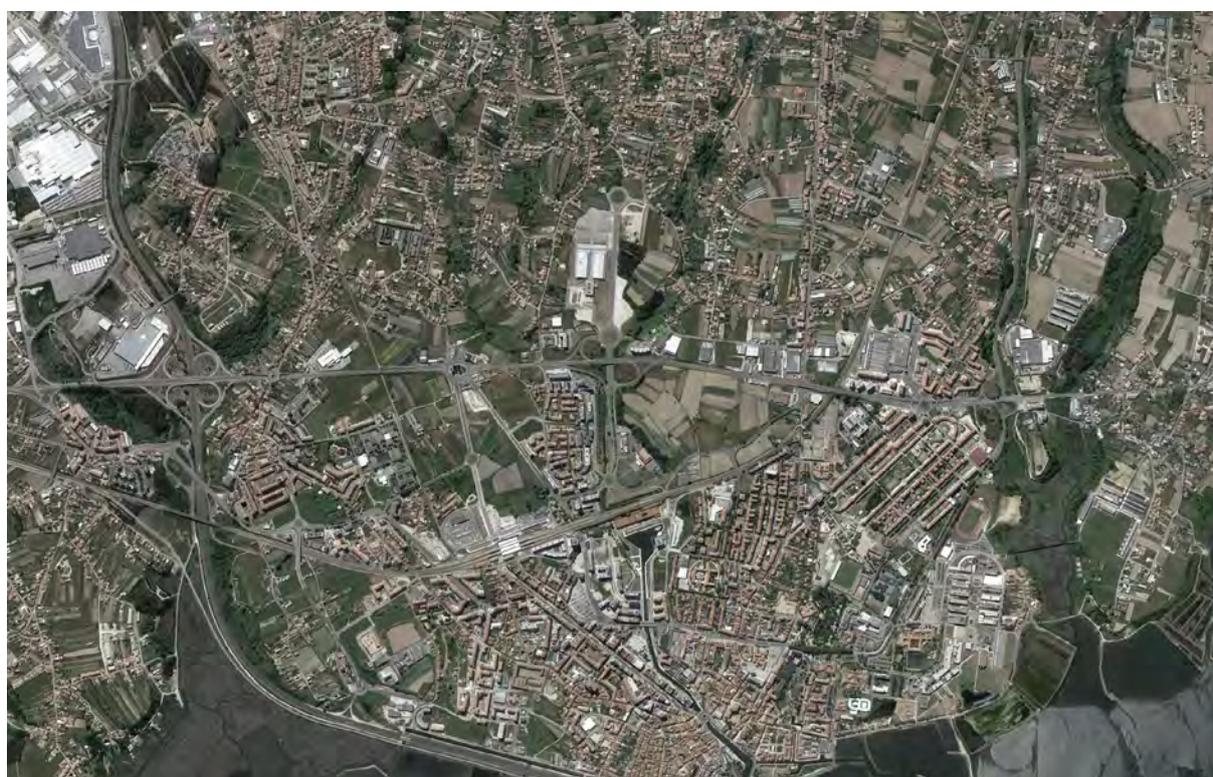
<sup>14</sup> Tradução livre da autora: Energia Primária Renovável.



Numa *Passivhaus Classic* o consumo médio de energia operacional admitido é de 15 kWh (m<sup>2</sup>a). A verificação da estanquidade do edifício é realizada fogo a fogo a partir da efetuação do chamado *Blower Door Test*<sup>15</sup>, a 50 Pascal negativos (Passive House Institute, 2015).

O sistema Passivhaus, de natureza teórico-prático, pode ser considerado como o mais exigente no quadro da certificação de edifícios, uma vez que o seu carácter quantitativo apresenta limites e metas bastante rigorosos.

<sup>15</sup> O *Blower Door Test* apresenta-se como um teste de ventilação automático no qual se mede o fluxo de ar no interior do edificado.



034. Fotografia aérea da cidade de Aveiro.



### 3. REINVENTAR AVEIRO

#### 3.1. ESTRATÉGIA URBANA

O enunciado da unidade curricular de Atelier de Projeto II B pressupunha a análise e desenvolvimento de uma estratégia projetual para a cidade de Aveiro. Pretendia-se promover uma articulação lógica do território alargado da cidade e, se possível, integrar no modelo de desenvolvimento urbano algumas áreas particularmente sensíveis, em zonas esquecidas pelo planeamento desregrado, ao longo das últimas décadas.

A vasta área de Aveiro pode ser identificada como um território disperso, que consolida duas zonas urbanas bastante distintas. A cidade dita histórica encontra-se relativamente concentrada junto à laguna, enquanto que a cidade nascente se prolonga ao longo de quilómetros para oriente. Estes dois lugares distintos apresentam-se separados por duas barreiras infraestruturais marcantes na paisagem, sendo elas a via Variante à Estrada Nacional 109 (EN109) e a linha de caminho de ferro do Norte. Esta variante rodoviária, apesar de assegurar o constante e intenso tráfego automóvel, resultou na definição de vários obstáculos, nomeadamente, a desagregação da cidade como um todo e a desconsideração dos corredores ecológicos que enalteciam e estruturavam a paisagem natural.

Com base nestes propósitos, o grupo decidiu reconfigurar a barreira que a EN109 representa, desclassificando o seu troço mais urbano com vista à aproximação entre a cidade histórica e a cidade nascente. Iniciou-se o exercício convertendo a estrada numa Avenida urbana, de atravessamento fácil para os meios de transporte motorizados e mobilidade suave.

Com o intuito de estabelecer uma coesão entre as áreas periféricas e a cidade central, evidenciam-se os lugares centrais das freguesias, que se apresentam como potências nucleares na malha urbana difusa, com base na definição



035. Esquema da rede viária. Diagrama do grupo de Atelier de Projeto II B.

036. Esquema dos corredores ecológicos. Diagrama do grupo de Atelier de Projeto II B.



037. Fotomontagem da proposta urbana de Atelier de Projeto II B.

038. Fotomontagem da proposta urbana de Atelier de Projeto II B.

039. Fotomontagem da proposta urbana de Atelier de Projeto II B.

de uma nova estratégia de articulação territorial que promova as ligações ao centro de Aveiro. Assim, encoraja-se a proximidade entre todos os núcleos e centralidades da cidade alargada, minimizando a hierarquia geográfica ao incluir toda a população que habita a região.

Apostou-se também na complementaridade entre os eixos viários da cidade, nomeadamente entre o eixo central e os corredores naturais, dados que já constavam no Plano Diretor Municipal (PDM) desde a sua formulação inicial em 1996. Deste modo, as estruturas ecológicas da paisagem passam a integrar o canal central, onde convergem duas linhas de água - Vilar e Santa Joana.

A configuração de novos espaços verdes, que dão visibilidade aos corredores ecológicos pré-existentes e, em simultâneo, fundamentam os percursos desenvolvidos, foi determinante para a articulação de um desenho com vista à continuidade territorial. Este ato projetual apresentou-se como essencial para o combate dos fenómenos resultantes do crescimento urbano desregrado, sobre a matriz onde assenta a nova cidade expandida.

Por sua vez, a definição de uma rede de percursos vocacionada para a mobilidade suave, que interligam os polos mais importantes do território, pretende incentivar a população a adotar um estilo de vida mais saudável, que dependa cada vez menos da deslocação rodoviária. Esta nova abordagem permite encontrar nos corredores verdes, agora supridos de condições adequadas para modos de mobilidade alternativos, uma nova opção viável e realista de deslocação.

A mobilidade suave, em corredores naturais existentes e integrados na rede de espacialidades urbanas, não se oferece como alternativa de lazer e recreio, mas sim como um novo meio de deslocação promotor de modos de vida ativos e salutar. Sublinhando o tema, Jan Gehl define o conceito de “cidade saudável”, reforçando a importância de prevenir a negligência à escala humana face à sobrevalorização do tráfego automóvel (Gehl, 2014, p.111).

No que diz respeito à fixação de um polo desportivo e equipamentos urbanos, visou-se a sua inserção num espaço em proximidade com os corredores existentes e as instalações do Clube dos Galitos. A bolsa agrícola, situada entre as infraestruturas regionais mais relevantes, contribui para o enriquecimento do espaço de índole desportiva, constituindo-se como parte integrante do novo parque central à escala da cidade alargada de Aveiro.



A - Corredor natural da ribeira de Santa Joana

B - Corredor natural da ribeira de Vilar

C - Parque urbano central

D - Polo desportivo

D - Boulevardização da EN109

040. Maquete à escala 1/2000. Estratégia geral da turma de Laboratório de Projeto.

Por fim, foi proposta a construção de uma nova rede de equipamentos públicos, na qual se poderá destacar um complexo de piscinas municipais, tema que é objeto específico da presente dissertação.

Esta nova edificação integra as diferentes temáticas investigadas, tendo por base o desenho de um edifício ecoeficiente, que possa ser representativo das boas práticas arquitetónicas contemporâneas com vista ao desenvolvimento urbano sustentável.

O novo polo desportivo da cidade, onde se localiza o edifício proposto, pretende integrar a rede de espaços dedicados às práticas de desporto e bem-estar da população, apostando na formação de atletas de alta competição, no desporto da natação.



041. Fotografia da zona de implantação do novo polo desportivo.

042. Fotografia da zona de implantação do novo polo desportivo.

### 3.2. NOVO POLO DESPORTIVO

Relativamente à proposta de um novo polo desportivo em Aveiro, procura-se fundamentar a emergência deste espaço reforçando os benefícios e mais-valias que advêm das práticas desportivas e de uma vida num ambiente urbano ordenado e harmonioso.

O facto de existirem instalações como o Pavilhão dos Galitos e *courts* externos dedicados à prática de ténis e *paddle*, situados justamente na zona limite do novo parque urbano central, delimitado pelo Plano de Urbanização do Programa Polis de Aveiro (PUPPA), justificou em grande parte a opção de reforçar a implantação desta nova área desportiva. Não obstante, e uma vez que a cidade não predispõe de um complexo de piscinas municipais apto para a competição, procurou-se igualmente o desenho de um equipamento com estas faculdades.

Numa primeira instância, tenta-se compreender o significado da palavra “desporto”, pela qual se entendem “[...] todas as formas de atividade física que, através de uma participação organizada ou não, têm por objetivo a expressão ou melhoria da condição física e psíquica, o desenvolvimento das relações sociais ou obtenção de resultados na competição.” (European Commission, 1992, p.3).

De maneira a promover a prática desportiva, devem ser introduzidos locais na rede urbanizada destinados a acolher este tipo de espaços de índole pública. As instalações desportivas proporcionam as condições necessárias à prática do desporto, contribuindo para a melhoria do estilo de vida das pessoas, tal como para o desenvolvimento da rede de equipamentos urbanos, que incentivem diferentes modos de vida nas cidades (Cunha, 2007, p.26).

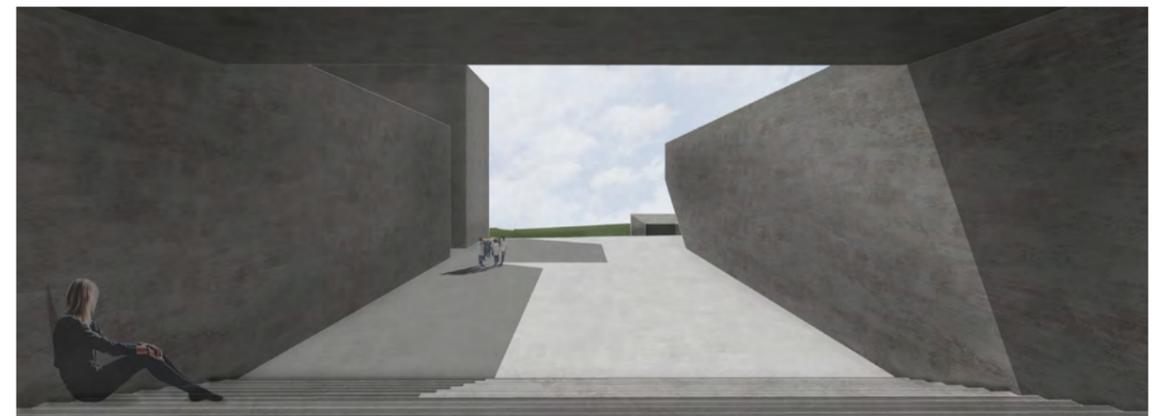
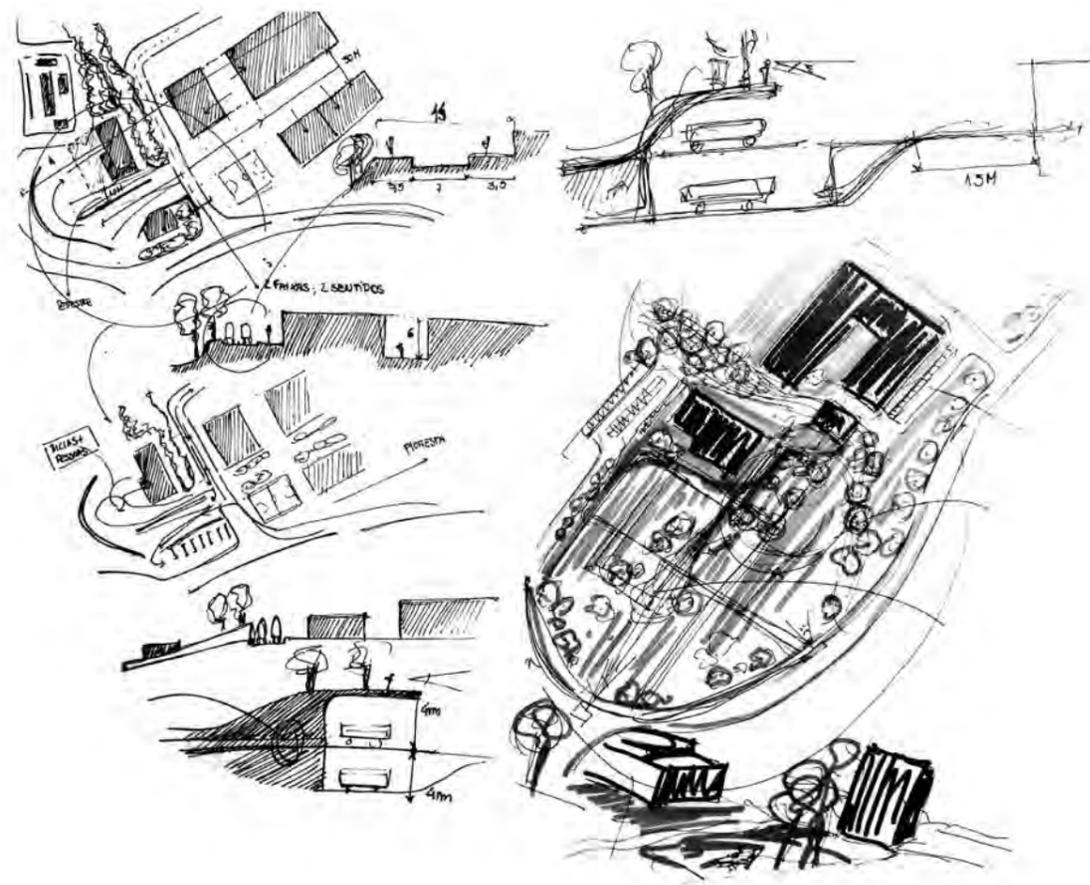
Dada a importância destes espaços para o desenvolvimento social e territorial, o Conselho dos Representantes dos Estados-membros sobre o plano de trabalho da União Europeia para o Desporto garantiu que “[...] o desporto pode contribuir para a realização dos objetivos “Europa 2020”<sup>16</sup>

<sup>16</sup> “Europa 2020” foi uma estratégia delimitada pela União Europeia, com vista à fomentação de indústrias com baixos impactes ambientais, ao investimento em campos como a economia digital e o progresso na educação e formação (Barroso, 2010, pp.3-4).



043. Fotografia da zona de implantação do novo polo desportivo.

044. Fotografia da zona de implantação do novo polo desportivo.



045. Esquços da fase inicial do projeto do novo polo desportivo.

046. Fotomontagem da fase inicial do projeto do novo polo desportivo.

047. Fotomontagem da fase inicial do projeto do novo polo desportivo.

para um crescimento inteligente, sustentável e inclusivo.” (União Europeia, 2014, p.12).

O projeto para as piscinas municipais integra o novo polo desportivo de Aveiro e procura contemplar os pontos previamente focados, oferecendo novos espaços dedicados à prática desportiva, nomeadamente nas modalidades de natação pura e ainda *squash* no corpo norte/poente.

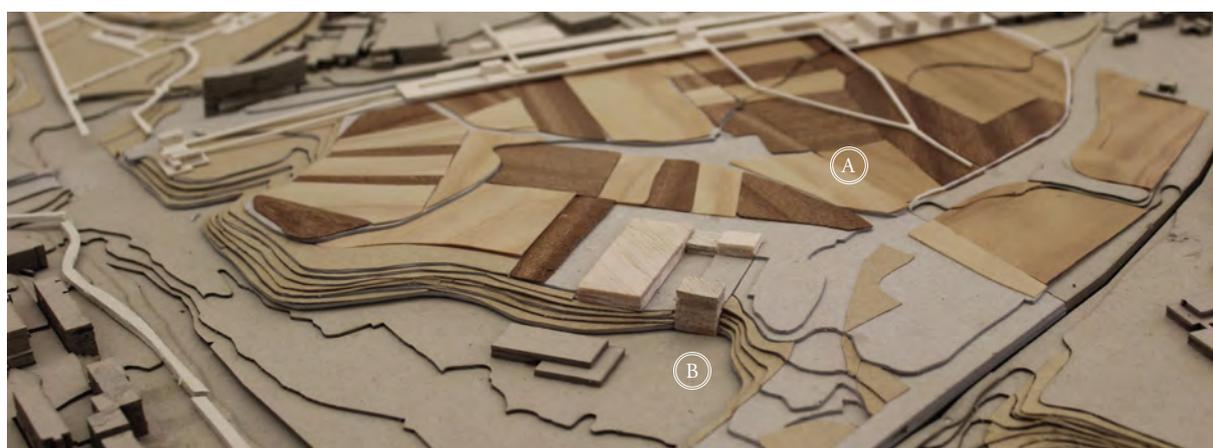
Sendo objeto central da presente investigação, a criação deste complexo de piscinas municipais suscitou um estudo focado neste tipo de equipamentos dada a sua complexidade formal e construtiva.

É importante referir que a cidade Aveiro já dispõe de instalações destinadas à prática da natação pura, nomeadamente, os equipamentos correspondentes ao Clube dos Galitos e ao Sporting Clube de Aveiro. Todavia, estes edifícios privados e muito antigos, que apenas contemplam piscinas semiolímpicas, detêm uma capacidade muito limitada para a ampla procura que atualmente se verifica, impossibilitando a preparação física adequada aos requisitos da alta competição.

Por conseguinte, optou-se por desenhar um novo complexo público de piscinas municipais que ofereça a oportunidade do exercício da natação lúdica e competitiva, enquadrados num espaço urbano adequado.

Os edifícios desta índole pressupõem uma série de requisitos base associados às suas próprias questões programáticas, técnicas e construtivas. Por um lado, são equipamentos muito exigentes em termos de conforto interior e ambiental apresentando-se, normalmente, como enormes consumidores de energia. As suas *performances* térmicas pouco razoáveis resultam dos princípios construtivos que, na maior parte das vezes, são de matriz quase ou pouco mais que industrial.

Para responder ao programa do desporto de alta competição, é imperativo o enquadramento dos espaços intrínsecos ao mesmo, designadamente, uma sala de aquecimento, sala de controlo de resultados, enfermaria, ginásio, os gabinetes dos professores técnicos e monitores, e o controlo antidoping, bem como as zonas e circuitos indispensáveis para utilizadores e público.



A - Parque urbano central

B - Polo desportivo

048. Maquete à escala 1/2000. Proposta final do novo polo desportivo.

049. Maquete à escala 1/2000. Proposta final do novo polo desportivo.

No que concerne as questões técnicas do edificado, é importante perceber que as piscinas interiores necessitam de constantes cuidados a nível do aquecimento das águas e do tratamento e qualidade do ar. Assim sendo, torna-se imprescindível a dotação de espaços dedicados ao efetivo funcionamento das instalações, necessários aos serviços técnicos e de manutenção, indispensáveis ao desempenho do complexo.

Por outro lado, como forma de atenuar o elevado custo energético associado à *performance* do equipamento, apresenta-se fundamental ponderar as opções tecno-construtivas que minimizem os seus impactes diretos e indiretos sobre o meio ambiente (Fontes, 2015, p.1).

Todos estes assuntos foram alvo de ponderação no desenho do objeto que visa, de uma certa forma, conjugar simultaneamente os requisitos programáticos, construtivos e ambientais.

Sendo certo que o presente ensaio tem uma forte índole prática, tratando-se de uma dissertação em projeto, foi determinante a análise projetual de obras com semelhante propósito edificatório, de modo a reunir as condições básicas para a apuração do projeto final.



050. Centro Cultural de Viana do Castelo, da autoria do arquiteto Eduardo Souto Moura. Envolvente exterior do edifício, Viana do Castelo, Portugal, 2013.

051. Centro Cultural de Viana do Castelo, da autoria do arquiteto Eduardo Souto Moura. Vista interior do edifício, Viana do Castelo, Portugal, 2013.

052. Complejo Deportivo Ribeira Serrallo, da autoria do arquiteto Álvaro Siza Vieira. Envolvente exterior do edifício, Cornellà de Llobregat, Barcelona, Espanha, 2005.

053. Complejo Deportivo Ribeira Serrallo, da autoria do arquiteto Álvaro Siza Vieira. Vista interior do edifício, Cornellà de Llobregat, Barcelona, Espanha, 2005.

### 3.3. CASOS DE ESTUDO

Ao longo do processo de investigação, foram vários os edifícios que contribuíram significativamente para o enriquecimento do espetro do saber arquitetónico em matérias de foro desportivo e de natação em particular. Independentemente do foco ser direcionado para complexos de piscinas, mostrou-se igualmente importante a consulta de outros edifícios, com temáticas e contextos diversos.

É importante referir o Centro Cultural de Viana do Castelo, da autoria do arquiteto Eduardo Souto Moura e o Complejo Deportivo Ribeira Serrallo, de Álvaro Siza Vieira. Estas duas obras são exemplos de uma grande mestria arquitetónica, desde a sua conceção espacial até ao desenvolvimento do programa para o qual foram concebidas.

Não obstante a pertinência em referir todas as obras que contribuíram para o desenvolvimento do projeto, e na impossibilidade de o fazer, referem-se dois complexos de piscinas que, dadas as suas características, tornaram-se modelos base para a compreensão do desenho destes espaços.

A par com a introdução das obras, pretende fazer-se uma ressalva face às componentes que auxiliaram a conceção do complexo de piscinas municipais para a cidade de Aveiro.

Considerámos essencial sublinhar que ambos os edifícios foram merecedores de distinção no campo do desenvolvimento sustentável, constituindo modelos na análise de edifícios com um contributo direto para práticas contemporâneas de arquitetura otimizada.



054. City of London Freeman's Swimming Pool, da autoria da firma de arquitetos Hawkins\Brown. Envolvente exterior, Surrey, Reino Unido, 2017.

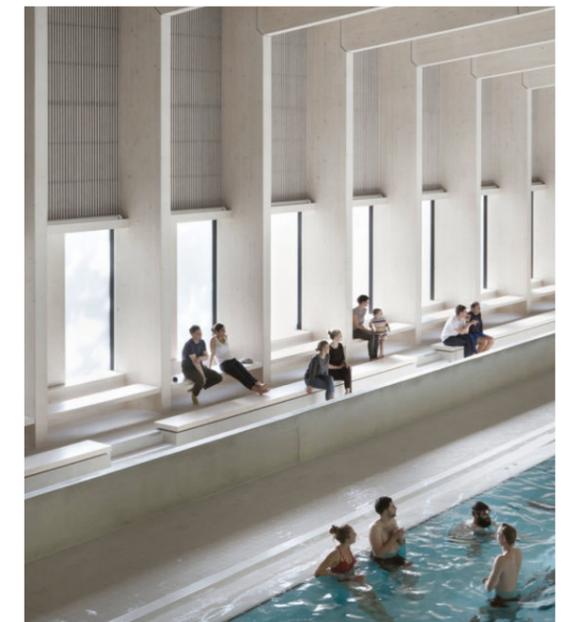
055. City of London Freeman's Swimming Pool, da autoria da firma de arquitetos Hawkins\Brown. Envolvente exterior, Surrey, Reino Unido, 2017.

### 3.3.1. CITY OF LONDON FREEMEN'S SCHOOL SWIMMING POOL

O edifício City of London Freeman's Swimming Pool, datado de 2017, da autoria da firma de arquitetos Hawkins\Brown, localiza-se no condado de Surrey no Reino Unido. Este complexo integra o *masterplan* desenvolvido para a City of London Freeman's School, no âmbito da melhoria da imagem global do *campus* da escola (Hawkins\Brown Architects, 2018).

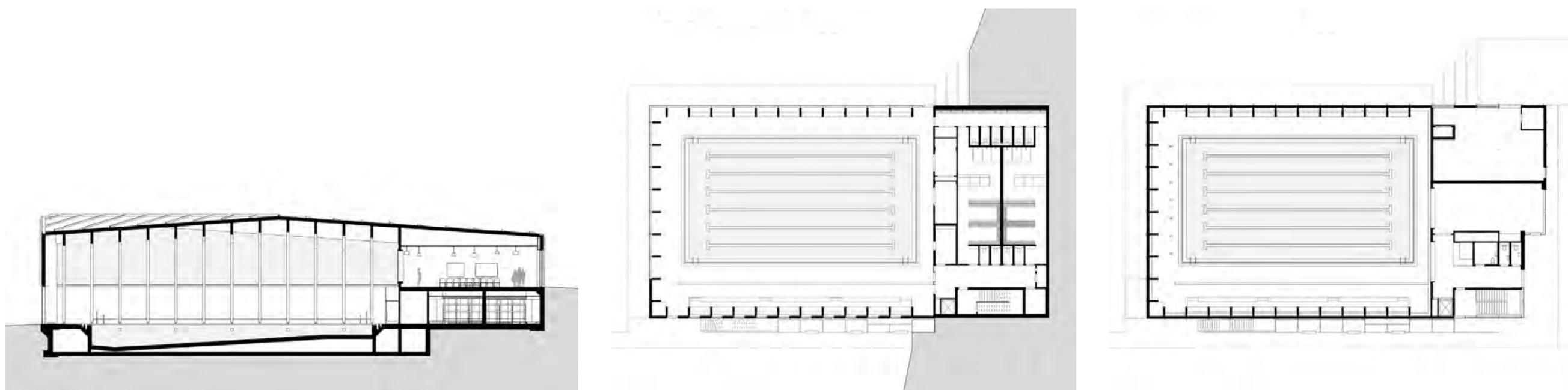
O edifício incorpora-se na paisagem de forma natural, tornando harmoniosa a relação do objeto com a densa floresta que o circunda. Relativamente à implantação do complexo, é importante referir a intenção dos arquitetos em preservar as árvores pré-existentes, sendo esta uma das razões que levaram a um ligeiro enterrar da construção. Com este gesto, possibilitou-se a redução ou equilíbrio do seu objeto visual e a demonstração da relação de escalas entre o construído e o meio natural envolvente.

Vista pelo exterior, destaca-se na obra a expressão das fachadas, nas quais a cor cobre da textura nervurada, juntamente com a transparência do vidro, permitem o estipular de uma relação bastante intimista com o contexto envolvente. Os dois espaços principais do complexo, a receção e a zona das piscinas, potencializam a ligação visual com a floresta, reforçando a importância do contacto da população com o ambiente natural (Hawkins\Brown Architects, 2018).



056. City of London Freeman's Swimming Pool, da autoria da firma de arquitetos Hawkins\Brown. Vista interior, Surrey, Reino Unido, 2017.

057. City of London Freeman's Swimming Pool, da autoria da firma de arquitetos Hawkins\Brown. Vista interior, Surrey, Reino Unido, 2017.



058. City of London Freeman's Swimming Pool, da autoria da firma de arquitetos Hawkins\Brown. Planta do Piso Térreo, Surrey, Reino Unido, 2017.

059. City of London Freeman's Swimming Pool, da autoria da firma de arquitetos Hawkins\Brown. Planta do Piso 1, Surrey, Reino Unido, 2017.

060. City of London Freeman's Swimming Pool, da autoria da firma de arquitetos Hawkins\Brown. Secção Longitudinal, Surrey, Reino Unido, 2017.



Com o intuito de marcar a imagem do edificado e, em simultâneo, conferir algum dinamismo às zonas interiores, os arquitetos desenham uma cobertura assimétrica que, de uma forma bastante subtil, acentua o ponto de entrada no complexo.

No que toca ao interior das piscinas, é notório que a escolha material e metodologia construtiva adotada potenciou o enaltecimento dos diversos cenários do edifício.

A escolha da madeira como material predominante na obra, deveu-se ao facto desta ser já conhecida por ser um elemento de índole sustentável, cujas características de resiliência face à corrosão, isolante térmico e resistência face à tração, apresentam-se como fundamentais para a construção edifícios deste tipo (Griffiths, 2017).

O esqueleto da piscina é composto por armações em vigas de madeira laminada colada<sup>17</sup> (*glulam*), posteriormente revestidas com painéis de madeira laminada cruzada<sup>18</sup> (CLT) (Griffiths, 2017). Este esquema construtivo implementado, além de potenciar uma montagem rápida e eficiente do edificado, permite a criação de um ambiente neutro no interior, levemente marcado pelo ritmo dos pórticos ao longo do tanque da piscina.

Após a análise do complexo, podemos concluir que este edifício é um exemplo representativo de práticas arquitetónicas de qualidade relativamente ao seu valor conceptual e características sustentáveis. Prova disso, são os vários prémios atribuídos à obra, nomeadamente a obtenção do nível *Very Good* da certificação britânica BREEAM. Este reconhecimento derivou do recurso a metodologias de otimização energética, tecnologias de índole sustentável e estratégia de desenho passivo, resultantes numa diminuição da pegada de carbono em cerca de 10% (Skelly & Couch, 2018).

<sup>17</sup> As vigas de madeira lamelada colada, também conhecidas por *glulam*, formam-se a partir de lâminas de madeira de pinho nórdico respetivamente coladas entre si. Uma vez que lhes é possível conferir a tonalidade e dimensionamento desejados, este método construtivo apresenta-se bastante versátil e ideal para a construção de estruturas diversas, com formas e dimensões variáveis (Jular, 2018).

<sup>18</sup> A madeira laminada cruzada, também conhecida por *cross-laminated timber* (CLT), pressupõe a disposição de várias camadas de madeira, coladas perpendicularmente entre si. O posicionamento da madeira nos vários níveis permite o aumento da resistência face aos efeitos da tração aplicados (The Engineered Wood Association, 2018).



061. London Aquatics Centre, da autoria da firma de Zaha Hadid Architects. Envolvente exterior, Londres, Reino Unido, 2017.

062. London Aquatics Centre, da autoria da firma de Zaha Hadid Architects. Envolvente exterior, Londres, Reino Unido, 2017.

063. London Aquatics Centre, da autoria da firma de Zaha Hadid Architects. Estrutura da cobertura, Londres, Reino Unido, 2017.

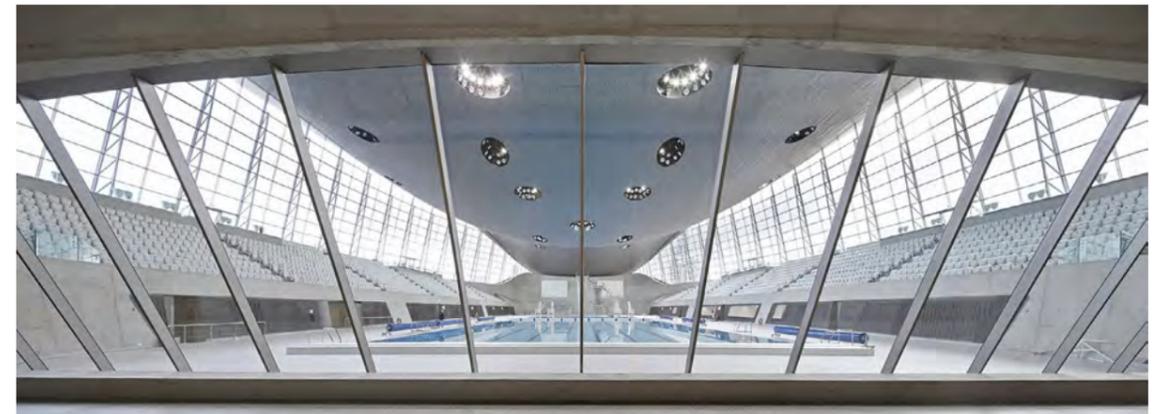
É fundamental sublinhar que o estudo desta obra permitiu compreender o papel de uma metodologia construtiva em madeira para a edificação de um complexo com estas características. Além de ser um material com elevado valor estético, a madeira potencia a elaboração de edifícios com grandes vãos, oferecendo uma estabilidade construtiva considerável. Ademais, o desenho de pórticos como suporte para a cobertura, conferem um cenário memorável no interior do complexo, numa zona destinada ao desporto da natação.

### 3.3.2. LONDON AQUATICS CENTRE

O projeto datado de 2011 do London Aquatics Centre, elaborado pela firma de arquitetos Zaha Hadid Architects (ZHA), localiza-se em Westminster em Londres, tendo sido concebido com o propósito de acolher os desportos aquáticos - nas modalidades de natação pura, sincronizada e saltos - para os Jogos Olímpicos de 2012.

O complexo foi desenvolvido no âmbito do *masterplan* do Parque Olímpico da cidade, ocupando a extremidade sudeste do mesmo. A sua localização beneficia da proximidade da Stratford City Bridge, que marca uma das principais entradas pedonais no recinto Olímpico.

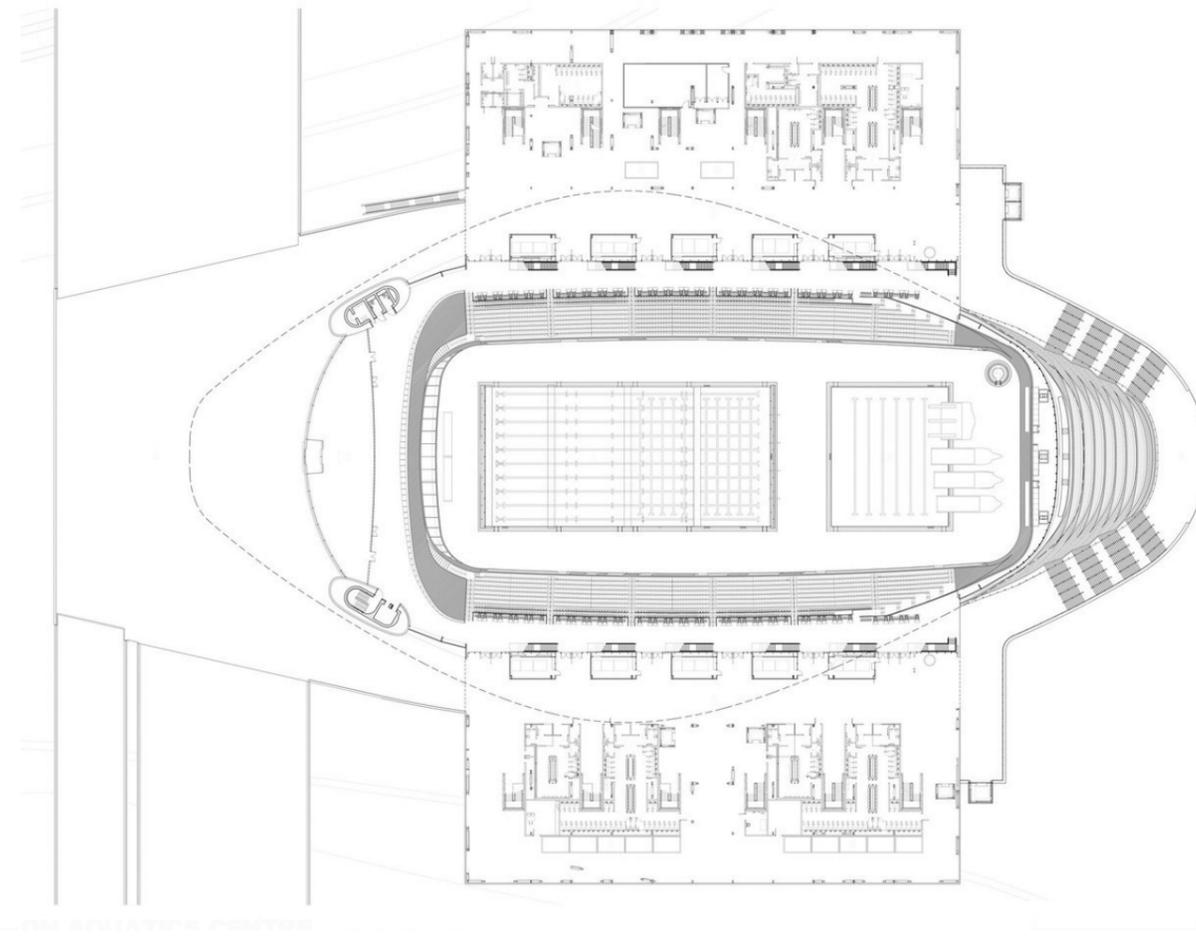
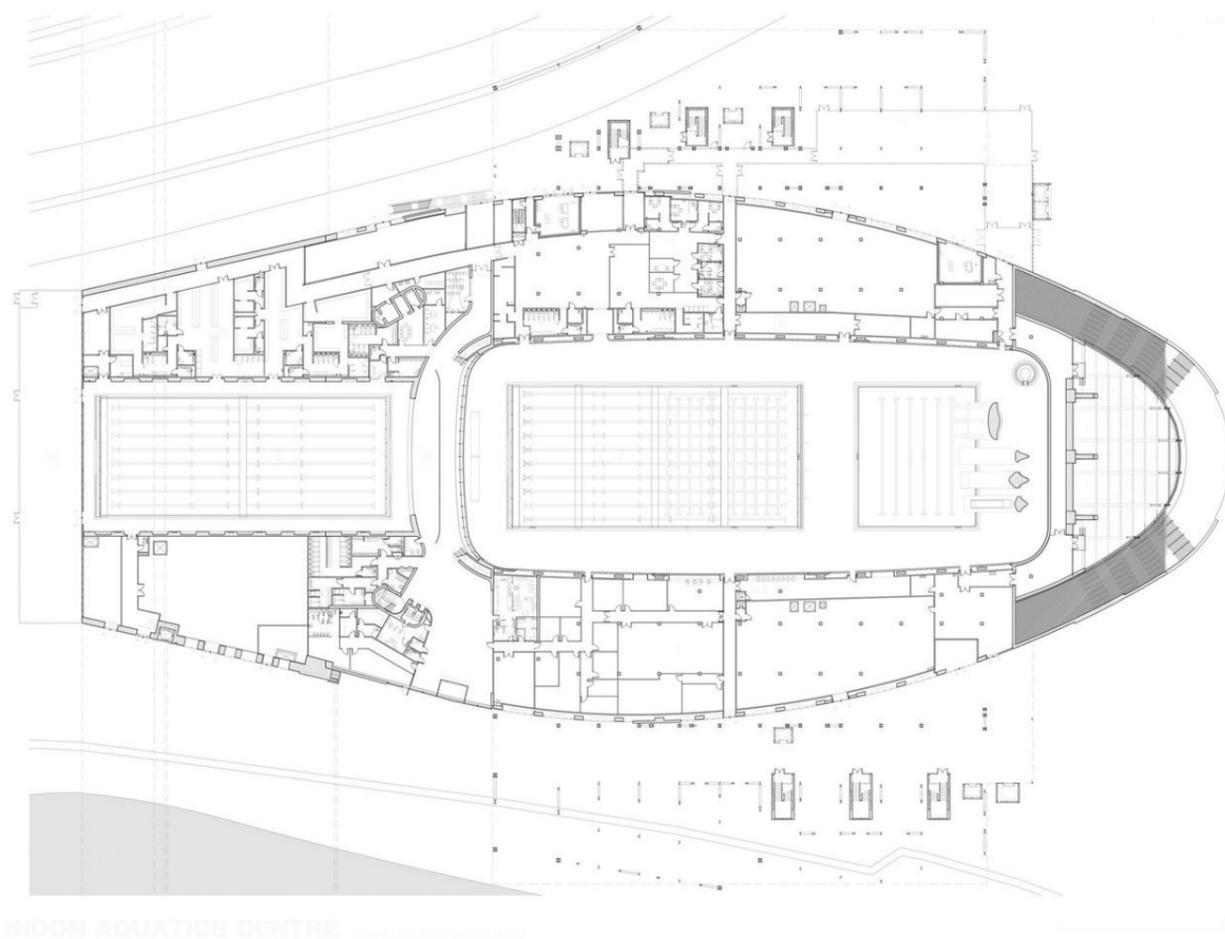
Relativamente ao conceito que inspirou o *design* do edificado, podemos constatar a alusão do desenho da cobertura ao movimento fluído da água, que se faz sentir nas zonas ribeirinhas do parque (Zaha Hadid Architects, 2018). Com um único gesto, a cobertura nasce do solo, desenvolvendo-se ao longo do edifício em analogia a uma onda, e moldando-se às áreas protagonizadas pela piscina de competição e pela piscina de saltos (Zaha Hadid Architects, 2018).



064. London Aquatics Centre, da autoria da firma de Zaha Hadid Architects. Vista interior, Londres, Reino Unido, 2017.

065. London Aquatics Centre, da autoria da firma de Zaha Hadid Architects. Vista interior, Londres, Reino Unido, 2017.

066. London Aquatics Centre, da autoria da firma de Zaha Hadid Architects. Vista interior, Londres, Reino Unido, 2017.



067. London Aquatics Centre, da autoria da firma de Zaha Hadid Architects. Planta do Piso Térreo em modo olímpico, Londres, Reino Unido, 2017.

068. London Aquatics Centre, da autoria da firma de Zaha Hadid Architects. Planta do Piso 1 em modo olímpico, Londres, Reino Unido, 2017.



No que respeita ao interior do complexo, este alberga os espaços programáticos inerentes a um equipamento que se adapta ao registo da prática da competição e dos treinos diários, nos respetivos desportos aquáticos. Ao longo da zona destinada às competições, destacam-se duas alas de bancadas, que acompanham o perímetro dos tanques, possibilitando acomodar milhares de espetadores, mais especificamente 17.500, em ambiente olímpico (Zaha Hadid Architects, 2018).

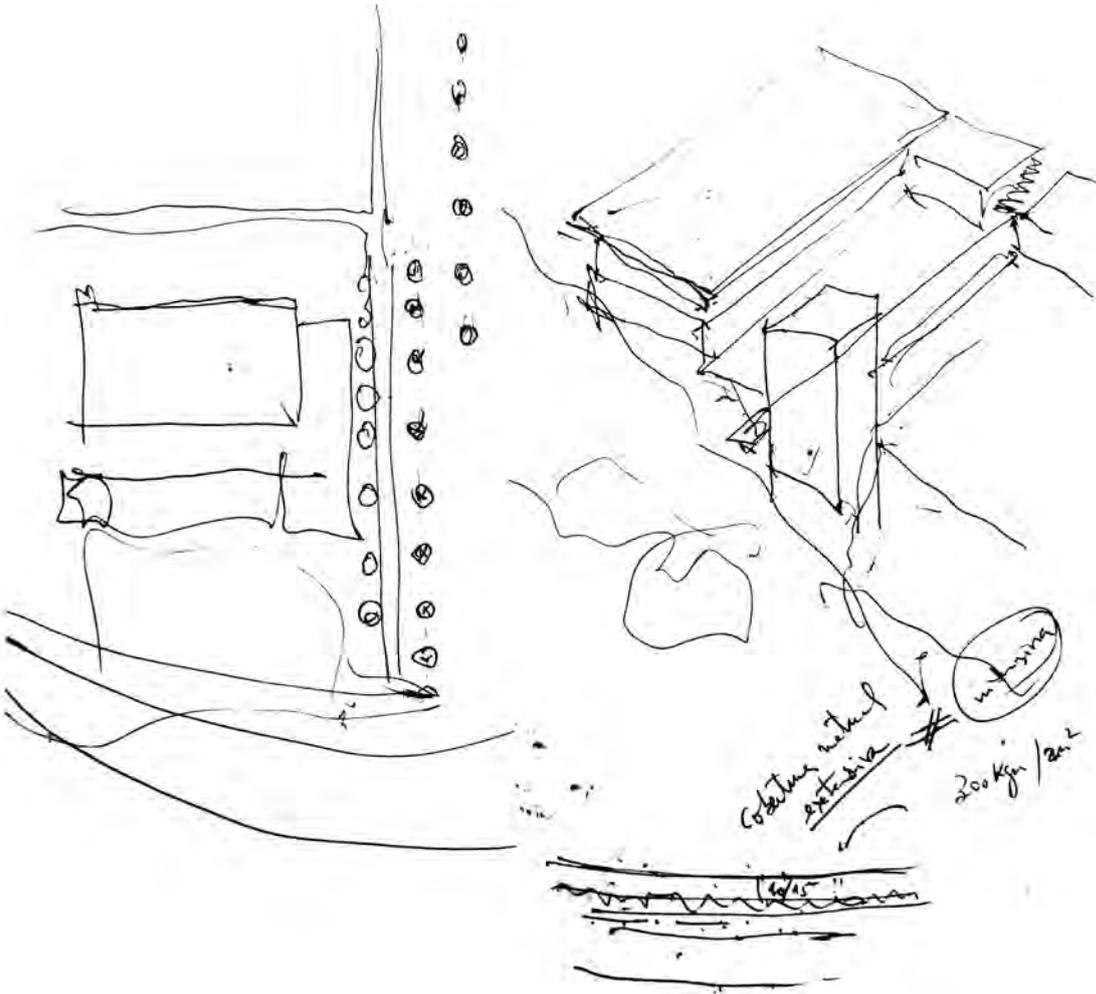
Os itinerários, que possibilitam a circulação entre as diferentes zonas do complexo, são enaltecidos pela presença material do betão aparente e do azulejo de cor clara, proporcionando ambientes sóbrios mas agradáveis ao longo do edifício.

O esquema construtivo em aço permite suportar a grande peça da cobertura, conferindo um efeito de leveza aparente da mesma ao assentar na imensa cortina de vidro. Por outro lado, o recurso à madeira no interior da cobertura acentua o aspeto orgânico do edificado.

Não obstante ser um exemplo de arquitetura contemporânea galardeada, incorporada na já conhecida marca futurista de Zaha Hadid, é de louvar os esforços implementados para a otimização do complexo. A par com a equipa responsável pela certificação BREEAM, desenvolveram-se técnicas e metodologias com vista à diminuição do impacte construtivo face ao meio ambiente, culminantes na obtenção do nível *Excellent* na escala classificativa do mesmo esquema (Paterson, 2011).

Em relação à contribuição do estudo da obra para o desenvolvimento do objeto de investigação pessoal, é importante referir que este edifício abrange um leque muito diversificado de espaços com vista à natação lúdica e de competição. A análise dos mesmos permitiu a compreensão da complexidade programática de um equipamento concebido tanto para receber as Olimpíadas como para a prática de natação quotidiana.

Além de cumprir o seu propósito funcional, o edifício embeleza o contexto territorial e cumpre uma série de requisitos que o tornam ambientalmente amigável. Deste modo, é inevitável mencionar que independentemente da dimensão, do programa ou das características estéticas, é possível o desenho de edifícios congruentes com as melhores práticas para o desenvolvimento sustentável.



069. Esquicho da fase intermédia do projeto do novo polo desportivo.

### 3.4. CONCEÇÃO E PROJETO DE UMA ARQUITETURA OTIMIZADA

Relativamente ao objeto de investigação, é importante frisar a necessidade de compreender e experimentar o processo conceptual que envolve o desenvolvimento de um grande equipamento público.

A conceção do presente projeto, procura consolidar toda a aprendizagem arquitetónica, sendo a mesma apoiada nos novos conhecimentos adquiridos acerca da temática da construção sustentável.

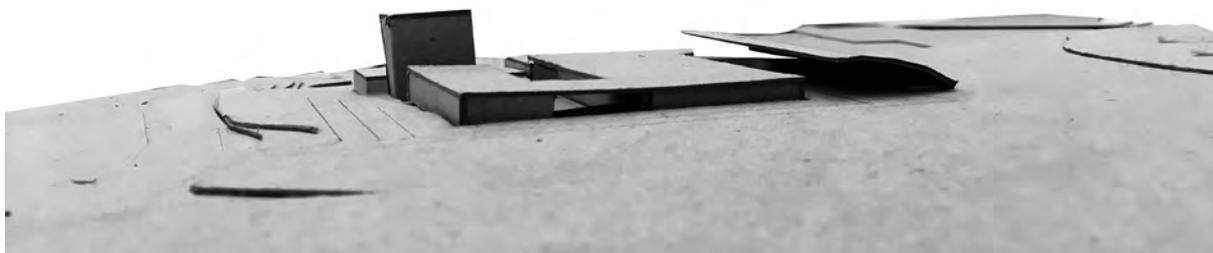
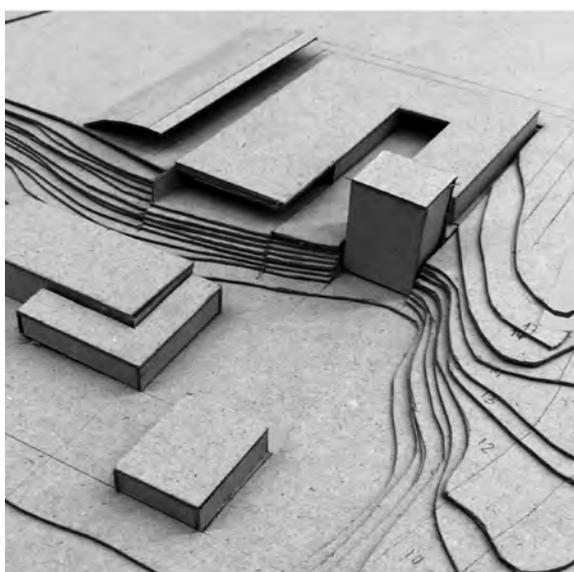
Numa perspetiva académica, procura-se ensaiar modos de pensar a arquitetura para a cidade, para as pessoas e para o ambiente, numa relação indissociável entre as três. O novo objeto emerge na cidade de Aveiro, num novo polo desportivo expandido com o propósito de dinamizar e integrar a cidade alargada, visando motivar as pessoas a adotarem estilo de vida mais saudáveis.

Para o desenvolvimento da presente dissertação foi indispensável o traçar de uma nova estratégia urbana, onde o grupo foi sensibilizado para a necessidade de uma ampla intervenção territorial em Aveiro, servindo o contexto urbano numa ótica de concentração metropolitana, entre as áreas distintas embora geometricamente próximas.

A compreensão do papel do desenho urbano na cidade, tal como a forma como este pode afetar as vivências diárias dos seus habitantes, tornou-se claro no momento em que o projeto se apoiou nos elementos naturais, integrando os corredores ecológicos da paisagem, com os percursos viários e pedonais que se pretende que articulem todo o território.

No que toca ao projeto do complexo em si, é fundamental mencionar o suporte teórico que acompanhou a evolução conceptual do parque edificado, desde o estudo e análise documental de inúmeras obras teóricas, e de obras construídas, até à análise de métodos tecno-construtivos essenciais a um exercício exigente deste tipo.

É determinante ressaltar as preocupações que emergiram ao longo do tempo de trabalho. Um tal processo criativo levanta inúmeras questões, nomeadamente, até onde vai a liberdade do arquiteto ao projetar um pedaço de cidade. Sendo o contexto territorial um dado adquirido, apenas se pode propor uma possível solução para a melhoria da realidade local.



070. Maquete à escala 1/500. Fase intermédia do projeto do novo polo desportivo.

071. Maquete à escala 1/500. Fase intermédia do projeto do novo polo desportivo.

072. Maquete à escala 1/500. Fase intermédia do projeto do novo polo desportivo.

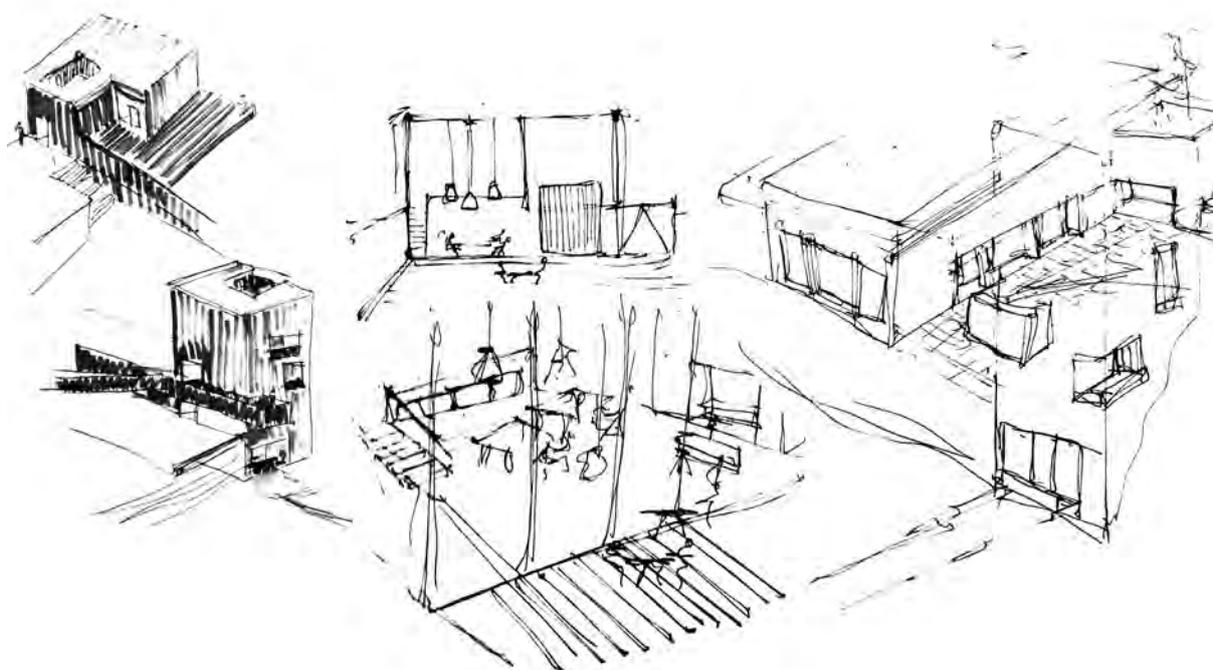
Na impossibilidade de conduzir o leitor por todas as nuances que acompanharam o desenvolvimento do trabalho, procura-se enumerar os pontos mais significativos da sua conceção, em jeito de memória justificativa. Acredita-se que os desenhos do projeto são suficientemente descritivos e esclarecedores para o entender dos propósitos e intenções pois, crê-se que, sobre a arquitetura, os arquitetos falam com os seus desenhos.

#### 3.4.1. A PROPOSTA

Numa primeira instância, e dado que o local de implantação eleito era já protagonizado pelo Pavilhão dos Galitos, decidiu-se a inserção de objetos de cariz igualmente desportivo. O cenário natural que envolve toda esta área mostrou-se ser a escolha indicada para o desenvolvimento de novos elementos que, conjugados com a paisagem, poderiam vir a estabelecer o lugar ideal para o desenho de um novo polo desportivo para a cidade.

Dada a fisionomia territorial, foi inevitável o romper da grande encosta que desempenhava uma condição de barreira natural entre a cota baixa e a cota alta. Devido a estas condicionantes surge o elemento vertical, a torre, que absorve o declive e proporciona uma série de ligações entre os novos patamares criados. O edifício arranca do solo segundo a temática de centro terapêutico, acomodando campos de *squash* em pisos superiores e, finalmente, encerrando a sua função num espaço contemplativo, com liberdade formar para diferentes apropriações.

O espaço dedicado à cafetaria-restaurante, procurou fazer a transcrição entre o espaço desportivo e a atividade do ócio, tornando-se uma peça essencial para a complementação do programa e dinamização do lugar.



073. Esquízo da fase intermédia do projeto do novo polo desportivo.

Relativamente ao desejo principal, optou-se pela conceção de um grande equipamento público destinado à prática da natação. O desafio passa por englobar todos os requisitos inerentes ao desporto de alta competição num objeto arquitetónico, que abrace as preocupações ambientais correntes e tente, de certa forma, minimizar os seus próprios impactes sob o meio natural.

O grande complexo, num contexto completamente isolado, não seria mais do que um aglomerado de peças soltas despojadas do seu verdadeiro propósito conceptual. A relação entre as pessoas e o lugar é fundamental, na medida em que o espaço interior é tão relevante como o exterior.

“A arquitectura como espaço envolvente. Quando faço um edifício, um grande ou um pequeno complexo, gosto muito de imaginar que este se torna parte integrante do espaço envolvente. [...] É este o espaço envolvente que se torna parte da vida, da minha ou, na maioria dos casos, da vida de outras pessoas.” (Zumthor, 2006, p.64).

O projeto é assim pensado para o próprio território, existindo enquanto corpo enraizado na geografia local, e beneficiando de ligações terrestres que facilitam a chegada à obra.

Reconhecendo as inúmeras vantagens de optar por circuitos de mobilidade suave e pela rede de transportes públicos, enfatizam-se estes trajetos que permitem o acesso simples e confortável até ao núcleo do projeto. Os passeios e as ciclovias são traçados ao longo das principais vias automóveis que circundam o perímetro edificado, assegurando os atravessamentos longitudinais e transversais que conectam a cidade ao polo desportivo.

Os percursos pedonais que ligam os elementos do parque edificado, atendem naturalmente às diferenças de níveis que vão surgindo pontualmente no projeto, tornando convidativo e diversificado o itinerário que conduz as pessoas pelo complexo.

Com a adição de pontos de paragem para o transporte público, é reforçada a intenção de diminuir a dependência no meio de deslocação individual e, conseqüentemente, minimizar as emissões de gases nocivos para a atmosfera.



Não obstante o pensamento focado na regeneração dos percursos urbanos, apresenta-se inevitável o planeamento de bolsas de estacionamento destinadas a dias de eventos de grande escala. Por conseguinte, os dois pisos de estacionamento, juntamente com os parques exteriores que integram o complexo, permitem acolher cerca de 380 viaturas.

Ao aliar-se o esquema de deslocação urbano à sua imersão natural na paisagem, permite-se a criação de um novo ambiente citadino, em que as propostas programáticas se alicerçam no território, na tentativa de impulsionar a sociedade a frequentar um espaço com uma vasta amplitude funcional. Esta mesma área estende-se ao longo do parque envolvente e pelos percursos que relembram diferentes zonas urbanas.

“La arquitectura puede facilitar la vida, hacerla más placentera y atrayente, o, a la inversa, dificultarla más. A veces- e idealmente- el arquitecto tiene éxito ofreciendo un potencial que va más allá de la puesta en práctica funcional de un programa.” (Herzog, 2006, p.35).<sup>19</sup>

O “verde” já existente é enfatizado pela presença dos extensos relvados, que exploram a relação natural entre as árvores e o elemento da água que se desenvolve até ao arranque da torre. Essa água sublinha formalmente a existência da ribeira onde convergem as águas a montante, dando aqui origem aquele que a cidade apelida de “Canal Central”.

Alguns dos critérios determinantes para a qualidade de um desenho urbano e ambiental, tal como as relações que estes podem desenvolver com a cidade, com a sociedade e com a obra, são abordados nos esquemas de certificação ambiental. Os pontos como a ocupação territorial, a ecologia local, o transporte ou a vivência socioeconómica, conferem importância ao planeamento racional que permite o progresso face a um desenvolvimento mais sustentável.

Na tentativa de afastar os objetos da sua própria aceção, torna-se ainda fundamental marcar pontos de pausa, espaços de respiração e de livre apropriação. As praças, que surgem em quatro níveis diferentes no polo

<sup>19</sup> Tradução livre da autora: “A arquitetura pode facilitar a vida, torná-la mais agradável e atraente ou, contrariamente, torná-la mais difícil. Às vezes - e idealmente - o arquiteto tem êxito ao oferecer um potencial que vá além da implementação funcional de um programa.” (Herzog, 2006, p.35).



desportivo, permitem tanto a chegada aos edifícios existentes e projetados, como a simples usufruição do espaço, com acesso gratuito à generosa paisagem envolvente.

Relativamente ao interior do complexo de piscinas municipais, este desenrola-se ao longo de três níveis distintos, que suportam as especificidades programáticas correspondentes a este tipo de equipamentos.

No piso inferior, esculpem-se as fundações relativas aos tanques olímpico e semiolímpico, juntamente com as áreas técnicas essenciais ao funcionamento do edifício. Neste nível é possível o acesso ao primeiro estacionamento subterrâneo igualmente como a ascensão até ao átrio principal. As “bocas” de luz que trespassam as áreas correspondentes aos estacionamentos, permitem a chegada de alguma iluminação natural à zona enterrada, estabelecendo momentos de pausa para a contemplação da envolvente a norte do complexo.

A entrada principal do edifício posiciona-se, por sua vez, no piso intermédio, no seguimento de uma ampla praça longitudinal que se debruça sobre o cenário natural da encosta. O dimensionamento do átrio de chegada prevê a idealização de um ambiente prazeroso, com a dupla função de espera e distribuição espacial.

Ao longo do perímetro das piscinas encontram-se dispostos os balneários e restantes especificidades técnicas, nomeadamente, a enfermaria e sala antidoping, a sala de controlo de resultados e os gabinetes destinados aos professores e árbitros. Na extremidade deste piso localiza-se a sala das máquinas, com respetivo acesso direito às fundações das piscinas, doca de descarga e monta-cargas exterior.

Relativamente à área que envolve os dois tanques, procurou-se investir numa atmosfera “quase cenográfica”, onde o ritmo seria fortemente marcado pela estrutura que suporta o movimento assimétrico da cobertura. Este espaço beneficia da forte presença da luz, que invade através das longas cortinas de vidro que rasgam as fachadas, enfatizando a escolha material e as relações paisagísticas estabelecidas com o exterior. A abordagem utilizada vai de encontro ao pensamento do arquiteto Souto Moura, quando este afirma a inexistência de uma arquitetura sem luz (Moura, 2008, p.75).

O piso superior opera como uma segunda entrada no edifício, dividindo-se entre o corpo retangular, que contém o ginásio e salas de estudos, e o corpo da piscina propriamente dito, onde são posicionadas as bancadas. Faz se por aqui, também, o acesso público em dias de eventos especiais.



O desenho referente à organização interna foi fruto do estudo e análise de obras da mesma índole programática, já que o projeto de um equipamento com estas faculdades apenas pode beneficiar com a adoção de uma metodologia tipológica testada, já comum a diversos edifícios. Os casos de estudo apresentados anteriormente, juntamente com outras obras visitadas e consultadas, foram essenciais tanto para a compreensão das necessidades gerais destes empreendimentos, como para o desenvolvimento do projeto no seu todo.

“Proyectar es un poco como explorar, es lo que se puede definir como la “aventura del pensamiento”: vas, das vueltas por el mundo, descubres nuevas tierras, nuevas culturas, nuevas tradiciones y, entonces, intentas entender; quizá robas, tomas cosas del ambiente que te rodea, de la naturaleza, de sus elementos: las piedras, el agua, el aire, los árboles, los colores, el viento.” (Cassigoli, 2005, p.41).<sup>20</sup>

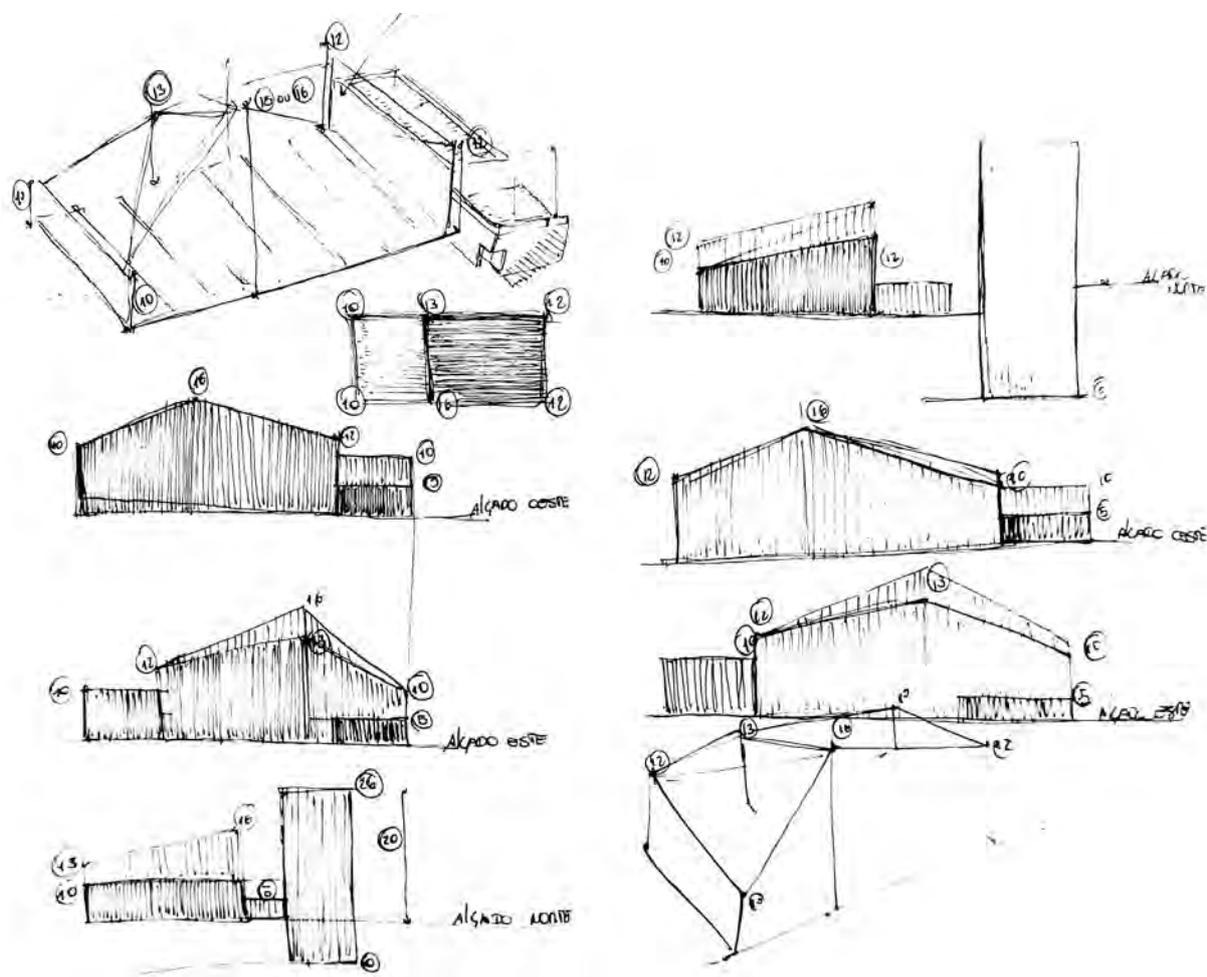
A procura pela identidade arquitetónica apresentou-se certamente como um dos grandes desafios do projeto, não obstante, as maiores dificuldades levantaram-se no momento da escolha material e respetivo método construtivo. As componentes teóricas relativas ao desenho de edifícios ecoeficientes passaram de premissa a problemática, já que a multiplicidade de soluções tecno-construtivas é vasta e as suas aplicabilidades diversas.

Com o intuito de organizar o pensamento e ganhar clarividência projetual, partiu-se do pressuposto de subdividir o complexo em duas zonas distintas, com aparência e estratégias construtivas completamente diferentes.

O corpo de betão, que nasce nas fundações do complexo e se eleva no longo volume posicionado a sul do edifício, resolve as principais questões de relacionamento com o solo e estruturais impostas no projeto. As suas características estéticas permitem um vasto leque de aplicabilidade nas obras, além do mais, as suas propriedades físicas concebem resistência face às forças de compressão empregues (Guisado, 2007, p.1).

Dito isto, a grande massa cinzenta que emerge na paisagem funciona como um elo de ligação entre os edifícios da envolvente próxima e o próprio

<sup>20</sup> Tradução livre da autora: “Projetar é um pouco como explorar, é o que se pode definir como a “aventura do pensamento”: vais, dás voltas pelo mundo, descobres novas terras, novas culturas, novas tradições e, então, tentas compreender; quem sabe roubas, colhes coisas do ambiente que te rodeia, da natureza, dos seus elemento: as pedras, a água, o ar, as árvores, as cores, o vento.” (Cassigoli, 2005, p.41).



076. Esquízo da fase intermédia do projeto do complexo de piscina municipais.

objeto de madeira. A pureza da sua forma remete à fisionomia da torre e do edifício da cafetaria-restaurante, enquanto que a sua estereotomia procura fazer a analogia face aos segmentos ripados que compõem a fachada de madeira.

É certo que o betão apresenta uma série de implicações face ao meio ambiente, já que os seus consideráveis valores de energia incorporada são um dos grandes fatores para o elevado consumo energético na área da construção. Não obstante este facto, e dada a escala monumental do complexo, tornou-se inviável a sua substituição, assumindo-se as suas desvantagens na tentativa de minimizar os seus impactes noutras secções do projeto.

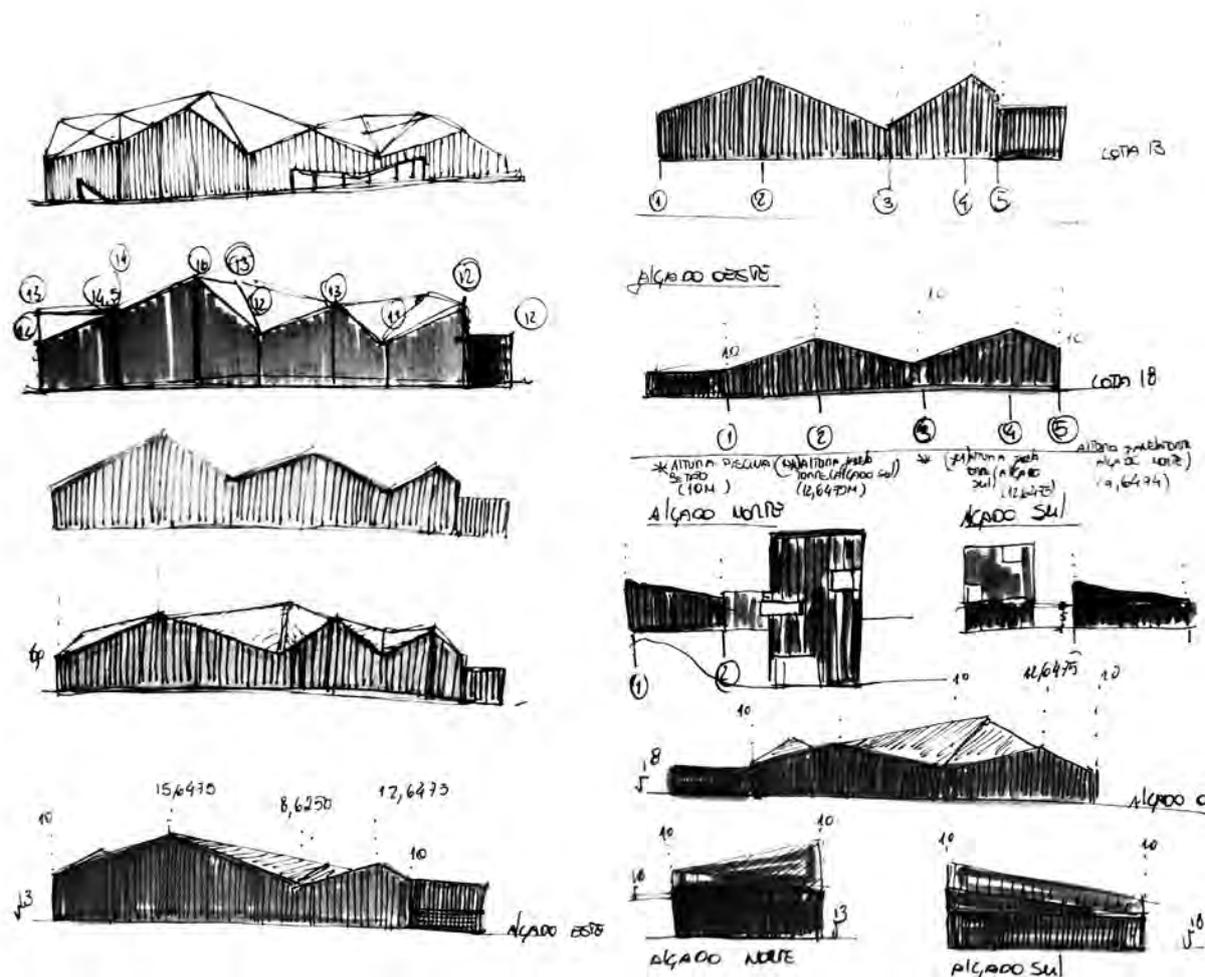
Imediatamente ao lado, o corpo de madeira sobrenada o involucro de betão desde o piso intermédio até à cobertura do edifício. O recurso à madeira como material nesta obra tornou-se essencial, tanto para a formulação da imagem do objeto, como para o confronto direto com a aparente robustez proporcionada pelo betão. A sua nobreza material ressalva, de igual modo, as questões estéticas e estruturais do edificado, oferecendo-se como uma solução ideal na conceção de edifícios ambientalmente amigáveis.

“La madera que se extrae del árbol puede considerarse ya como un producto estructural en origen; aquí se encuentra la principal diferencia con el acero o el hormigón armado, que requieren un proceso de transformación de coste energético mucho mayor.”  
(Martitegui, 2005, p.4).<sup>21</sup>

Muitas alternativas foram ensaiadas no âmbito de tornar a cobertura uma peça leve mas marcante, uma capa de madeira que permitisse continuar a materialidade que compunha o alçado. Face a esta vontade, as ripas de madeira de mutene dispostas na fachada terminam no limite do plano, dando lugar a uma sequência de painéis do mesmo material.

A aparente simplicidade com que a cobertura se apoia nos segmentos de madeira, na envolvente exterior, surge da complexa rede estrutural que se estende ao longo da nave principal. Os grandes pórticos em madeira lamelada colada suportam a construção do edificado, contribuindo significativamente para a imagem do complexo visto pelo interior.

<sup>21</sup> Tradução livre da autora: “A madeira que se extrai da árvore pode ser considerada um produto estrutural de origem; é aqui que se encontram as principais diferenças entre o aço ou o betão armado, que requerem um processo de transformação de custo muito superior.” (Martitegui, 2005, p.4).



077. Esquício da fase intermédia do projeto do complexo de piscina municipais.

A área protagonizada pelas piscinas aproveita o ritmo e aparência criado pelo esqueleto estrutural, como matéria para definição do seu próprio espaço. A intensidade da cor escura no exterior opõe-se ao claro e luminoso no interior, segundo uma dialética antagónica entre os dois espaços.

As preocupações intrínsecas ao desenvolvimento de um edifício de índole sustentável espelham-se tanto na escolha material como na introdução de mecanismo inovadores, congruentes a uma melhor *performance* térmica do complexo.

Além da continuidade do isolamento térmico, que cobre todo o perímetro do edificado, foram introduzidas “baterias” de painéis solares na cobertura, orientadas a sul, com uma inclinação de cerca de 35%, como é recomendado nesta localização geográfica para a otimização do seu desempenho.

Os painéis solares térmicos captam a radiação solar, convertendo-a em energia térmica suficiente para aquecimento dos depósitos de água referentes ao condicionamento térmico da piscina e ao uso sanitário. Por sua vez, os coletores solares voltaicos absorvem a luz solar, transformando-a na eletricidade necessária ao normal funcionamento do edifício. O dimensionamento rigoroso do sistema não foi exequível por impossibilidade de recurso a uma equipa técnica real.

O recurso a estas novas ferramentas de otimização energética são indispensáveis à redução da pegada ecológica derivada do setor da construção. O desafio passa por integrá-los no exercício da arquitetura de forma harmoniosa, evitando o conflito entre a justaposição da componente tecnológica com a dimensão estética da obra.

“La tecnología se utiliza con discreción, no para hacer ostentación con ella. La arquitectura es un oficio inestable entre la técnica e el arte. Si lo separas, te decantas hacia uno u otro lado. Por tanto, la inestabilidad debe seguir existiendo.” (Cassigoli, 2005, p.25).<sup>22</sup>

Relativamente à dimensão técnica experimentada, remete-se o leitor para a qualidade dos desenhos de critério construtivo que simulam uma das fases de um projeto de execução.

<sup>22</sup> Tradução livre da autora: “A tecnologia é utilizada com discrição e não para gerar ostentação. A arquitetura é um ofício instável entre a técnica e a arte. Se o separas, desagregas uma parte da outra. Portanto, a instabilidade deve continuar a existir.” (Cassigoli, 2005, p.25).



Resta apenas salientar a tentativa na relação do projeto com as premissas base dos sistemas de certificação, congruentes à diminuição da pegada ecológica local. Na impossibilidade de dar resposta a todos os pontos previstos, tentou-se sublinhar os mais justificativos no contexto programático e territorial, sob a forma de um ensaio arquitetónico.



078. Fotomontagem da fase final do projeto do novo polo desportivo.

079. Fotomontagem da fase final do projeto do novo polo desportivo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do desenvolvimento da presente dissertação procurou-se responder, com um projeto, à pergunta que sempre deverá ser colocada quando a um arquiteto se impõe a responsabilidade de conceber um edifício, neste caso, de grande complexidade e dimensão relevante, num contexto que reputamos de sensível, como é o ecossistema Terra.

O projeto do complexo de piscinas municipais de Aveiro, ilustra a procura de soluções técnicas para a melhoria do desempenho do equipamento proposto. Ao equilibrar as opções tecno-construtivas tradicionais com outras mais inovadoras, visou-se a aquisição de novos conhecimentos sob a forma de aproximação ao projeto de execução. Não obstante, e devido às questões do foro programático, necessárias e intrínsecas à conceção do novo edificado, atribuiu-se especial atenção à escolha material e desempenho do complexo.

No que toca à aprendizagem associada à experimentação da arquitetura na ótica do desenho de um grande equipamento público, tornou-se essencial a apreensão de processos formativos contemporâneos acerca do tema proposto – práticas para um desenvolvimento mais sustentável.

Além do projeto do objeto *per si*, foi projetada uma rede de percursos alternativos para a mobilidade até ao novo polo desportivo. Neste sentido, a zona de estacionamento surgiu da necessidade de resposta a grandes eventos e os percursos vocacionados para a mobilidade suave, derivaram de uma resoluta vontade em contribuir para modelos de vida mais saudáveis e ecológicos.

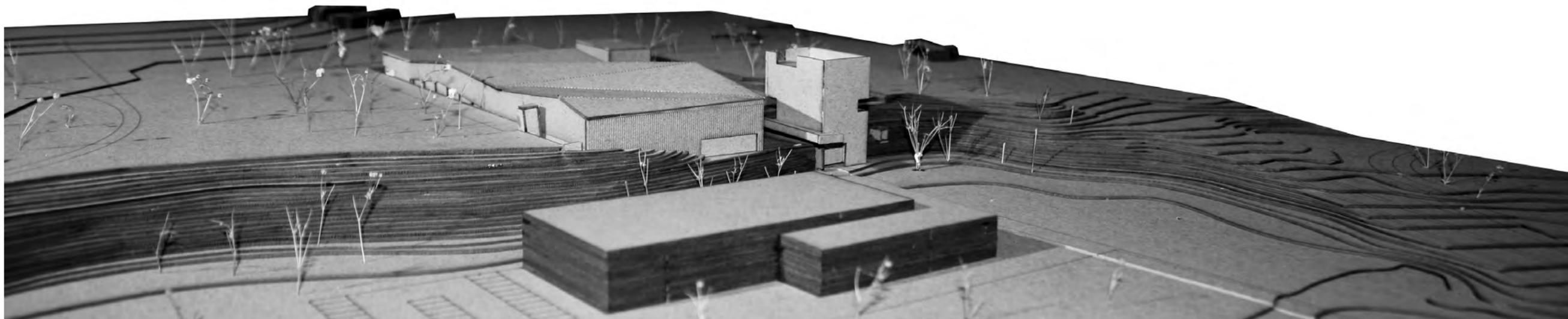
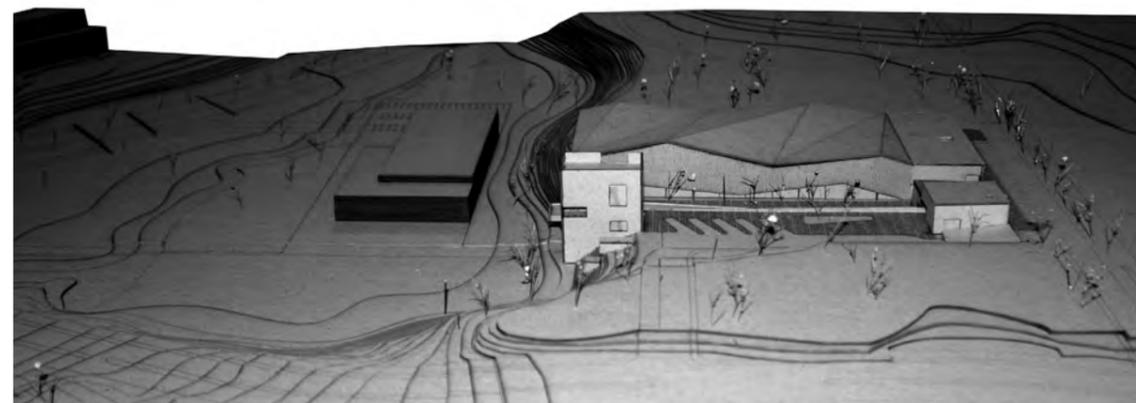
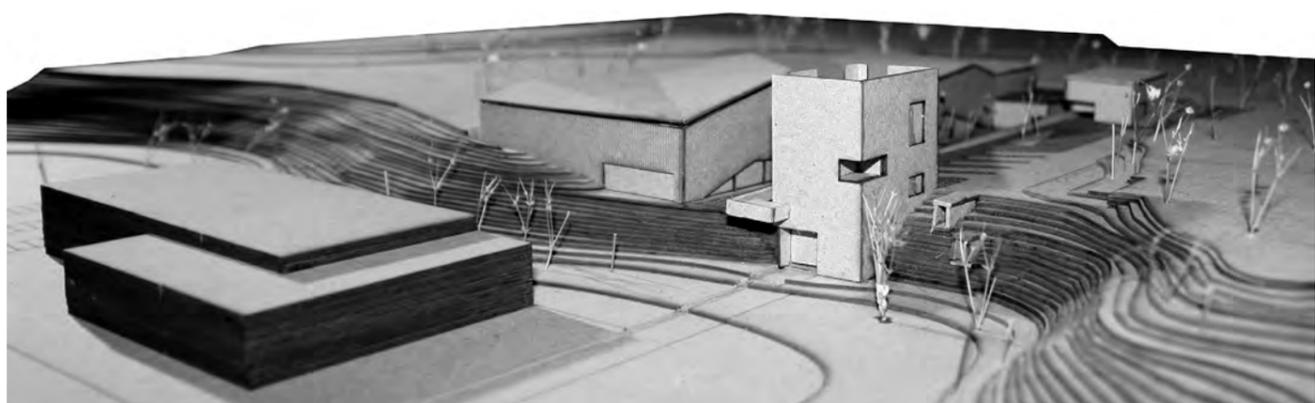
Neste exercício à escala urbana, apresentou-se fundamental compreender o papel dos corredores ecológicos no desenvolvimento de uma estratégia projetual, com vista à aproximação da cidade poente à cidade nascente.

Por fim, procurou-se demonstrar a existência de conhecimentos múltiplos e soluções adequadas, de valor diferenciado e acrescentado, como meio



080. Fotomontagem da fase final do projeto do complexo de piscinas municipais.

081. Fotomontagem da fase final do projeto do complexo de piscinas municipais.



082. Maquete à escala 1/500. Fase final do projeto do novo polo desportivo.

083. Maquete à escala 1/500. Fase final do projeto do novo polo desportivo.

084. Maquete à escala 1/500. Fase final do projeto do novo polo desportivo.

para fazer face aos problemas atuais. A investigação pelo projeto pode dar sentido à integração dos mesmos, no exercício de uma arquitetura com variadas valências e contributos para o meio ambiente.

Não poderia encerrar este capítulo académico sem antes mencionar, novamente, a iminência da salvaguarda do ecossistema Terra. Infelizmente, as matérias abordadas hoje nas Escolas de Arquiteturas não contemplam, na sua íntegra, os temas alusivos à conceção e projeto de arquiteturas sensíveis e congruentes a um desenvolvimento mais sustentável.

Parece-me fundamental sublinhar a importância em inculcar, nos futuros arquitetos, a reflexão e tomada de consciência perante a atual conjuntura global, no âmbito de os direcionar a pensar acerca do impacto da arquitetura e construção sobre o meio natural que os circunda diariamente.

Para mim foi essencial a investigação efetuada no domínio do exercício em projeto, como forma de compreender, refletir e ponderar sobre a responsabilidade do arquiteto ao projetar um pedaço de cidade.



## BIBLIOGRAFIA E FONTES

- Allen, J.; Bernstein, A.; Eitland, E.; Cedeno-Laurent, J.; MacNaughton, P.; Spengler, J.; Williams, A. (2017). *Building for Health. The nexus of green buildings, global health, and the U.N. Sustainable Development Goals*. Acedido em 21 de maio de 2018, em: <http://forhealth.org/Harvard.ForHealthDotOrg.GreenBuildingsGlobalHealthSDGs.2017.pdf>
- Amado, M.; Pinto, A.; Alcaface, A.; Ramalhete, I. (2015). *Construção Sustentável. Conceito e Prática*. Casal de Cambra: Caleidoscópio.
- Amado, M.; Sousa, P. (2012). *Construção Sustentável – Contributo para a Construção de um Sistema de Certificação*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, Portugal.
- Andrase, B.; Quadros, J.; Weise, A.; Schmidt, A.; Lana, L. (2013). Arquitetura Sustentável: Proposta de um edifício com qualidade ambiental baseada nos critérios da certificação LEED. *Sistemas e Gestão*, 8, 346-357. Acedido a 7 de abril de 2018, em: [file:///C:/Users/Asus/Downloads/391-1986-1-PB%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Asus/Downloads/391-1986-1-PB%20(2).pdf)
- Ascenso, R. (2013). Sistemas de certificação de edifícios - Selos para a sustentabilidade. *Edifícios e Energia*, 33, 6 -16. Acedido a 7 de abril de 2018, em: <http://edificioseenergia.pt/pt/a-revista/artigo/sistemas-de-certificacao-de-edificios--selos-para-a-sustentabilidade>
- Associação Passivhaus Portugal (2018). *PASSIVE HOUSE - Conceito*. Acedido em 18 de maio de 2018, em: <http://passivhaus.pt/sobre?m=2>
- Barroso, J. (2010). Prefácio. In Comissão Europeia. (2010). *Europa 2020. Estratégias para um crescimento inteligente, sustentável e inclusivo*. (pp.3-4). Bruxelas: Comissão Europeia.
- Boer, Y. (2008). Foreword in United Nations (2008). In United Nations. (2008). *United Nations Framework Convention on Climate Change*. (pp.4-5). Acedido em 12 de fevereiro de 2018, em: [https://unfccc.int/resource/docs/publications/08\\_unfccc\\_kp\\_ref\\_manual.pdf](https://unfccc.int/resource/docs/publications/08_unfccc_kp_ref_manual.pdf)
- BREEAM (2018). *Building Research Establishment Ltd*. Acedido em 9 de abril de 2018, em: <https://www.breem.com/>
- Brundtland, G. (1987). Our Common Future, Chairman's Foreword. In United Nations. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. (pp.5-9). Acedido em 12 de fevereiro de 2018, em: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>



- Kriss, J. (2013). “O LEED é um sistema em evolução permanente”, *Edifícios e Energia*. Entrevista de Filipa Cardoso, a Jacob Kriss, realizada em novembro de 2013, 34, pp.26-30. Acedido a 7 de abril de 2018, em: <http://www.edificioseenergia.pt/pt/a-revista/artigo/o-leed-e-um-sistema-em-evolucao-permanente>
- Cardoso, F.; Degani, C. (2015). *A Sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edifícios: a importância da etapa de projeto arquitetónico*. Acedido em 13 de março de 2018 em: [http://www.pcc.usp.br/files/text/personal\\_files/francisco\\_cardoso/Nutau%202002%20Degani%20Cardoso.pdf](http://www.pcc.usp.br/files/text/personal_files/francisco_cardoso/Nutau%202002%20Degani%20Cardoso.pdf).
- Cassigoli, R. (2005). *Renzo Piano. Conversación con Renzo Cassigoli*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili. Edição original de 2002.
- Cunha, L. (2007). *Os Espaços do Desporto. Uma Gestão para o Desenvolvimento Humano*. Coimbra: Edições Almedina, SA.
- Dimick, D. (2014). As World’s Population Booms, Will Its Resources Be Enough for Us? *National Geographic*. Acedido a 5 de dezembro de 2018, em: <https://news.nationalgeographic.com/news/2014/09/140920-population-11billion-demographics-anthropocene/>
- Duran, S. (2011). *Architecture & Energy Efficiency*. Barcelona: LOFT Publications.
- European Commission. (1992). *Carta Europeia do Desporto*. Acedido a 10 de novembro de 2018, em: <http://www.idesporto.pt/DATA/DOCS/LEGISLACAO/Doc120.pdf>
- Fernandes, F.; Cannatà, M. (2005). *Pavilhão Multiusos Viana do Castelo. Eduardo Souto Moura*. Porto: Livraria Civilização Editora.
- Fontes, A. (2015). *Eficiência energética em complexos de piscinas interiores: caso da Piscina Municipal Luís Lopes da Conceição*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica. Universidade de Coimbra. Coimbra, Portugal.
- Galiano, L. (2016). Complejo deportivo Ribeira Serrallo. *AV Monografías, 186-187*, 71-76.
- Gausa, M. (2003). *Diccionario Metapolis De Arquitectura Avanzada*. Barcelona: ACTAR PUBLISHERS.
- Gehl, J. (2014). *Cidades para Pessoas*. São Paulo: EDITORA PERSPECTIVAS S.A.. Edição original de 2010.
- Griffiths, A. (2017). *Hawkins\Brown uses engineered wood to build swimming pool for City of London Freeman’s School*. Acedido em 20 de novembro de 2018, em: <https://www.dezeen.com/2017/11/23/hawkinsbrown-engineered-timber-swimming-pool-city-london-freemans-school/>
- Guisado, J. (2007). Nuevas alas para el hormigón. *Tectónica, 25*, 1-2.
- Harari, Y. (2015). *Homo Deus - História Breve do Amanhã*. São Paulo: SCHWARCZ S.A.. Edição original de 2014.



- Hawkins\Brown Architects. (2018). *City of London Freeman's School Swimming Pool \ Swimming amongst the trees*. Acedido em 20 de novembro de 2018, em: <https://www.hawkinsbrown.com/projects/city-of-london-freemens-school-swimming-pool>.
- Herzog, J. (2006). *Una conversación entre Jacques Herzog y Jeff Wall*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- IFMA Foundation (2015). *Green Building Rating Systems*. Acedido em 12 de fevereiro de 2018, em: <http://cdn.ifma.org/sfcdn/membership-documents/green-rating-systems-htg-final.pdf>
- ISOVER (2018). *O que é uma Passive House ou Passivhaus, na sua designação original?*. Acedido em 18 de maio de 2018, em: <https://www.isover.pt/o-que-e-uma-passive-house-ou-passivhaus-na-sua-designacao-original>
- Jular. (2018). *Madeira Lamelada Colada*. Acedido em 20 de novembro de 2018, em: <https://www.jular.pt/produtos/estruturas-em-madeira/madeira-lamelada-colada>.
- LEED|USGBC (2018). *Leadership in Energy and Environmental Design*. Acedido em 16 de abril de 2018, em: <https://new.usgbc.org/leed>
- Leite, V. (2011). *Certificação Ambiental na Construção Civil – Sistemas LEED e AQUA*. Monografia de Licenciatura em Engenharia Civil. Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, Brasil.
- LiderA (2018). *Sistema de Avaliação da Sustentabilidade*. Acedido em 14 de maio de 2018, em: <http://www.lidera.info/>
- Martetigui, F. (2005). Estructuras de madera. *Tectónica*, 13, 4-27.
- Mateus, M. A. (2017). “Se a arquitetura não fosse arte, o barroco seria ridículo”, *Expresso*. Entrevista de Valdemar Cruz, a Manuel Aires Mateus, realizada em 15 de dezembro de 2017, pp. 27-33.
- Moura, E. (2008). *Eduardo Souto de Moura: conversas com estudantes*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- Ordem dos Arquitectos. (2001). *A green Vitruvius - princípios e prácticas de projecto para uma arquitectura sustentável*. Lisboa: Ordem dos Arquitectos. Edição original de 1999.
- Parker, J. (2012). *The Value of BREEAM*. Berkshire: BSRIA.
- PASSIPEDIA (2015). *Classic, Plus, Premium: The new Passive House classes and how they can be reached*. Acedido em 21 de maio de 2018, em: [https://passipedia.org/certification/passive\\_house\\_categories/classic-plus-premium](https://passipedia.org/certification/passive_house_categories/classic-plus-premium)
- Passive House Institute. (2015). *The independent institute for outstanding energy efficiency in buildings*. Acedido em 15 de maio de 2018, em: <https://passivehouse.com/>
- Passivhaus Institute (2015). *Passive House Award. 2nd Passive House Architecture Award*. Darmstadt: Herausgeber.



- Paterson, N. (2011). *Learning legacy. Lesson learned from London 2012 Games construction project*. Acedido em 22 de novembro de 2018, em: <https://files.bregroup.com/breem/briefingpapers/425009-143-breem-aw.pdf>.
- Pinheiro, M. (2006). *Ambiente e Construção Sustentável*. Amadora: Instituto do Ambiente.
- Pinheiro, M. (2011). *Sistema Voluntário para a Sustentabilidade dos Ambientes Construídos*. Acedido em 14 de maio de 2018, em: [http://www.lidera.info/resources/LiderA\\_apresentacao\\_sumaria\\_V2.pdf](http://www.lidera.info/resources/LiderA_apresentacao_sumaria_V2.pdf)
- Pinto, M. C. (2014). Passive House: casas amigas do ambiente (e de quem as habita) [Versão eletrónica]. *Público*. Acedido a 15 de maio de 2018, em: <https://www.publico.pt/2014/07/29/p3/noticia/passive-house-casas-amigas-do-ambiente-e-de-quem-as-habita-1820669>
- Quintanilha, O. (2001). Prefácio. In Ordem dos Arquitectos. (2001). *A green Vitruvius - princípios e práticas de projecto para uma arquitectura sustentável*. Lisboa: Ordem dos Arquitectos. Edição original de 1999.
- Ryan, R. (2008). California Academy of Sciences, San Francisco, USA. Renzo Piano Building Workshop. *THE PLAN - Architecture & Technologies in Detail*, 30, 27.
- Schoof, J. (2018). Schemes for Healthy Buildings. *Daylight & Architecture*, 29, 33-52.
- Skelly & Couch. (2018). *City of London Freeman's School Swimming Pool*. Acedido em 20 de novembro de 2018, em: <https://www.skellyandcouch.com/projects/item/140-city-of-london-freemen-s-school-swimming-pool>.
- The Engineered Wood Association. (2018). *Cross-Laminated Timber (CLT)*. Acedido a 20 de novembro de 2018, em: <https://www.apawood.org/cross-laminated-timber>.
- United Nations Environment Programme (2018). *Why does energy matters?* Acedido em 12 de fevereiro de 2018, em: <https://www.unenvironment.org/explore-topics/energy/why-does-energy-matter>
- União Europeia. (2014, 14 de junho). Resolução do Conselho e dos Representantes dos Governos dos Estados-Membros, reunidos no Conselho, de 21 de maio de 2014, sobre o Plano de Trabalho da União Europeia para o Desporto (2014-2017). *Jornal Oficial da União Europeia*, pp.12-17.
- United Nations (1987). *Report of the World Commission on Environmental and Development: Our Common Future*. Acedido em 12 de fevereiro de 2018, em: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>
- United Nations (1992). *Sustainable Development. United Nations Conference on Environment & Development*. Acedido em 12 de fevereiro de 2018, em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>
- United Nations (2002). *Draft plan of implementation of the World Summit on Sustainable Development*. Acedido em 12 de fevereiro de 2018, em: [http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD\\_POI\\_PD/English/WSSD\\_PlanImpl.pdf](http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/WSSD_PlanImpl.pdf)



United Nations (2012). *Report of the United Nations Conference on Sustainable Development*. Acedido em 12 de fevereiro de 2018, em: [http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/CONF.216/16&Lang=E](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/CONF.216/16&Lang=E)

United Nations. (2013). *Sustainable Energy for all*. Acedido em 12 de fevereiro de 2018, em: <http://www.un.org/millenniumgoals/pdf/SEFA.pdf>

United Nations (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Acedido em 12 de fevereiro de 2018, em: [http://srs.violenceagainstchildren.org/sites/default/files/documents/docs/A\\_70\\_1\\_EN.pdf](http://srs.violenceagainstchildren.org/sites/default/files/documents/docs/A_70_1_EN.pdf)

Kibert, C. J. (1994). Establishing Principles and a Model for Sustainable Construction. In CIB. (1994). *Sustainable Construction*, University of Florida, 6-9 July 1994. pp.3-12. Tampa

Vasconcelos, A. (2016). *Construção Energeticamente Sustentável. Metodologia de apoio à decisão em intervenções de reabilitação de edifícios*. Tese de Doutoramento em Engenharia Civil. Instituto Superior Técnico de Lisboa. Lisboa, Portugal.

Zaha Hadid Architects. (2018). *London Aquatics Centre*. Acedido em 22 de novembro de 2018, em: <http://www.zaha-hadid.com/architecture/london-aquatics-centre/>.

Zumthor, P. (2006). *Atmosferas : entornos arquitectónicos - as coisas que me rodeiam*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.



## ÍNDICE

<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>3</b>
<b>1. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL</b>	<b>13</b>
1.1. A tomada de consciência	15
1.2. Arquitetura verde	29
1.3. Construção sustentável	35
1.3.1. Conceito e premissas	35
1.3.2. Perspetiva do ciclo de vida dos edifícios	37
1.4. Energia	43
<b>2. SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO</b>	<b>49</b>
2.1. Ambições e benefícios	53
2.2. Espectros de sistemas de certificação	55
2.2.1. BREEAM	55
2.2.2. LEED	61
2.2.3. LiderA	67
2.2.4. Passivhaus	71
<b>3. REINVENTAR AVEIRO</b>	<b>79</b>
3.1. Estratégia urbana	79
3.2. Novo polo desportivo	85
3.3. Casos de estudo	91
3.3.1. City of London Freeman's School Swimming Pool	93
3.3.2. London Aquatics Centre	97
3.4. Conceção e projeto de uma arquitetura otimizada	101
3.4.1. A proposta	103
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>119</b>
<b>BIBLIOGRAFIA E FONTES</b>	<b>123</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

- 001.** Chaminés em Pittsburgh, Pensilvânia, Bettmann Corbis, 1890. 14  
Fonte: (<https://www.khanacademy.org/partner-content/big-history-project/acceleration/bhp-acceleration/a/the-industrial-revolution>)
- 002.** Um fuzileiro da Marinha a beber do seu cantil durante a Batalha de Saipan, W.Eugene Smith's, 1994. 14  
Fonte: (<http://time.com/3638649/world-war-ii-photos-we-remember/>)
- 003.** United Nations Conference on the Human Environment, Estocolmo, Suécia. Uma vista geral da reunião de abertura da conferência, UN Photo/Yutaka Nagata, 1972. 16  
Fonte: (<http://legal.un.org/avl/ha/dunche/dunche.html>)
- 004.** United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, Brasil. Preparação da sala do Plenário para a abertura da Conferência e a chegada dos delegados, UN Photo/Michos Tzovaras, 1992. 18  
Fonte: (<http://legal.un.org/avl/ha/dunche/dunche.html>)
- 005.** *Millennium Development Goals*, Organização das Nações Unidas, 2000. 20  
Fonte: ([https://en.wikipedia.org/wiki/Millennium\\_Development\\_Goals](https://en.wikipedia.org/wiki/Millennium_Development_Goals))
- 006.** O Presidente da África do Sul, Thabo Mbeki, recebe os delegados na World Summit on Sustainable Development no Ubuntu Village, 2002, UN Photo. 22  
Fonte: (<https://www.onecountry.org/story/johannesburg-shift-emphasis-sustainable-development>)
- 007.** *Sustainable Development Goals*, Organização das Nações Unidas, 2015. 24  
Fonte: (<http://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals.html>)
- 008.** Fumo, Calcutá, Índia, Maciej Dakowicz, 2016. 26  
Fonte: (<https://www.maciejdakowicz.com/street-photography/>)
- 009.** Uma rua movimentada em Calcutá, na Índia, reflete a iminente ameaça de sobrepopulação, que irá sobrecarregar ainda mais os recursos já em oferta limitada, Randy Olson, National Geographic Creative. 28  
Fonte: (Dimick, 2014)
- 010.** “O Edifício Verde”. 30  
Fonte: (Ordem dos Arquitectos, 2001)



011. Ilustração alusiva ao ciclo de vida dos edifícios.	36
Fonte: ( <a href="https://www.oneclicklca.com/the-business-case-for-building-life-cycle-assessment/">https://www.oneclicklca.com/the-business-case-for-building-life-cycle-assessment/</a> )	
012. Ilustração de algumas fontes de energia.	42
Fonte: ( <a href="https://www.freevector.com/energy-resources-vector-26595">https://www.freevector.com/energy-resources-vector-26595</a> )	
013. Um olhar sobre a poluição, Nova York, Neal Boenzy/The New York Times, 1966.	44
Fonte: ( <a href="https://www.nytimes.com/slideshow/2015/09/23/upshot/a-look-back-at-the-smog.html">https://www.nytimes.com/slideshow/2015/09/23/upshot/a-look-back-at-the-smog.html</a> )	
014. Paine Solar, Mongolia, Maiko Miyazaki.	46
Fonte: ( <a href="https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/renewable-energy/">https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/renewable-energy/</a> )	
015. Energia geotérmica, Blue Lagoon, Islândia, Rita Mantarro.	46
Fonte: ( <a href="https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/renewable-energy/">https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/renewable-energy/</a> )	
016. Logotipo do sistema voluntário de certificação BREEAM.	54
Fonte: ( <a href="https://www.breeam.com/">https://www.breeam.com/</a> )	
017. A utilização do BREEAM no mundo.	56
Fonte: ( <a href="http://brebuzz.net/2017/05/22/breecams-success-founded-on-commitment-to-research-and-development/">http://brebuzz.net/2017/05/22/breecams-success-founded-on-commitment-to-research-and-development/</a> )	
018. Sede europeia da Bloomberg, da autoria da firma de arquitetos Foster + Partners. Obteve o selo BREEAM <i>outstanding</i> . Envolvente exterior do edifício, Londres, Reino Unido, Nigel Young, 2017.	58
Fonte: ( <a href="https://www.fosterandpartners.com/projects/bloomberg/#gallery">https://www.fosterandpartners.com/projects/bloomberg/#gallery</a> )	
019. Sede europeia da Bloomberg, da autoria da firma de arquitetos Foster + Partners. Fachada exterior do edifício, Londres, Reino Unido, Nigel Young, 2017.	58
Fonte: ( <a href="https://www.fosterandpartners.com/projects/bloomberg/#gallery">https://www.fosterandpartners.com/projects/bloomberg/#gallery</a> )	
020. Logotipo do sistema voluntário de certificação LEED.	60
Fonte: ( <a href="http://www.springengineeringinc.com/leed/">http://www.springengineeringinc.com/leed/</a> )	
021. A utilização do LEED no mundo.	60
Fonte: ( <a href="https://www.usgbc.org/articles/infographic-leed-world">https://www.usgbc.org/articles/infographic-leed-world</a> )	
022. Áreas de avaliação da sustentabilidade no sistema LEED.	62
Fonte: ( <a href="https://blogdaarquitectura.com/saiba-como-obter-o-selo-leed-de-sustentabilidade-para-o-seu-projeto/">https://blogdaarquitectura.com/saiba-como-obter-o-selo-leed-de-sustentabilidade-para-o-seu-projeto/</a> )	



023. Academy of Sciences, da autoria da firma de arquitetos Renzo Piano Building Workshop + Stantec Architecture. Obteve o selo LEED *platinum*. Envoltente exterior do edifício, São Francisco, Estados Unidos da América, 2008. 64  
 Fonte: (Ryan, 2008, pp. 18-19)
024. Academy of Sciences, da autoria da firma de arquitetos Renzo Piano Building Workshop + Stantec Architecture. Vista interior do edifício, São Francisco, Estados Unidos da América, 2008. 64  
 Fonte: (Ryan, 2008, p.27)
025. Logotipo do sistema voluntário de certificação LiderA. 66  
 Fonte: (<http://www.lidera.info/?p=MenuPage&MenuId=29>)
026. Dimensões de atuação do Lider A. 66  
 Fonte: (<http://www.lidera.info/?p=MenuPage&MenuId=29>)
027. Palácio Condes de Murça, da autoria das firmas de arquitetos Aires Mateus e Associados, Lda e Frederico Valsassina Arquitectos. Obteve a classificação A no sistema LiderA. Envoltente exterior do edifício, Lisboa, Portugal, 2012. 68  
 Fonte: (<https://afasiaarchzine.com/2017/05/aires-mateus-valsassina-5/aires-mateus-valsassina-palacio-condes-de-murca-lisboa-2/>)
028. Palácio Condes de Murça, da autoria das firmas de arquitetos Aires Mateus e Associados, Lda e Frederico Valsassina Arquitectos. Vista do claustro interior do edifício, Lisboa, Portugal, 2012. 68  
 Fonte: (<https://afasiaarchzine.com/2017/05/aires-mateus-valsassina-5/aires-mateus-valsassina-palacio-condes-de-murca-lisboa-2/>)
029. Logotipo do sistema voluntário de certificação Passivhaus. 70  
 Fonte: (<http://www.passivehouseacademy.com/>)
030. Imagens alusivas às soluções Passivhaus. 70  
 Fonte: (<http://passivhaus.pt/>)
031. Os cinco princípios para a construção de uma Passivhaus. 72  
 Fonte: ([https://passivehouse.com/02\\_informations/02\\_passive-house-requirements/02\\_passive-house-requirements.htm](https://passivehouse.com/02_informations/02_passive-house-requirements/02_passive-house-requirements.htm))
032. Cestaria, da autoria da Homegrid. Obteve a classificação A<sup>+</sup> no sistema LiderA e cumpriu os requisitos de uma *Passivhaus Classic*. Envoltente exterior do edifício, Costa Nova, Portugal, 2015. 74  
 Fonte: ([http://passivhaus.pt/noticias/anexos/20180626\\_familia\\_crista.pdf](http://passivhaus.pt/noticias/anexos/20180626_familia_crista.pdf))
033. Cestaria, da autoria da Homegrid. Interior do edifício, Costa Nova, Portugal, 2015. 74  
 Fonte: ([http://passivhaus.pt/noticias/anexos/20180626\\_familia\\_crista.pdf](http://passivhaus.pt/noticias/anexos/20180626_familia_crista.pdf))



034. Fotografia aérea da cidade de Aveiro.	78
Fonte: ( <a href="https://www.google.pt/maps/place/Aveiro/@40.6393791,-8.6621375,5114m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0xd23980ed5b2e78d:0x3042e1cd013c1f07!8m2!-3d40.6405055!4d-8.6537539">https://www.google.pt/maps/place/Aveiro/@40.6393791,-8.6621375,5114m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0xd23980ed5b2e78d:0x3042e1cd013c1f07!8m2!-3d40.6405055!4d-8.6537539</a> )	
035. Esquema da rede viária. Diagrama do grupo de Atelier de Projeto II B.	79
Fonte: Diagrama do grupo de Atelier de Projeto II B.	
036. Esquema dos corredores ecológicos. Diagrama do grupo de Atelier de Projeto II B.	79
Fonte: Diagrama do grupo de Atelier de Projeto II B.	
037. Fotomontagem da proposta urbana de Atelier de Projeto II B.	80
Fonte: Imagem elaborada pelo grupo de Atelier de Projeto II B.	
038. Fotomontagem da proposta urbana de Atelier de Projeto II B.	80
Fonte: Imagem elaborada pelo grupo de Atelier de Projeto II B.	
039. Fotomontagem da proposta urbana de Atelier de Projeto II B.	80
Fonte: Imagem elaborada pelo grupo de Atelier de Projeto II B.	
040. Maquete à escala 1/2000. Estratégia geral da turma de Laboratório de Projeto.	82
Fonte: Maquete elaborada pela turma de Laboratório de Projeto.	
041. Fotografia da zona de implantação do novo polo desportivo.	84
Fonte: Fotografia da autora.	
042. Fotografia da zona de implantação do novo polo desportivo.	84
Fonte: Fotografia da autora.	
043. Fotografia da zona de implantação do novo polo desportivo.	86
Fonte: Fotografia da autora.	
044. Fotografia da zona de implantação do novo polo desportivo.	86
Fonte: Fotografia da autora.	
045. Esquícios da fase inicial do projeto do novo polo desportivo.	86
Fonte: Desenhos elaborados pela autora.	
046. Fotomontagem da fase inicial do projeto do novo polo desportivo.	86
Fonte: Imagem elaborada pela autora.	



047. Fotomontagem da fase inicial do projeto do novo polo desportivo. 86  
 Fonte: Imagem elaborada pela autora.
048. Maquete à escala 1/2000. Proposta final do novo polo desportivo. 88  
 Fonte: Maquete elaborada pela turma de Laboratório de Projeto.
049. Maquete à escala 1/2000. Proposta final do novo polo desportivo. 88  
 Fonte: Maquete elaborada pela turma de Laboratório de Projeto.
050. Centro Cultural de Viana do Castelo, da autoria do arquiteto Eduardo Souto Moura. Envolvente exterior do edifício, Viana do Castelo, Portugal, 2013. 90  
 Fonte: (<https://www.archdaily.com.br/br/01-133038/centro-cultural-de-viana-do-castelo-slash-eduardo-souto-de-moura/5201004ce8e44ebcd3000019-cultural-center-of-viana-do-castelo-eduardo-souto-de-moura-photo>)
051. Centro Cultural de Viana do Castelo, da autoria do arquiteto Eduardo Souto Moura. Vista interior do edifício, Viana do Castelo, Portugal, 2013. 90  
 Fonte: (<https://www.archdaily.com.br/br/01-133038/centro-cultural-de-viana-do-castelo-slash-eduardo-souto-de-moura/520100aae8e44ebcd300001f-cultural-center-of-viana-do-castelo-eduardo-souto-de-moura-photo>)
052. Complejo Deportivo Ribeira Serrallo, da autoria do arquiteto Álvaro Siza Vieira. Envolvente exterior do edifício, Cornellà de Llobregat, Barcelona, Espanha, 2005. 90  
 Fonte: (Galiano, 2016, p.73)
053. Complejo Deportivo Ribeira Serrallo, da autoria do arquiteto Álvaro Siza Vieira. Vista interior do edifício, Cornellà de Llobregat, Barcelona, Espanha, 2005. 90  
 Fonte: (Galiano, 2016, p.76)
054. City of London Freeman's Swimming Pool, da autoria da firma de arquitetos Hawkins\Brown. Envolvente exterior, Surrey, Reino Unido, 2017. 92  
 Fonte: <https://www.hawkinsbrown.com/projects/city-of-london-freemens-school-swimming-pool>
055. City of London Freeman's Swimming Pool, da autoria da firma de arquitetos Hawkins\Brown. Envolvente exterior, Surrey, Reino Unido, 2017. 92  
 Fonte: (<https://www.hawkinsbrown.com/projects/city-of-london-freemens-school-swimming-pool>)
056. City of London Freeman's Swimming Pool, da autoria da firma de arquitetos Hawkins\Brown. Vista interior, Surrey, Reino Unido, 2017. 93  
 Fonte: (<https://www.archdaily.com/885514/freemens-school-swimming-pool-hawkins-brown/5a33336cb22e3853e200004e-freemens-school-swimming-pool-hawkins-brown-photo>)



**057.** City of London Freeman's Swimming Pool, da autoria da firma de arquitetos Hawkins\Brown. Vista interior, Surrey, Reino Unido, 2017. 93

Fonte: (<https://www.archdaily.com/885514/freemens-school-swimming-pool-hawkins-brown/5a33336cb22e3853e200004e-freemens-school-swimming-pool-hawkins-brown-photo>)

**058.** City of London Freeman's Swimming Pool, da autoria da firma de arquitetos Hawkins\Brown. Planta do Piso Térreo, Surrey, Reino Unido, 2017. 94

Fonte: (<https://www.archdaily.com/885514/freemens-school-swimming-pool-hawkins-brown/5a33332db22e38666000004b-freemens-school-swimming-pool-hawkins-brown-upper-ground-floor-plan>)

**059.** City of London Freeman's Swimming Pool, da autoria da firma de arquitetos Hawkins\Brown. Planta do Piso 1, Surrey, Reino Unido, 2017. 94

Fonte: (<https://www.archdaily.com/885514/freemens-school-swimming-pool-hawkins-brown/5a33332db22e38666000004b-freemens-school-swimming-pool-hawkins-brown-upper-ground-floor-plan>)

**060.** City of London Freeman's Swimming Pool, da autoria da firma de arquitetos Hawkins\Brown. Secção Longitudinal, Surrey, Reino Unido, 2017. 94

Fonte: (<https://www.archdaily.com/885514/freemens-school-swimming-pool-hawkins-brown/5a333317b22e3853e200004b-freemens-school-swimming-pool-hawkins-brown-section>)

**061.** London Aquatics Centre, da autoria da firma de Zaha Hadid Architects. Envolvente exterior, Londres, Reino Unido, 2017. 96

Fonte: ([https://www.domusweb.it/en/architecture/2014/02/27/london\\_aquatics\\_centre.html](https://www.domusweb.it/en/architecture/2014/02/27/london_aquatics_centre.html))

**062.** London Aquatics Centre, da autoria da firma de Zaha Hadid Architects. Envolvente exterior, Londres, Reino Unido, 2017. 96

Fonte: (<https://archello.com/project/london-aquatics-centre>)

**063.** London Aquatics Centre, da autoria da firma de Zaha Hadid Architects. Estrutura da cobertura, Londres, Reino Unido, 2017. 96

Fonte: (<https://www.archdaily.com/161116/london-aquatics-centre-for-2012-summer-olympics-zaha-hadid-architects/5015549b28ba0d02f0000dcb-london-aquatics-centre-for-2012-summer-olympics-zaha-hadid-architects-photo>)

**064.** London Aquatics Centre, da autoria da firma de Zaha Hadid Architects. Vista interior, Londres, Reino Unido, 2017. 97

Fonte: (<http://www.zaha-hadid.com/architecture/london-aquatics-centre/>)

**065.** London Aquatics Centre, da autoria da firma de Zaha Hadid Architects. Vista interior, Londres, Reino Unido, 2017. 97

Fonte: (<http://www.zaha-hadid.com/architecture/london-aquatics-centre/>)



066. London Aquatics Centre, da autoria da firma de Zaha Hadid Architects. Vista interior, Londres, Reino Unido, 2017.	97
Fonte: ( <a href="http://www.zaha-hadid.com/architecture/london-aquatics-centre/">http://www.zaha-hadid.com/architecture/london-aquatics-centre/</a> )	
067. London Aquatics Centre, da autoria da firma de Zaha Hadid Architects. Planta do Piso Térreo em modo olímpico, Londres, Reino Unido, 2017.	98
Fonte: ( <a href="http://www.zaha-hadid.com/architecture/london-aquatics-centre/">http://www.zaha-hadid.com/architecture/london-aquatics-centre/</a> )	
068. London Aquatics Centre, da autoria da firma de Zaha Hadid Architects. Planta do Piso 1 em modo olímpico, Londres, Reino Unido, 2017.	98
Fonte: ( <a href="http://www.zaha-hadid.com/architecture/london-aquatics-centre/">http://www.zaha-hadid.com/architecture/london-aquatics-centre/</a> )	
069. Esquízo da fase intermédia do projeto do novo polo desportivo.	100
Fonte: Desenho elaborado pelo Professor Doutor João Paulo Cardielos.	
070. Maquete à escala 1/500. Fase intermédia do projeto do novo polo desportivo.	102
Fonte: Maquete elaborada pela autora.	
071. Maquete à escala 1/500. Fase intermédia do projeto do novo polo desportivo.	102
Fonte: Maquete elaborada pela autora.	
072. Maquete à escala 1/500. Fase intermédia do projeto do novo polo desportivo.	102
Fonte: Maquete elaborada pela autora.	
073. Esquízo da fase intermédia do projeto do novo polo desportivo.	104
Fonte: Desenho elaborado pela autora.	
074. Esquízo da fase intermédia do projeto do complexo de piscina municipais e da torre.	108
Fonte: Desenho elaborado pela autora.	
075. Esquízo da fase intermédia do projeto do complexo de piscina municipais.	110
Fonte: Desenho elaborado pela autora.	
076. Esquízo da fase intermédia do projeto do complexo de piscina municipais.	112
Fonte: Desenho elaborado pela autora.	
077. Esquízo da fase intermédia do projeto do complexo de piscina municipais.	114
Fonte: Desenho elaborado pela autora.	
078. Fotomontagem da fase final do projeto do novo polo desportivo.	118
Fonte: Imagem elaborado pela autora.	



079. Fotomontagem da fase final do projeto do complexo de piscinas municipais.	118
Fonte: Imagem elaborado pela autora.	
080. Fotomontagem da fase final do projeto do complexo de piscinas municipais.	120
Fonte: Imagem elaborado pela autora.	
081. Fotomontagem da fase final do projeto do complexo de piscinas municipais.	120
Fonte: Imagem elaborado pela autora.	
082. Maquete à escala 1/500. Fase final do projeto do novo polo desportivo.	120
Fonte: Maquete elaborada pela autora.	
083. Maquete à escala 1/500. Fase final do projeto do novo polo desportivo.	120
Fonte: Maquete elaborada pela autora.	
084. Maquete à escala 1/500. Fase final do projeto do novo polo desportivo.	120
Fonte: Maquete elaborada pela autora.	



## SUMÁRIO DE IMAGENS

Estratégia Urbana	01
Planta de Implantação	02
Planta Piso -2	03
Planta Piso -1	04
Planta Piso Térreo	05
Planta Piso 1	06
Planta da Cobertura	07
Alçado Norte, Sul, Oeste e Este	08
Perfis Longitudinais Exteriores 1, 2 e 3	09
Perfis Longitudinais Interiores 4 e 5   Perfis transversais Interiores 1 e 2	10
Axonometria Explodida	11
Definição Material e Construtiva   Perfil Transversal	12
Definição Material e Construtiva   Esc. 1/30	13
Definição Material e Construtiva   Esc. 1/30	14
Definição Material e Construtiva - Pormenor Construtivo   Esc.1/15	15





## Práticas para o desenvolvimento sustentável.

Conceção e projeto de uma arquitetura otimizada.

Estratégia Urbana

FCTUC. Dep. de Arquitetura. Dissertação de mestrado em Arquitetura.  
Sob orientação de: Prof. Doutor João Paulo Cardielos e Prof. Doutor António Bettencourt.  
Joana Maria França Gonçalves n°2013145995

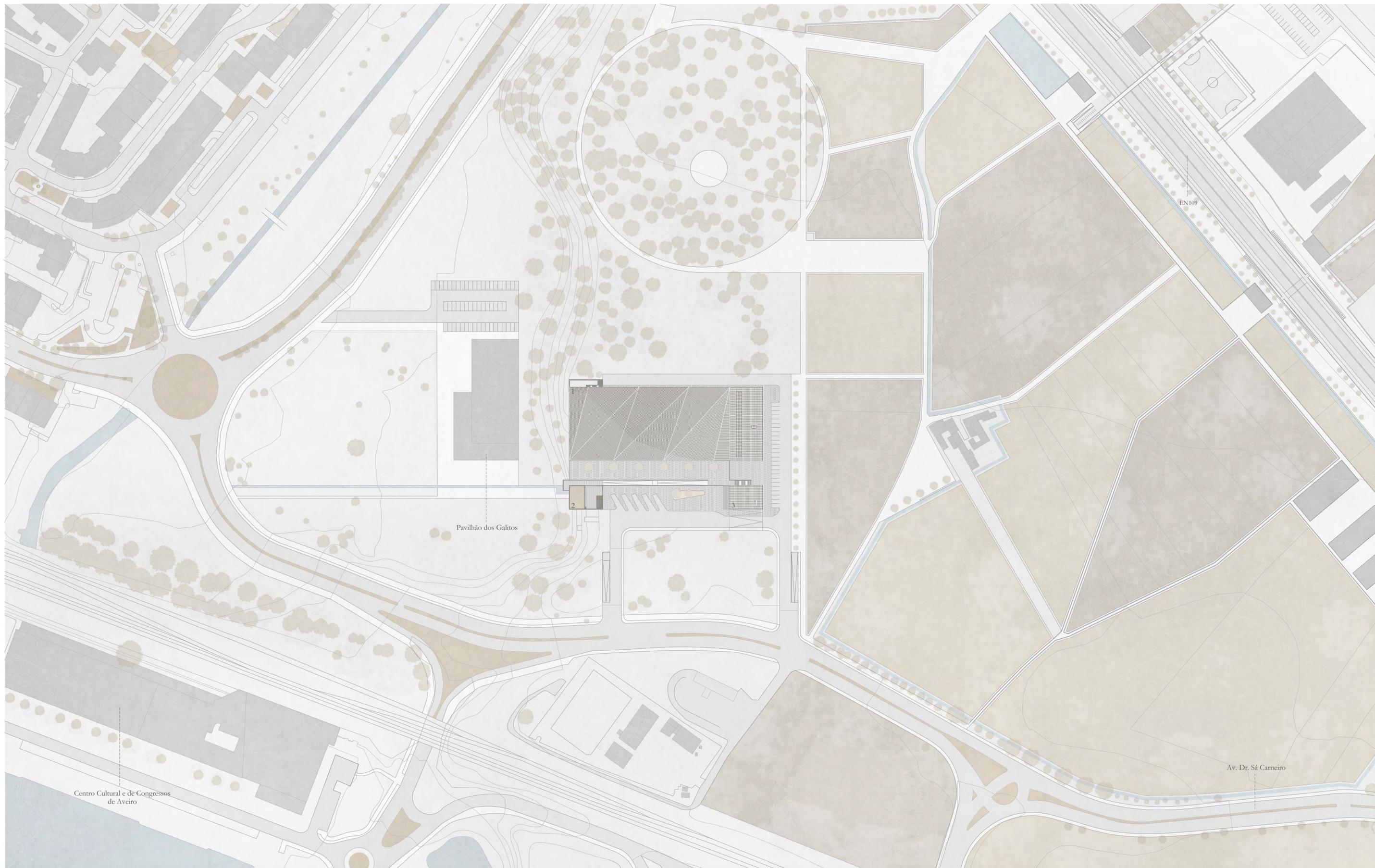
01

### Legenda

- Água
- Edifícios propostos
- Espaços agrícolas
- Espaços verdes



0 20 100 200



## Práticas para o desenvolvimento sustentável.

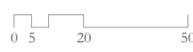
Conceção e projeto de uma arquitetura otimizada.

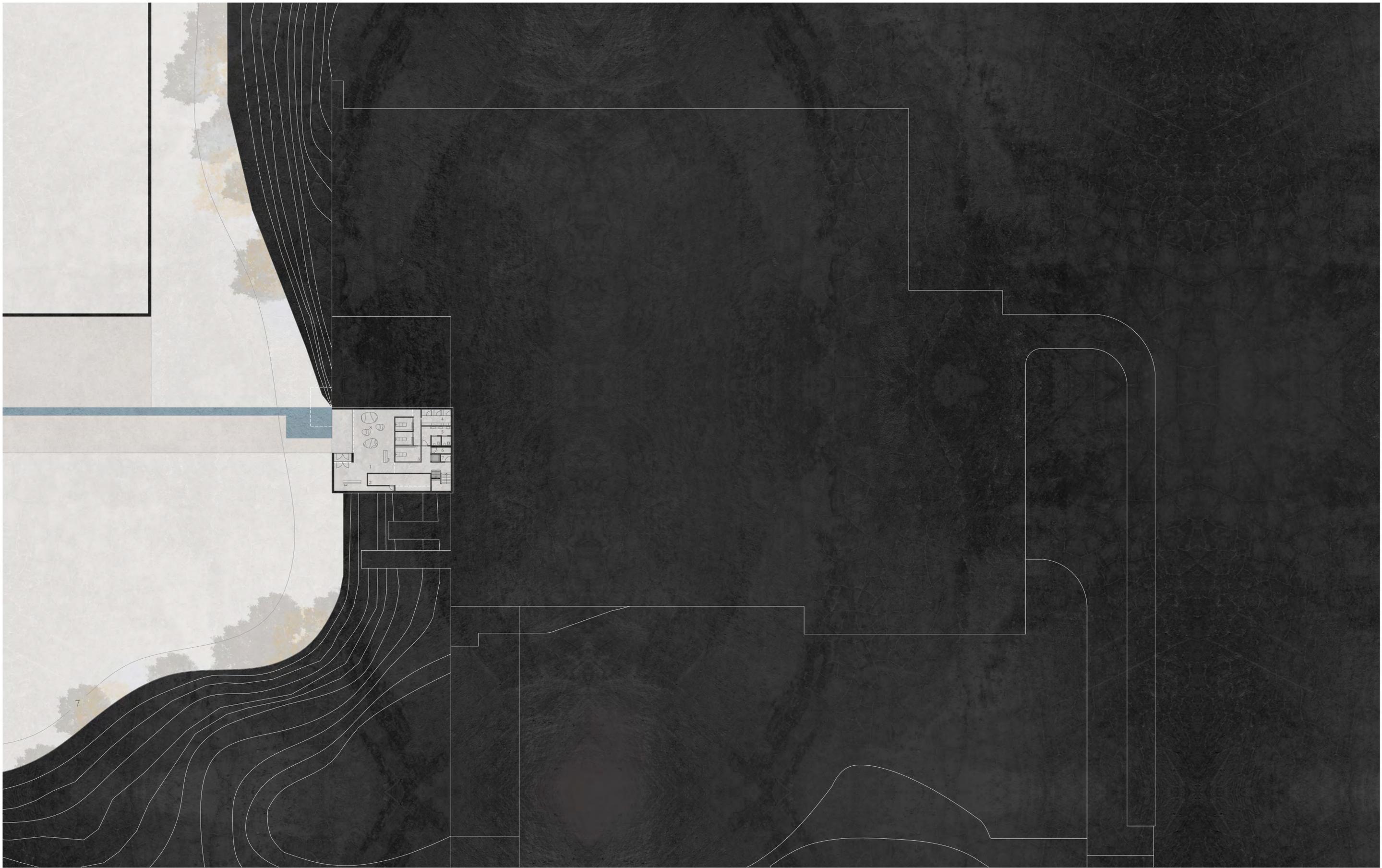
### Planta de Implantação

FCTUC. Dep. de Arquitetura. Dissertação de mestrado em Arquitetura.  
Sob orientação de: Prof. Doutor João Paulo Cardielos e Prof. Doutor António Bettencourt.  
Joana Maria França Gonçalves nº2013145995

### Novo Polo Desportivo

- 1- Complexo de piscinas municipais | Ginásio Fitbox
- 2- Centro terapêutico | Clube de squash
- 3- Cafetaria | Restaurante





## Práticas para o desenvolvimento sustentável.

Conceção e projeto de uma arquitetura otimizada.

Planta Piso -2 | Cota 7 m

FCTUC. Dep. de Arquitetura. Dissertação de mestrado em Arquitetura.  
Sob orientação de: Prof. Doutor João Paulo Cardielos e Prof. Doutor António Bettencourt.  
Joana Maria França Gonçalves nº2013145995

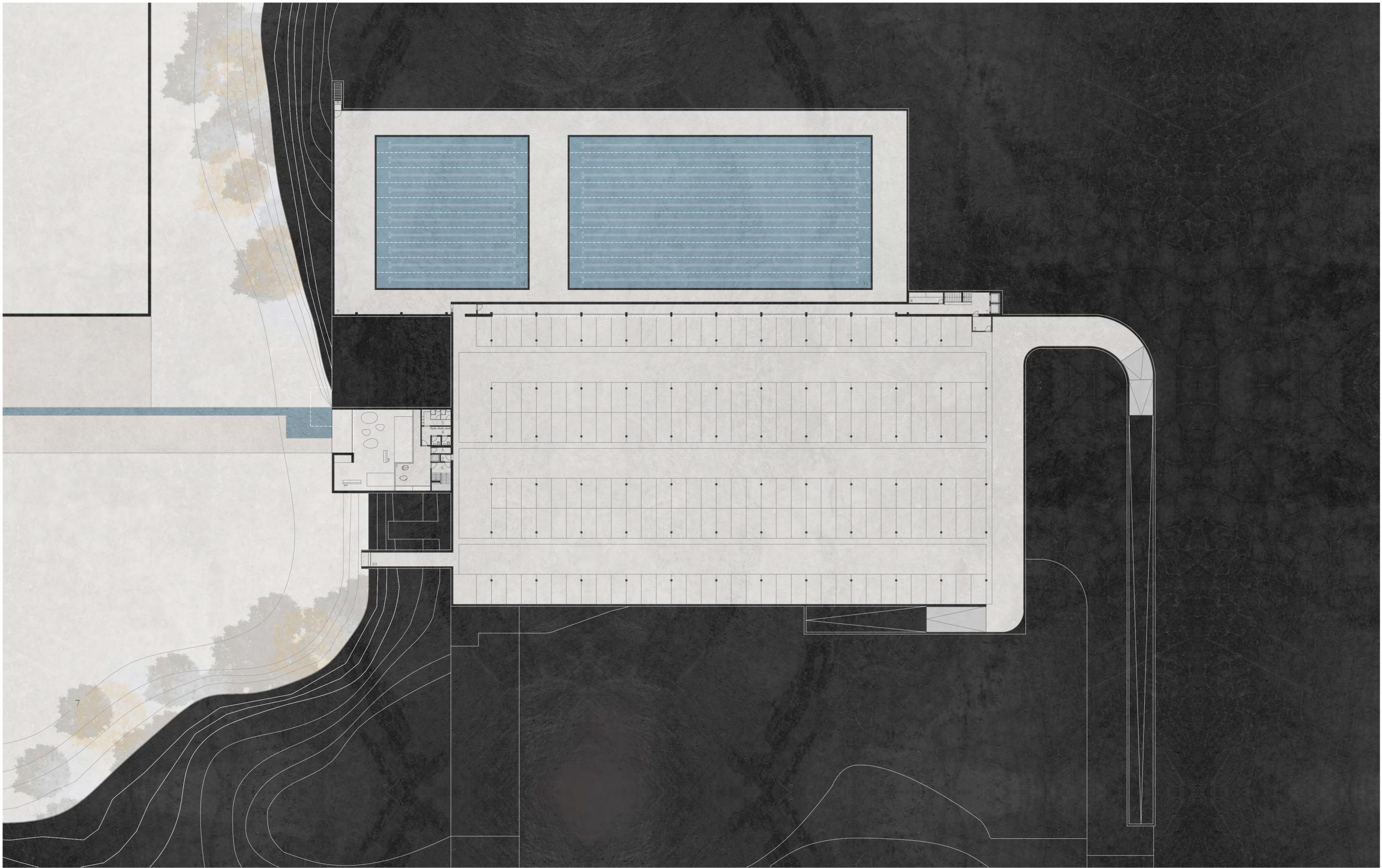
03

### Centro terapêutico | Clube de squash

- |                     |                   |
|---------------------|-------------------|
| 1- Entrada          | 6- Corete técnica |
| 2- Backoffice       | 7- Arrumos        |
| 3- Sala terapêutica | 8- Zona lounge    |
| 4- Vestiário        |                   |
| 5- I.S.             |                   |



0 1 5 15



**Práticas para o desenvolvimento sustentável.**

Conceção e projeto de uma arquitetura otimizada.

Planta Piso -1 | Cota 10 m

FCTUC. Dep. de Arquitetura. Dissertação de mestrado em Arquitetura.  
 Sob orientação de: Prof. Doutor João Paulo Cardielos e Prof. Doutor António Bettencourt.  
 Joana Maria França Gonçalves nº2013145995

**Centro terapêutico | Clube de squash**

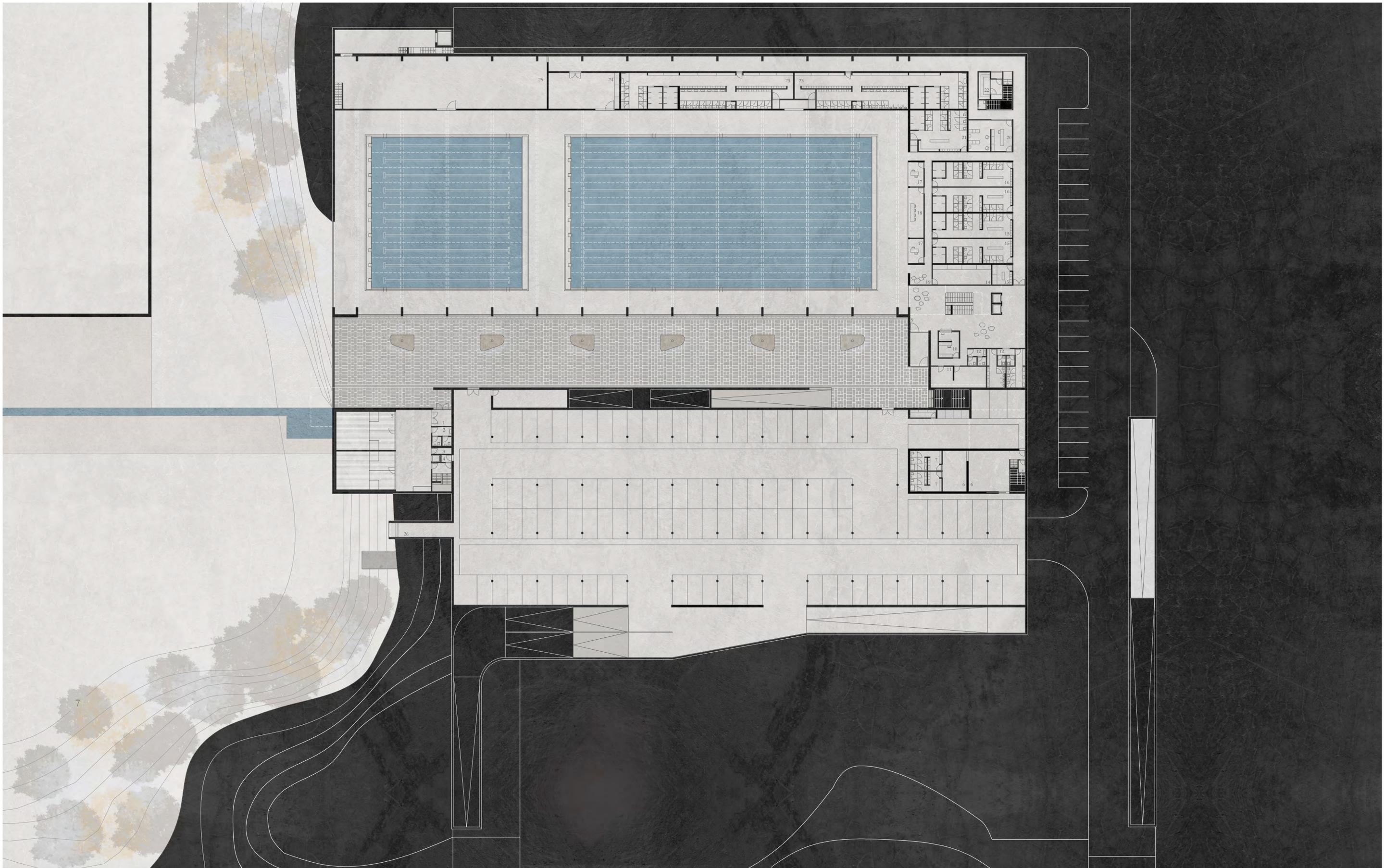
- 1- Mezzanine
- 2- Antecâmara
- 3- Corete técnica
- 4- I.S.
- 5- Balneários dos funcionários
- 6- Acessos

**Complexo de Piscinas Municipais**

- 2- Antecâmara
- 7- Acessos
- 8- Sala técnica
- 9- Área técnica
- 10- Miradouro
- 11- Piscina olímpica

- 12- Piscina semi-olímpica





## Práticas para o desenvolvimento sustentável.

Conceção e projeto de uma arquitetura otimizada.

Planta Piso Térreo | Cota 13 m

FCTUC. Dep. de Arquitetura. Dissertação de mestrado em Arquitetura.  
Sob orientação de: Prof. Doutor João Paulo Cardielos e Prof. Doutor António Bettencourt.  
Joana Maria França Gonçalves nº2013145995

05

### Centro terapêutico | Clube de squash

- 1- Entrada
- 2- I.S.
- 3- Corete técnica
- 4- Antecâmara
- 5- Campo de squash

### Restaurante | Cafeteria

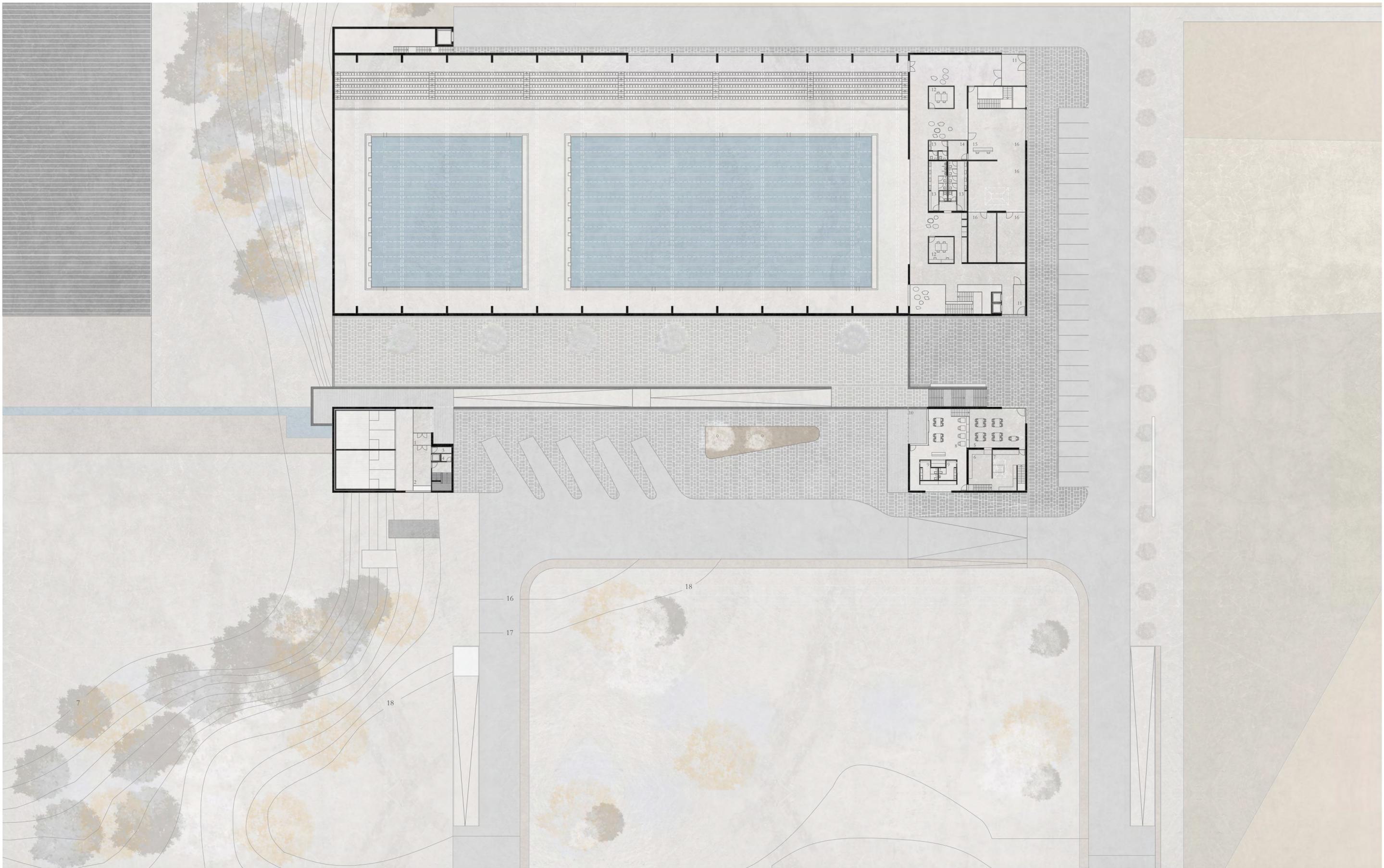
- 6- Armazém
- 7- Balneários dos funcionários
- 8- Arrumos

### Complexo de Piscinas Municipais

- 9- Entrada
- 10- Recepção
- 11- Administração
- 12- I.S.
- 13- Vestiário
- 14- Arrumos
- 15- Balneário dos árbitros
- 16- Balneário dos professores
- 17- Sala dos professores
- 18- Controlo de resultados
- 19- Sala de espera
- 20- Enfermaria | Controlo antidoping
- 21- Balneário das crianças
- 22- Sauna

- 23- Balneário dos atletas
- 24- Sala de aquecimento
- 25- Sala das máquinas
- 26- Miradouro





## Práticas para o desenvolvimento sustentável.

Conceção e projeto de uma arquitetura otimizada.

Planta Piso 1 | Cota 18 m

FCTUC. Dep. de Arquitetura. Dissertação de mestrado em Arquitetura.  
 Sob orientação de: Prof. Doutor João Paulo Cardielos e Prof. Doutor António Bettencourt.  
 Joana Maria França Gonçalves nº2013145995

06

### Centro terapêutico | Clube de squash

- 1- Entrada
- 2- Mezzanine
- 3- Corete técnica
- 4- Arrumos

### Restaurante | Cafeteria

- 5- Restaurante
- 6- Cozinha | Zona de preparação
- 7- Cozinha | Zona de confeção
- 8- Cafeteria
- 9- I.S.
- 10- Zona de esplanada

### Complexo de Piscinas Municipais

- 11- Entrada
- 12- Sala de atividades extracurriculares
- 13- I.S.
- 14- Sala dos funcionários
- 15- Recepção do ginásio Fitbox
- 16- Ginásio Fitbox



0 1 5 15



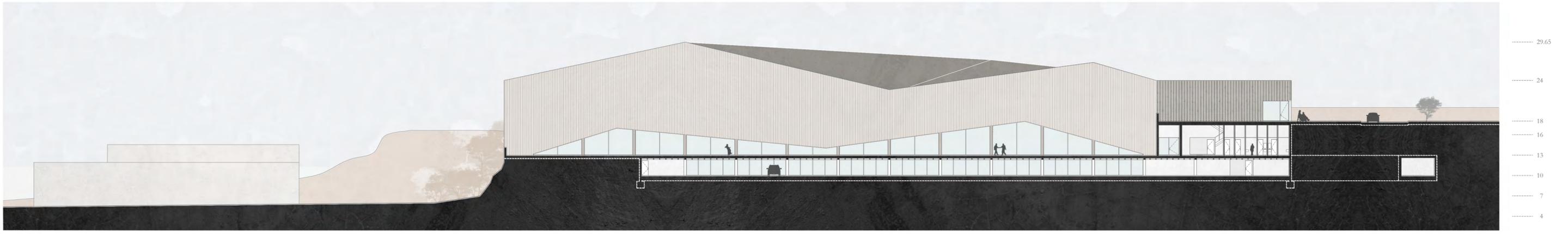
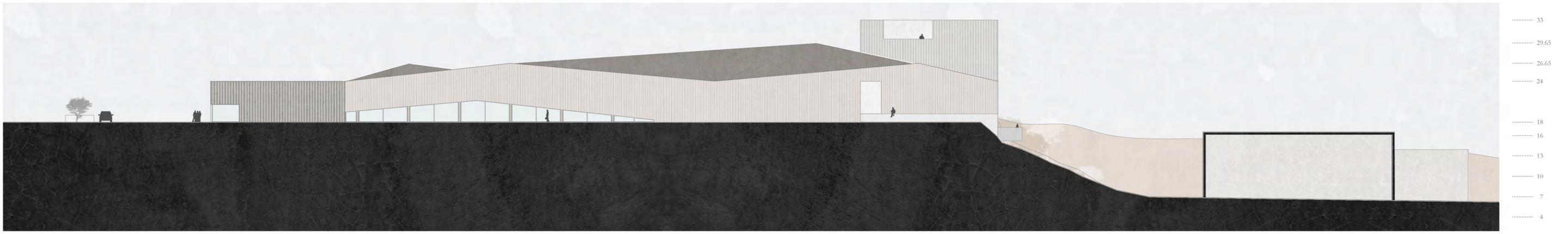
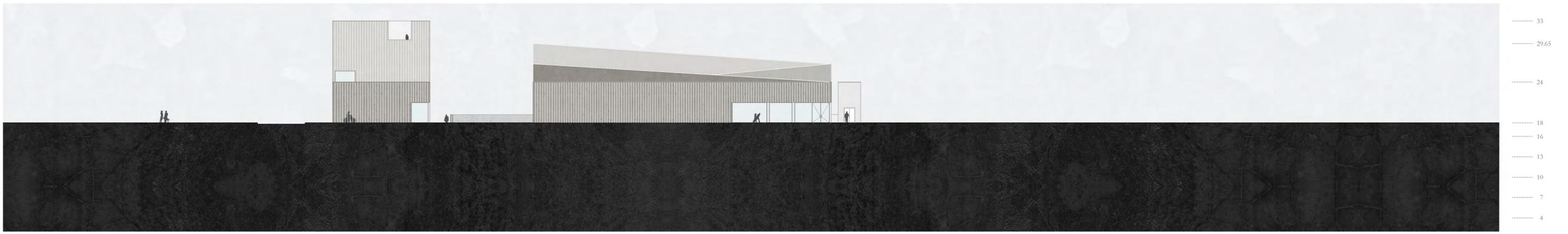
**Práticas para o desenvolvimento sustentável.**

Conceção e projeto de uma arquitetura otimizada.

Planta da Cobertura

FCTUC. Dep. de Arquitetura. Dissertação de mestrado em Arquitetura.  
Sob orientação de: Prof. Doutor João Paulo Cardielos e Prof. Doutor António Bettencourt.  
Joana Maria França Gonçalves nº2013145995



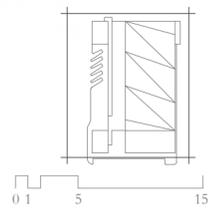


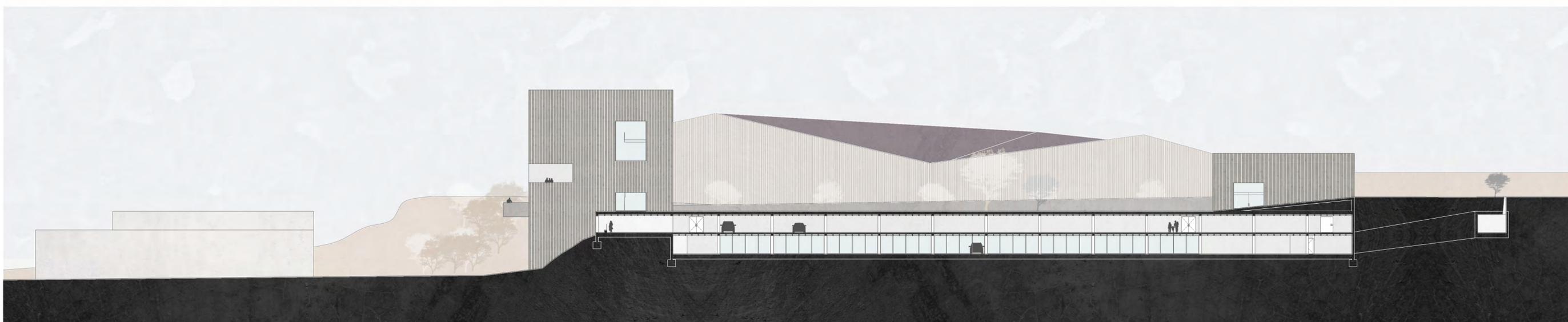
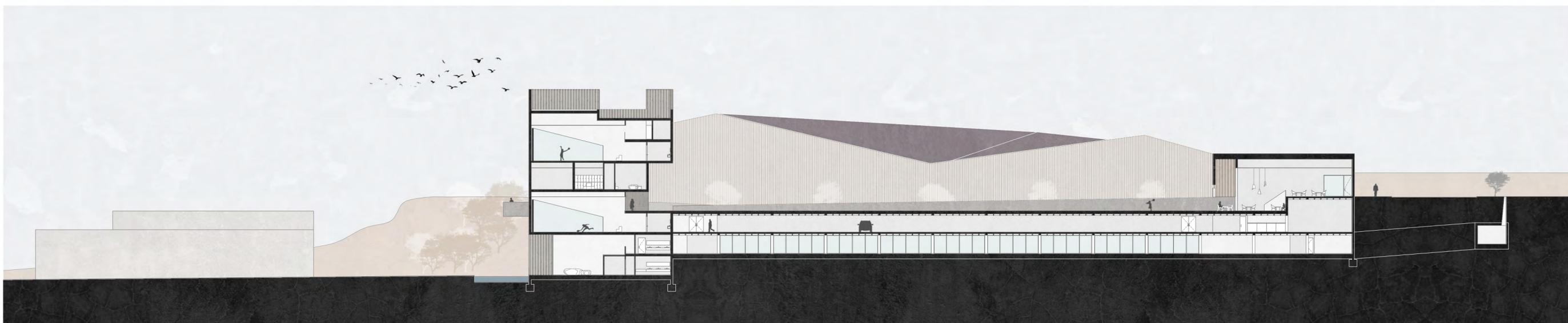
**Práticas para o desenvolvimento sustentável.**

Conceção e projeto de uma arquitetura otimizada.

Alçado Norte, Sul, Oeste e Este

FCTUC. Dep. de Arquitetura. Dissertação de mestrado em Arquitetura.  
 Sob orientação de: Prof. Doutor João Paulo Cardielos e Prof. Doutor António Bettencourt.  
 Joana Maria França Gonçalves nº2013145995



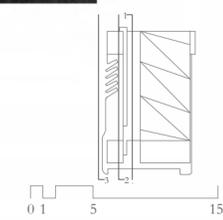


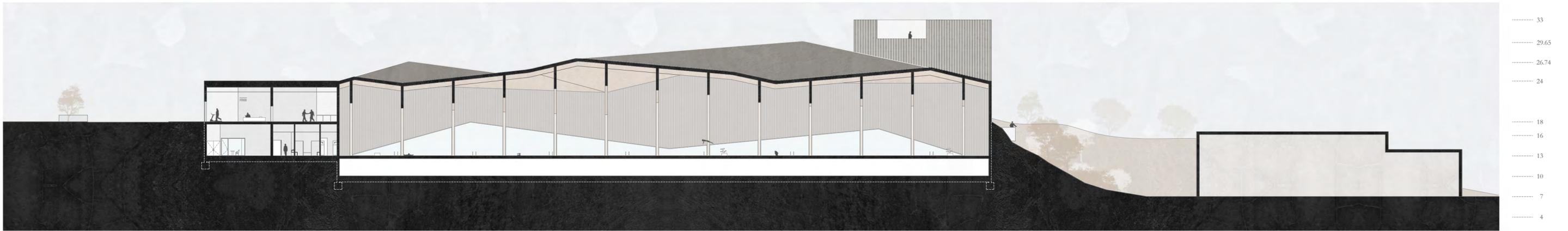
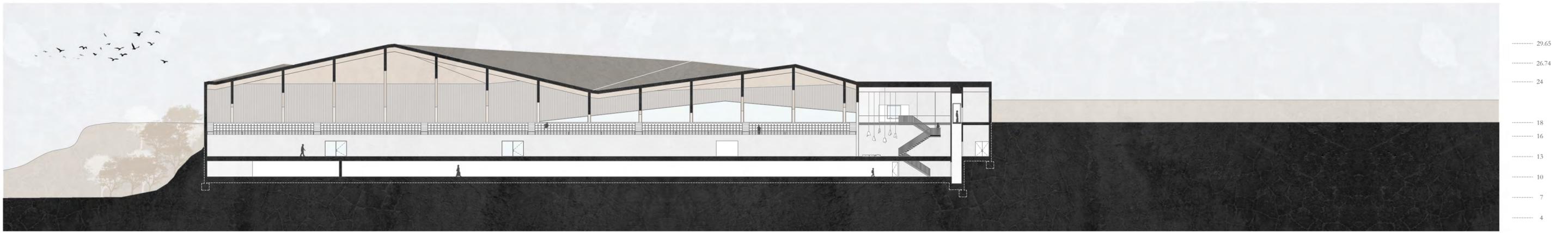
**Práticas para o desenvolvimento sustentável.**

Conceção e projeto de uma arquitetura otimizada.

Perfis Longitudinais Exteriores 1, 2 e 3

FCTUC. Dep. de Arquitetura. Dissertação de mestrado em Arquitetura.  
 Sob orientação de: Prof. Doutor João Paulo Cardielos e Prof. Doutor António Bettencourt.  
 Joana Maria França Gonçalves nº2013145995



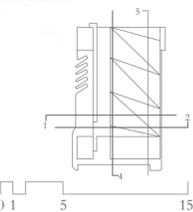


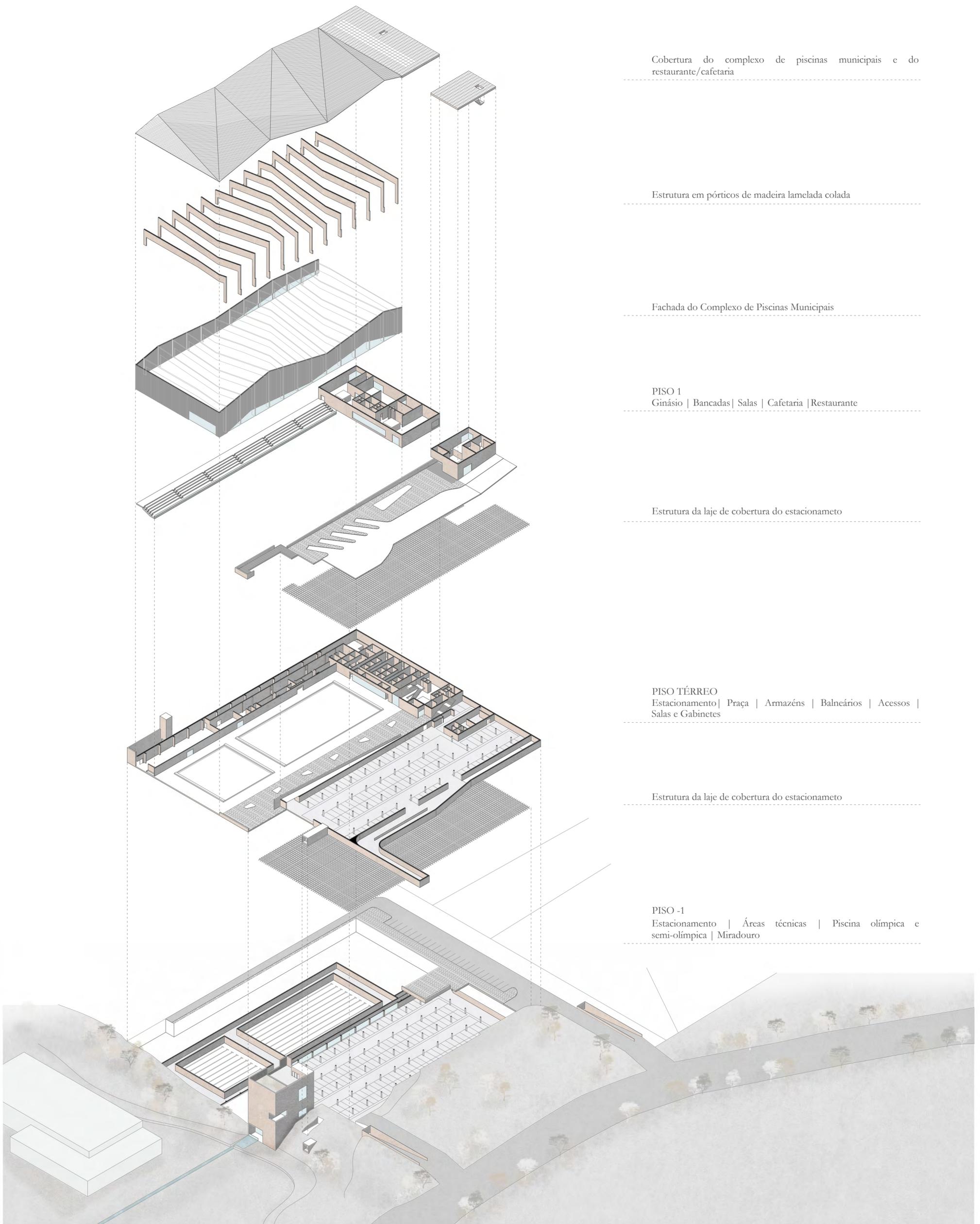
**Práticas para o desenvolvimento sustentável.**

Conceção e projeto de uma arquitetura otimizada.

Perfis longitudinais interiores 4 e 5 | Perfis transversais interiores 1 e 2

FCTUC. Dep. de Arquitetura. Dissertação de mestrado em Arquitetura.  
 Sob orientação de: Prof. Doutor João Paulo Cardielos e Prof. Doutor António Bettencourt.  
 Joana Maria França Gonçalves nº2013145995





Cobertura do complexo de piscinas municipais e do restaurante/cafetaria

Estrutura em pórticos de madeira lamelada colada

Fachada do Complexo de Piscinas Municipais

PISO 1  
Ginásio | Bancadas | Salas | Cafeteria | Restaurante

Estrutura da laje de cobertura do estacionamento

PISO TÉRREO  
Estacionamento | Praça | Armazéns | Balneários | Acessos | Salas e Gabinetes

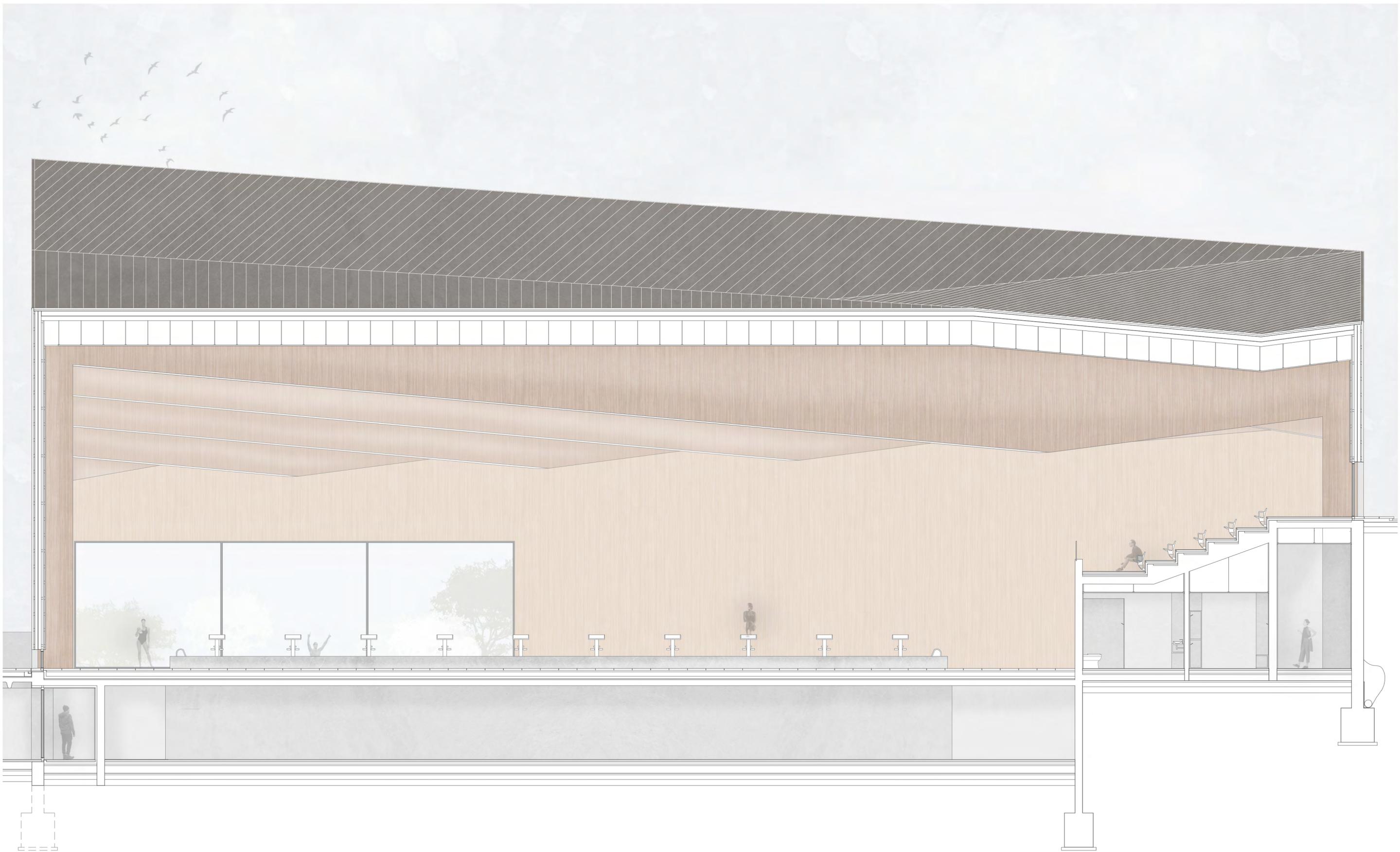
Estrutura da laje de cobertura do estacionamento

PISO -1  
Estacionamento | Áreas técnicas | Piscina olímpica e semi-olímpica | Miradouro

**Práticas para o desenvolvimento sustentável.**  
Conceção e projeto de uma arquitetura otimizada.

Axonometria Explodida

FCTUC. Dep. de Arquitetura. Dissertação de mestrado em Arquitetura.  
Sob orientação de: Prof. Doutor João Paulo Cardielos e Prof. Doutor António Bettencourt.  
Joana Maria França Gonçalves n°2013145995

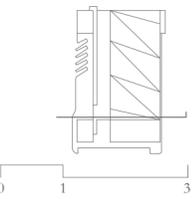


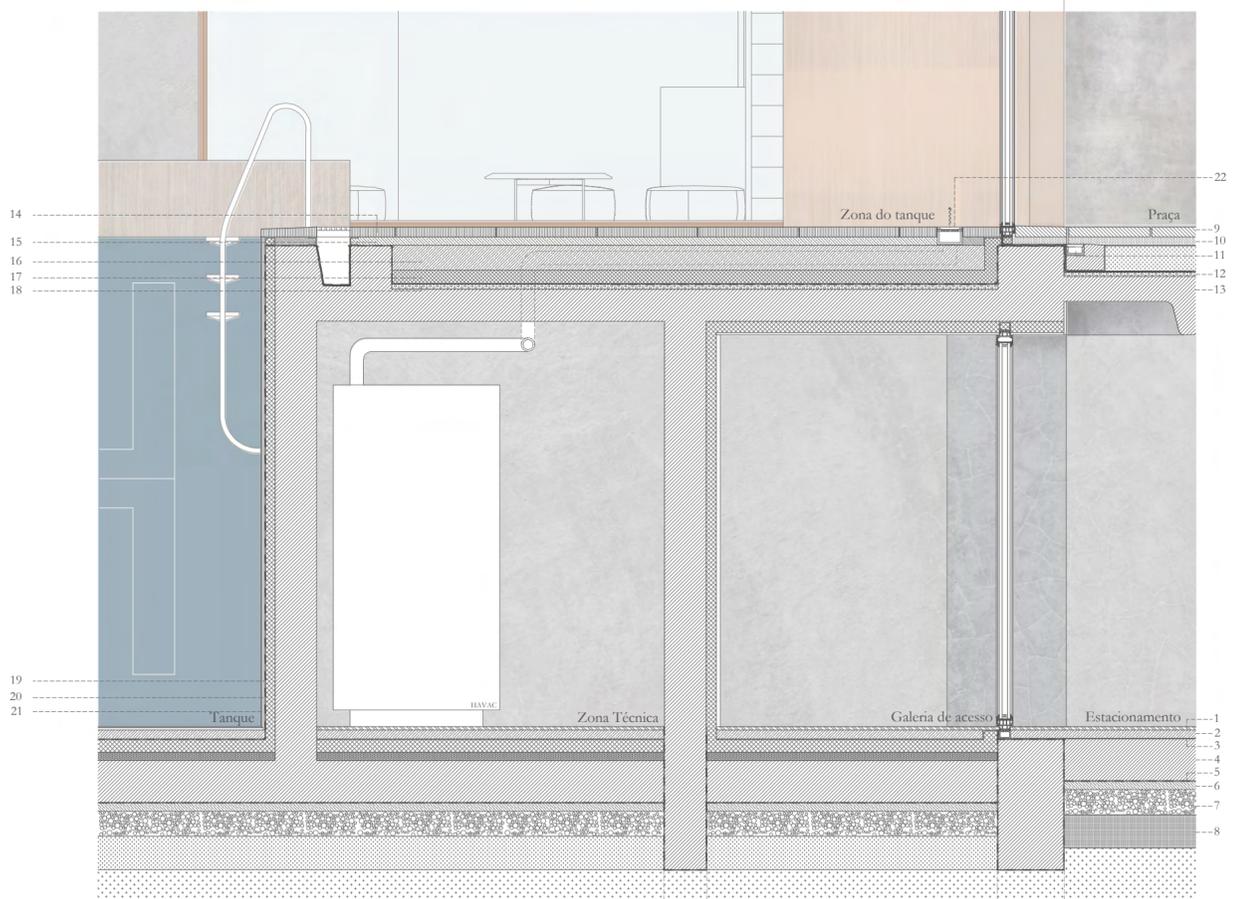
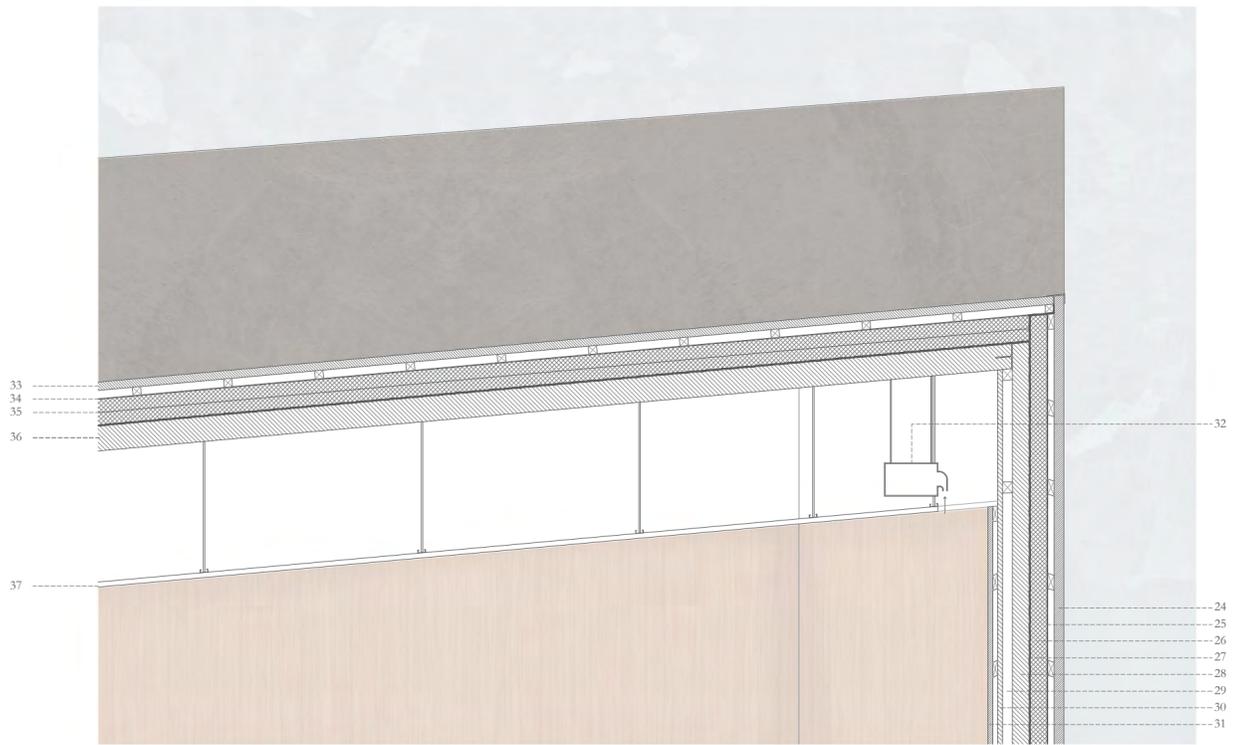
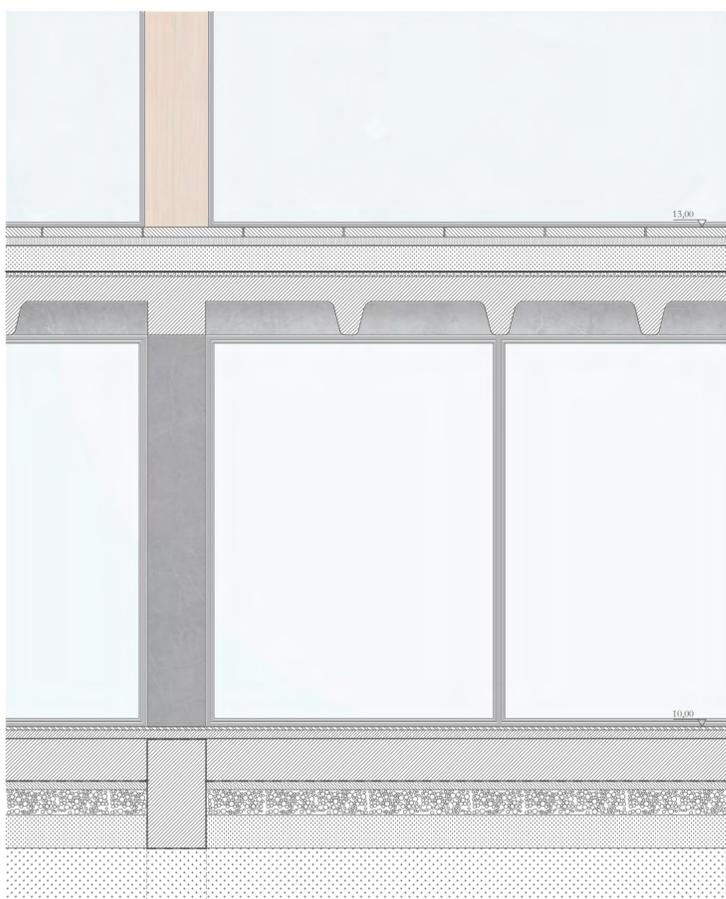
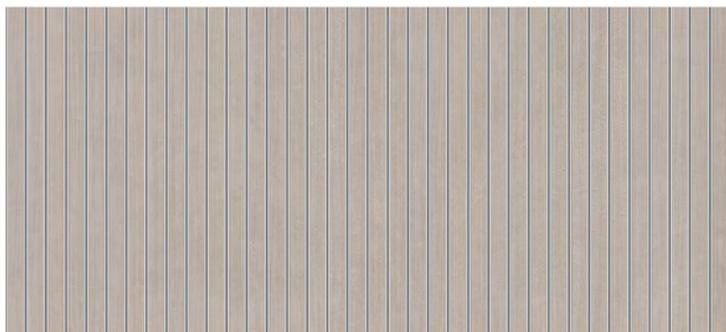
**Práticas para o desenvolvimento sustentável.**

Conceção e projeto de uma arquitetura otimizada.

Definição Material e Construtiva | Perfil Transversal

FCTUC. Dep. de Arquitetura. Dissertação de mestrado em Arquitetura.  
Sob orientação de: Prof. Doutor João Paulo Cardielos e Prof. Doutor António Bettencourt.  
Joana Maria França Gonçalves nº2013145995





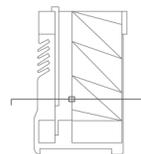
**Práticas para o desenvolvimento sustentável.**  
Conceção e projeto de uma arquitetura otimizada.

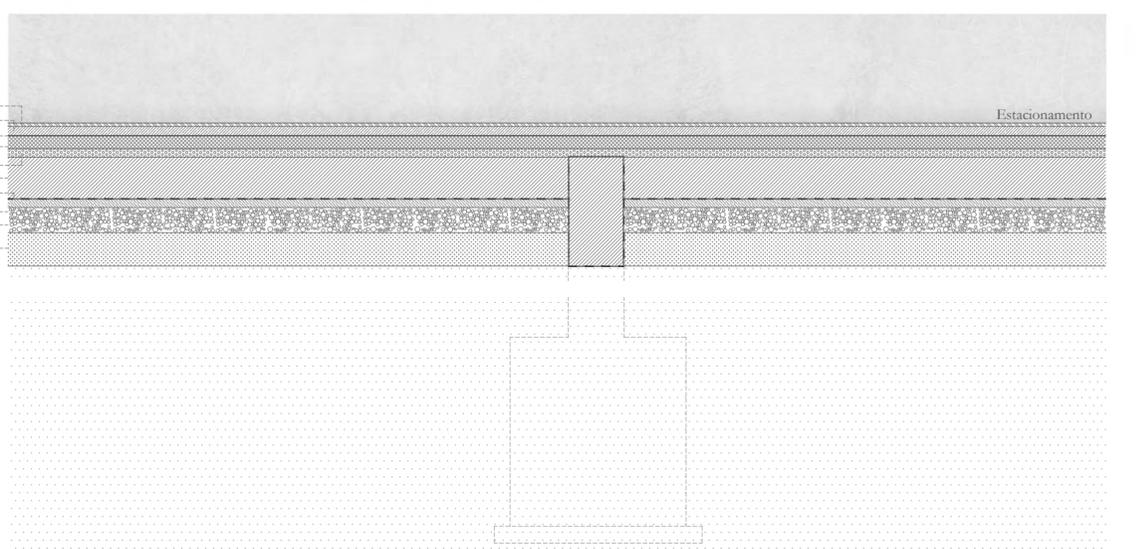
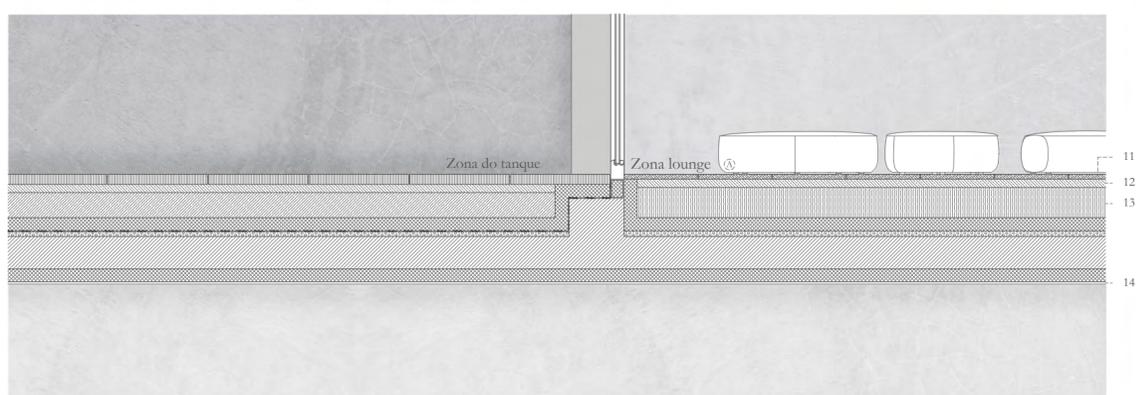
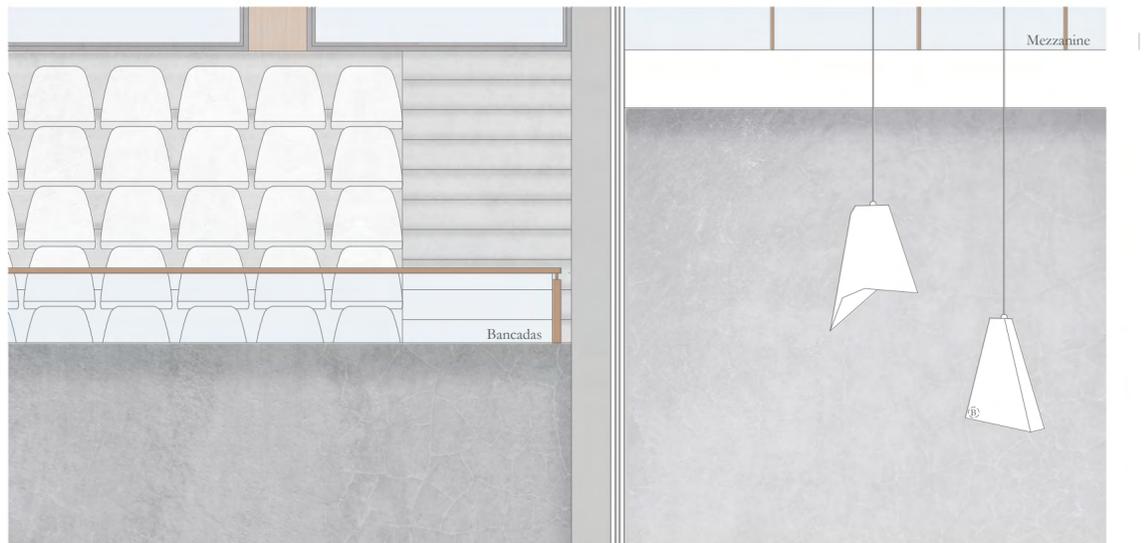
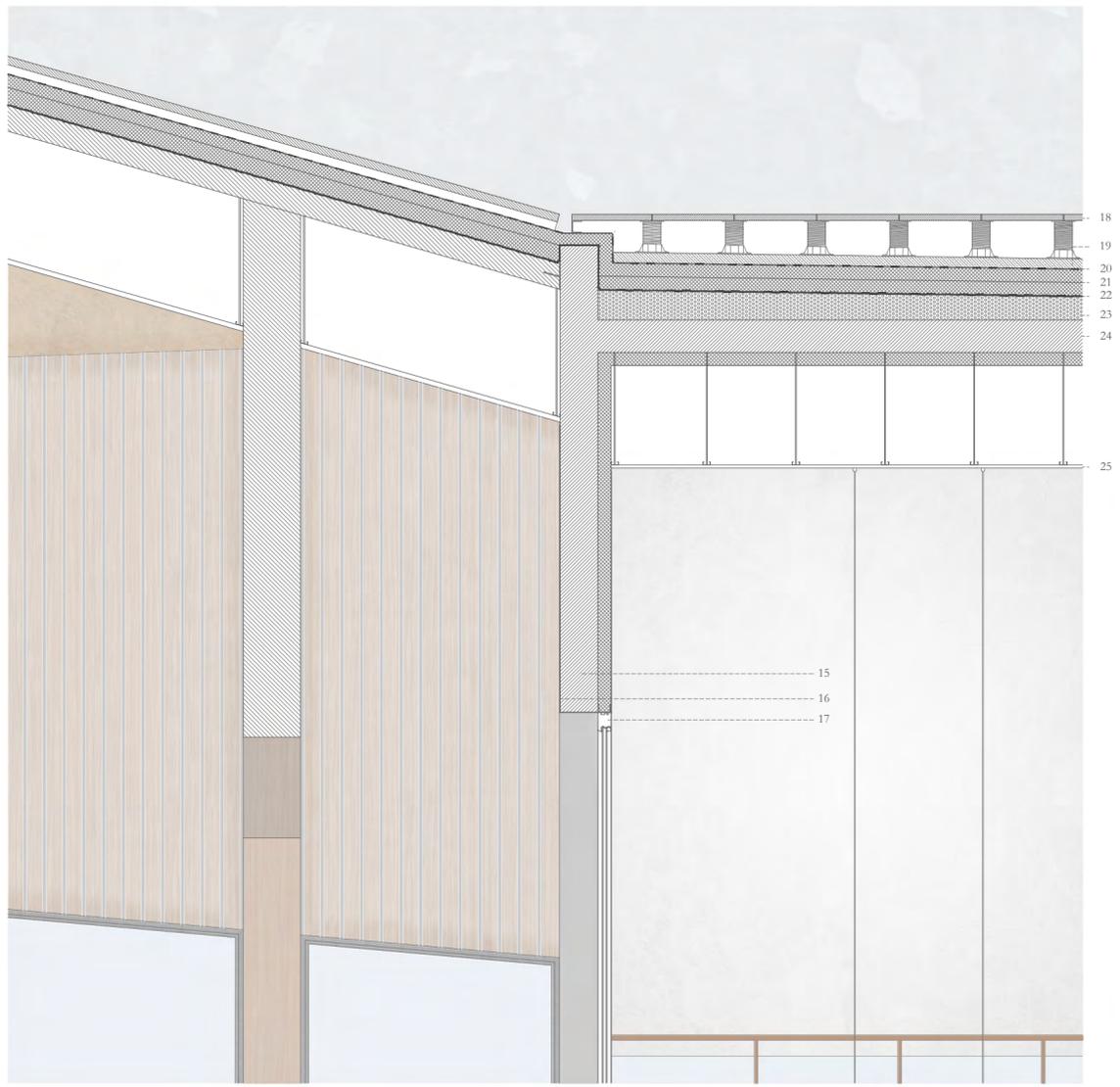
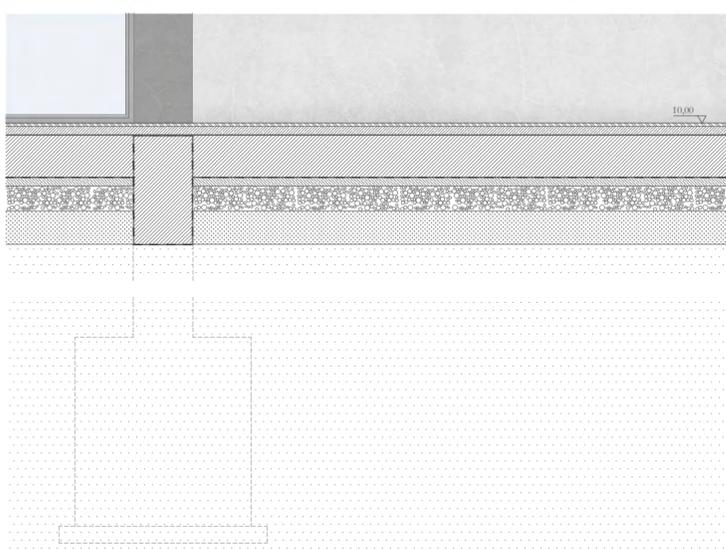
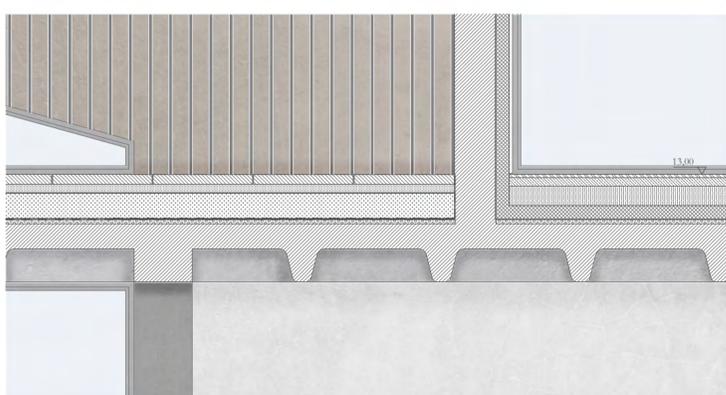
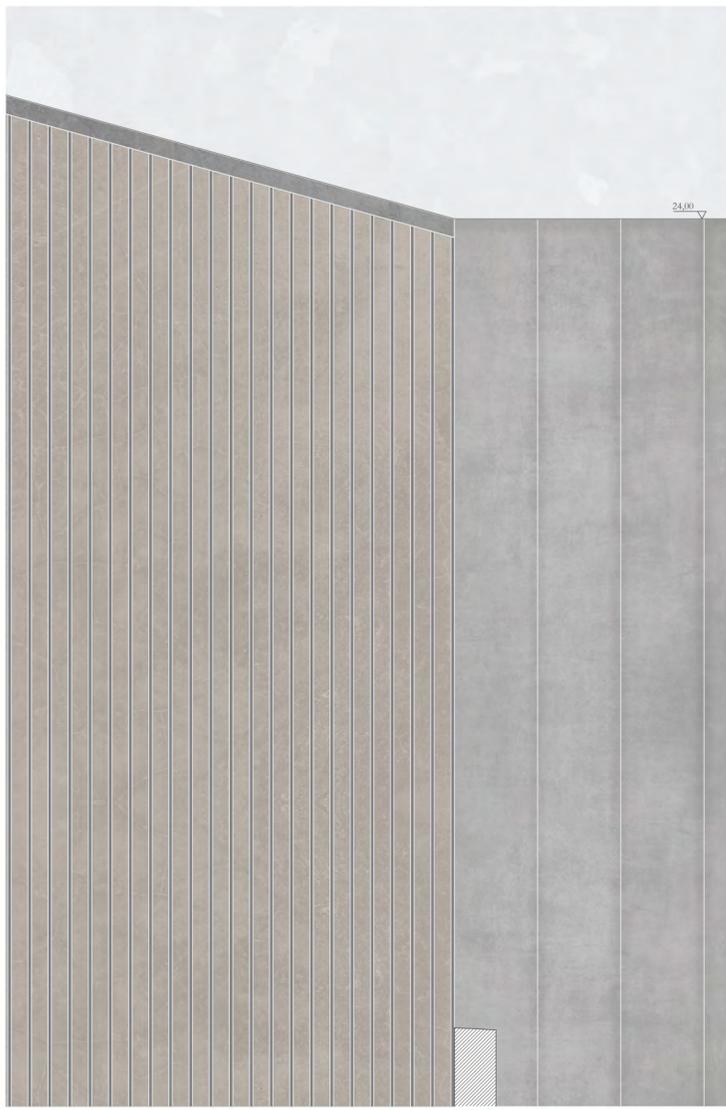
Definição Material e Construtiva da Envolvente Exterior | Esc.1/30

FCTUC. Dep. de Arquitetura. Dissertação de mestrado em Arquitetura.  
Sob orientação de: Prof. Doutor João Paulo Cardielos e Prof. Doutor António Bettencourt.  
Joana Maria França Gonçalves nº2013145995

**Legenda:**

- 1-Microbetão, esp.20mm | 2-Massame armado, esp.50mm | 3-Manta geotêxtil | 4-Laje estrutural em betão armado, esp.250mm
- 5-Impermeabilização | 6-Betão de limpeza, esp.50mm | 7-Caixa de brita, esp.150mm | 8-Tout-venant, esp.200mm | 9-Ataíja creme, esp.60mm
- 10-Caixa de areia, esp.50mm | 11-Brickslot, tipo H100-load class C-D | 12-Camada de forma | 13-Laje fugiforme em betão armado | 14-Grés porcelânico antiderrapante, tipo PORCELANOSA newport natural, esp.60mm | 15-Betonilha, esp.50mm | 16-Massame armado, esp.150mm | 17-Isolamento térmico XPS, esp.80mm | 18-Regulização | 19-Camada de cimento | 20-Argamassa, esp.20mm | 21-Azulejo de porcelana, esp.6mm | 22-Tubo de insuflação de ar | 23-Caixilho, tipo Panoramah!38 fixed | 24-Réguia vertical em madeira mutene, 60x100 | 25-Membrana transpirante preta | 26-Isolamento térmico XPS, esp.100mm | 27-Impermeabilização e barreira pára-vapor | 28-Painel CLT, esp.100mm | 29-Treliça howe, 60x60mm | 30-Contraplacado marítimo, esp.30mm | 31-Réguia vertical em madeira de pinho nórdico, 30x100mm | 32-Máquina de extração de ar | 33-Painel de madeira mutene, esp.50mm | 34-Feltro polimérico | 35-Isolamento térmico XPS, esp.160mm | 36-Laje CLT, esp.100mm | 37- Teto falso em contraplacado folheado de pinho nórdico, esp.30mm





**Práticas para o desenvolvimento sustentável.**  
Conceção e projeto de uma arquitetura otimizada.

Definição Material e Construtiva da Envolvente Exterior | Esc. 1/30

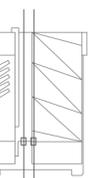
FCTUC. Dep. de Arquitetura. Dissertação de mestrado em Arquitetura.

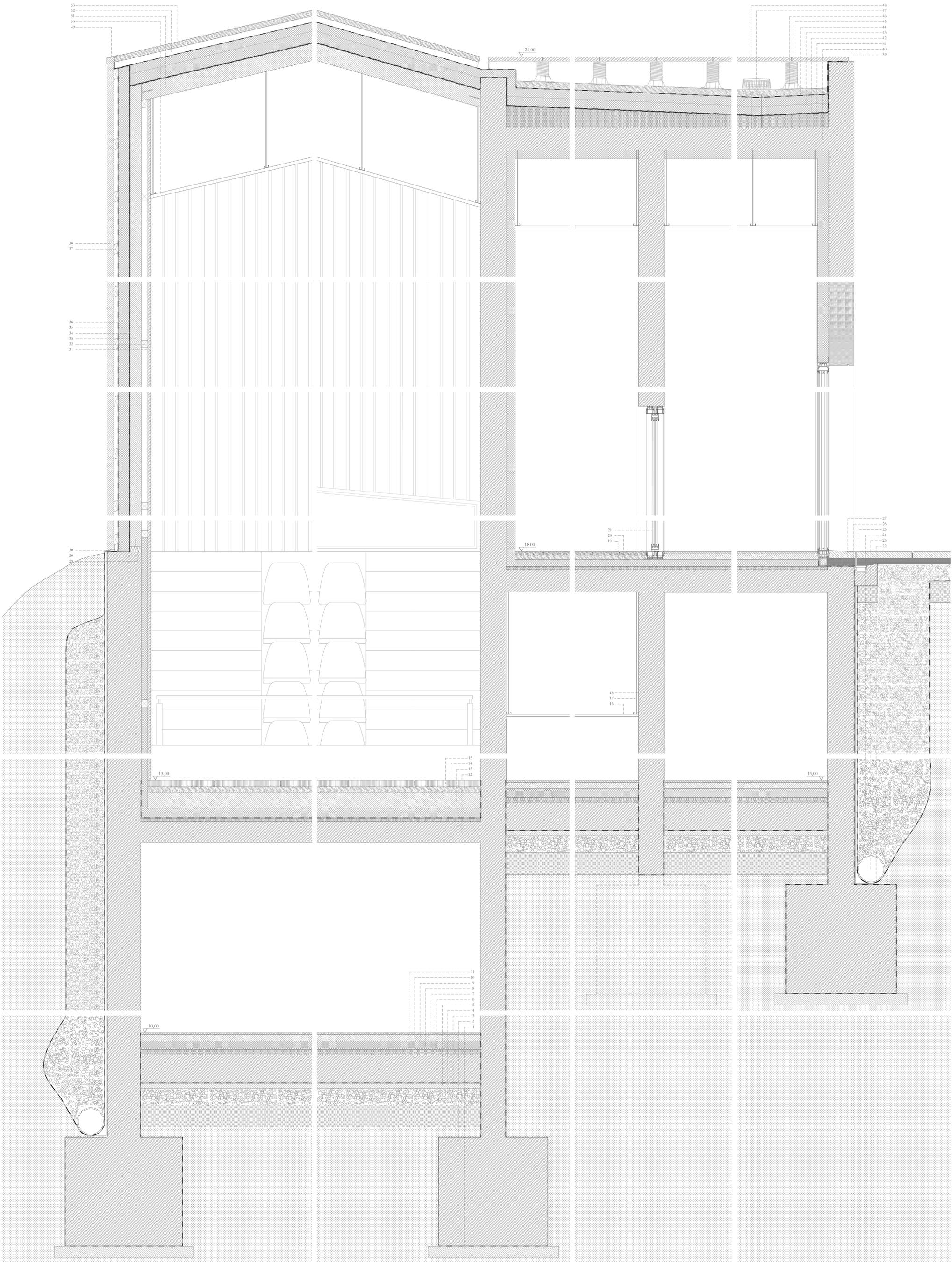
Sob orientação de: Prof. Doutor João Paulo Cardielos e Prof. Doutor António Bettencourt.  
Joana Maria França Gonçalves nº2013145995

**Legenda:**

- 1-Microbetão, esp.20mm | 2-Massame armado, esp.50mm | 3-Manta geotéxtil | 4-Isolamento térmico XPS, esp.80mm | 5-Regularização | 6-Laje estrutural em betão armado, esp.250mm | 7-Impermeabilização | 8-Betão de limpeza, esp.50mm | 9-Caixa de brita, esp.150mm | 10-Tout-venant, esp.200mm | 11-Grés porcelânico, tipo PORCELANOSA rodano galiza, esp.30mm | 12-Betonilha, esp.50mm | 13-Camada de enchimento | 14-Gesso cartonado, esp.20mm | 15-Parede estrutural em betão armado, esp.200mm | 16-Estuque hidrófugo e pintado, esp.5mm | 17-Caixa em madeira | 18-Lajeta de betão hidrófugo, esp.40mm | 19-Betonilha, esp.60mm | 20-Feltro polimérico | 21-Isolamento térmico, esp.160mm | 22-Impermeabilização e barreira pára-vapor | 23-Camada de forma com pendente de 2% | 24-Laje estrutural em betão armado, esp.200mm, 25-Teto falso em gesso cartonado, esp.20mm

A-Sofá "Colours", de Noé Duhaufour-Lawrance | B-Candeeiro "Dimension Light", de Cutting Corners





**Práticas para o desenvolvimento sustentável.**  
**Conceção e projeto de uma arquitetura otimizada.**

Definição Material e Construtiva - Pormenor Construtivo | Esc. 1/15

FCTUC. Dep. de Arquitetura. Dissertação de mestrado em Arquitetura.  
 Sob orientação de: Prof. Doutor João Paulo Cardielos e Prof. Doutor António Bettencourt.  
 Joana Maria França Gonçalves nº2013145995

**Legenda:**

- 1-Betão de limpeza, esp.100mm | 2-Impermeabilização | 3-Tout-venant, esp.200mm | 4- Caixas de brita, esp.150mm | 5-Betão de limpeza, esp.50mm | 6-Laje estrutural em betão armado, esp.250mm | 7-Regularização | 8-Isolamento térmico XPS, esp.80mm | 9-Manta geotextil | 10-Massame armado, 50mm | 11-Microbetão, esp.20mm | 12-Laje estrutural em betão armado, esp.200mm | 13-Massame armado, esp.150mm | 14-Betonilha, 50mm | 15-Grés porcelânico antiderrapante, tipo PORCELANOSA Newport natural, esp.60mm | 16-Teto falso em gesso cartonado, esp.20mm | 17-Perfil metálico em aço inox para sistema de teto falso contínuo | 18-Revestimento interior em microcimento, tipo SECIL Microcimento | 19-Betonilha, esp.50mm | 20-Grés porcelânico, tipo PORCELANOSA rodado galiza, esp.30mm | 21-Caisilho, tipo Panoramb | 22-Impermeabilização | 23-Tubo de drenagem, 250mm diâm. | 24-Manta drenante | 25-Bracket, tipo I1100-load class C-D | 26- Caixa de areia, esp.50mm | 27-Ataia Creme, esp.60mm | 28-Porta-pilar em "I" com lâmina interna | 29-Ncoprene, esp.50mm | 30-Rufo metálico em aço inox | 31-Contraplacado marítimo, esp.30mm | 32-Régua horizontal em madeira, 60x60mm | 33-Panel C.I.T., esp.100mm | 34-Impermeabilização e barreira para-vapor | 35-Isolamento térmico XPS, esp.100mm | 36-Membrana transparente preta | 37-Régua horizontal em madeira, 90x40mm | 38-Régua vertical em madeira mutene, 100x60 | 39-Cantoneira metálica de abas desiguais em aço inox, 60x50mm | 40-Laje estrutural em betão armado, esp.200mm | 41-Camada de forma com pendente de 2% | 42-Impermeabilização e barreira para-vapor | 43-Isolamento térmico XPS, esp.160mm | 44-Filtro polimérico | 45-Betonilha, esp.60mm | 46-Suportes para lajetas de betão | 47-Sistema sífonico de drenagem, tipo "GEBERIT PLUVIA" | 48- Lajeta de betão hidrófugo, esp.40mm | 49-Cantoneira metálica de abas desiguais em aço inox, 100x50mm | 50-Teto falso em contraplacado folheado de pinho nórdico, esp.30mm | 51- Laje C.I.T., esp.100mm | 52-Régua horizontal em madeira, 50x50mm | 53-Panel de madeira mutene, esp.50mm

