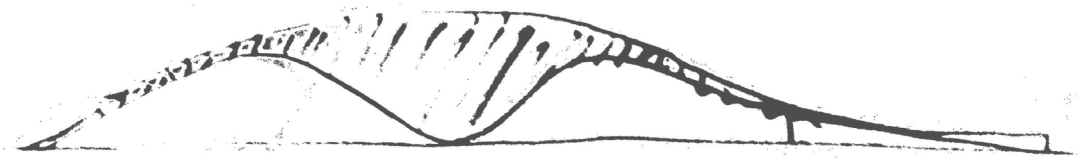
U LISBOA | UNIVERSIDADE DE LISBOA

FACULDADE DE ARQUITETURA
UNIVERSIDADE DE LISBOA



Morfogénese Digital

Uma abordagem paramétrica ao projeto arquitetónico

Proposta de um complexo de piscinas para o Barreiro

Inês Sofia Alas Pereira (Licenciada em Estudos Arquitetónicos)
Projeto Final para a obtenção do grau de Mestre em Arquitetura

Orientação:
Professor Doutor José Nuno Beirão

Júri:
Presidente: Professor Doutor Pedro Januário
Vogal: Professor Doutor Nuno Montenegro

Lisboa, Março 2018

U LISBOA | UNIVERSIDADE DE LISBOA

Morfogénese Digital: uma abordagem paramétrica ao projeto arquitetónico

Proposta de um complexo de piscinas para o Barreiro

Inês Sofia Alas Pereira
(Licenciada em Estudos Arquitetónicos)

Projeto elaborado para a obtenção do Grau de Mestre em Arquitetura
(Mestrado Integrado em Arquitetura)

Orientação Científica
Professor Doutor José Nuno Beirão

Lisboa, FA, Março, 2018

TÍTULO
Morfogénese Digital: uma abordagem paramétrica ao projeto arquitetónico

SUB-TÍTULO
Proposta de um complexo de piscinas para o Barreiro

NOME
Inês Sofia Alas Pereira

ORIENTAÇÃO
Professor Doutor José Nuno Beirão

Mestrado Integrado em Arquitetura
Lisboa, Março, 2018

Resumo

O presente projeto final de mestrado pretende explorar os conceitos biomórficos na arquitetura e as suas diferentes abordagens.

Sempre existiram manifestos do interesse do ser humano em se aproximar da natureza, de forma consciente ou inconsciente. No decorrer da história da arquitetura, a biologia tem inspirado a forma de construir e habitar os espaços. Desde o período da Arte Nova que é possível verificar claras intenções arquitetónicas de aproximação à natureza.

Biomimética, arquitetura biónica e morfogénese são alguns dos conceitos explorados no decorrer deste projeto final de mestrado, em que é imprescindível relacionar a importância do desenvolvimento do pensamento computacional com a evolução destes conceitos.

Num registo prático e formalmente inspirado na natureza, o complexo de piscinas para a cidade do Barreiro ganha forma a partir do desenvolvimento de um método de morfogénese digital, configurando-se como elemento de exceção que se distingue na frente ribeirinha do Barreiro, pela sua forma orgânica invocando a fauna marinha.

Palavras-chave: Morfogénese / Arquitetura Paramétrica / Pensamento computacional / Complexo de Piscinas / Barreiro

TITLE
Digital morphogenesis: an parametric approach to architectural design

SUB-TITLE
A swimming pool complex for Barreiro

STUDENT NAME
Inês Sofia Alas Pereira

SUPERVISION
Professor Doutor José Nuno Beirão

Integrated Master in Architecture

Lisbon, March. 2018

Abstract

This master final project intends to explore the biomorphic concepts and its different approaches in architecture.

Humans have always manifested interest in resembling nature, either consciously or unconsciously. Throughout the history of architecture, biology has inspired the way of building and inhabiting spaces. Since the times of Art Nouveau, it is possible to identify clear intentions of resembling nature through architecture.

Biomimetics, bionic architecture and morphogenesis are concepts that are explored along this master final project, in which it is essential to relate the importance of computational thinking progresses with the evolution of these concepts.

In a practical record and formally inspired on nature, the swimming pool complex for Barreiro gains its shape through the development of a digital morphogenesis method, and it presents itself as an exception element which organic form stands out at Barreiro's riverside area, evoking the ocean's fauna.

Keywords: Morphogenesis / Parametric Architecture / Computational Thinking / Swimming Pool Complex / Barreiro

Agradecimentos

Em primeiro lugar, ao Professor José Nuno Beirão, pela orientação, motivação e apoio ao longo deste percurso, sem os quais tal não seria possível.

A todos aqueles que fizeram parte do meu percurso académico, em especial à Marta, à Melanie, à Mónica, à Rita, à Simone, à Sofia e à Soraia.

E, mais importante, à minha avó, por tudo.

Obrigada.

Índice

Resumo V
Agradecimentos IX
Índice XI
Índice de figuras XIII

1 | Introdução 1
1.1. Objetivos 2
1.2. Estrutura 3

2 | Morfogénese Digital 5
2.1. Morfogénese orgânica 8
2.1.1. Definição 8
2.1.2. Contexto 8
2.1.3. Biomimética 10
2.2. Morfogénese digital 18
2.2.1. Definição 18
2.2.2. Pensamento computacional 18
2.2.3. Desenho paramétrico 20
2.2.4. Fabricação digital 22

3 | Estudo de Casos 29
3.1. Museu Guggenheim de Bilbao 30
3.2. Centro Aquático de Londres 34
3.3. Terminal Portuário de Yokohama 38

4 | Complexo de Piscinas para o Barreiro 47
4.1. A cidade do Barreiro 48
4.2. Proposta 52
4.2.1. Frente ribeirinha a Este da cidade do Barreiro 52
4.2.2. Piscinas Municipais do Barreiro 52
4.2.2.1. Viabilidade do programa 52
4.2.2.2. Programa 56
4.2.2.3. Conceito 57

5 | Considerações Finais 66
Bibliografia 70
Anexos 75

Índice de figuras

Fig. 1. Capitéis dórico, jónico e coríntio das colunas na arquitetura clássica. (www.thoughtco.com) 9

Fig. 2. Casa Milà, Espanha. Antoni Gaudí. 1907. (www.larkyatlarge.com) 9

Fig. 3. Terraço da Casa Milà. (news.distracify.com) 9

Fig. 4. Portão da Casa Milà. (www.wsj.com) 9

Fig. 5. Goetheanum II, Suíça. Rudolf Steiner. 1928. (nl.wikipedia.org) 11

Fig. 6. Torre Einstein, Alemanha. Erich Mendelsohn. 1921. (architectuul.com) 11

Fig. 7. Estádio Olímpico de Munique, Alemanha. Frei Otto. 1972. (za.pinterest.com) 11

Fig. 8. Palácio dos Desportos, México. Félix Candela. 1968. (www.madrid.es) 11

Fig. 9. Multihalle, Alemanha. Frei Otto, 1975. (commons.wikipedia.org) 11

Fig. 10. Modelo físico de uma estrutura por Frei Otto. (architetturadifficile.files.wordpress.com) 11

Fig. 11. SEC Armadillo, Escócia. Norman Foster. 1997. (www.reddit.com) 13

Fig. 12. Aeroport Brno, República Checa. Petr Parolek. 2006. (www.mimoa.eu) 13

Fig. 13. Pavilhão de Torrevieja, Espanha. Toyo Ito. 2005. (picssr.com) 13

Fig. 14. Galeria Hall West, Corea do Sul. UNStudio. 2004. (www.getdpi.com) 13

Fig. 15. Furl: Soft pneumatic Pavilion. Francois Mangion. Becky Zhang. (www.interactivearchitecture.org) 13

Fig. 16. Theme Pavillion, Viena. SOMA Architecture. 2012 (www.soma-architecture.com) 15

Fig. 17. Projeto Mobius (www.somersethouse.org.uk) 15

Fig. 18. Projeto Floresta Sahara. (www.architectural-review.com) 15

Fig. 19. Projeto Eden, Inglaterra. Nicholas Grimshaw. 2000. (en.wikipedia.org) 15

Fig. 20. Montagem de um módulo para o pavilhão de 2013-14. (www.divisare.com) 19

Fig. 21. Pavilhão 2013-14. (www.divisare.com) 19

Fig. 22. Pavilhão 2015-16. (www.divisare.com) 19

Fig. 23. Braço robótico a tensionar as fibras.(moritzdoerstelmann.com) 19

Fig. 24. Regra de ouro utilizada na construção do Partenon, 477 a.c.,Grécia. (https://checkmath.files.wordpress.com) 23

Fig. 25. Water Cube, Pequim. John Pauline, 2007. (http://bubblemania.fr/pt/) 23

Fig. 26. Maquete da estrutura do edifício.(http://bubblemania.fr/pt/) 23

Fig. 27. Impressora 3D. (houseofdus.com) 25

Fig. 28. 3D Print Canal House, Amesterdão. DUS Architects. 25

Fig. 29. Módulos que compõe o projeto 3D Print Canal House. 25

Fig. 30. European Bui lding. Amesterdão. DUS Architects. (detailonline.com) 25

Fig. 31. BMW pavilion . Frankfurt, Alemanha.Bernhard Franken. 1999. (franken -architekten.de) 25

Fig. 32.- 34 - Fabricação digital à base de água, estrutura em quitina. (matter. media.mit.edu) (www.leolane.com) 27

Fig. 35.- 36 - Pavilhão de seda. (thefacedesign.com) (matter.mimoa.mit.edu) 27

Fig. 37. Museu Guggenheim de Bilbao, Espanha. Frank Gehry. 1997. (www. latimes.com) 31

Fig. 38. Desenho inicial da forma do Museu. (www.hyperallergic.com) 31

Fig. 39. Desenho digital do Museu produzido no programa CATIA. (www.gugge- nheim-bilbao.eus) 33

Fig. 40. Planta esquemática com a distinção das caixas que organizam o espa- ço interior do Museu. 33

Fig. 41. Centro Aquático de Londres, Reino Unido. Zaha Hadid. 2012. (www. zaha-hadid.com) 35

Fig. 42. Desenho digital da cobertura do Centro. (www.zaha-hadid.com) 37

Fig. 43. Vista interior do Centro, hall das piscinas. (www.divisare.com) 37

Fig. 44. Estrutura em aço da cobertura. (www.detail-online.com) 39

Fig. 45. Corredor entre o hall das piscinas e o espaço da piscina de treinos. (www.zaha-hadid.com) 39

Fig. 46. Terminal Portuário de Yokohama, Japão. Foreign Office Architects (FOA). 1995.
(www.divisare.com) 41

Fig. 47. Diagrama de circulação do Terminal. (www.divisare.com) 41

Fig. 48. Espaço interior do Terminal com chapas de aço dobradas no teto. (www.divisare.com) 43

Fig. 49. Percurso que dá acesso à cobertura, revestido com pranchas de madeira na parede/pavimento. (www.divisare.com) 43

Fig. 50. Ligação da cidade do Barreiro com os descobrimentos. Gravura medieval. (www.memoriaefuturo.cm-barreiro.pt) 49

Fig. 51. Estação e caminhos de ferro do Barreiro. (www.memoriaefuturo.cm-barreiro.pt) 49

Fig. 52. Fábrica de cortiça. (www.memoriaefuturo.cm-barreiro.pt) 49

Fig. 53. Vista aérea do Barreiro. 1947. (memoriaefuturo.cm-barreiro.pt) 51

Fig. 54. 5. Vista aérea do Barreiro, 2015. (Google Earth) 51

Fig. 55. Frente ribeirinha Oeste. (associacaobarreiropatrimonio.wordpress.com) 53

Fig. 56. Frente ribeirinha Norte. Passeio Augusto Cabrita. 2016. 53

Fig. 57. Frente ribeirinha Este. 2017. 53

Fig. 58. Local de intervenção. 1981. (Câmara Municipal do Barreiro) 53

Fig. 59. Zona de intervenção. 2010.(Google Earth) 53

Fig. 60. Marinas e Portos de recreio nas margens do rio Tejo. 53

Fig. 61. Proposta frente ribeirinha Este. 53

Fig. 62. Distribuição de idades da amostra. 55

Fig. 63. Atividades desportivas praticadas pela amostra. 55

Fig. 64. Atividades desportivas aquáticas que a amostra teria interesse em praticar. 55

Fig. 65. Localização das piscinas onde a amostra se desloca habitualmente. 55

Fig. 66. Raia-manta (www.aspasiadive.es) 59

Fig. 67. Exploração do conceito. 59

Fig. 68. Circulação externa superior e vistas. 59

Fig. 69. Circulação externa de contorno do edifício. 59

Fig. 70. Circulações internas 59

Fig. 71. Experimentações do desenho da cobertura. Imagens geradas no software Rhino. 59

Fig. 72. Axonometria: cobertura e estrutura. 61

Fig. 73. Estudo dos perfis estruturais do projeto 61

Fig. 74. Corredor de acesso aos balneários.....61
Fig. 75. Desenho à mão livre da estrutura na zona da piscina. 61
Fig. 76. Axonometria geral da organização do projeto.....61
Fig. 77. Perfis em alumínio. Fachada Noroeste. 63
Fig. 78. Avião vs. ave. (jacquithurlowlippisch.com) 67
Fig. 79. Guarda-rios vs. comboio Shinkansen. (www.xing.com) 67
Fig. 80. Barbatana de baleia-jubarte vs. turbina de moinho eólico. (inhabitat.com).....67



1 Introdução

No decorrer de um projeto de arquitetura existem várias fases de desenvolvimento, desde a recolha de informação e análise morfológica do local de implantação, até à sua execução. Existem condicionantes inerentes ao projeto de arquitetura (tais como a localização, questões ambientais, morfologia do lugar, eficiência, legislação, entre outras) que obrigam o projetista a ter de tomar decisões constantes. O recurso ao desenho e à realização de maquetes físicas são algumas das ferramentas que têm vindo a auxiliar os projetistas ao longo dos anos, mas os progressos tecnológicos das últimas décadas vêm introduzindo transformações nesse processo.

A atual era digital na arquitetura é o resultado da crescente procura por personalização, flexibilidade e unicidade. Assim, a complexidade presente nos projetos de arquitetura tem vindo a aumentar exponencialmente, pelo que o processo se torna bastante demorado se realizado apenas com recurso a ferramentas tradicionais. A utilização de ferramentas digitais permite agilizar os processos de avaliação e de tomada de decisões por parte do projetista, permitindo a exploração/experimentação constante de novas soluções, construções complexas e mais eficientes cuja produção não seria possível com recurso somente a ferramentas tradicionais.

Com o desenvolvimento deste trabalho pretende-se explorar o conceito de arquitetura biomórfica com o auxílio de ferramentas digitais e do pensamento algorítmico, aliando-os a processos convencionais tais como maquetes físicas e desenho à mão. Neste sentido, é essencial a investigação das dinâmicas entre a arquitetura e a natureza, numa perspetiva de inovação formal e tecnológica.

No âmbito deste projeto final de mestrado, propõe-se o desenvolvimento de um projeto localizado na cidade do Barreiro. Caracterizada pela sua paisagem industrial desativada e pelo seu tecido urbano fragmentado, esta cidade tem registado uma tendência para a diminuição do número de habitantes. É evidente a necessidade de desenvolvimento de projetos que promovam o desenvolvimento local da cidade, sendo atrativos quer para a população local como para visitantes.

1.1. Objetivos

O desenvolvimento deste projeto pauta-se por dois momentos distintos. O primeiro, de natureza teórica, debruça-se sobre os processos biológicos e digitais aplicados à arquitetura e sobre o estudo de casos. O segundo, de natureza prática, consiste na exploração dos processos teorizados anteriormente, transpondo-os para a elaboração de um projeto para um complexo de piscinas para a cidade do Barreiro.

Os objetivos deste trabalho são: i). Investigar a relação do ser humano com a natureza; ii). Identificar os diversos conceitos biomórficos; iii). Compreender o papel das tecnologias digitais na abordagem aos conceitos anteriormente identificados; iv). Investigar aplicações práticas de autores que aprofundaram os temas abordados; v). Elaborar uma proposta de um complexo de piscinas para o Barreiro com base na investigação anterior.

1.2. Estrutura

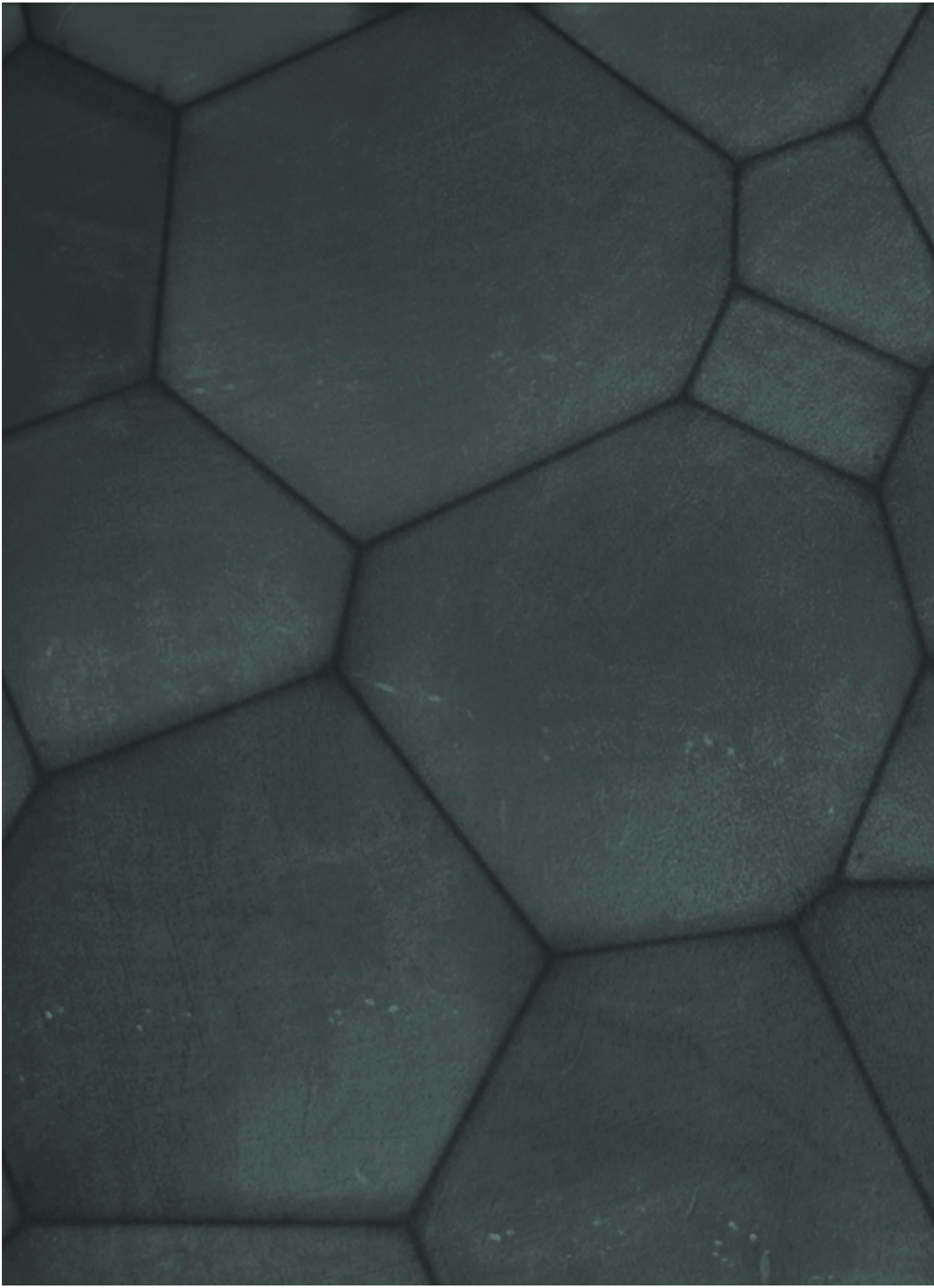
A estrutura teórica deste projeto final de mestrado encontra-se dividida em quatro capítulos:

1. Introdução: Aqui, pretende-se justificar o tema e os principais objetivos do projeto, assim como a estrutura do mesmo.

2. Morfogénese Digital: Este capítulo divide-se em dois sub-capítulos: i). A morfogénese orgânica, em que, numa primeira abordagem, se torna fundamental clarificar, por um lado, o termo "morfogénese" como conceito mais ligado à natureza e, por outro, o cruzamento deste conceito com o campo da arquitetura através da contextualização dos fatores históricos mais relevantes. É também introduzido o conceito de biomimética e os seus princípios inerentes, que têm sido impulsionadores de novas formas de expressão na arquitetura; ii). A morfogénese digital, no qual se introduz o pensamento algorítmico e os processos de fabricação digitais como ferramentas fundamentais para tornar possível a realização de projetos formalmente mais complexos.

3. Estudo de Casos: Este capítulo foca três pontos importantes para o desenvolvimento prático do presente trabalho, nomeadamente: i). O processo de exploração formal, com Frank Gehry; ii). A aplicação de uma estratégia algorítmica e resolução de programa semelhante ao proposto, com Zaha Hadid; iii). A aplicação do conceito de morfogénese digital, com os Foreign Office Architects.

4. Complexo de Piscinas para o Barreiro: Neste último capítulo de desenvolvimento pretende-se realizar uma análise do local da intervenção prática desta tese final de mestrado. Reflete-se sobre a evolução da cidade do Barreiro e dos dados recolhidos através de um questionário realizado à população. Também se define neste capítulo qual estratégia, o programa e a proposta para o complexo de piscinas do Barreiro.



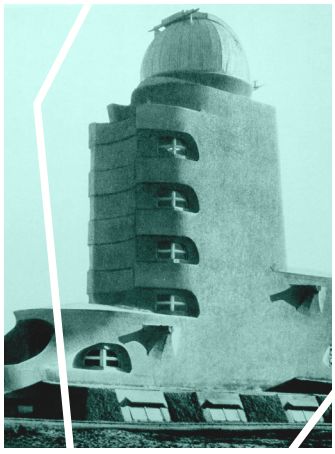


2 Morfogénese Digital

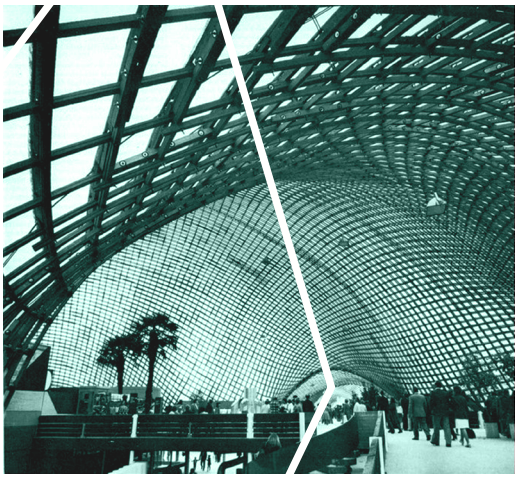






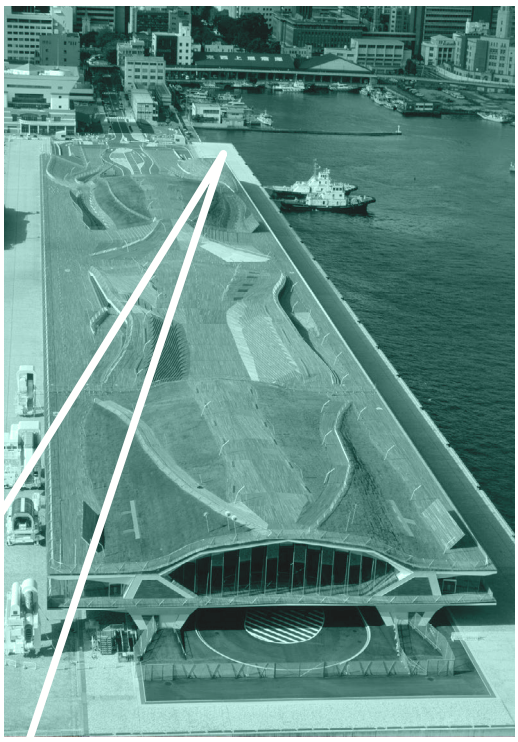


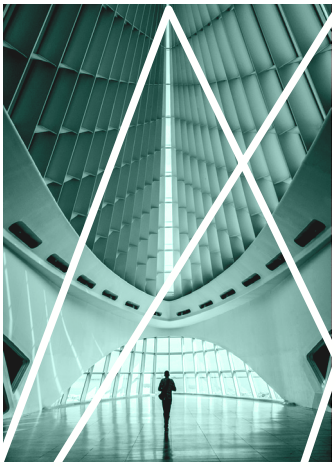




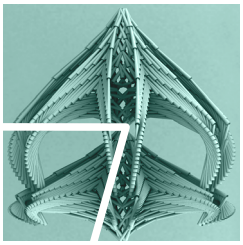


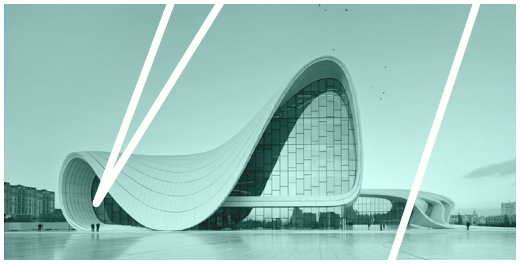


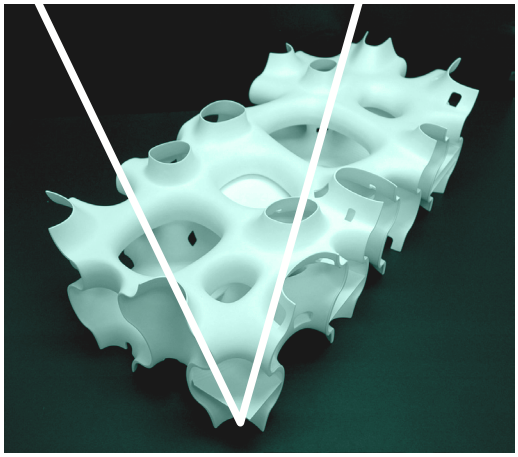














2.1. Morfogénese orgânica

2.1.1. Definição

O termo "morfogénese", quando enquadrado na natureza, é utilizado para definir os eventos biológicos sequenciais e orgânicos que constituem o desenvolvimento de um organismo desde a sua geração inicial até à sua maturação enquanto sistema (Menges, 2011).

Morfogénese é o processo complexo de organizar as formas e estruturas que compõem um organismo. Tem como objeto de estudo a interação que ocorre entre as propriedades dos diversos materiais de um determinado organismo da natureza com as forças externas do meio que o envolve. Cada um dos diferentes organismos tem capacidades de desempenho e versatilidade que resultam da diferenciação morfológica, ou seja, de um processo de resposta e adaptação a um ambiente específico. (Menges, 2011).

D'Arcy Thompson foi um dos responsáveis pela investigação sobre morfologia estrutural, que passou pelo estudo da relação da forma com o fluxo de forças que transitam nos elementos estruturais, materializando assim a própria forma (Bagnéris, 2009). Thompson construiu a sua teoria exclusivamente a partir da observação da relação entre formas e forças, estabelecendo posteriormente que as formas são simplesmente a consequência de deformações físicas.

A morfogénese promove uma conceção abrangente da formação e funcionamento dos sistemas naturais. Esta combinação impulsiona que o desenho computacional na arquitetura funcione como um conjunto de instruções relativas ao processo de formação, ditado pela interação entre forças internas e externas tal como com um organismo vivo (Menges, 2011).

2.1.2. Contexto

Historicamente, a natureza e os fenómenos naturais têm inspirado os arquitetos, consciente ou inconscientemente, na sua forma de construir e habitar espaços. Até ao surgimento da Arte Nova como estilo arquitetónico, a inspiração limitava-se essencialmente à aplicação de proporções estéticas e linhas na ornamentação **(fig. 1)**. Intenções arquitetónicas emergiram progressivamente. Ao estudar Antoni Gaudí **(figs. 2 - 4)**, começa-se a observar a sua envolvente natural e orientação para uma espécie de "arte total", unindo forma, espaço e função numa proposição arquitetural global e coerente, onde as diferentes partes eram mais do que a simples adição de elementos autónomos.



Fig. 1



Fig. 3



Fig. 2

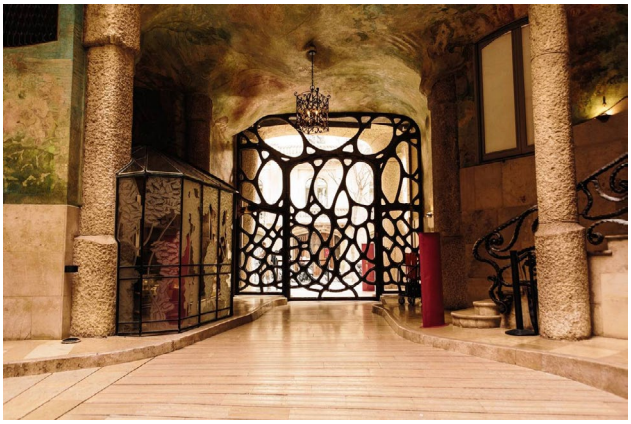


Fig. 4

Fig. 1. Capitéis dórico, jónico e coríntio das colunas na arquitetura clássica. (www.thoughtco.com)

Fig. 2. Casa Milà, Espanha. Antoni Gaudí. 1907. (www.larkyatlarge.com)

Fig. 3. Terraço da Casa Milà. (news.distracify.com)

Fig. 4. Portão da Casa Milà. (www.wsj.com)

Para além das tentativas de Gaudí ou Frank Lloyd Wright - que, mais tarde, são denominados como os pioneiros da arquitetura orgânica - é de referir também o trabalho de Louis Sullivan e de Rudolf Steiner **(fig. 5)**. Expandindo a sua pesquisa para além da coerência estilística, estes dois arquitetos olharam para a natureza como um modo de inspiração para novos processos criativos (Theissen, 2011). Demonstrando a relação intrínseca entre forma e função, Sullivan foi o primeiro a conceptualizar o processo gerativo capaz de criar formas naturais no desenho arquitetónico. Depois de Steiner, como percursor do estilo expressionista na arquitetura, Erich Mendelsohn projeta o edifício que viria a ser o ícone deste estilo, a Torre Einstein **(fig. 6)**. Posteriormente, a arquitetura orgânica deixou de se limita à busca estilística, passando a procurar estratégias de desenho holísticas, inspirando-se não só nas formas naturais mas também nos processos naturais.

Nos anos 70 e 80, os modelos bio-inspirados ou biónicos disseminaram-se enquanto nova fonte de inspiração para a conceção arquitetónica, tendo as suas raízes em conceitos estruturais e teorias desenvolvidas durante os anos 50. Nesta altura, arquitetos como o alemão Frei Otto e o mexicano Félix Candela, que construíram estruturas emblemáticas como o Estádio Olímpico de Munique **(fig. 7)**, o Palácio dos Desportos **(fig. 8)** e o Multihalle **(fig. 9)**, tinham começado a experimentação com estruturas tensionadas **(fig. 10)** pioneiras ou conchas finas feitas de betão reforçado. Os arquitetos e os engenheiros estruturais começaram a extrair conceitos de edifício e de estrutura partindo de princípios naturais e biológicos e aplicaram-nos nas suas produções arquitetónicas.

Estas tentativas iniciaram o conceito de biomimética, definido por Janine Benyus como "a arte de obter inspiração a partir das formas, processos e ecossistemas naturais, com o intuito de inovar sustentavelmente" (Benyus, 2002). Tornando-se assim numa fonte importante de inspiração para os arquitetos, a biomimética procura manter e restaurar o equilíbrio da natureza que tende a desaparecer sempre que há intervenção humana. Às vezes qualificada como "comportamental", a biomimética transcende as formas naturais enquanto tenta sempre compreender os princípios intrínsecos a essas formas e sistemas (Pawlyn, 2011).

2.1.3. Biomimética

Benyus define três níveis de biomimética: i). O primeiro, mais superficial, imita as formas naturais, inspirando-se na natureza enquanto modelo; ii). Mais complexo, imita os processos naturais, inspirando-se na natureza enquanto medida; iii). O mais profundo, requer uma compreensão do ecossistema em que vive o organismo, inspirando-se na natureza enquanto mentora.

O primeiro nível de biomimética é também denominado de biomorfismo.



Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8



Fig. 9

Fig. 5. Goetheanum II, Suíça. Rudolf Steiner. 1928. (nl.wikipedia.org)

Fig. 6. Torre Einstein, Alemanha. Erich Mendelsohn. 1921. (architectuul.com)

Fig. 7. Estádio Olímpico de Munique, Alemanha. Frei Otto. 1972. (za.pinterest.com)

Fig. 8. Palácio dos Desportos, México. Félix Candela. 1968. (www.madrid.es)

Fig. 9. Multihalle, Alemanha. Frei Otto, 1975. (commons.wikipedia.org)

Fig. 10. Modelo físico de uma estrutura por Frei Otto. (architetturadifficile.files.wordpress.com)

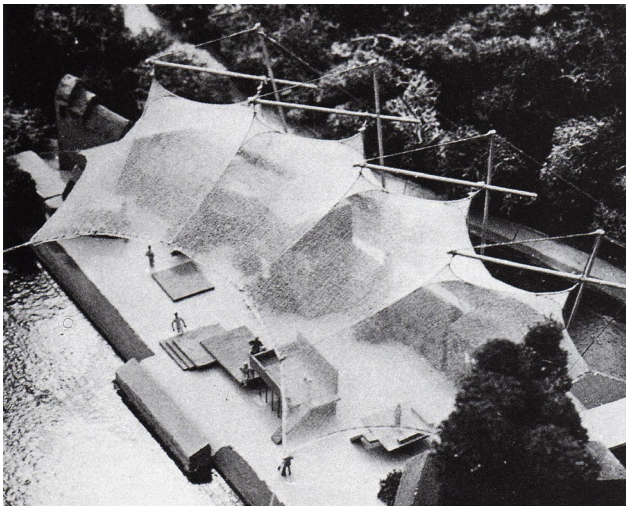


Fig. 10

Gaudí era um arquiteto biomórfico; ao conceber a Sagrada Família, inspirou-se na árvore para criar uma floresta estrutural que suportasse o templo. O biomorfismo na arquitetura surge em diferentes abordagens, seja na utilização direta da forma de organismos naturais na forma do edifício ou na imitação de revestimentos existentes na natureza, como a pele, o pêlo, as escamas. Alguns exemplos de aplicação da forma são o SEC Armadillo **(fig. 11)** de Norman Foster, o Aeroporto de Brno **(fig. 12)** de Petr Parolek e o Pavilhão Torrevieja **(fig. 13)** de Toyo Ito, inspirados, respetivamente, num tatu, numa tartaruga e num caracol. Exemplos de aplicação do revestimento são a Galeria Hall West **(fig. 14)** dos UNStudio, a casa Laren dos Monk Architecten e a casa de pele de elefante dos PPAG Architects, inspirados, respetivamente, nas escamas do peixe, no pêlo do coelho e na pele do elefante.

No segundo nível, em vez de se obter inspiração na forma da árvore, observa-se, por exemplo, como esta remove o carbono e aplica-se este processo. Pawlyn clarifica que esta área expressa potencialmente a maior lacuna entre a arquitetura e a biologia, simplesmente porque os edifícios não estão vivos de um modo semelhante a qualquer forma de vida. Contudo, a possibilidade de desenvolver materiais responsivos oferece aos arquitetos a oportunidade de ajustarem passivamente os seus edifícios às alterações climáticas (Bridgens & Farmer, 2013).

Ainda no contexto deste segundo nível, temos a arquitetura cinética que se desenvolve a partir das lógicas biónicas de Fuller e Otto, mas cujo foco é o movimento, como o próprio nome indica. Os sistemas cinéticos estão presentes na arquitetura desde muito cedo, como resposta à necessidade de adaptação das construções a questões como a eficiência espacial, a adaptabilidade, o abrigo, a segurança e a transportabilidade (Michael A. Fox).

A cinética e o seu conceito têm sido explorados na arquitetura desde o tempo das antigas civilizações. Numa primeira abordagem, as antigas civilizações utilizavam sistemas de construção fáceis de montar e desmontar manualmente. Com a evolução tecnológica, esse processo transformou-se em algo mecanizado, como é o caso das pontes levadiças, por exemplo. Nos dias de hoje, conhecemos outros mecanismos cinéticos, como os sistemas de sombreamento em janelas. Ao longo dos tempos, os avanços tecnológicos têm sido impulsionadores deste conceito.

A biomimética introduziu nestes sistemas vontade de ampliar as possibilidades da cinética, deste modo, a adaptabilidade é introduzida na arquitetura. Os avanços tecnológicos permitiram a evolução dos sistemas cinéticos, possibilitando que os edifícios ganhem a capacidade de reagir a diversas ações do meio envolvente e do utilizador, adaptando-se consequentemente às necessidades encontradas.

No ramo da investigação existem alguns projetos desenvolvidos neste âmbito da criação de edifícios "vivos". Um dos exemplos é o Furl: Soft pneumatic pavillion **(fig 15)**. Este projeto experimental consistiu na utilização de algoritmos genéticos para a criação de um sistema que deteta o funcionamento do cérebro humano



Fig. 11



Fig. 12



Fig. 13



Fig. 14

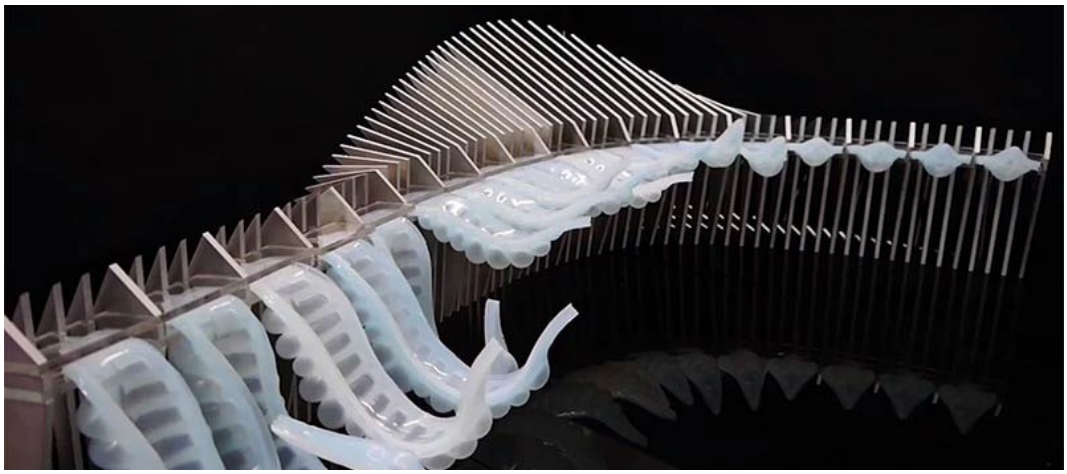


Fig. 15

Fig. 11. SEC Armadillo, Escócia. Norman Foster. 1997. (www.reddit.com)

Fig. 12. Aeroport Brno, República Checa. Petr Parolek. 2006. (www.mimoa.eu)

Fig. 13. Pavilhão de Torrevieja, Espanha. Toyo Ito. 2005. (picssr.com)

Fig. 14. Galeria Hall West, Corea do Sul. UNStudio. 2004. (www.getdpi.com)

Fig. 15. Furl: Soft pneumatic Pavilion. Francois Mangion. Becky Zhang. (www.interactivearchitecture.org)

para que o ambiente construído responda ao pensamento. Este estudo experimental tem como objetivo o desenvolvimento de sistemas que permitam que o espaço interaja tanto com os utilizadores como se adapte às condições ambientais.

Um exemplo construído, é a fachada do projeto Theme Pavilion do atelier SOMA architecture, em Viena **(fig. 16)**. A base do conceito para o desenvolvimento da fachada partiu dos princípios do movimento natural encontrados nos animais aquáticos, nomeadamente como umas guelras que abrem e fecham para o edifício respirar. Durante o dia, as lamelas são utilizadas para controlar a luz solar.

No terceiro nível de biomimética, estuda-se o ecossistema; no caso da árvore, esta está inserida numa floresta, que está inserida num bioma, que está inserida na biosfera (Baumeister et al., 2014). Neste estudo, explora-se como este sistema prospera e que elementos são necessários para o seu funcionamento. Os ecossistemas sustentam-se a si mesmos através da capacidade de conservar e reutilizar água, energia e matéria-prima de um modo sustentável (Pawlyn, 2011).

A maior diferença entre o sistema humano linear e o sistema natural circular é que o linear não utiliza o produto final como recurso, fechando o ciclo. Os ciclos de matéria, energia e água são sistemas em ciclo contínuo separados. No entanto, ocorrem várias sinergias que coexistem entre eles, colaborando juntas. Maximizar estas sinergias permite à árvore crescer e sustentar-se a si mesma (Drake, 2011).

O projecto Mobius **(fig. 17)**, desenvolvido pela Exploration Architecture, atelier liderado por Michael Pawlyn **(figs. 18 e 19)**, é um edifício biomimético, imitando a capacidade da árvore de conservar matéria, energia e água num sistema em ciclo contínuo que se sustenta a si próprio. Decorrem três sequências principais: tratamento da água, produção de comida e geração de energia (Pawlyn, 2011). Existem vários exemplos destes componentes individualmente mas o projeto Mobius integra todos estes processos num ciclo (Thomson, 2012). Todavia, tal como na árvore, no projeto Mobius, se um elemento falha, o sistema não funciona. Este é o maior desafio em imitar modelos biológicos ao nível do ecossistema.



Fig. 16



Fig. 17

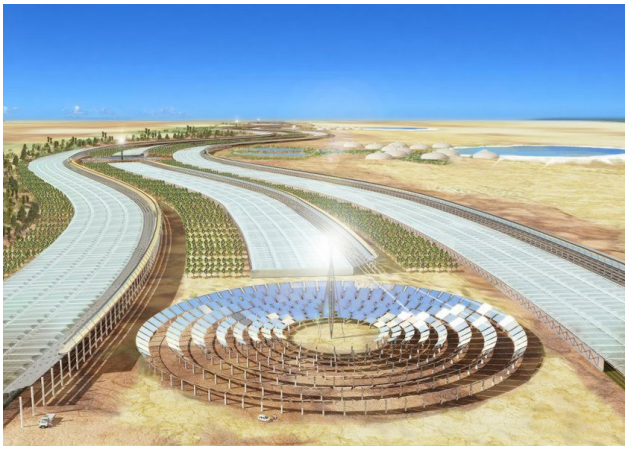


Fig. 18



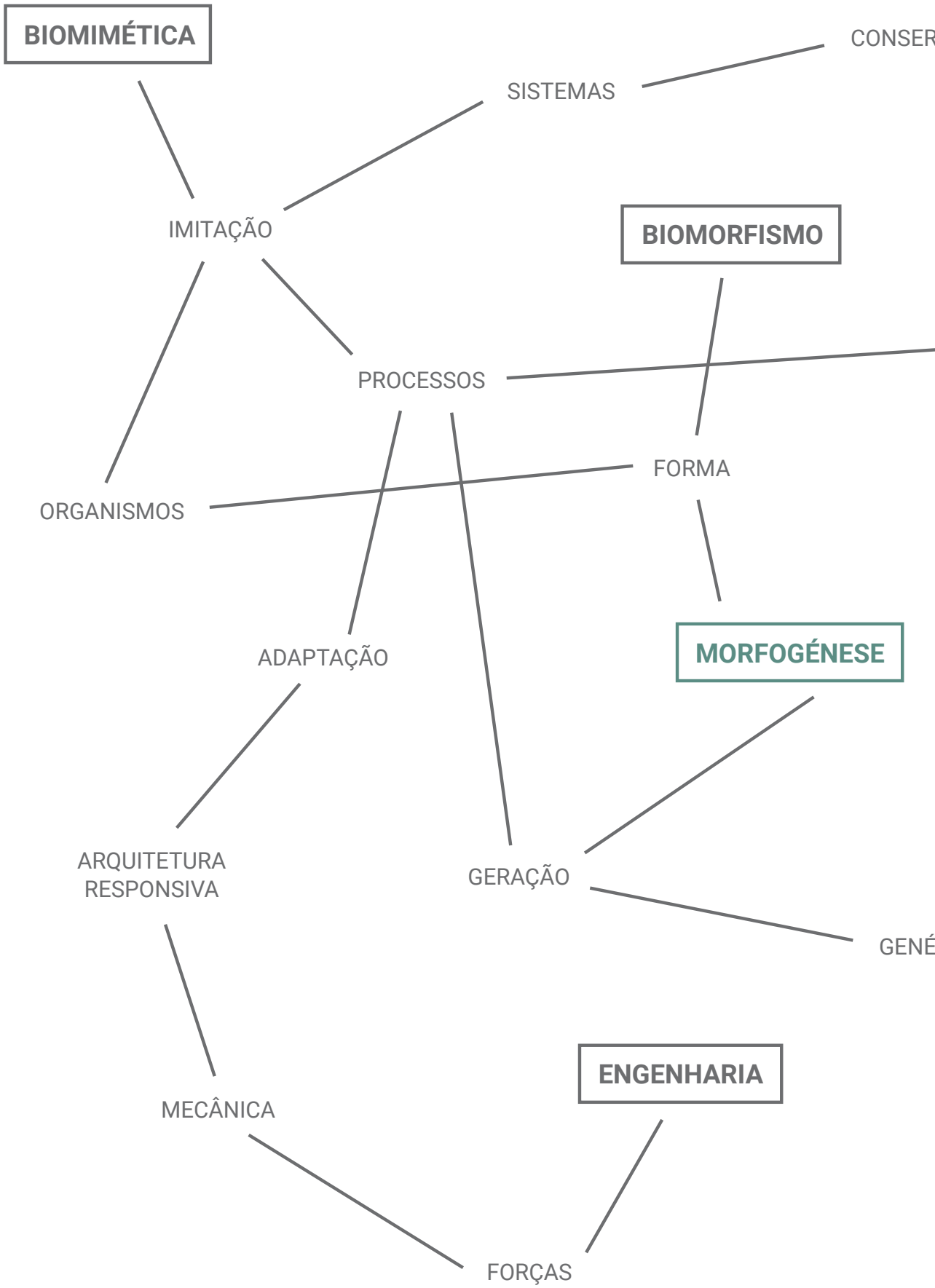
Fig. 19

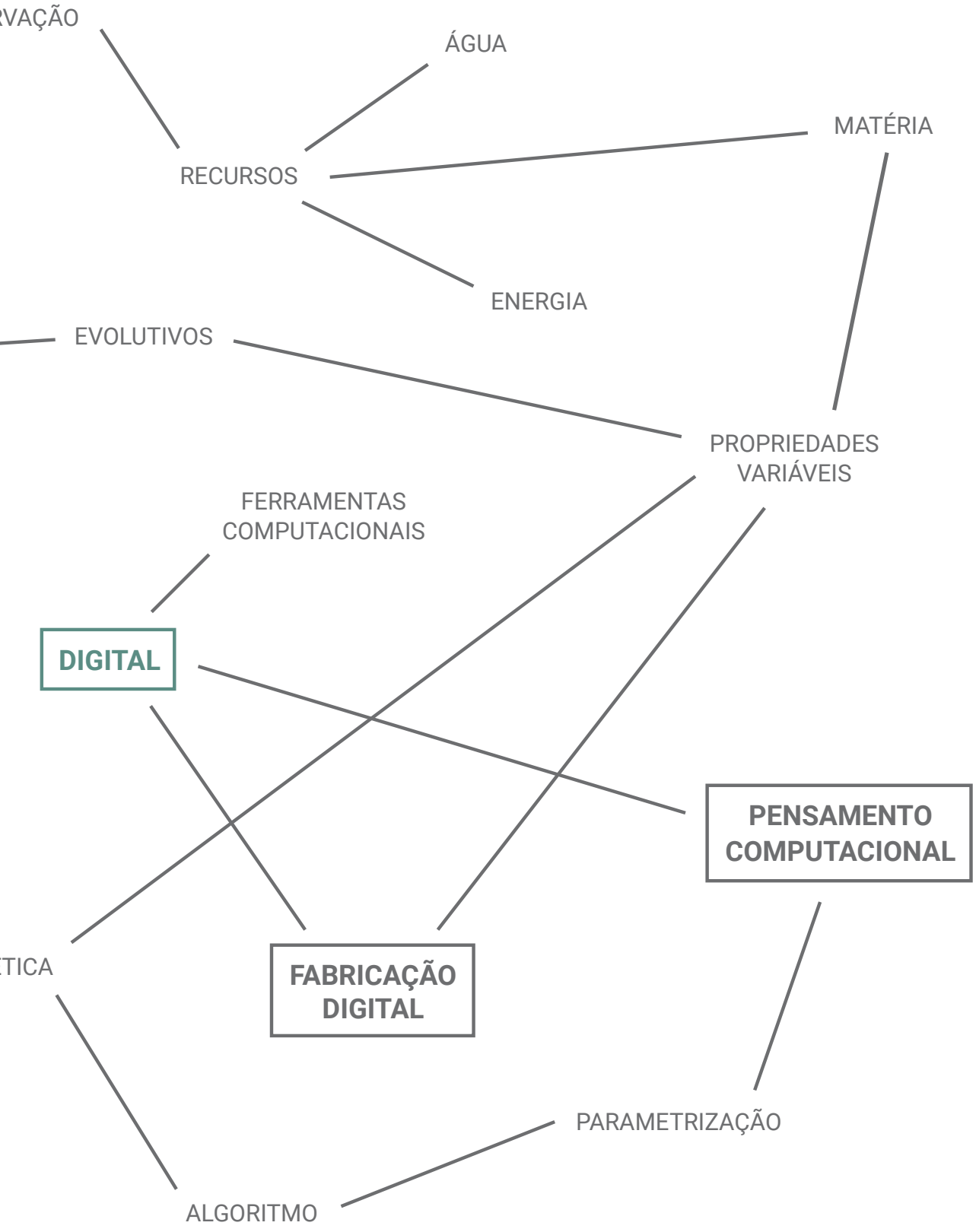
Fig. 16. Theme Pavillion, Viena. SOMA Architecture. 2012 (www.soma-architecture.com)

Fig. 17. Projeto Mobius (www.somersethouse.org.uk)

Fig. 18. Projeto Floresta Sahara. (www.architectural-review.com)

Fig. 19. Projeto Eden, Inglaterra. Nicholas Grimshaw. 2000. (en.wikipedia.org)


BIOMIMÉTICA
CONSER
SISTEMAS
IMITAÇÃO
BIOMORFISMO
PROCESSOS
FORMA
ORGANISMOS
ADAPTAÇÃO
MORFOGÉNESE
ARQUITETURA
RESPONSIVA
GERAÇÃO
GENÉ
ENGENHARIA
MECÂNICA
FORÇAS


RVAÇÃO
ÁGUA
MATÉRIA
RECURSOS
ENERGIA
EVOLUTIVOS
PROPRIEDADES
VARIÁVEIS
FERRAMENTAS
COMPUTACIONAIS
DIGITAL
PENSAMENTO
COMPUTACIONAL
TICA
FABRICAÇÃO
DIGITAL
PARAMETRIZAÇÃO
ALGORITMO

2.2. Morfogénese digital

2.2.1. Definição

O conceito de morfogénese digital surge na confluência de áreas como a biologia, o pensamento computacional, a produção aditiva e a engenharia dos materiais. Impulsionada pelos recentes avanços tecnológicos, tem como atores mais proeminentes o arquiteto Achim Menges e a designer Neri Oxman.

Achim Menges destaca-se pela sua exploração da arquitetura biomimética com o recurso a robôs **(fig. 20)**, principalmente nos seus pavilhões na Universidade de Estugarda **(fig. 21 e 22)**. O seu processo começa na inspiração em organismos naturais e no seu modo de subsistência, progredindo para o desenho computacional dos módulos que irão compor a estrutura arquitetónica e para a geração dos códigos que posteriormente instruirão os robôs **(fig. 23)** para a montagem in situ.

Neri Oxman tem uma abordagem bastante diferente, estudando intensivamente as propriedades dos materiais, introduzindo a biologia sintética nas suas experimentações, criando novas funcionalidades biológicas através da modificação de DNA. As suas investigações são conduzidas pela vontade de otimizar os materiais a um nível em que será possível criar estruturas de apenas um material porque este varia a sua composição consoante a necessidade, tornando-se mais rígido ou flexível, opaco ou translúcido.

2.2.2. Pensamento computacional

> ***A forma manifesta - que aparece - é o resultado da interação computacional entre as regras internas e pressões (morfogénicas) externas que, elas próprias, originam noutras formas adjacentes (ecologia). As regras internas (betão pré-fabricado) integram, na sua atividade, uma forma embutida, o que é hoje em dia claramente compreendido e descrito pelo termo algoritmo.*** [1]
> (Sanford Kwinter, 2008, p. 147)

A computação tem um impacto profundo tanto na perceção como na conceção da forma, espaço e estrutura arquitetónicas. Altera o modo como se perceciona a forma, o modo como à forma é dado um propósito, e o modo como a forma é produzida. Os conceitos que fundamentam a teoria computacional e as suas

1 | Traduzido pela autora de: The manifest form - that which appears - is the result of a computational interaction between internal rules and external (morphogenetic) pressures that, themselves, originate in other adjacent forms (ecology). The (pre-concrete) internal rules comprise, in their activity, an embedded form, what is today clearly understood and described by the term algorithm.



Fig. 20



Fig. 22



Fig. 21

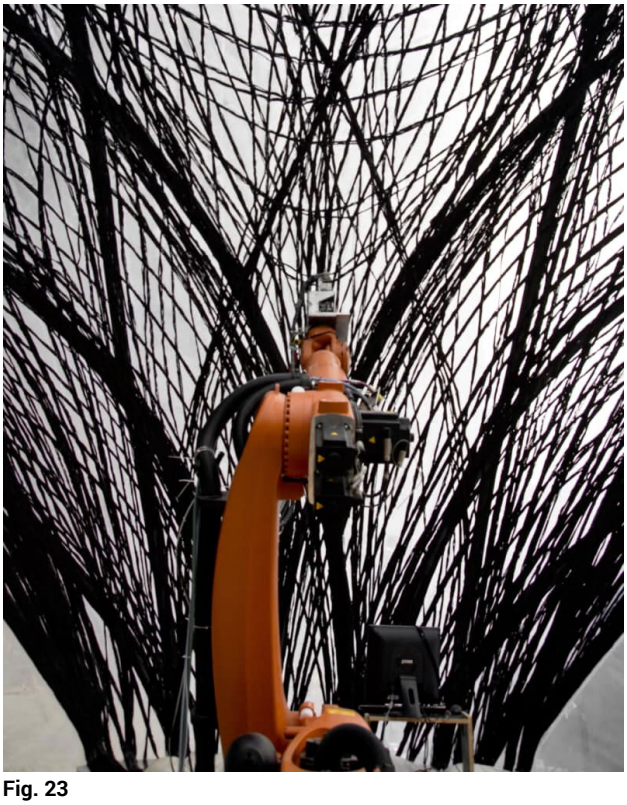


Fig. 23

Fig. 20. Montagem de um módulo para o pavilhão de 2013-14. (www.divisare.com)

Fig. 21. Pavilhão 2013-14. (www.divisare.com)

Fig. 22. Pavilhão 2015-16. (www.divisare.com)

Fig. 23. Braço robótico a tensionar as fibras.(moritzdoerstelmann.com)

técnicas expõem a forma como componente subsidiário do ambiente e o ambiente enquanto rede complexa de energias em intercâmbio dinâmico de regeneração e degeneração (Menges, 2011).

> ***A maneira dominante de utilizar computadores na arquitetura hoje em dia é a de computorização; entidades ou processos que já foram conceptualizados na mente do designer são introduzidos, manipulados, ou guardados num sistema de computador. Em contraste, computação, como ferramenta computacional é geralmente limitada. O problema com esta situação é que os designers não tiram vantagem do poder computacional do computador.*** [2]
> (Kostas Terzidis, 2006, p. XI)

Para compreender a computação e a sua relevância para a conceção arquitetónica, é necessário perceber a distinção entre computação e computorização. Em princípio, podem-se distinguir enquanto métodos que, ou deduzem resultados de valores ou conjuntos de valores, ou simplesmente compilam ou associam os valores ou conjuntos de valores dados. Um aumenta a quantidade e especificidade de informação, enquanto o outro apenas contem tanta informação como a que foi fornecida inicialmente (Terzidis, 2003, p. 65 - 73).

Esta premissa básica conflituosa está sempre presente nos vários métodos pelos quais o computador foi integrado na conceção arquitetónica. Fundamentalmente, a distinção encontra-se na abordagem ao design, mais do que num conjunto particular de técnicas ou conhecimento (Menges, 2011).

Uma abordagem em desenho assistido assume uma estratégia baseada no objeto para encapsular a informação em representações simbólicas - métodos de organização de informação. Em contraste, uma abordagem computacional permite que dados específicos surjam de abstração inicial - em forma de códigos que encapsulam valores e ações (Coates, 2010, p. 1 - 4). Estas distinções são refletidas nas perspetivas filosóficas nas quais a arquitetura, nascida de processos computacionais, é percecionada (Menges, 2011).

2.2.3. Desenho paramétrico

O termo "paramétrica" vem do grego ***parametros*** e foi na matemática que começou a ter aplicações práticas. A parametrização deriva de equações paramétricas cujas variáveis podem ser editadas para controlar os respetivos resultados.

2 | Traduzido pela autora de: The dominant mode of utilizing computers in architecture today is that of computerization; entities or processes that are already conceptualized in the designer's mind are entered, manipulated, or stored on a computer system. In contrast, computation or computing, as a computer-based design tool is generally limited. The problem with this situation is that designers do not take advantage of the computational power of the computer.

Na arquitetura paramétrica, o desenho tem como base uma abordagem algorítmica, através da qual é seguido um conjunto de parâmetros e regras que definem a relação entre a intenção e a resposta da solução (Wassim Jabi, 2013). O desenho paramétrico é composto por um conjunto de processos geométricos e matemáticos - regras - que nos levam a uma solução. Este processo foi utilizado durante muitos séculos em convenções formais e estilísticas **(fig. 24)**. Um dos exemplos práticos disso são as ordens clássicas, que obedeciam a um conjunto de regras de proporções de modo a procurar, como resultado, o equilíbrio entre os diferentes elementos arquitetónicos.

A arquitetura grega tem no templo a sua maior expressão e na coluna a sua peculiaridade. A coluna é o elemento que marca a proporção e o estilo dos templos, seguindo um sistema de ordens. As proporções ideais para todos os componentes da arquitetura foram definidas de acordo com proporções matemáticas pré-estabelecidas.

Um dos exemplos com décadas de existência é o tratado de Alberti, em que é possível constatar a presença de sistemas paramétricos. As regras estabelecidas, com o objetivo de estruturar os princípios do desenho na arquitetura, são uma forma de sistematização algorítmica. Através do diâmetro da coluna jónica é possível estabelecer ligações (regras) com os restantes elementos do edifício.

Nos dias de hoje, a parametrização é utilizada como uma ferramenta de otimização, cujo o principal objetivo é agilizar o processo de projetar. Este processo é baseado em parâmetros definidos previamente que - através de softwares - poderão ser manipulados e testados. Os parâmetros mais comuns são associados à estrutura do edifício, à eficiência energética, localização e forma (Aleksander Asanowicz, 2017, p. 382).

Estas ferramentas digitais exigem a apreensão de capacidades de programação orientadas para o campo da arquitetura, algo que tradicionalmente não faz parte da aprendizagem dos arquitetos. Por isso, estes processos implicam também diferentes modos de pensar em arquitetura.

> ***A base intelectual do desenho assistido por computador reside numa determinada confluência de domínios em campos que vão desde a matemática, ciência da computação, e ciência de sistemas até biologia e filosofia.*** [3]
> (Achim Menges, 2011, p. 8)

3 | Traduzido pela autora de: The intellectual foundation for nature of computational design rests at a particular confluence of domains in fields ranging from mathematics, computer science and systems science to biology and philosophy.

A arquitetura paramétrica, como referido anteriormente, é sustentada por um conjunto de regras lógicas que nos permitem chegar a uma solução de otimização. Existem vários processos de parametrização, sendo que um dos mais utilizados na procura de otimização é o recurso a algoritmos genéticos. Estes algoritmos possibilitam a resolução de problemas multicritério, ou seja, não só permitem a otimização como também a obtenção de resultados criativos que podem contribuir para o desenvolvimento de um projeto arquitetónico.

O projeto Water Cube **(fig. 25)**, de John Pauline, é um exemplo da utilização de ferramentas digitais com uma abordagem paramétrica. Teve como principais objetivos a maximização do conforto térmico e da luz natural. Desta forma, a estrutura foi concebida de acordo com processos que permitem uma melhor captação da luz solar e um maior controlo térmico.

A pele deste edifício é composta por painéis ETFE com a configuração de uma matriz de poliedros. A solução estrutural do edifício é formada por poliedros calculados de forma a conterem volumes iguais e truncados em ângulos distintos, conferindo assim um sentido orgânico e aleatório à estrutura **(fig. 26)**. Através da utilização das ferramentas digitais abordadas neste capítulo, esta estrutura complexa torna-se exequível, algo que seria um processo moroso e sem viabilidade recorrendo às metodologias tradicionais.

Neste projeto, a fachada que inicialmente resulta de um algoritmo que produz "bolhas" todas diferentes foi posteriormente objeto de um processo de otimização que passou por se tentar reduzir a variedade destes elementos a um número que mantivesse a aparência aleatória, mantendo no entanto um grau de repetição suficiente para controlar os custos dentro do limite proposto.

Aliadas ao conceito de parametrização, estas ferramentas digitais têm permitido desafiar a arquitetura numa perspetiva de otimização, função e forma. Contudo, requerem o domínio ao nível da programação por parte do projetista.

2.2.4. Fabricação digital

As rígidas geometrias que pautaram o século XX foram - em grande parte - fruto dos paradigmas industriais que incutiam lógicas de standardização, pré-fabricação e instalação in-situ (Kolarevic, 2003). A fabricação do tipo industrial restringe-se bastante a geometrias simples e standardizadas. Mas, na era digital, a procura massificada pela personalização tem vindo a aumentar e, assim, os processos de fabricação convencionais tornam-se limitados. Surgem, então, novos instrumentos que permitem desenvolver técnicas de fabricação digital capazes de conceber geometrias irregulares e curvas, trabalhando a unicidade e a flexibilidade das construções.

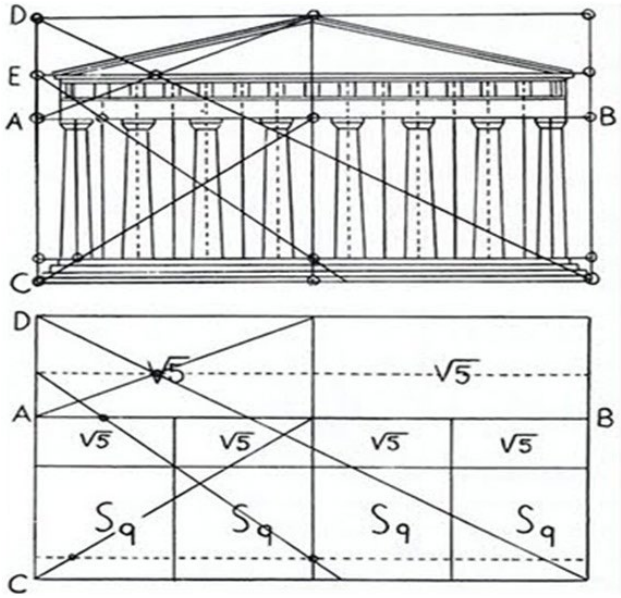


Fig. 24



Fig. 25

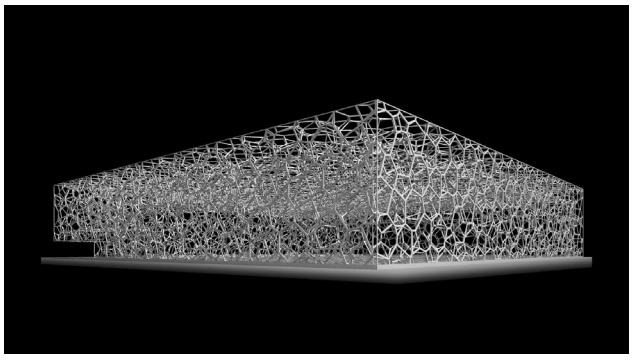


Fig. 26

Fig. 24. Regra de ouro utilizada na construção do Partenon, 477 a.c.,-Grécia. (https://checkmath.files.wordpress.com)

Fig. 25. Water Cube, Pequim. John Pauline, 2007. (http://bubblemania.fr/pt/)

Fig. 26. Maquete da estrutura do edifício.(http://bubblemania.fr/pt/)

Processos aditivos

A fabricação com base em processos aditivos equivale a criar objetos sólidos tridimensionais a partir de modelos digitais. O processo aditivo consiste na adição de material de forma incremental, camada a camada. Os benefícios inerentes à utilização deste método passam pela otimização constante dos materiais, bem como do processo construtivo. Os elementos produzidos têm custos estruturais reduzidos, uma vez que se suportam a si mesmos.

O processo aditivo tem sido alvo de muita investigação e desenvolvimento. É a chamada "impressão 3D" **(fig. 27)**, não só de elementos particulares de edifícios como também já se estudam formas de tornar possível a impressão completa de edifícios. O atelier DUS, em Amesterdão, tem tido como foco de estudo estes processos aditivos de construção. No projeto 3D Print Canal House **(fig. 28)**, este atelier cria uma lógica assente em princípios modulares, imprimindo vários módulos distintos **(fig. 29)** que podem ser reorganizados para criar espaços com configurações diferentes.

O desenvolvimento desta técnica de construção permite reduzir a quantidade de material desperdiçado através da reciclagem dos mesmos e/ou da eliminação dos custos de transporte dos materiais, já que é os módulos podem ser impressos in situ. Desta forma, trata-se de uma resposta eficiente à procura cada vez maior pela personalização. Um outro exemplo de aplicação desta técnica em fachadas é o Edifício Europeu em Amesterdão, projetado pelo atelier mencionado acima. Esta construção combina elementos impressos em 3D em plástico biodegradável, podendo ser totalmente reciclados **(fig. 30)**.

Processos subtrativos

Os processos subtrativos consistem na remoção de uma quantidade específica de material de um sólido com recurso a técnicas elétricas, químicas e mecânicas de redução (Kolarevic, 2004, p. 34). São várias as tecnologias utilizadas para o fazer, tais como o corte a laser, a jato, com fio quente, fresadora, etc.

Este tipo de processo foi utilizado no pavilhão da BMW (Bubble), de Bernhard Franken **(fig. 31)**. Através da técnica de fresagem - CNC milling -, foram produzidos moldes de betão com curvatura dupla para servir de base à produção de vidro com a mesma curvatura.

Estas técnicas permitem, tal como os processos aditivos, a criação de superfícies complexas/módulos distintos, no entanto, enumeram-se algumas desvantagens, entre as quais a morosidade do processo e os seus custos elevados, sem esquecer o desperdício de material, que não acontece no caso da impressão 3D.



Fig. 27

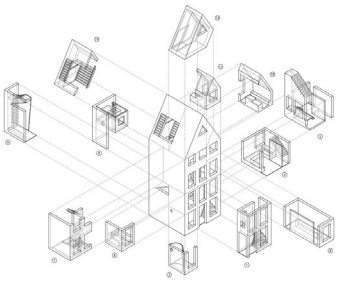


Fig. 29



Fig. 28



Fig. 30



Fig. 31

Fig. 27. Impressora 3D. (houseofdus.com)

Fig. 28. 3D Print Canal House, Amesterdão. DUS Architects.

Fig. 29. Módulos que compõe o projeto 3D Print Canal House.

Fig. 30. European Bui lding. Amesterdão. DUS Architects. (detailonline.com)

Fig. 31. BMW pavilion . Frankfurt, Alemanha.Bernhard Franken. 1999. (franken-architekten.de)

2.2.5. Novas materialidades

A separação institucionalizada entre forma, estrutura e material, profundamente enraizada na teoria modernista do design, em paralelo com a repartição metodológica entre modelação, análise e fabricação, resulta numa geração de forma baseada na geometria. Esta priorização da forma sobre o material foi transportada para o desenvolvimento e lógica de design do CAD (Computer-Aided Design). Hoje em dia, com o crescente reconhecimento dos insucessos e vulnerabilidades ambientais desta abordagem, a cultura moderna de design está a experienciar uma mudança para um design baseado nos materiais (Oxman, 2010).

Inspirada pelas estratégias da natureza, onde a geração de forma se baseia na obtenção do desempenho máximo com o mínimo de recursos através da variação localizada das propriedades dos materiais, a investigação de Oxman analisa, propõe e desenvolve modelos e processos para uma abordagem baseada nos materiais, na geração de forma possibilitada computacionalmente.

O desenho computacional baseado nos materiais é desenvolvido e proposto como um conjunto de estratégias computacionais que suportam a integração da forma, material e estrutura, incorporando estratégias de busca da forma física através de análise digital e fabricação. Nesta abordagem, o material precede a forma e é a introdução das propriedades dos materiais enquanto fator de desempenho estrutural e ambiental que gera a forma **(figs. 32 - 36)** (Oxman, 2010).

O design baseado nas propriedades variáveis é investigado como enquadramento teórico e técnico pelo qual se modela, analisa e fabrica objetos com propriedades graduadas concebidos para responder a restrições funcionais continuamente variáveis. Com vista a implementar esta abordagem como um processo de fabricação, uma nova tecnologia de fabricação, denominada Prototipagem Rápida de Propriedades Variáveis foi desenvolvida, concebida e patenteada (Oxman, 2010).

Entre as contribuições potenciais está a obtenção de um nível elevado de customização através da heterogeneidade do material comparativamente ao design convencional de componentes e montagens. Com a incorporação dos enquadramentos teóricos e técnicos sugeridos nas experimentações, métodos e técnicas são apresentados, discutidos e demonstrados. Possibilitam a customização de produtos, ampliação rápida e fabricação de propriedades variáveis. Desenvolvidas como aproximações a processos de formação naturais, estas experimentações demonstram a contribuição e potencial futuro de um novo design e campo de investigação (Oxman, 2010).

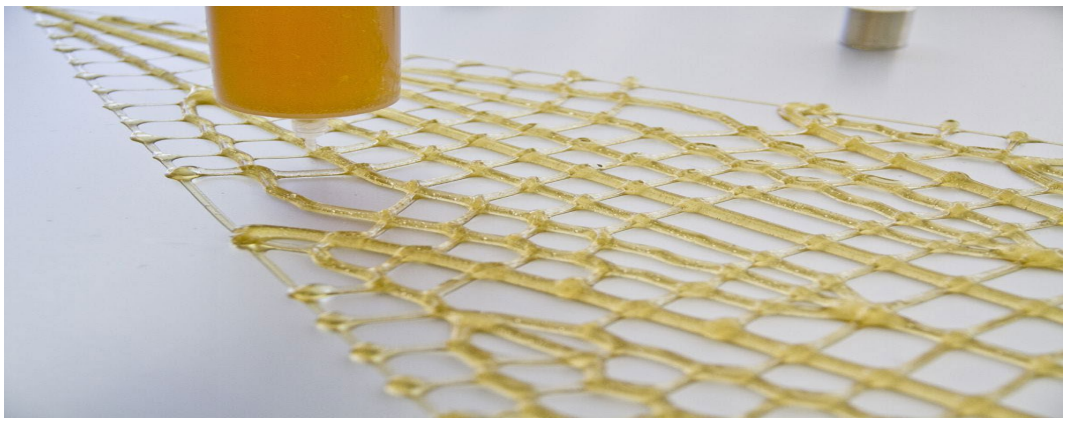


Fig. 32

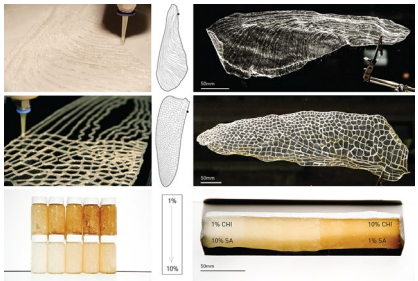


Fig. 33



Fig. 34

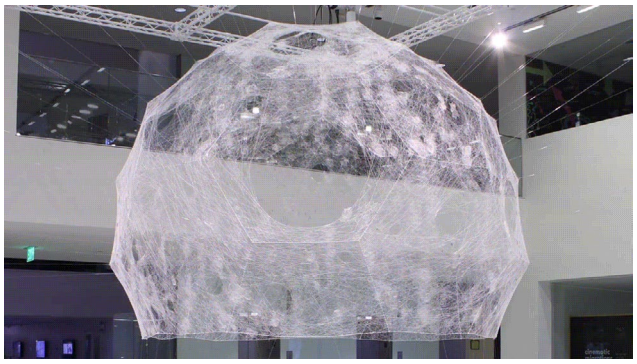


Fig. 35

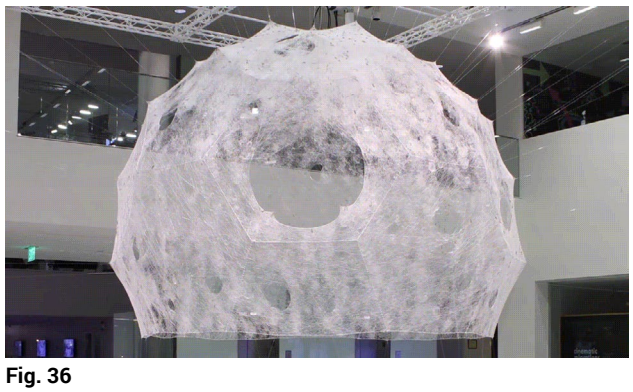


Fig. 36

Fig. 32.- 34 - Fabricação digital à base de água, estrutura em quitina. (matter.media.mit.edu) (www.leolane.com)

Fig. 35.- 36 - Pavilhão de seda. (thefacedesign.com) (matter.mimoa.mit.edu)





3 Estudo de Casos

3.1. Museu Guggenheim de Bilbao

O projeto para o Museu Guggenheim **(fig. 37)**, da autoria do arquiteto Frank Gehry, surgiu no contexto de um plano estratégico de desenvolvimento e requalificação da cidade de Bilbao, em Espanha. O sítio escolhido para a implantação do Museu foi um antigo cais de uso portuário e industrial junto ao rio Nervión e à ponte de La Salve. As principais intenções de projeto de Gehry foram a integração do Museu com a ponte, a conexão ao rio, que a entrada ficasse virada para a cidade e que o edifício fosse construído usando metal para representar iconograficamente Bilbao enquanto cidade industrial.

Em 1997 é concluída a construção do Museu, um edifício de formas complexas e sinuosas. Consiste numa série de volumes interconectados, alguns ortogonais revestidos a pedra e outros irregulares revestidos a titânio. A conexão entre volumes é criada por paredes de vidro.

O Museu está integrado na cidade tanto em altura como pelos materiais utilizados. Estando implantado numa zona baixa em relação ao resto da cidade, não ultrapassa a altura dos edifícios circundantes. A pedra calcária, de um tom areado, foi escolhida especialmente para este objetivo. Visto do rio, o edifício assemelha-se a um barco, evocando a antiga atividade industrial do porto de Bilbao; no entanto - visto do céu - parece uma flor.

O processo para a conceção do Museu inicia-se numa série de desenhos **(fig. 38)** com um técnica fluída e movimento contínuo, As formas emergem gradualmente e os traços principais do futuro edifício veem-se já nesta fase, como a clarabóia central do átrio em forma de flor.

As formas nascidas dos desenhos transformam-se em maquetes rudimentares: entre as conformações geométricas insere-se uma flor de metal de formas mais livres. Depois adiciona-se a torre do outro lado da ponte de La Salve, unida ao Museu pela longa galeria que passa por baixo dela.

> ***Houve pelo menos 100 versões experimentais na evolução do desenho deste edifício. Cada uma das formas passou por infinitas iterações. É um processo muito elaborado. Eu movo um pedaço de papel 2mm para o lado e olho para ele durante duas semanas… As pessoas às vezes pensam que eu simplesmente atiro as coisas para o ar e fica logo com a forma de um edifício - quem me dera que assim fosse!*** [1]
> (Frank Gehry, 1997)

1 | Traduzido pela autora de: There were at least 100 trial forms in the evolution of this building's design. (…) Each of the shapes went through endless, endless iterations. It is a very elaborate process. I'll move a piece of paper one-sixteenth of an inch and look at it for two weeks… People sometimes think I just toss things up in the air and it looks like a building - I wish it was that way!

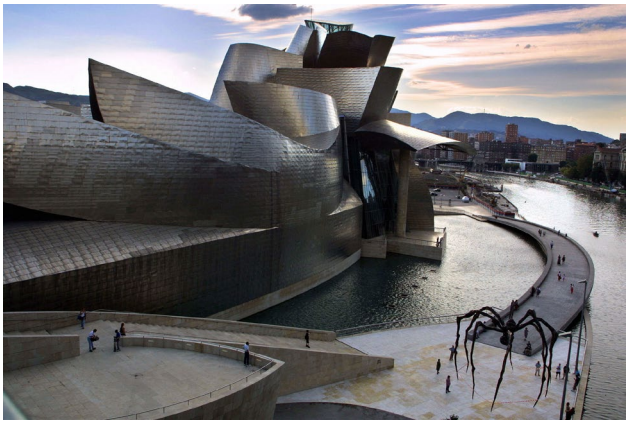


Fig. 37

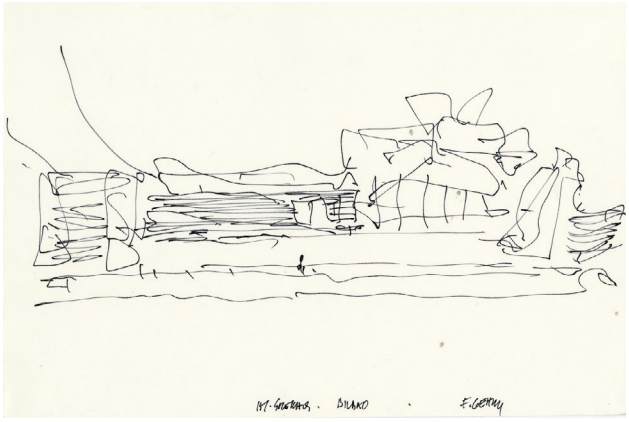


Fig. 38

Fig. 37. Museu Guggenheim de Bilbao, Espanha. Frank Gehry. 1997. (www.latimes.com)

Fig. 38. Desenho inicial da forma do Museu. (www.hyperallergic.com)

Dada a sua complexidade matemática, as curvas das superfícies exteriores foram concebidas num software de desenho tridimensional - CATIA (Computer Aided Three-dimensional Interactive Application), que permite desenvolver projetos mais complexos e cálculos que não eram possíveis anteriormente. O software internaliza pontos dos vértices, superfícies e interseções dos modelos físicos de Gehry de modo a construir digitalmente modelos que podem posteriormente ser manipulados **(fig. 39)**.

Distinguível pelas suas suaves curvas assimétricas, a ausência de repetição na forma do Guggenheim de Bilbao é atribuída ao uso de tecnologia digital pioneira. Na verdade, é o jogo entre métodos analógicos e automatizados e a relação entre o volume total idiossincrático do edifício e a grelha relativamente regular de painéis de titânio que culmina num efeito que se tornou icónico.

As paredes e cobertura do edifício são estruturais, contendo uma estrutura interna de barras em aço que formam uma malha triangular. As formas complexas do Museu não seriam possíveis se as paredes e coberturas não fossem parte integrante da estrutura. O software CATIA calculou o número de barras necessário para cada local, assim como a posição e orientação das barras. Para além desta estrutura, as paredes e coberturas têm várias camadas de isolamento e um revestimento exterior em titânio. Cada peça é única e exclusiva à sua localização, determinada pelo CATIA.

O arquiteto optou por revestir as superfícies com folhas de 0,3mm de espessura em liga metálica de titânio e zinco, com uma elevada durabilidade e ductilidade. A utilização de titânio - com a sua tonalidade dourada - permitiu que o exterior mantivesse essa tonalidade mesmo nos dias de chuva, muito frequentes em Bilbao.

Para escolher o revestimento do Museu Guggenheim de Bilbao, Gehry focou-se nas plumas e escamas de vários animais, observando as suas fixações e a possibilidade de movimento que dão. Investigou também os sistemas que a natureza usa para cobrir superfícies curvas, semelhantes às do Museu. Decidiu usar "escamas" rígidas de forma a que se montassem umas em cima das outras. A diferença entre o revestimento utilizado e a pele dos animais é que a última está adaptada ao movimento enquanto que a do edifício não, pelo que os sistemas de revestimento não são os mesmos.

A entrada principal do Museu é feita através de um grande átrio central, onde um sistema concêntrico de pontes curvilíneas, elevadores em vidro e torres de escadas conectam as galerias de exposição distribuídas pelos 3 pisos. Os grandes envidraçados do átrio assemelham-se a escamas de peixe.

O átrio é o núcleo organizador do Museu, distribuindo o espaço expositivo em dezanove galerias **(fig. 40)**. Dez destas galerias têm uma planta ortogonal clás-

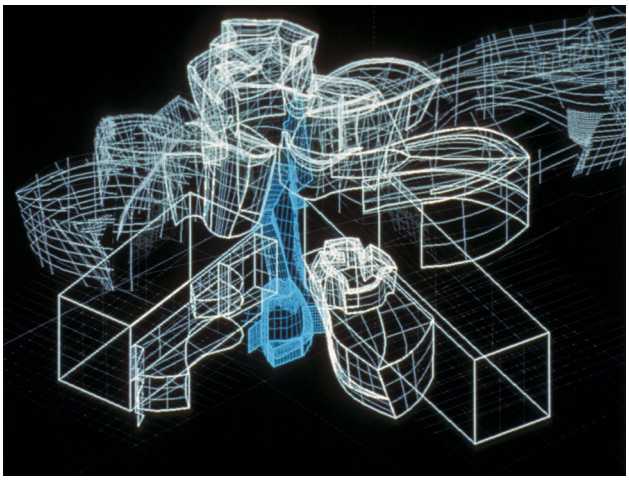


Fig. 39

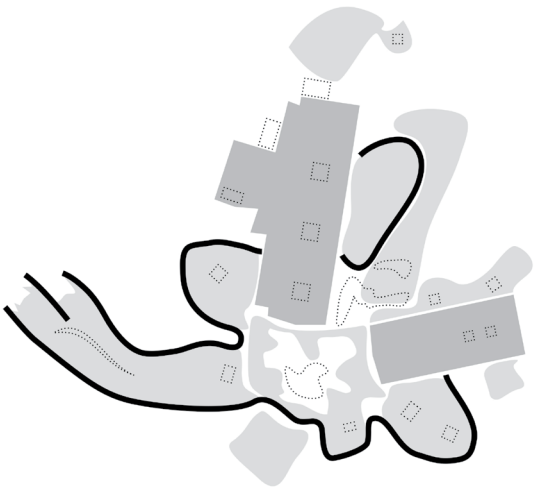


Fig. 40

Fig. 39. Desenho digital do Museu produzido no programa CATIA. (www.guggenheim-bilbao.eus)

Fig. 40. Planta esquemática com a distinção das caixas que organizam o espaço interior do Museu.

sica e podem ser identificadas pelo exterior com o seu revestimento em pedra. As restantes nove galerias, de forma irregular, assemelhando-se a pétalas de flor, são também identificáveis pelo exterior, tanto pelas suas formas exuberantes como pelo revestimento em titânio. A maior galeria, utilizada para exposições temporárias, tem 30 metros de largura por 130 metros de comprimento.

Para além das galerias, o programa do Museu inclui também uma sala de orientação ao visitante denominada "Zero Espazioa", um auditório com capacidade para 300 pessoas, uma loja, uma livraria e diversos espaços de restauração.

O Guggenheim de Frank Gehry é um exemplo da tentativa de reproduzir as formas orgânicas da natureza em obras de arquitetura, processo tão complexo que quase não é possível sem o recurso a ferramentas digitais. As tecnologias desenvolvidas pela equipa de Gehry não só transformaram as possibilidades do processo de conceção arquitetónica, como também possibilitaram uma eficiência sem precedentes na fase de construção. Gehry acredita que as geometrias desenhadas digitalmente podem ser executadas de forma muito mais eficiente com menor redundância. Em vez de criar os convencionais desenhos bidimensionais para construção, a equipa de Gehry produz modelos tridimensionais digitais dos quais se retira toda a informação necessária.

3.2. Centro Aquático de Londres

O Centro Aquático de Londres **(fig. 41)** foi projetado pela arquiteta Zaha Hadid para acolher os Jogos Olímpicos de 2012 em Londres. Posicionado na zona sudeste do Parque Olímpico, na proximidade de Stratford, é atravessado por um novo acesso pedonal proveniente da ponte de Stratford. Várias pontes pequenas conectam também o terreno ao Parque Olímpico sobre o canal existente.

O conceito arquitetónico do Centro é inspirado nas geometrias fluídas da água em movimento, criando espaços e uma ambiência em harmonia com a paisagem ribeirinha do Parque Olímpico. Uma cobertura ondulante emerge do solo como uma onda, envolvendo as piscinas do Centro com um gesto unificador e gerando em simultâneo o volume das piscinas de competição e saltos.

> ***Não trabalhamos a partir de um esboço engenhoso. Não é um instante de genialidade. Trabalhamos num processo de busca da forma. É uma metodologia que produz uma forma final, como uma criatura orgânica que evolui dentro de uma série de oportunidades e restrições.*** [2]
> (Patrik Schumacher, 2016)

2 | Traduzido pela autora de: We don't work from an ingenious sketch. It's not a flash of genius. We work from a form-finding process. It's a methodology that teases out a final form, like an organic creature that evolves within a set of opportunities and constraints.



Fig. 41. Centro Aquático de Londres, Reino Unido. Zaha Hadid. 2012. (www.zaha-hadid.com)

Para chegar à forma orgânica da cobertura e para calcular a megaestrutura que suporta o edifício, o estúdio de Zaha Hadid recorreu às tecnologias mais avançadas. Com dezenas de projetos em curso, a utilização de ferramentas digitais tornou-se mais um requisito que uma opção, tanto em termos de gestão de projeto como de resolução pragmática de problemas **(fig. 42)**.

> ***Queremos mostrar a estrutura, não escondê-la (…) não estamos em busca apenas de viabilidade através da estrutura, mas expressão e identidade. (…) Houve um avanço computacional muito grande na arquitetura e engenharia que levou a um novo tipo de expressão arquitetónica.*** [3]
> (Patrik Schumacher, 2016)

O Centro Aquático é organizado segundo um eixo ortogonal perpendicular à ponte, ao longo do qual as três piscinas são dispostas. A piscina de treinos situa-se por baixo da ponte enquanto que as piscinas de competição e de saltos se encontram no mesmo espaço - o grande hall das piscinas, coberto pela superfície fluída **(fig. 43)**. A estratégia principal é a de que a base do volume das piscinas seja percecionada como um pódio conectado à ponte. O elemento do pódio concentra vários elementos programáticos num único volume arquitetónico completamente integrado com a ponte. O pódio emerge da ponte, descendo junto ao volume das piscinas até à cota inferior da margem do canal.

O volume das piscinas ganha expressão sobre o pódio através da sua grande cobertura, cuja curvatura segue o mesmo eixo pelo qual se regem as piscinas. A forma é gerada tendo em conta o campo visual dos 17 500 espectadores durante o modo olímpico. A geometria de curva dupla cria uma estrutura de arcos parabólicos que proporcionam as características únicas da cobertura. Esta ondula de modo a diferenciar dois espaços no grande hall, criando um pé-direito mais baixo entre a piscina de competição e a de saltos. Para além do hall das piscinas, a cobertura prolonga-se para as áreas exteriores e para a entrada principal, situada na ponte. Estruturalmente, a cobertura assenta no pódio em 3 apoios, criando duas aberturas no modo olímpico para as bancadas adicionais e fechando estas aberturas com uma fachada de vidro para a utilização posterior aos Jogos.

O Centro Aquático de Londres marca o acesso ao Parque Olímpico. A forma ondulante da complexa cobertura emerge de sul, descendo depois em direção à extremidade Norte, enquanto que as abas a Este e Oeste curvam para cima nas suas extremidades.

A cobertura vence um vão de 160 metros de comprimento por 90 metros de largura. É suportada por dois apoios em betão a norte que distam 54 metros entre

---

3 | Traduzido pela autora de: We want to show the structure, and not hide it (…) we're not looking for just feasibility through structure, but expression and identity. (…) There's been a major computation upgrade in architecture and engineering, which has lead to a new type of architectural expression.

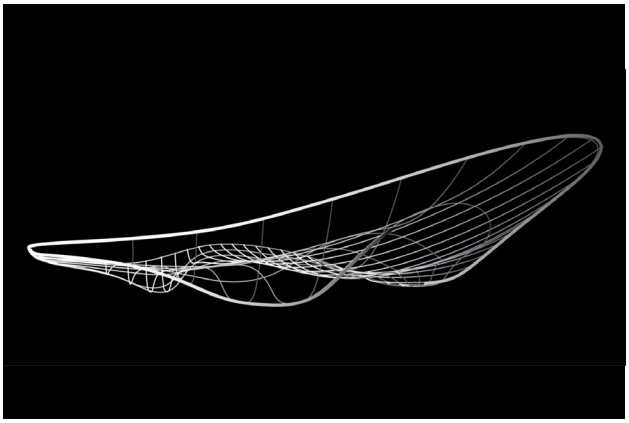


Fig. 42

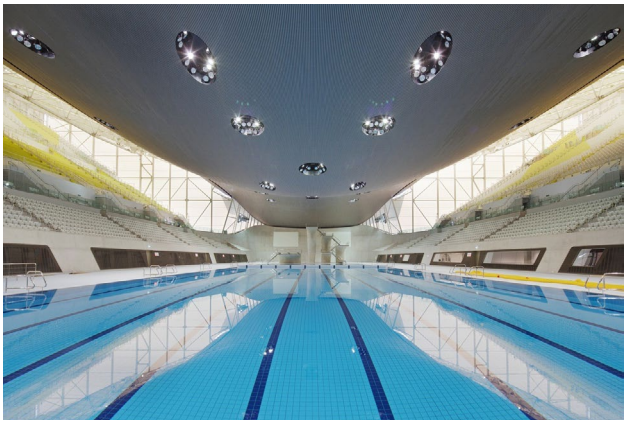


Fig. 43

Fig. 42. Desenho digital da cobertura do Centro. (www.zaha-hadid.com)

Fig. 43. Vista interior do Centro, **hall** das piscinas. (www.divisare.com)

eles e uma parede em betão na extremidade Sul.

A estrutura em aço da cobertura **(fig. 44)** é composta por uma série de treliças longitudinais sobre o hall de piscinas que conectam com duas treliças transversais, uma suportada pela parede a Sul e outra pelos apoios a Norte. As treliças longitudinais estão dispostas em leque, criando a forma da cobertura. As treliças centrais prolongam-se além da treliça transversal Norte de modo a que a cobertura fique em consola sobre a entrada principal.

As treliças centrais suportam as cargas, transportando-as para as treliças transversais do norte e do sul que as descarregam para os apoios em betão. Devido à geometria da cobertura, são formados arcos nas abas a Este e Oeste. Submetidos a uma carga uniforme, os arcos em oposição equilibram-se um ao outro, gerando um aro de compressão no perímetro da cobertura. Uma tensão surge da mudança de geometria do aro de compressão nas torções que ocorrem nas extremidades das abas, a qual é suportada por um nó de tensão que atravessa o centro e uma tensão resultante que ocorre nas treliças centrais.

A estabilidade lateral é obtida por um sistema de barras em cruz horizontais e diagonais na superfície da cobertura entre os braços superiores das treliças.

A estrutura de aço foi revestida na sua totalidade, sendo o revestimento superior em painéis de alumínio e o revestimento inferior em pranchas de madeira.

As plataformas de salto de forma escultórica em betão aparente inclinam-se sobre a piscina. As paredes dos corredores interiores e áreas de transição não são revestidas, mantendo a aparência natural do betão, tal como nas plataformas. O pavimento é mosaico branco anti-derrapante, contrastando com a materialidade das paredes **(fig. 45)**.

O espaço em que se encontra a piscina de treinos tem um carácter mais sóbrio do que os habituais espaços projetados por Hadid, com apenas um padrão disciplinado de aberturas em forma de folha no teto, também ele em betão aparente. O requisito de um pé-direito significativamente baixo permitiu o posicionamento deste espaço debaixo da ponte.

3.3. Terminal Portuário de Yokohama

O Terminal Internacional de Passageiros de Yokohama **(fig. 46)** é o maior terminal marítimo do Japão. Concebido pelos FOA (Foreign Office Architects) em 1995, o terminal futurístico representa uma tipologia emergente de infraestruturas de transporte. O seu desenho radical e hiper-tecnológico explorou novos limites

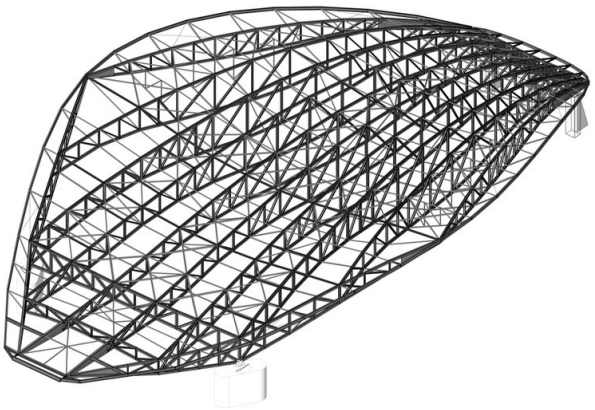


Fig. 44

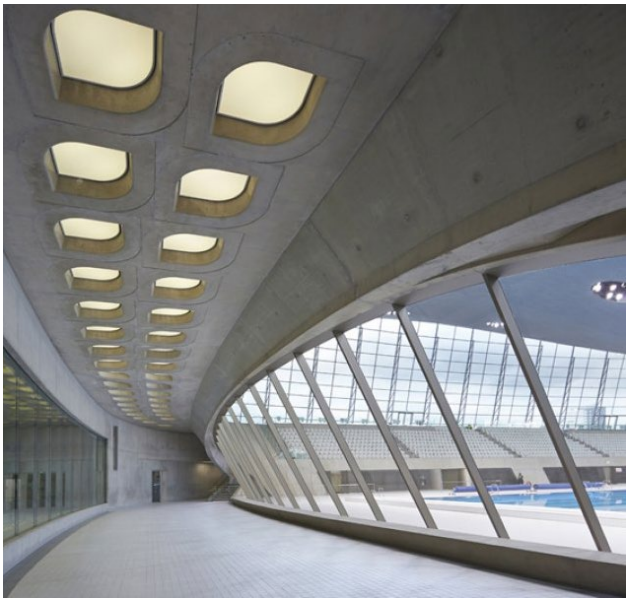


Fig. 45

Fig. 44. Estrutura em aço da cobertura. (www.detail-online.com)

Fig. 45. Corredor entre o **hall** das piscinas e o espaço da piscina de treinos. (www.zaha-hadid.com)

da forma arquitetónica e simultaneamente provocou um discurso poderoso sobre a responsabilidade social de projetos de grande escala no enriquecimento de espaços públicos urbanos. O edifício encontra-se na cidade japonesa de Yokohama, junto ao parque municipal de Yamashita.

As primeiras abordagens ao projeto mostravam o Terminal como uma extensão do Parque Yamashita. Posteriormente, o objetivo tornou-se mais ambicioso: convertê-lo numa interface entre o oceano aberto e o aglomerado denso que formam as cidades de Tóquio e Yokohama juntas, conectando-as através de plataformas. A solução passou por fazer um volume achatado e ondulante no qual se confundem o piso térreo e a cobertura percorrível, o exterior e o interior.

A aparência impressionante do Terminal foi possibilitada apenas pelos tremendos avanços no desenho computacional. O edifício foi concebido primeiramente em corte, com uma sequência incrivelmente complexa de superfícies que curvam gentilmente e se dobram, gerando uma topografia arquitetónica percorrível e habitável. O processo inicial de parametrização teve como base o diagrama de circulação **(fig. 47)** e algumas condições de partida, como as dimensões do cais e pés-direitos mínimos.

> ***O que fizemos foi associar uma superfície a cada segmento do diagrama e uma superfície bifurcada a cada bifurcação na linha. (…) Todos os segmentos do diagrama tinham um valor associado em metros quadrados que, dividido pela largura do cais, dava o comprimento de todas as superfícies entre bifurcações. (…) Houve também algumas determinações ergonómicas na determinação formal desse primeiro esquema: a escala da bifurcação estava parametrizada de forma a que produzisse espaços habitáveis de pelo menos 3 metros de altura em corte.*** [4]
> (Farshid Moussavi e Alejandro Zaera-Polo, 2002)

Na praça da cobertura, o pavimento levanta e desce em oscilações ondulantes para criar percursos e aberturas para os vastos espaços internos que se encontram por baixo. Estas mudanças em alçado - às vezes suaves, às vezes bruscas - são a essência da nova linguagem arquitetónica traduzida no projeto.

O edifício é organizado em três níveis verticais. No topo um parque de estacionamento no primeiro piso, um piso intermédio amplo contendo os espaços de administração e as áreas operacionais, incluindo bilheteira, alfândega, imigração, restaurantes, lojas e salas de espera. As chapas em aço dobradas que revestem o teto dão uma sensação de peso ao espaço que contrasta fortemente com a am-

4 | Traduzido pela autora de: What we did was to associate a surface to every segment of the no-return diagram, and a surface bifurcation to every bifurcation of the line. (…) every segment of the no-return diagram had an associated size in square meters, which divided by the width of the pier provided the lenght of every surface between bifurcations. (…) There were also some ergonomic determinations in the formal determination of that first scheme: the scale of the bifurcation was set so that it would produce inhabitable spaces of at least 3 m height in section.



Fig. 46. Terminal Portuário de Yokohama, Japão. **Foreign Office Architects** (FOA). 1995. (www.divisare.com)

Fig. 47. Diagrama de circulação do Terminal. (www.divisare.com)

Fig. 46

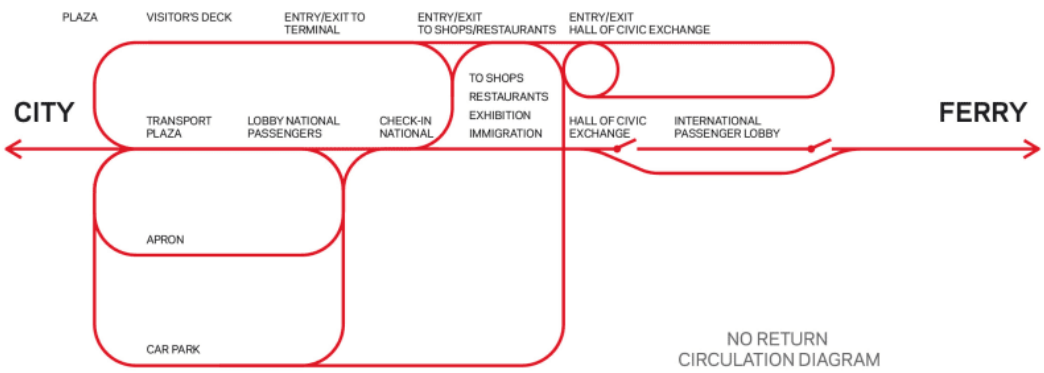


Fig. 47

biência do deck da cobertura, que dá a sensação de ser constituído por um plano leve, flexível e maleável. Uma série de rampas suavemente inclinadas conecta os três níveis - os arquitetos decidiram que seriam mais eficientes que escadas em manter o fluxo de circulação contínuo e multidirecional.

Um sistema estrutural único constituído por chapas de aço dobradas **(fig. 48)** e vigas em betão suporta o edifício. A resistência dos materiais minimiza a necessidade de elementos estruturais verticais e permite um vão livre, enquanto a altura da estrutura permite uma grande diversidade nas formas do teto nos espaços interiores. Segundo os arquitetos, o esquema estrutural é especialmente apto para resistir às cargas laterais dos movimentos sísmicos, uma condição necessária dos edifícios desta dimensão no Japão.

Ao longo do edifício, o dinamismo é absorvido na tectónica e materialidade dos espaços. A abundância de paredes, pavimentos e tetos não-ortogonais cria uma sensação controlada de vertigem que é acentuada por fixações desalinhadas e outros detalhes. O efeito é ampliado através de detalhes dos materiais, como as mudanças da direção dos veios nas pranchas de madeira no deck da cobertura que indicam a localização das juntas e as chapas de metal cinzento que revelam as estruturas por baixo destas.

Como resultado desta combinação de estrutura, circulação, áreas técnicas e revestimentos, o Terminal transmite as sensações de achatamento, abertura, axialidade e eficiência no parque de estacionamento; arqueamento, plissagem, diagonalidade, assimetria e propósito no piso principal; ondulação, suavidade, paisagem, vale, montanha e perambulação na praça da cobertura.

Estes conjuntos de sensações - produzidos pela interseção dos elementos espaciais - são apropriados pelos viajantes e não-viajantes de formas raramente vistas num terminal marítimo. O piso aberto e flexível do Terminal é utilizado para concertos pop-up, mercados, desfiles e feiras do livro, enquanto a praça da cobertura é utilizada para grandes encontros, exposições de automóveis, festivais da cerveja, passagens de ano, casamentos e concertos ao ar livre. O espaço do parque de estacionamento pode ser utilizado para mercados de venda de artigos em segunda mão.

Quando nos alçados surgem ocasionalmente elementos aleatórios, estes são na verdade gerados por um único esquema de circulação que dita a organização espacial. A circulação funciona como um diagrama em ciclo contínuo, rejeitando qualquer noção de linearidade e direcionalidade. Os visitantes são levados por percursos **(fig. 49)** que serpenteiam vertical e horizontalmente até chegar ao destino e as suas perceções visuais do espaço são comparativamente tortuosas e indiretas. Para toda a complexidade caótica dos materiais e gestos formais, a simplicidade do diagrama oferece um sentido de clareza e revela o processo do qual o edifício emergiu.



Fig. 48

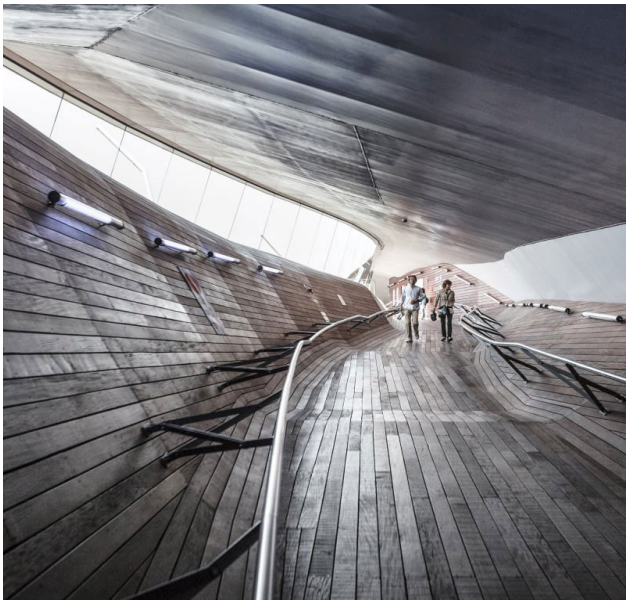


Fig. 49

Fig. 48. Espaço interior do Terminal com chapas de aço dobradas no teto. (www.divisare.com)

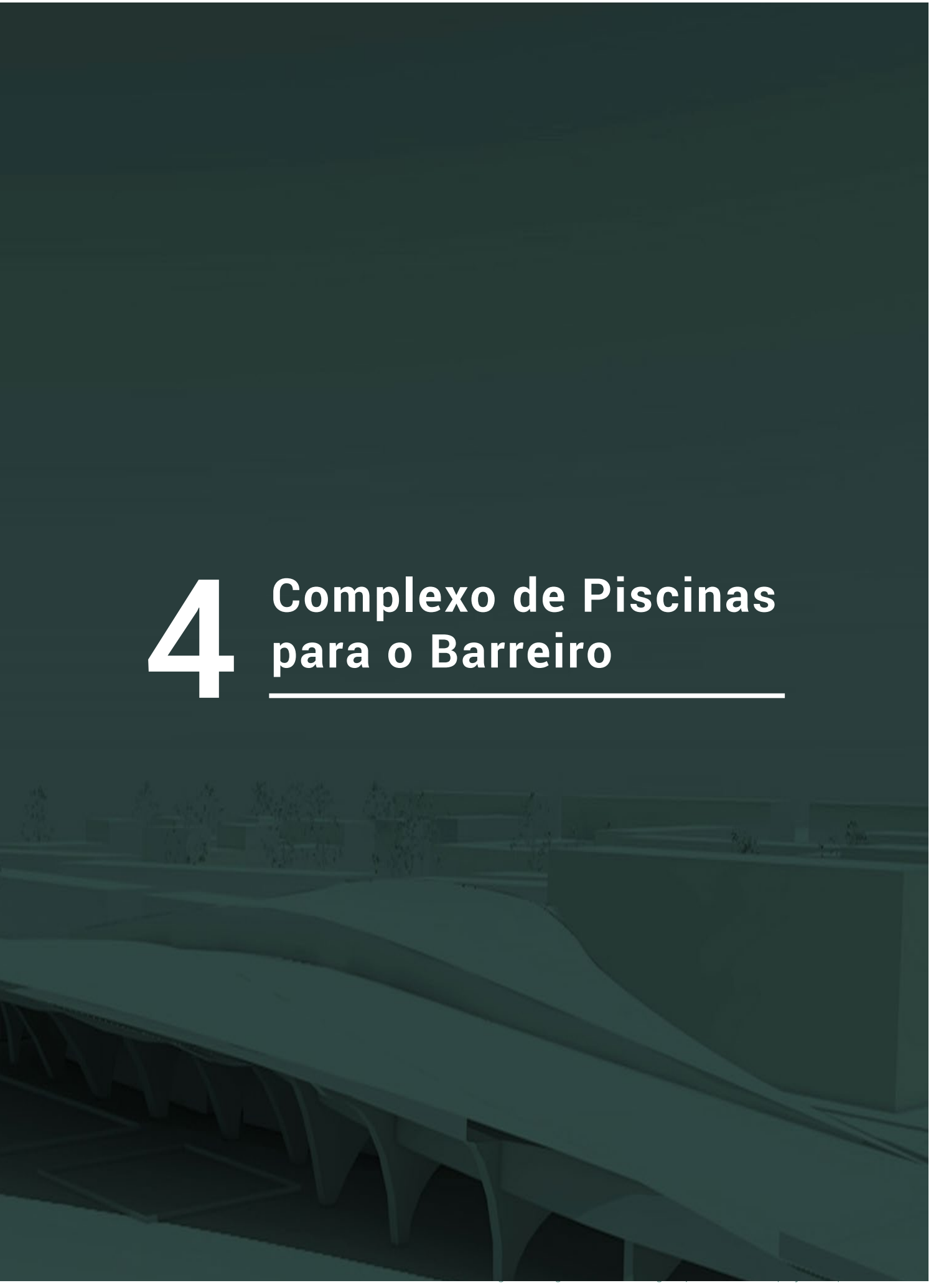
Fig. 49. Percurso que dá acesso à cobertura, revestido com pranchas de madeira na parede/pavimento. (www.divisare.com)

Para o público, entrar no Terminal é uma experiência fora do comum. É como estar dentro de uma enorme criatura pré-histórica. O teto do **hall** principal parece um pesado esqueleto que contrasta (pela sua escassa altura) com a enorme largura e profundidade do espaço. As atividades mais específicas decorrem em caixas separadas do teto, como se fossem os órgãos internos de um animal gigantesco.

O ponto forte do projeto é a relação sensível com o espaço urbano da frente ribeirinha. Com o **deck** da cobertura a servir como praça destinada à utilização pública, o Terminal emerge dos parques vizinhos Yamashita e Akaranega para criar uma paisagem urbana universalmente acessível sem interrupções. A sua altura é calculada para garantir continuidade com a costa e assegurar que as vistas na frente ribeirinha permanecem desobstruídas.



4 Complexo de Piscinas para o Barreiro



4.1. A cidade do Barreiro

Integrado no distrito de Setúbal, o concelho do Barreiro localiza-se na margem sul do Estuário do Rio Tejo. Banhada pelo rio e apoiada por um importante terminal rodo-ferro-fluvial, a cidade do Barreiro apresenta uma posição estratégica.

O desenvolvimento industrial da região começou no século XV, quando D. Afonso V criou o Complexo Real de Vale de Zebro, que incluía a maior fábrica de biscoitos do país. Os biscoitos destinavam-se ao abastecimento da tripulação das naus que faziam as viagens marítimas dos Descobrimentos **(fig. 50)**.

Inicialmente, a economia do Barreiro teve por base a venda de madeira para o fabrico de navios, os biscoitos de Vale de Zebro e a cerâmica da olaria da Mata da Machada. Posteriormente, vendia-se lenha e carvão para a região e para Lisboa e exportavam vinho e sal para o estrangeiro. Em Coina, apanhava-se marisco e peixe e havia salinas no Lavradio de onde se recolhia e exportava sal.

No século XVIII, o litoral norte do Barreiro era uma praia, de onde saiam barcos para o transporte de pessoas e mercadorias para Lisboa. Destacavam-se também outras atividades como a moagem de cereais e o descasque do arroz, com moinhos eólicos e fluviais.

Em 1861, o Barreiro foi escolhido como estação terminal da linha do Sul e Sueste **(fig. 51)**. Este momento foi muito importante para o desenvolvimento social e económico da região, devido ao grande número de passageiros e mercadorias que entretanto começaram a viajar entre o norte e o sul do país com passagem pelo Barreiro. A existência do caminho de ferro facilitou o transporte da cortiça, o que permitiu a criação da Fábrica de Cortiças **(fig. 52)**.

Em 1907, surgiram as primeiras fábricas de produtos químicos e tecidos, entre outras. O crescimento descontrolado da indústria provocou a progressiva poluição tanto atmosférica bem como do rio, tornando o Barreiro uma das zonas mais poluídas do país. Esta situação tem sido corrigida apenas nos últimos anos, resultando num nível de poluição que hoje se encontra dentro de um padrão mais aceitável.

A nível demográfico, o Barreiro regista um maior crescimento a partir dos anos 70 e veio a tornar-se num dos chamados "dormitórios de Lisboa". Nesta altura havia ainda um crescimento expressivo das periferias. Após o 25 de Abril em 1974, o Barreiro e em particular a área do Lavradio cresceu muito com os vários movimentos demográficos, incluindo o fluxo de retornados das ex-colónias. O índice atual de envelhecimento apresenta um crescimento significativo. As classes mais jovens estão mais contraídas, acusando os baixos níveis de natalidade que entretanto se começam a observar. O progressivo envelhecimento da população desta área parece inevitável.



Fig. 50



Fig. 51



Fig. 52

Fig. 50. Ligação da cidade do Barreiro com os descobrimentos. Gravura medieval. (www.memoriaefuturo.cm-barreiro.pt)

Fig. 51. Estação e caminhos de ferro do Barreiro. (www.memoriaefuturo.cm-barreiro.pt)

Fig. 52. Fábrica de cortiça. (www.memoriaefuturo.cm-barreiro.pt)

A história do Barreiro deixa testemunhos que hoje podemos considerar como património cultural e herança da industrialização portuguesa. Contudo, o setor terciário (serviços) tem vindo a ganhar expressão nas últimas décadas, registando-se assim um decréscimo da atividade industrial. A desativação de fábricas gerou um impacto negativo a nível social e económico, fazendo aumentar o desemprego e provocando a fragmentação do tecido urbano. A libertação de terrenos deu origem a um cenário de abandono; contudo, este espaço pode ser perspetivado como espaço de expansão urbana/requalificação.

A cidade do Barreiro - com potencialidade em património e proximidade ao rio - não tem capacidade de resposta às necessidades da sociedade atual, tendo em conta os obstáculos e memórias de um passado industrial destruído e abandonado **(fig. 53 e 54)**. Com a intenção de criar uma nova imagem para a cidade – uma imagem mais coerente e adaptada à realidade dos dias de hoje - surgem projetos de requalificação do espaço público e de novos equipamentos que permitem a interação entre gerações.



Fig. 53



Fig. 54

Fig. 53. Vista aérea do Barreiro. 1947. (memoriaefuturo.cm-barreiro.pt)

Fig. 54. 5. Vista aérea do Barreiro, 2015. (Google Earth)

4.2. Proposta

4.2.1. Frente ribeirinha a Este da cidade do Barreiro

Fazendo uma leitura de conjunto da área da frente ribeirinha da cidade do Barreiro, esta é atualmente delimitada a Oeste pela zona de Alburrica **(fig. 55)**, onde se encontra a praia fluvial e os tradicionais moinhos de vento da cidade; a zona central é caracterizada pela área verde do Passeio Augusto Cabrita **(fig. 56)**; e a Este, encontra-se a memória de uma zona industrial desativada **(fig. 57)**.

Assim, a Este, verifica-se uma descaracterização da frente ribeirinha provocada pela desativação das áreas industriais **(fig. 58 e 59)**. Há uma evidente necessidade de ligação desta zona da cidade com o rio. Como tal, propõe-se a reformulação da frente ribeirinha a Este da cidade através de um desenho que regenere o lugar onde se insere. Este projeto pretende restabelecer a ligação da cidade com o rio através da água com a criação de uma área urbana vocacionada para a prática de desportos aquáticos.

Os principais objetivos desta reformulação são: i). Promover a interação da população com o rio; ii). Dinamizar a cidade, atraindo visitantes através do rio Tejo; iii). Através da interação entre os vários portos de recreio, reforçar as ligações entre os diversos lugares que envolvem o rio Tejo **(fig. 60)**.

O programa para reformulação deste lugar prevê a criação de quatro áreas **(fig. 61)**: i). Área desportiva; criação de um porto de recreio composto por uma marina, edifícios de apoio técnico, uma escola náutica e um complexo destinado à pratica de natação; ii). Área destinada ao comércio e serviços; iii). Área habitacional; iv). Área para reabilitação de antigas fábricas que visa a criação de espaços de coworking e incubação de empresas para promover o desenvolvimento local.

4.2.2. Piscinas Municipais do Barreiro

4.2.2.1. Viabilidade do programa

O espaço cuja criação este projeto propõe destina-se à população residente no Barreiro e pretende-se que seja um equipamento para uso intergeracional, com propósitos de lazer, competição desportiva e bem-estar. De forma a verificar qual seria a relevância da existência de um complexo de piscinas na cidade, foi realizado um questionário simples em que se recolheram opiniões e alguns dados demográ-



Fig. 55



Fig. 56

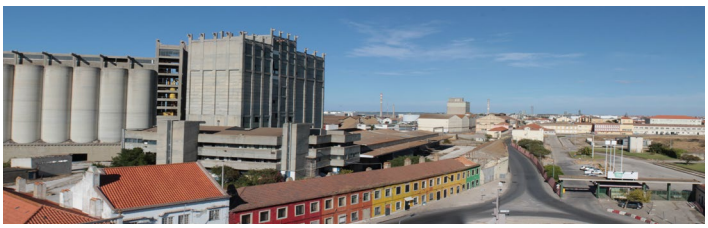


Fig. 57



Fig. 58



Fig. 59

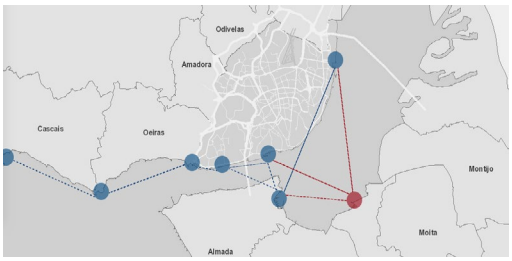


Fig. 60

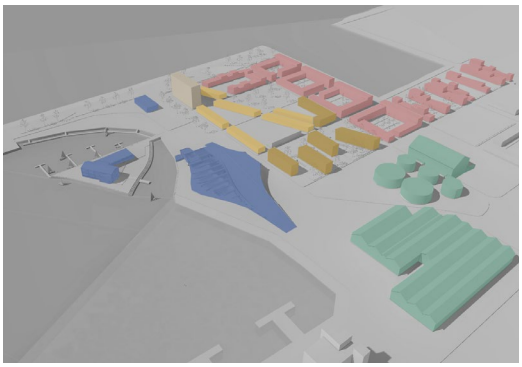


Fig. 61

Fig. 55. Frente ribeirinha Oeste. (associacaobarreiropatrimonio.wordpress.com)

Fig. 56. Frente ribeirinha Norte. Passeio Augusto Cabrita. 2016.

Fig. 57. Frente ribeirinha Este. 2017.

Fig. 58. Local de intervenção. 1981. (Câmara Municipal do Barreiro)

Fig. 59. Zona de intervenção. 2010. (Google Earth)

Fig. 60. Marinas e Portos de recreio nas margens do rio Tejo.

Fig. 61. Proposta frente ribeirinha Este.

ficos. Este questionário foi realizado online, através da sua partilha em grupos de discussão ligados à cidade do Barreiro, numa tentativa de alcançar o maior número de residentes desta cidade.

Foi possível recolher uma amostra de 51 participantes, 48 dos quais habitantes no Barreiro e 3 residentes em localidades circundantes (Alhos Vedros, Baixa da Banheira e Almada). A amostra recolhida representa 0,06% da população do Barreiro, que é composta por 78 764 habitantes (Fonte: Censos 2011, INE). Relativamente à representatividade etária, 41,2% da amostra tem entre 41 e 50 anos, sendo esta a faixa com maior número de participantes neste questionário **(fig. 62)**.

Quando questionada sobre a prática atual de atividade desportiva, 64,7% da amostra indicou que não pratica qualquer atividade. Os restantes 35,3% dos participantes referiu praticar as mais diversas atividades, sendo "Ginásio" a mais registada entre outras como "Natação", "Corrida", "BTT", "Dança", "Caminhada", "Pilates", "Fitness" **(fig. 63)**.

Verifica-se, no entanto, que 64,7% desta amostra responde que gostaria de praticar atividade desportiva aquática e os restantes 35,3% respondem que talvez gostassem de o fazer, não havendo qualquer registo de resposta negativa a esta questão. Em seguida, procurou saber-se que desportos aquáticos teriam maior adesão com uma questão de resposta múltipla. 68,6% dos participantes gostariam de praticar "Natação". Segue-se "Hidroginástica" com 56,9% das preferências, "Natação Sincronizada" com 15,7%, "Polo Aquático" com 13,7% e "Saltos" com 11,8% **(fig. 64)**.

No que diz respeito à utilização de complexos de piscinas para fins de lazer especialmente no verão, procurou saber-se quais os hábitos dos habitantes da cidade. A maioria dos inquiridos (52,9%) responde que não costuma frequentar piscinas públicas no verão. Os restantes 47,1% costumam fazê-lo.

Em seguida, procurou perceber-se quais as piscinas frequentadas por esta fatia da população que costuma frequentar piscinas públicas no verão e é possível verificar que a deslocação média é de 108 km. As escolhas recaem sobre as piscinas de Alcáçovas, Montemor-o-Novo, Mora, Vidigueira, Santarém, Baixa da Banheira, Alhos Vedros, Torres Vedras, Pinhal Novo, Reguengos, Setúbal, Alandroal, Vila Viçosa, Tondela, Castro Verde, Mértola, Jamor, Beja, Caparica, Galveias, Vendas Novas, Moita **(fig. 65)**.

66,7% da amostra respondem que utilizariam piscinas públicas no Barreiro caso existissem; 29,4% refere que talvez as viesse a utilizar. Apenas 3,9% dos inquiridos (2 pessoas) responde que não utilizaria um equipamento deste tipo.

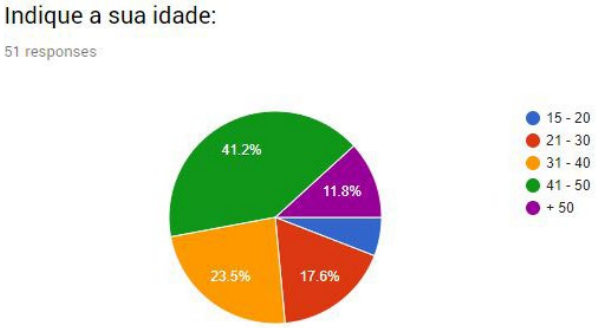


Fig. 62

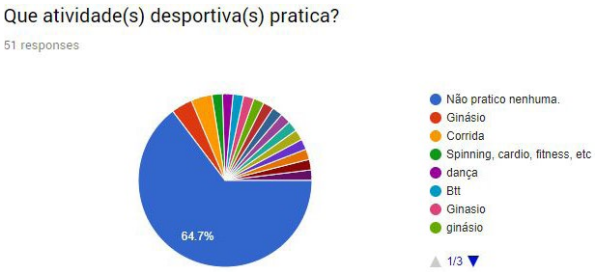


Fig. 63

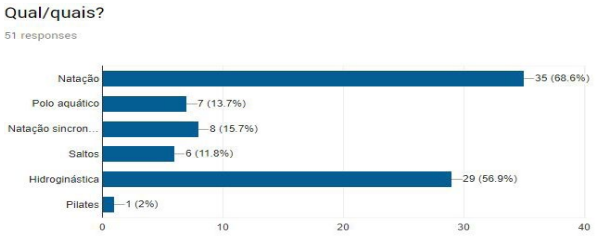


Fig. 64



Fig. 65

Fig. 62. Distribuição de idades da amostra.

Fig. 63. Atividades desportivas praticadas pela amostra.

Fig. 64. Atividades desportivas aquáticas que a amostra teria interesse em praticar.

Fig. 65. Localização das piscinas onde a amostra se desloca habitualmente.

Por fim, foi lançada uma pergunta de resposta aberta: "Que tipo de instalações ligadas ao desporto/lazer aquático gostava que existissem no Barreiro?". Neste campo, foram registadas diversas opiniões construtivas e demonstrativas do interesse dos habitantes do Barreiro em ter à sua disposição um complexo de piscinas, tanto para fins desportivos como para fins de lazer. Uma grande parte das sugestões incide sobre a criação de piscinas exteriores (ou com teto amovível) com divertimentos (por exemplo: escorregas) para utilização no Verão. Regista-se também uma procura por um complexo de piscinas com área verde envolvente e serviços de apoio como restauração, bem como uma preocupação a nível de saúde e bem-estar que passa pela existência de condições para prática de hidroginástica e fisioterapia.

> ***Um complexo que desse para aproveitar para a prática de desporto e provas oficiais de modo a promover a modalidade e que tivesse equipamentos de lazer como escorregas como nos parques aquáticos.***
> (Resposta anónima ao questionário)

> ***Uma piscina com água salgada com infraestruturas de apoio como balneários zonas de restauração e zona de pic-nic… Com bons espaços verdes, sombras, excelente manutenção de condições de Higiene e Segurança na utilização dos diversos equipamentos.***
> (Resposta anónima ao questionário)

> ***Piscinas abertas com escorregas e outro tipo de equipamento que permitisse a adultos e crianças terem um dia agradável de verão.***
> (Resposta anónima ao questionário)

> ***Piscina/parque aquático, mais piscinas para modalidades aquáticas, piscina para bebés, tanques de fisioterapia, escola de windsurf e paddle.***
> (Resposta anónima ao questionário)

Através deste questionário, verifica-se que a população do Barreiro tem interesse nesta temática e que considera a criação de um complexo de piscinas uma mais valia para a cidade. Foi também possível compreender que tipo de necessidades existem na cidade a este nível e as respostas recolhidas - embora numa reduzida amostra - permitem vislumbrar que um espaço como este seria considerado útil e atrativo para os habitantes.

4.2.2.2. Programa

Com base no questionário anterior, a proposta deste projeto consiste na criação de um complexo de piscinas de uso híbrido, que permita o desenvolvimento

da prática desportiva e que seja destinada ao lazer durante o verão.

conteúdo programático do projeto - para além das instalações técnicas necessárias ao seu funcionamento - prevê a criação de piscinas interiores para a prática desportiva ao longo do ano, mas que possibilitem a utilização sazonal destinada ao lazer durante o período do verão. Tenciona-se criar também um espaço de restauração, bem como instalações de recuperação e relaxamento.

Desta forma, o complexo de piscinas divide-se em três zonas: i). Zona de banho destinada à pratica desportiva e lazer composta por três tanques - um tanque infantil com uma profundidade máxima de 0,45m (Diretiva CNQ nº23/93), um tanque desportivo com a profundidade máxima de 1,5m e um tanque polivalente de 2,5m de profundidade; ii). Zona de recuperação e relaxamento para os utilizadores do espaço e para a população em geral, podendo ser considerada uma função independente, composta por dois gabinetes médicos, um estúdio de fisioterapia e um núcleo de SPA, este composto por dois tanques com profundidade não superior a 1,50m e por equipamentos de hidromassagem, sauna, banho turco e salas de massagem; iii). Zona de restauração, também um espaço de utilização independente, desenhado para permitir a utilização em simultâneo por parte da população e por parte dos utilizadores do equipamento, sendo que o desenho inclui uma entrada distinta para cada um destes públicos.

As respetivas áreas técnicas necessárias ao funcionamento do edifício compreendem quatro balneários (funcionários, crianças, homens e mulheres), que servem tanto a zona de banho como o SPA; e duas receções com vista a abranger dois serviços - por um lado, o uso dos tanques de desporto e de recreio, por outro, os serviços relacionados com recuperação e relaxamento.

4.2.2.3. Conceito

Na formulação do conceito para a projeção deste equipamento, alguns fatores essenciais foram tidos em consideração. Devido à proximidade com o rio, teve-se em mente a ideia de dar continuidade ao percurso estabelecido pela linha que conecta a cidade com o Tejo. De modo a criar um espaço atrativo para a população local e para os visitantes, idealizou-se um edifício com características demarcadamente de exceção, que sobressaiam na envolvente. Por último, pensando no ponto de vista da utilidade e da rentabilização, optou-se pela concepção de um complexo de piscinas que permite simultaneamente a prática desportiva ao longo do ano e o decorrer de atividades de lazer durante o verão.

A forma atribuída a este complexo de piscinas nasce da exploração formal de conceitos biomórficos investigados nos capítulos anteriores e tem inspiração no universo marinho, interligando-se com o propósito do edifício em si. De uma raia

-manta **(fig. 66)** nasce o conceito deste projeto, como se se tratasse de um ser vivo, que pousa sobre o local de intervenção sob a forma de cobertura. No seu interior, surgem os "órgãos vitais" em forma de pequenas caixas, às quais são destinadas cada uma das funções que permitem o seu funcionamento.

Esta analogia foi o ponto de partida para a exploração formal do projeto desenvolvido **(fig. 67)**. Num primeiro instante, o desafio passou por estabelecer uma ligação entre os fatores nomeados acima e o conceito formal do projeto. Com vista à resolução desta problemática, concretizaram-se vários estudos.

Circulação

Inicialmente, delinearam-se as circulações externas **(fig. 68)**, as quais foram transpostas para desenhos e maquetes de uma cobertura que permitisse a continuidade do percurso da frente ribeirinha. A solução encontrada torna possível que se atravesse o projeto seguindo um percurso que nos leva à cobertura do edifício ao mesmo tempo que permite desfrutar da vista sobre o rio. Uma segunda circulação foi também definida, a qual consiste no contorno do projeto **(fig. 69)**.

Para o interior, também foram estudadas as circulações **(fig. 70)** e o programa foi organizado num registo ortogonal, contrastando com a forma da cobertura. A circulação interna tem início na receção principal e desenvolve-se ao longo de um eixo longitudinal definido pelos balneários, de forma a criar uma separação clara entre a zona húmida e a zona seca. Uma segunda receção foi desenhada com o intuito de servir uma pequena parte do programa, nomeadamente os serviços realizados no spa e na zona de fisioterapia. De acordo com os eixos transversais, são definidas as saídas de emergência e a segunda receção.

Cobertura

O processo de conceção da cobertura principiou com recurso a metodologias tradicionais, nomeadamente desenhos à mão e estudos em maquete de modo a explorar de uma forma livre o conceito da raia-manta versus as circulações exteriores pretendidas. Após esta fase e devido à forma orgânica que se obteve para o desenho da cobertura **(fig. 71)**, foi fundamental avançar para métodos digitais, estabelecendo algoritmos, que tornaram possível parametrizar a forma da mesma. Os parâmetros definidos relacionam-se com: i). os diferentes pés-direitos indicados para os usos abaixo do nível da cobertura; ii). as rampas e escadas de acesso à mesma; iii). a exploração da forma do percurso que atravessa o edifício pela cobertura. Foi com base na variação destes parâmetros que se estabeleceram algumas regras fundamentais para o desenvolvimento do projeto e para a exploração formal, simultaneamente.



Fig. 66



Fig. 67

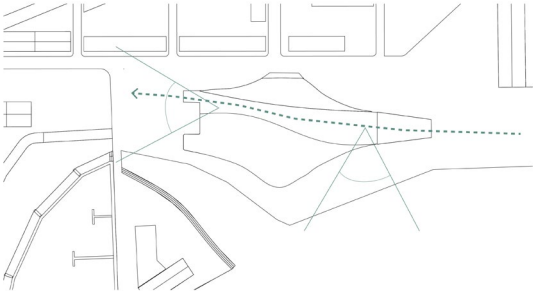


Fig. 68

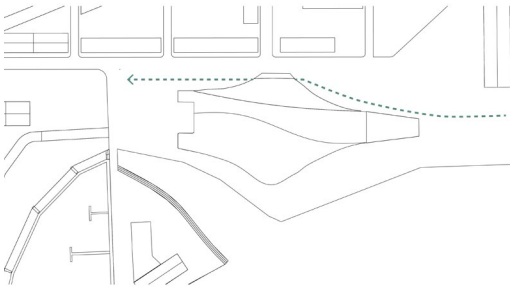


Fig. 69

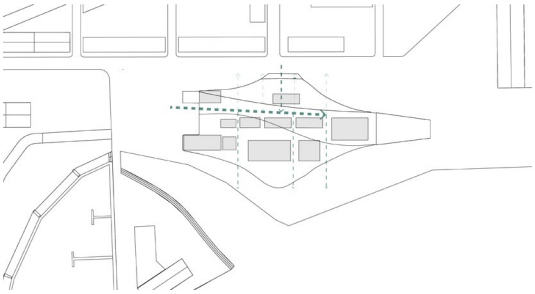


Fig. 70

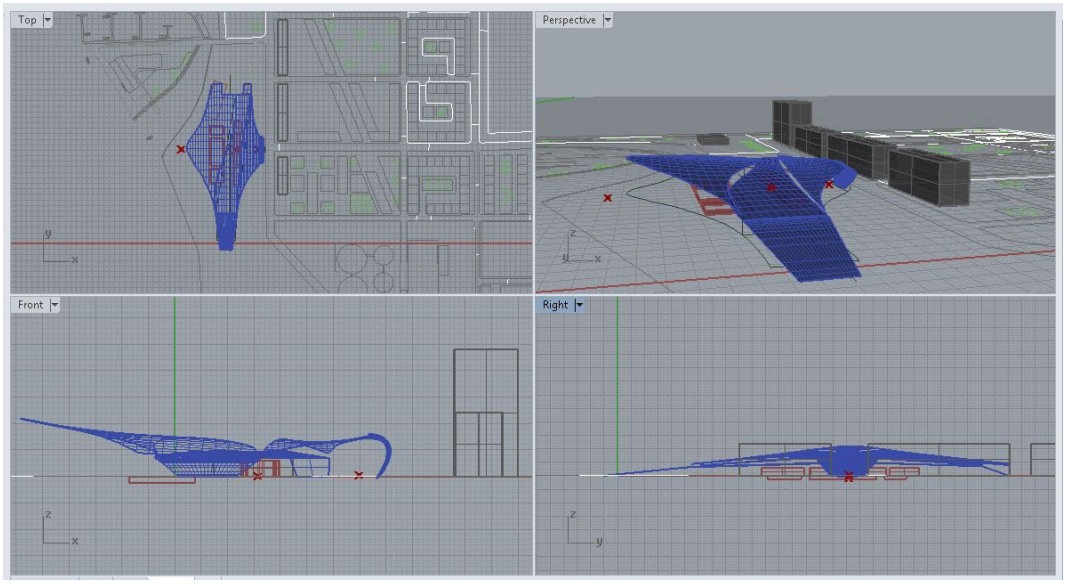


Fig. 71

Fig. 66. Raia-manta (www.aspasiadive.es)

Fig. 67. Exploração do conceito.

Fig. 68. Circulação externa superior e vistas.

Fig. 69. Circulação externa de contorno do edifício.

Fig. 70. Circulações internas.

Fig. 71. Experimentações do desenho da cobertura. Imagens geradas no **software** Rhino.

Deste processo resultou um elemento formalmente orgânico em que se distingue uma parte central, correspondente ao dorso da raia, na qual se encontra o percurso pedonal, a uma cota mais baixa, tendo escadas de acesso nas suas extremidades, e dois elementos laterais, simbolizando as barbatanas peitorais da raia. Enquanto do lado do rio se abre uma grande pala que protege a zona de banho, no lado oposto, a extremidade da cobertura curva-se para dentro em direção ao solo mas sem lhe tocar, protegendo o interior do edifício da envolvente exterior. A parte central contendo o percurso é predominantemente revestida a madeira, tendo uma aparência sólida e segura, o dorso do edifício que permite o atravessamento pedonal ao longo deste. Os elementos laterais, em material translúcido, transmitem leveza.

Estrutura

No seguimento do conceito, surge a ideia para a estrutura deste projeto, pensada como se se tratasse do esqueleto da raia-manta. A cobertura pousa sobre uma estrutura que se desenvolve transversalmente ao longo do projeto através de perfis laminares que acompanham a organicidade da cobertura **(fig. 72)**.

Os perfis são compostos por dois arcos com dimensões distintas **(fig. 73)**: o de menor dimensão limita a zona de circulação seca e o de maior dimensão alberga os elementos de dimensões menores que contêm as funções (zona de circulação húmida). Este elemento acompanha a cobertura, abrindo depois para a zona das piscinas.

Em sequência, durante percurso interior, são percetíveis as diversas espessuras da estrutura **(fig. 74)**. Estas vão ganhando maior dimensão consoante o pé-direito dado pela cobertura; assim, o espaço percorrido vai sendo sempre distinto, evocando noções de espacialidade também elas diferentes.

Materiais

A cobertura é composta por painéis de policarbonato, quer na pele exterior quer na pele interior. Esta solução decorre do desejo de possibilitar o uso das piscinas durante o verão sem que seja necessário recorrer a sistemas de abertura na cobertura, uma vez que este material é translucido. Entre as duas peles da cobertura, além de constar a sua própria estrutura, surgem também as estruturas técnicas necessárias ao funcionamento do equipamento, tais como iluminação e sistemas de ventilação natural e artificial. Como se se tratassem das artérias de um ser vivo, os vultos destes elementos técnicos são visíveis no interior do edifício devido ao material translucido escolhido como pele da cobertura. O percurso pedonal no exterior é materializado em decks de madeira delimitados por guardas de alumínio que acompanham o contorno da cobertura.

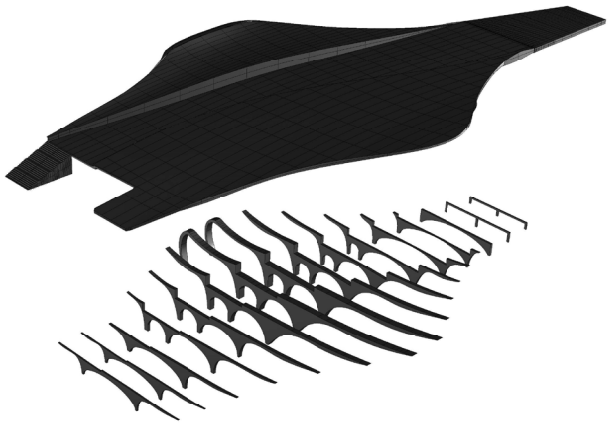


Fig. 72

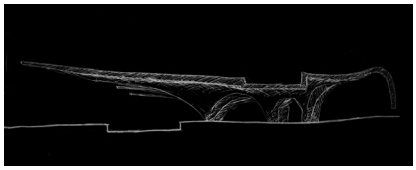


Fig. 73



Fig. 74

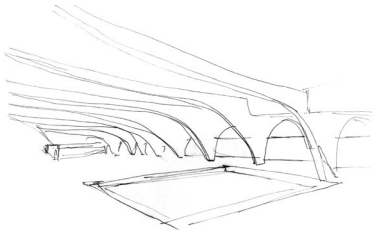


Fig. 75

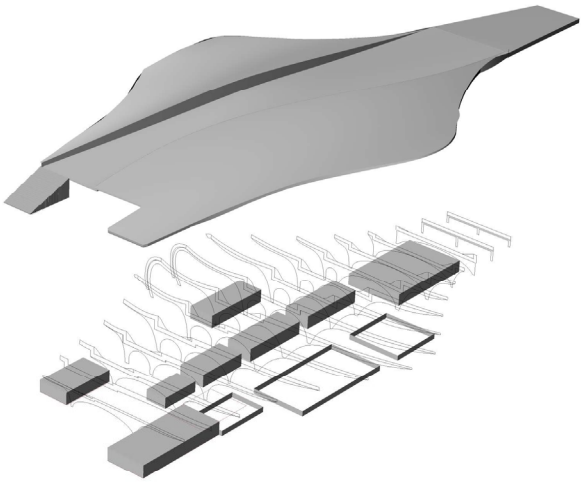


Fig. 76

Fig. 72. Axonometria: cobertura e estrutura.

Fig. 73. Estudo dos perfis estruturais do projeto.

Fig. 74. Corredor de acesso aos balneários.

Fig. 75. Desenho à mão livre da estrutura na zona da piscina.

Fig. 76. Axonometria geral da organização do projeto.

Em oposição à cobertura, o esqueleto do edifício surge em betão estrutural seccionando o espaço com a intenção de marcar ritmo **(fig. 75)** assim como conferir-lhe robustez, tal como um esqueleto. Na zona ortogonal do equipamento **(fig. 76)**, onde estão localizados os "órgãos" responsáveis pelo seu funcionamento; a estrutura é simples e invisível, composta por pilares de betão e lage fungiforme.

Na fachada, propõe-se o vidro como elemento de separação entre exterior e interior. Sobre o vidro nascem elementos reticulados de alumínio **(fig. 77)** que marcam ritmo ao longo do edifício. Estes elementos foram desenhados tendo em mente o conceito de guelra. Permitem que o edifício respire, além de que em diversos pontos da fachada à margem do rio Tejo é possível atravessar para o exterior, tornando assim bastante permeável o acesso do exterior à piscina e vice-versa.

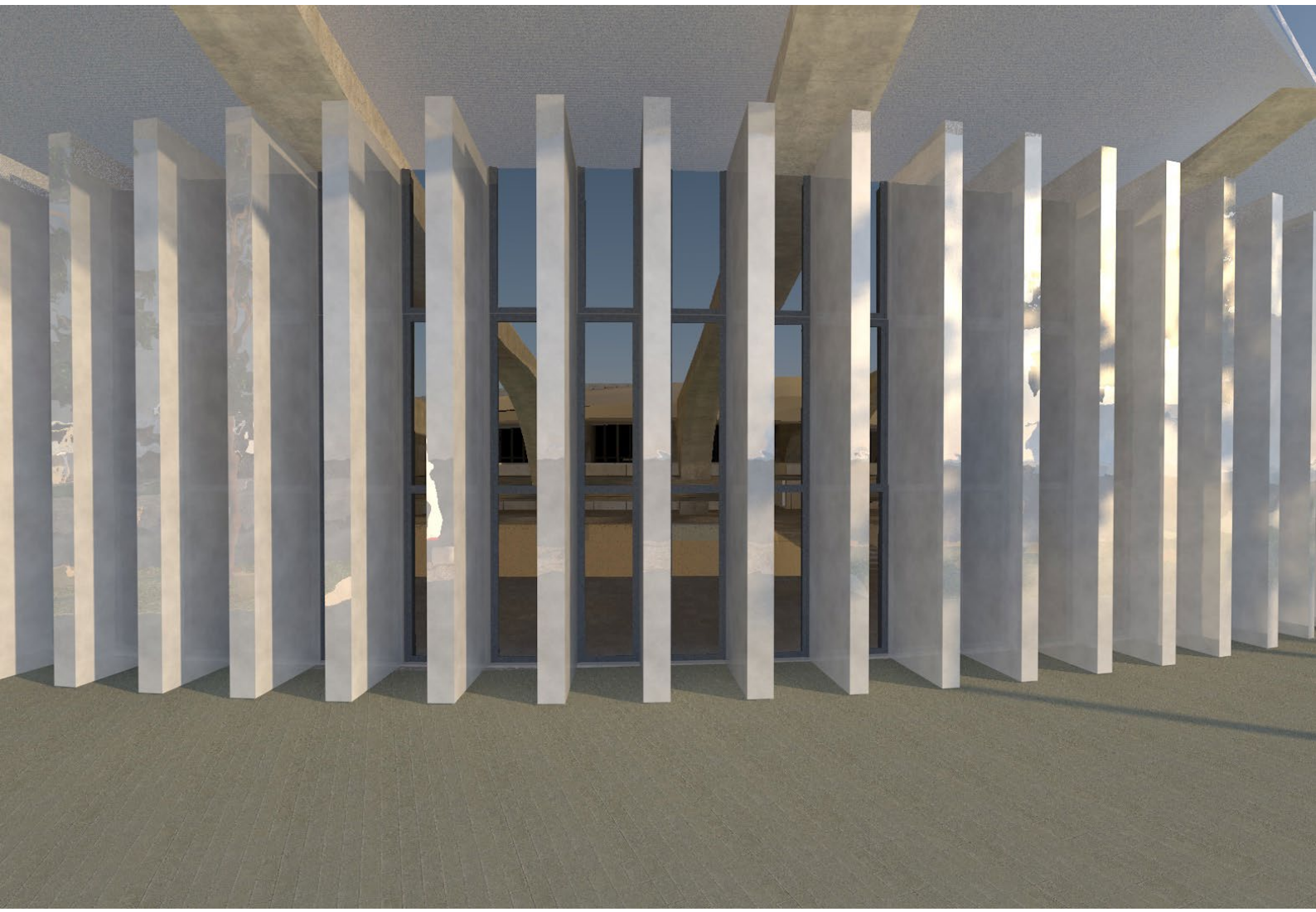
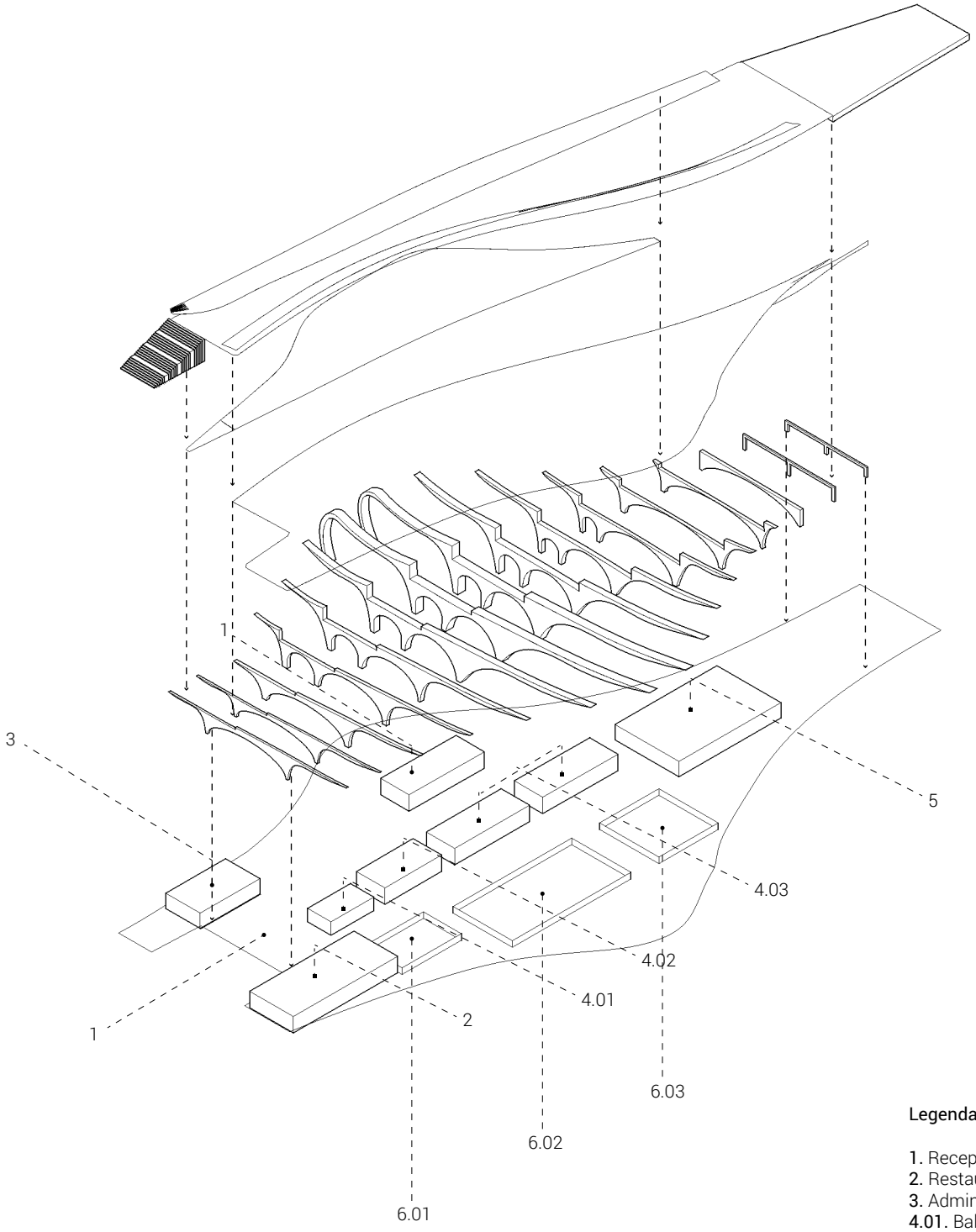


Fig. 77. Perfis em alumínio. Fachada Noroeste.



Legenda

1. Recepção
2. Restaurante
3. Administração
4.01. Balneário funcionários
4.02. Balneário crianças
4.03. Balneário adultos
5. Spa
6.01. Tanque iniciação
6.02. Tanque desportivo
6.03. Tanque de saltos

5 | Considerações Finais

A grande intenção deste projeto final de mestrado foi explorar as possibilidades de aplicação do conceito de morfogénese na conceção de um projeto arquitetónico com recurso a ferramentas digitais. No nosso quotidiano, são vários os mecanismos e objetos que foram concebidos com base em formas e processos encontrados em organismos vivos. Tal como o ser humano se inspirou num pássaro para criar o avião **(fig. 78)**, num bico de um guarda-rios para construir o TGV **(fig. 79)** ou na barbatana da baleia para aumentar a eficiência do moinho eólico **(fig. 80)**, este projeto parte da ideia de que a biomimética quando aplicada à arquitetura pode também ser fulcral para a otimização e resolução de problemas.

Apesar de sempre terem sido procurados métodos para criar e habitar espaços de forma semelhante a outras que são observáveis na natureza, é na era do progresso tecnológico que a aplicação de princípios biomiméticos na arquitetura é ampla e inevitavelmente potenciada. Essencialmente, é sobre essa convergência entre organicidade e arquitetura que este projeto se debruça, procurando, por um lado, investigá-la do ponto de vista dos seus conceitos inerentes e de alguns dos autores mais significativos neste âmbito; e, por outro, aplicá-la na conceção de um projeto para um complexo de piscinas para o Barreiro.

Em primeiro lugar, foi importante definir e contrapor morfogénese orgânica e morfogénese digital, sendo que: o primeiro consiste na sequência de transformações ocorridas num determinado organismo, fruto da relação entre as suas próprias propriedades e as do meio envolvente; já o segundo, inspira-se no primeiro e recorre ao pensamento computacional para criar estruturas inspiradas na natureza, quer do ponto de vista da forma num primeiro nível, quer do ponto de vista da adaptação num segundo nível, ou do ponto de vista dos ecossistemas num terceiro nível.

Seguiu-se o estudo de três casos emblemáticos em que os arquitetos aprofundaram esta temática, obtendo resultados interessantes do ponto de vista estético e eficientes do ponto de vista funcional. São os casos do Museu Guggenheim de Bilbao, de Frank Gehry, do Centro Aquático de Londres, de Zaha Hadid, e do Terminal Portuário de Yokohama, da autoria dos Foreign Office Architects.

Tendo o Barreiro como localização definida desde o primeiro momento para o desenvolvimento do projeto prático, foi feita uma análise ao tecido urbano da cidade, à sua história e demografia de modo a identificar possíveis necessidades a nível de infraestrutura.

Observando uma cidade com um forte passado industrial e ainda muito demarcada pela desativação de um número considerável de fábricas, sobretudo nos terrenos junto à zona ribeirinha Este, entendeu-se que seria esta a área a in-



Fig. 78

Fig. 78. Avião vs. ave. (jacquithurlowlip-pisch.com)

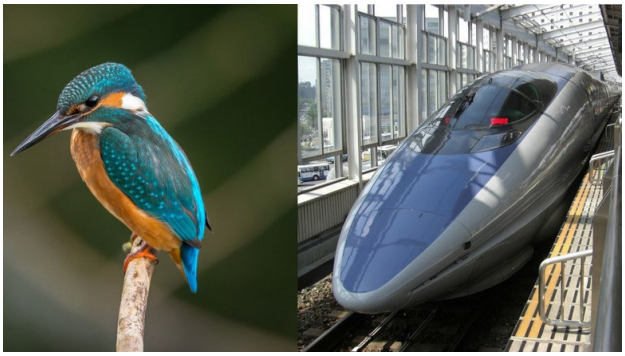


Fig. 79

Fig. 79. Guarda-rios vs. comboio Shinkansen. (www.xing.com)



Fig. 80

Fig. 80. Barbatana de baleia-jubarte vs. turbina de moinho eólico. (inhabitat.com)

tervencionar. Pretendeu-se promover a ligação com o rio Tejo criando um espaço atrativo do ponto de vista intergeracional, para residentes e visitantes, tanto ao nível da sua função como ao nível sensorial. Assim, desenvolveu-se uma área urbana vocacionada para a prática de desportos aquáticos na qual se insere um complexo de piscinas: o equipamento cujo desenho é o foco central deste projeto.

Um breve questionário à população-alvo permitiu concluir acerca da pertinência da criação de um equipamento como este na cidade. Destaca-se que grande parte das respostas aponta para a ideia de que um complexo de piscinas no Barreiro seria uma mais valia, tanto enquanto espaço para a prática desportiva como para a promoção do lazer e do bem-estar.

Foi então delineado o conteúdo programático deste espaço: uma zona composta por três piscinas interiores destinadas à prática desportiva ao longo do ano e ao lazer durante o verão; instalações de recuperação e relaxamento, de utilização independente, com um núcleo de SPA, dois gabinetes médicos e um estúdio de fisioterapia; uma zona de restauração também ela independente; e áreas técnicas que asseguram o funcionamento geral do complexo, compreendendo quatro balneários e duas receções.

Posto isto, passou-se à exploração formal do edifício começando por projetar recorrendo a alguns métodos tradicionais e partindo depois para uma abordagem algorítmica. O universo marinho foi o tema que inspirou este processo, mais especificamente, na forma de uma raia-manta, da qual nasceu o conceito para a cobertura orgânica de todo o complexo de piscinas. De modo a manter a continuidade do percurso da frente ribeirinha, foram estudadas soluções para que a cobertura pudesse ser atravessável.

Em suma, as ferramentas digitais tiveram um papel preponderante na experimentação de soluções diversificadas até se atingirem as decisões que se consideraram adequadas para este projeto arquitetónico. Seja na exploração dos contornos orgânicos do edifício, como na obtenção da forma dada ao percurso que atravessa a cobertura. Sem recurso à parametrização digital de certas variáveis, essa exploração teria sido mais limitada.

Com esta abordagem, foi possível transpor para o projeto arquitetónico a analogia com o organismo vivo (a raia-manta) em várias das suas dimensões, desde a forma dada à cobertura, criando a sensação de que o edifício "pousa" de forma leve naquele local; passando pelas instalações que se encontram no seu interior funcionando como os "órgãos vitais" que permitem o funcionamento do espaço; a própria estrutura, concebida como se se tratasse do "esqueleto"; até à fachada, desenhada tendo presente o conceito de guelra.

Esta investigação aliou o biomorfismo (o primeiro nível da biomimética) - isto é, a inspiração na forma de um organismo vivo -, à computação através de processos paramétricos, método ao qual foi dado o nome de "morfogénese digital". Contudo, considera-se que para obter a otimização através destes sistemas é necessário interligar biomorfismo com o segundo nível da biomimética, onde se inclui a capacidade de adaptação/reação, ponto sobre o qual se tenciona prosseguir com a investigação futuramente.

Entre as estratégias que se poderiam explorar, uma consiste no desenvolvimento de elementos responsivos pertencentes à fachada e/ou cobertura, que alteram o seu comportamento de acordo com as ações externas da envolvente e o ambiente interior do edifício, de modo a manter o conforto térmico e a permitir a ventilação do ar. Outra estratégia seria a de ter componentes móveis no edifício, neste caso na fachada e/ou cobertura junto à piscina, para que fosse possível a piscina ser interior ou exterior consoante a necessidade e altura do ano.

Bibliografia

ASANOWICZ, Aleksander (2017) - Parametric Design: Tool, Medium or New Paradigm?. Em eCAADe - Volume 2: Parametric and Generative Design. pp. 379-386.

AHLQUIST, Sean, MENGES, Achim. (2011) - Computational Design Thinking. John Wiley & Sons Ltd. Reino Unido.

BAGNÉRIS, M. (2009) - Contribution à la conception et à la réalisation des morphologies non-standard: les formes pascaliennes comme outil. Tese de doutoramento. Universidade de Montpellier.

BAUMEISTER, D., BENYUS, J. M., DWYER, J., TOCKE, R. (2014) - Biomimicry Resource Handbook. Biomimicry 3.8. Missoula, Montana.

BENYUS, Janine. (2002) - Biomimicry: Innovation Inspired by Nature. Perenial. Nova Iorque.

BRAIDA, Frederico; FONSECA, Juliane; LIMA, Fernando; MORAIS, Vinicius (2016) - 101 Conceitos de Arquitectura e Urbanismo na Era Digital. 1ª edição, Probooks. São Paulo.

BRIDGENS, B., FARMER, G. (2013) - Hygromorphic Materials for Sustainable Responsive Architecture. Acedido a 22 de Dezembro de 2017, em http://www.ncl.ac.uk/sage/study/postgrad/dta/documents/2016-Bridgens-82.pdf.

BULLIVANT, Lucy (2006) - Responsive Environments: Architecture, Art and Design. 1ª edição, Harry N. Abrams. Michigan.

COATES, Paul. (2010) - Programming Architecture. Routledge. Abingdon.

CRUZ, Paulo J. da Sousa (2010) - Structures & Architecture: ICSA 2010. 1ª edição, CRC Press. Flórida.

DAVIS, Daniel (2003) - A History of Parametric [Versão electrónica].Acedido em 22 de Novembro de 2015, em: WWW:<URL:http://www.danieldavis.com/a-history-of-parametric/>.

DAVIS, Daniel(2013) - Modelled on Software Engineering : Flexible Parametric Models in the Practice of Architecture. RMIT University.

DRAKE, C. (2011) - Biomimicry: Emulating the Closed Loop Systems of the Oak Tree for Sustainable Architecture. Acedido a 27 de Dezembro de 2017, em http://scholarworks.umass.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1740&context=theses.

FLOREANO, Dario; MATTIUSSI, Claudio (2008) - Bio-inspired Artificial Intelligence. MIT Press. Cambridge.

FOX, Michael (2016) - Interactive Architecture: Adaptive World. 1ª edição, Chronicle Books. São Francisco.

FOX, Michael; YEH, Bryant (2000) - Intelligent Kinetic Systems. Em Managing Interactions in Smart Environments. pp. 91-103.

FRAMPTON, Kenneth (1995) - Studies in Tectonic Culture: The poetics of construction in nineteenth and twentieth century architecture.The MIT Press. Cambridge.

HOLLAND, John (1975) - Adaptation in natural and artificial systems.The MIT Press. Cambridge.

JONES, Nathaniel (2009) - Architecture as a complex adaptative system.Cornell University. Tese de Mestrado.

KOLAREVIC, Branko (2003) - Architecture in Digital Age: Design and Manufacturing. Spon Press. New York .

KRONENBURG, Robert (2007) - Flexible: Architecture That Responds to Change. 1ª edição, Laurence King Publishing. Londres.

KRONENBURG, Robert; LIM, Joseph; YUNN, Wong (2004) - Transportable Environments 2. 2ª edição, Taylor & Francis. Singapura.

LEACH, Neil; TURNBULL, David; WILLIAMS, Chris (2004) - Digital Tectonics. 1ª edição, Wiley-Academy . United Kingdom.

LINDSEY, Bruce (2001) - Digital Fabrication Gehry: Material Resistance, Digital Construction.Birkauser Basel. Basel.

MATEUS, Luís; ROSETA, Filipa; MONTEIRO, Francisco Vaz (2013) - Visual Programming As Tool For Architectural.1st International conference on algebraic and symbolic computation. Lisboa. PP. 412-429.

MOUSSAVI, Farshid, ZAERA-POLO, Alejandro (2002) - The Yokohama Project. Actar. Barcelona.

OXMAN, Neri. (2010) - Material-based Design Computation. Massachussets Institute of Technology. Tese de doutoramento.

PAWLYN, Michael. (2011) - Biomimicry in Architecture. Riba Publishing. Londres, Reino Unido.

SCHUMACHER, Patrik (2009) - Parametricism: A new global style for architecture and urban design. Architectural Design. pp.14–23.

SISSON, Patrick. (2016) - Zaha Hadid's Influence on Engineering in Design. Curbed. Acedido a 21 de Dezembro de 2017, em https://www.curbed.com/2016/5/16/11683794/zaha-hadid-architects-patrik-schumacher-engineering-legacy.

TERZIDIS, Kostas. (2003) - Expressive Form. Spon Press. Londres e Nova Iorque.

TERZIDIS. Kostas. (2006) - Algorithmic Architecture. Architectural Press. Oxford.

THOMSON, D. (2012) - The Mobius Project - Exploration Architecture. Acedido a 27 de Dezembro de 2017, em http://www.exploration-architecture.com/projects/the-mobius-project.

TONOLI, Giancarlo (2011) - The changed mental conception of the architectural object New design technologies and alterations of the contemporary aesthetical paradigm Between criticism and experimentation. Politecnico di Milano. Tese de doutoramento.

TYRNAUER, Matt. (1997) - Gehry's October Surprise [Versão electrónica]. Vanity Fair. Acedido a 14 de Dezembro de 2017, em https://www.vanityfair.com/culture/1997/08/frank-gehry-guggenheim-museum-bilbao.

WOODBURY, Robert (2010) - Elements of Parametric Design. 1ªed. [S.l.]: Routledge.

YIANNOUDES, Socrates (2016) - Architecture and Adaptation: From Cybernetics to Tangible Computing. 1ª edição, Routledge. Londres.

Anexos

I. Questionário

II. Processo

III. Maquetes

IV. Renders

V. Painéis

I. Questionário

Piscinas Públicas do Barreiro

Sou aluna do Mestrado em Arquitetura na Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa e encontro-me a realizar a minha tese de Mestrado, cujo objetivo é analisar as vantagens da arquitetura paramétrica, nomeadamente no desenho da fachada. De modo a demonstrá-lo, proponho-me a projetar um novo complexo de piscinas para a cidade do Barreiro.

No sentido de compreender qual a receptividade que um espaço como este teria na cidade do Barreiro, solicito que dedique cerca de 5 minutos do seu tempo para responder a este questionário. Os dados recolhidos são anónimos e confidenciais, sendo apenas divulgados de forma agregada.

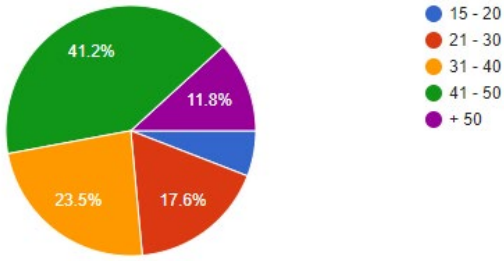
A sua opinião e o seu contributo são muito importantes para o sucesso deste trabalho de investigação.
Desde já, muito obrigada pela participação.

Inês Pereira

Nota: trata-se de um projeto meramente académico, para fins de investigação na área da Arquitetura.

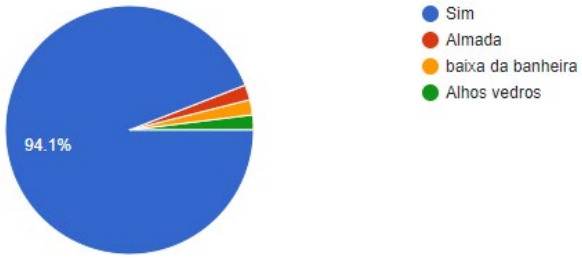
Indique a sua idade:

51 responses



É residente no Barreiro?

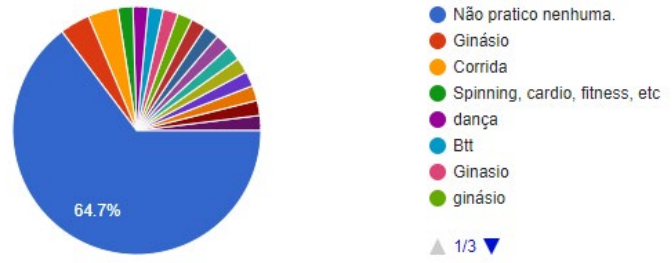
51 responses



Atividade desportiva

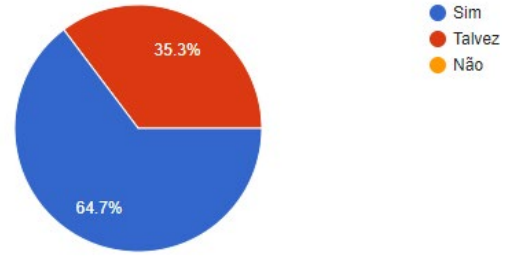
Que atividade(s) desportiva(s) pratica?

51 responses



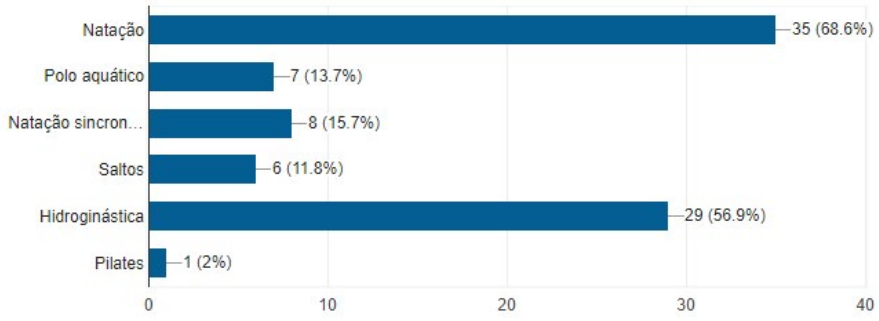
Gostaria de praticar atividade desportiva aquática?

51 responses



Qual/quais?

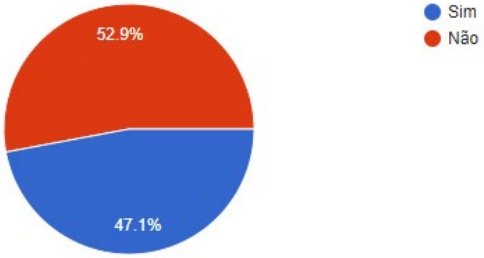
51 responses



Piscinas de lazer

Costuma frequentar piscinas públicas no Verão?

51 responses



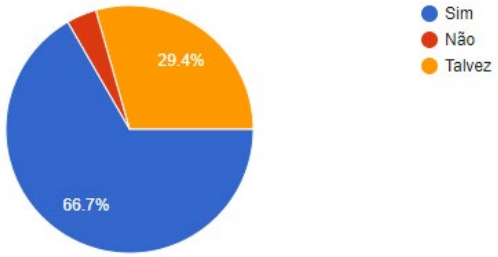
Se sim, quais as piscinas que frequenta?

24 responses

Alcáçovas
Setúbal prana,moita, vendas novas
Galveias, Montemor; aquapark, splach
Baixa da banheira
Club do Rio
Alhos vedros
Caparica
Nao em lisboa
Piscinas da Baixa da Banheira.
Piscina municipal de Mora
Beja
Piscinas Municipais da Vidigueira
As dos hotéis e condomínios onde alugamos casa no verão
Barreiro e jamor
Torres Vedras
Baixa da Banheira, Alcáçovas
Castro Verde, Mértola
Tondela
Baixa da banheira, montemor e santarem
Varias
Pinhal novo
Montemor-o-novo
Montemor o novo
Reguengos, Alandroal, Vila Viçosa, Monte Mor.

Se existissem piscinas públicas de lazer no Barreio, utilizaria?

51 responses



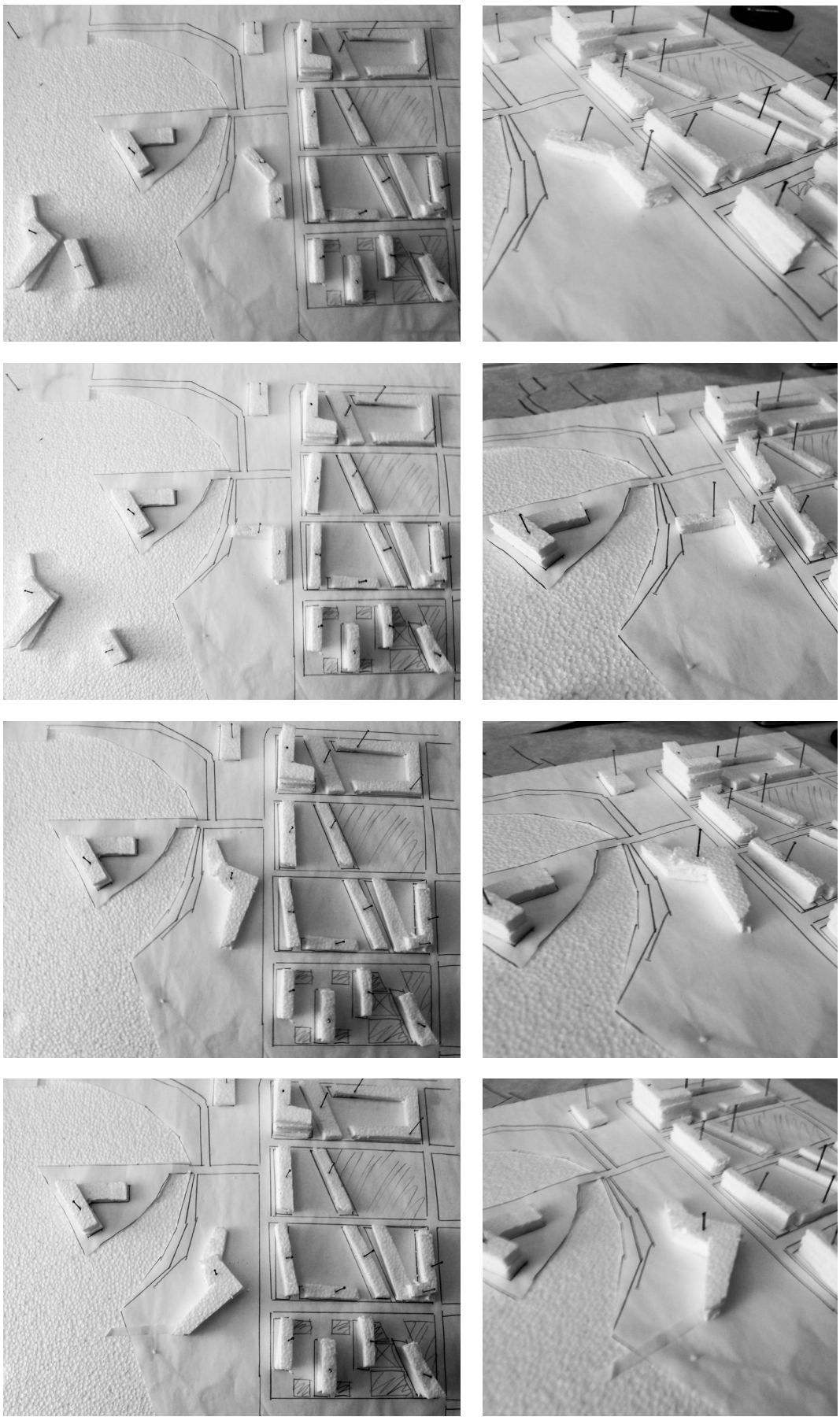
Que tipo de instalações ligadas ao desporto/lazer aquático gostava que existissem no Barreiro?

30 responses

Um complexo que desse para aproveitar para a prática de desporto e provas oficiais de modo a promover a modalidade e que tivesse equipamentos de lazer como escorregas como nos parques aquáticos.
Uma Piscina com água salgada com infraestruturas de apoio como balneários zonas de restauração e zona de Picnic....com bons espaços Verdes e com sombras e Já excelente manutenção de condições de Higiene e Segurança na utilização dos Diversos Equipamentos.
Uma piscina boa
Complexo de piscinas, semelhantes às existentes no parque José Afonso, na Baixa da Banheira.
Parque de diversões aquático
Piscinas públicas em condições que, principalmente no Verão, sirvam a população
Com escorregas
Uma com espaço verde incluido e onde se possa aproveitar para descansar tb
Aqua parque
Piscina outdoor
Um complexo de piscinas municipais como as de monte mor por exemplo
Piscina natural como as do siza em Leça da palmeira (também estudei arquitetura)
Complexo de piscinas, com restauração.
Mais piscina porque a que existe não satisfaz toda a população do barreiro principalmente aqueles que como eu tenho problemas na coluna e foi ,e aconselhado hidroginastica
Parque Aquático
Um complexo com piscinas e ginásio
Piscinas cobertas e descobertas de água salgada
Piscina com saltos exterior
Piscina descoberta com equipamentos de lazer, como escorregas
Piscina de tecto amovível

semelhantes às do Pinhal Novo
Piscinas abertas com escorregas e outro tipo de equipamento que permitisse a adultos e crianças terem um dia agradavel de verão.
Piscinas ao ar livre
Tipo as do pinhal novo
Piscina de saltos
Umas piscinas de lazer, para crianças e adultos, exemplo das piscinas de Montemor e Reguengos, se possível com escorregas. Piscinas cobertas desportivas e ao ar livre. Piscinas de saltos.
Um complexo com piscina no Barreiro seria sem duvida uma mais valia para toda a população nas variadas idades.
Piscina descoberta de lazer de Verão, piscina de aprendizagem para bebés, mais piscinas para prática de modalidades aquaticas
Piscina / parque aquático, mais piscinas para modalidades aquáticas, piscina para bebés, tanques de fisioterapia, escola de windsurf e paddle
Piscinas as ar livre

II. Processo





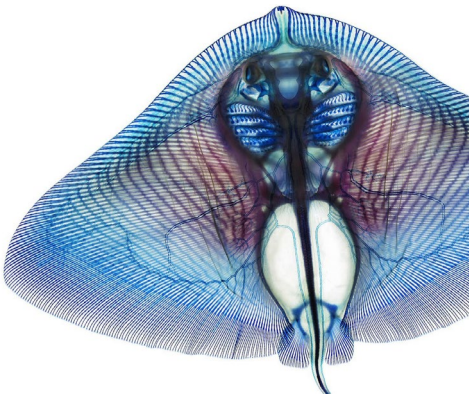
(www.aspasiadive.es)



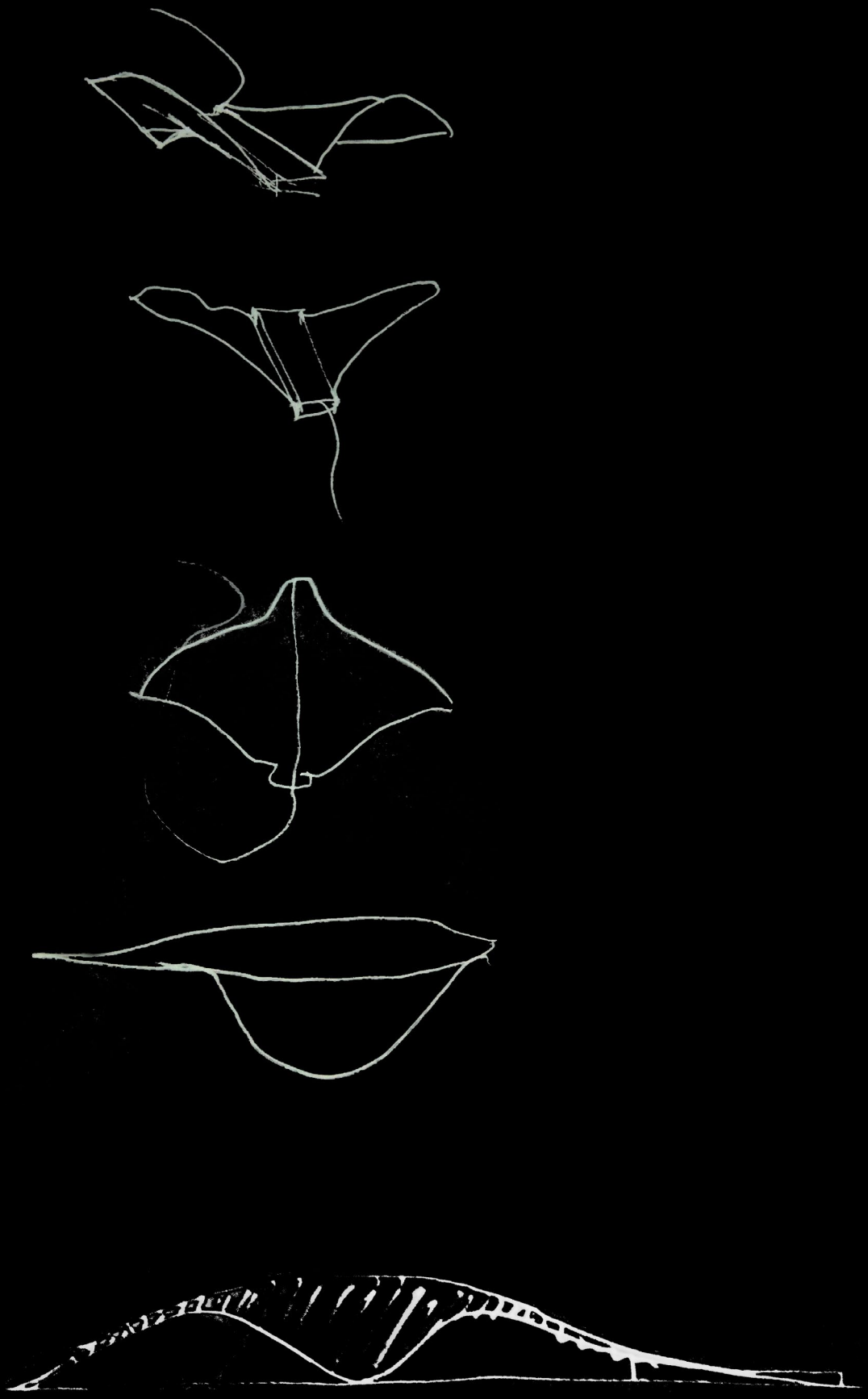
(arkive.org)

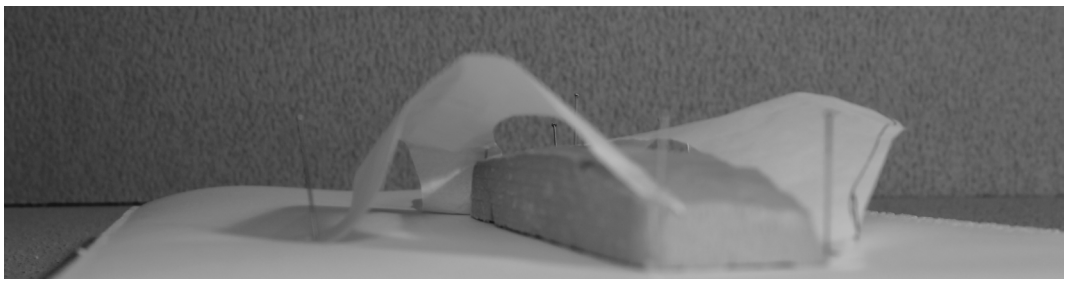


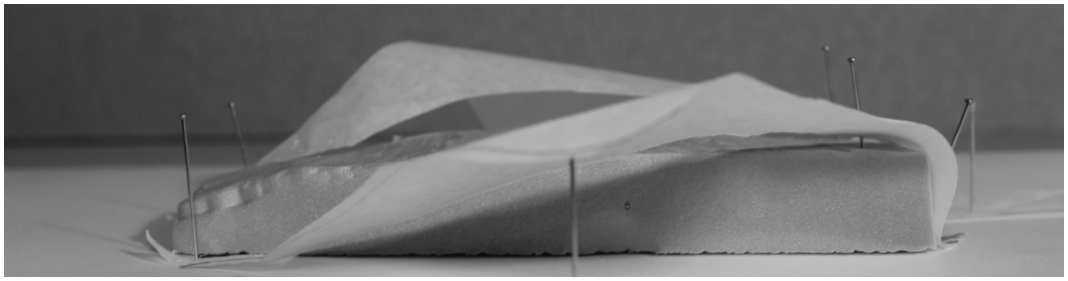
(otlibrary.com)

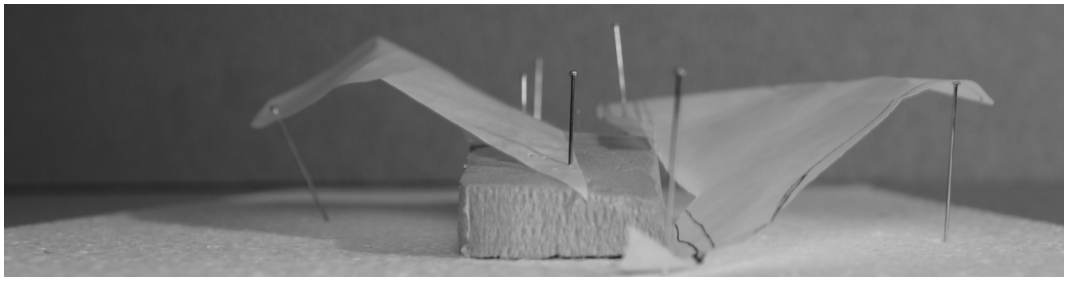


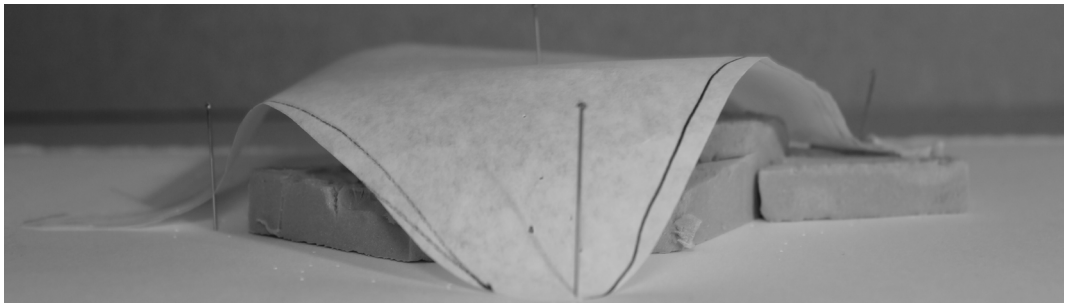
(wired.com)

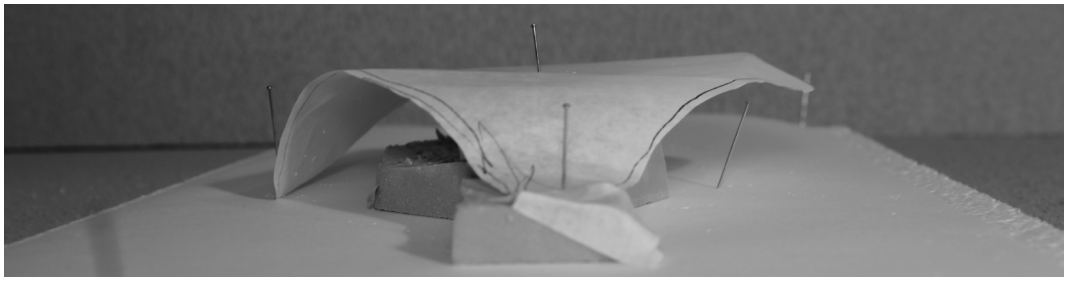


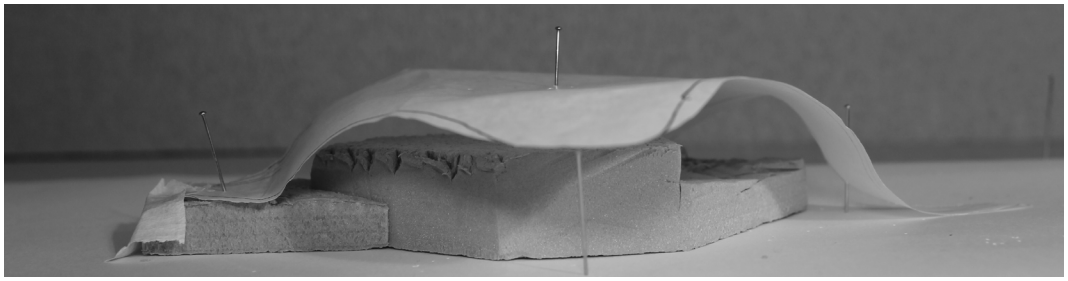


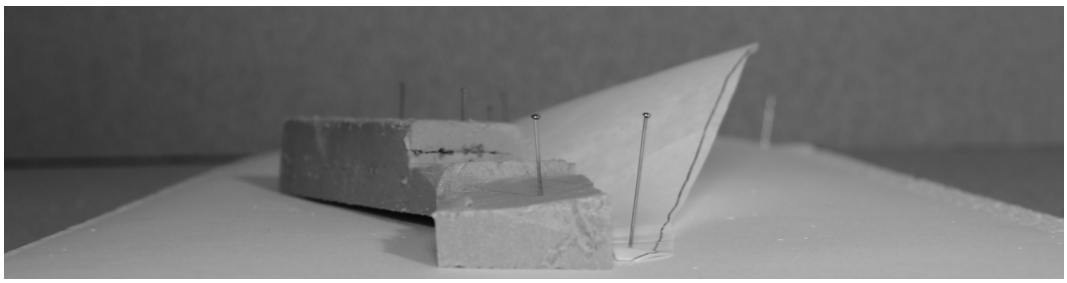


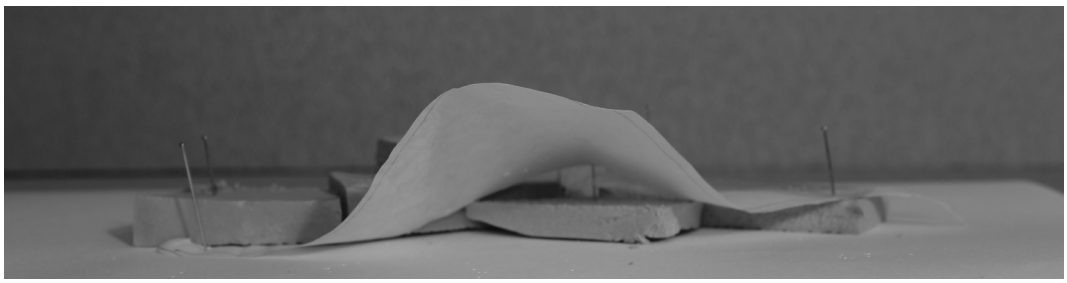




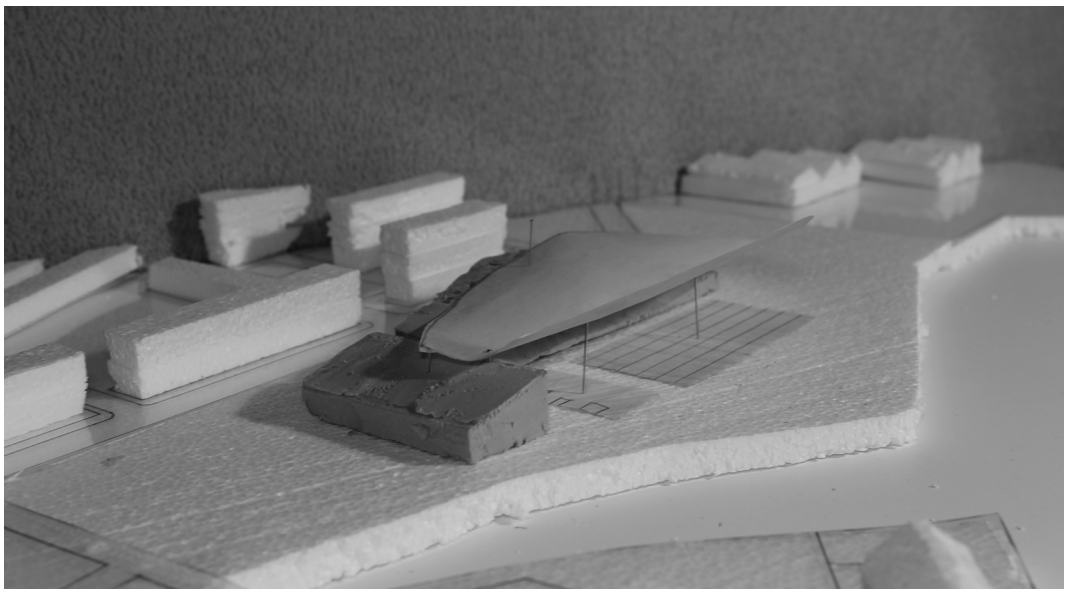


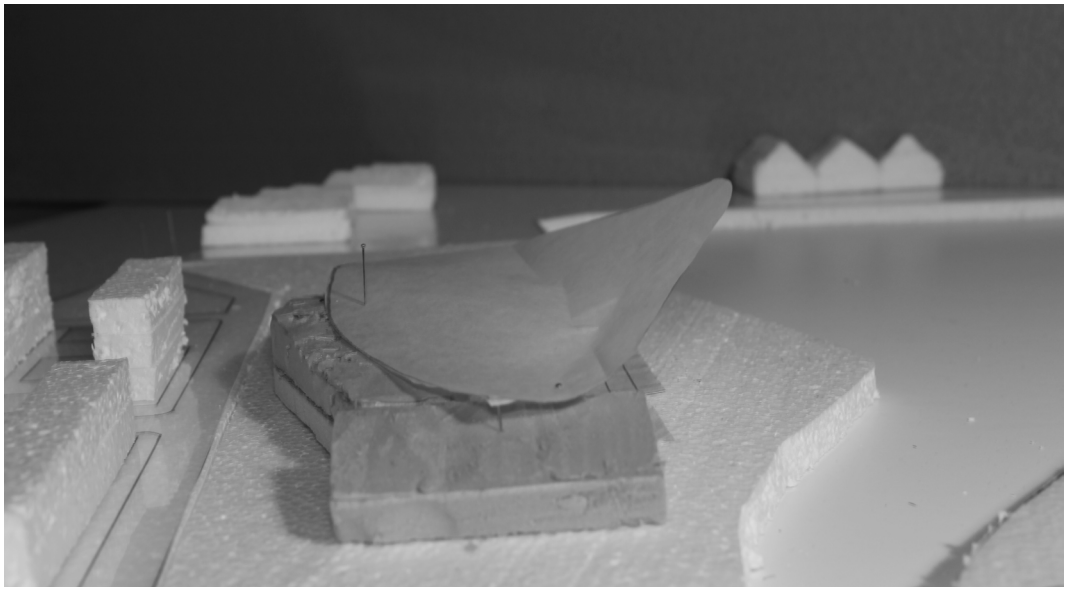


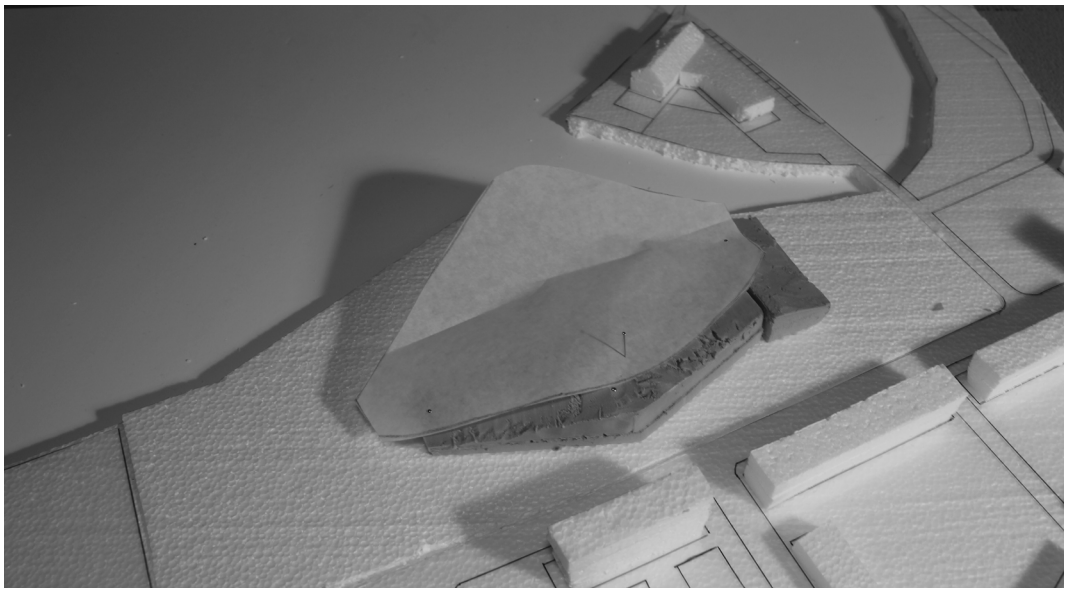


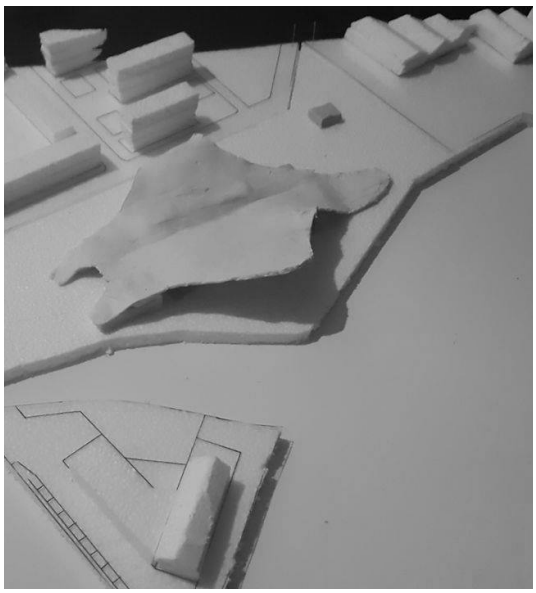
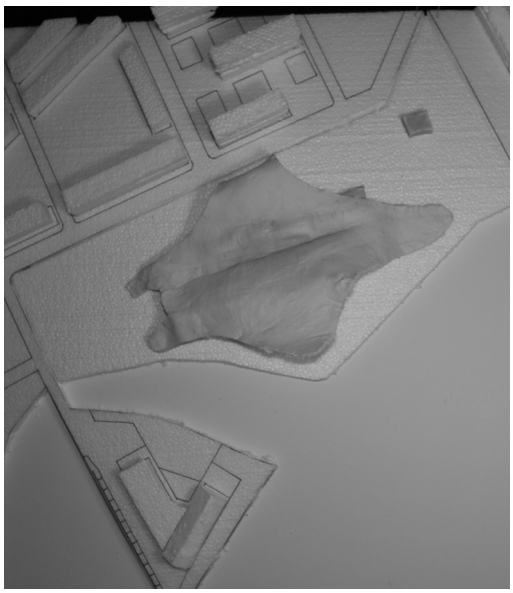


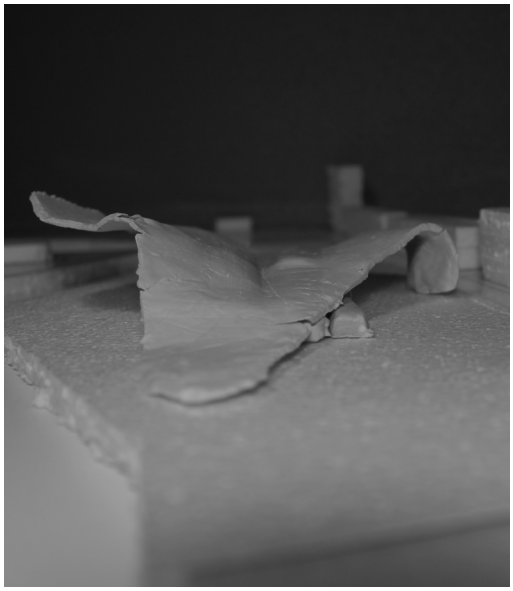




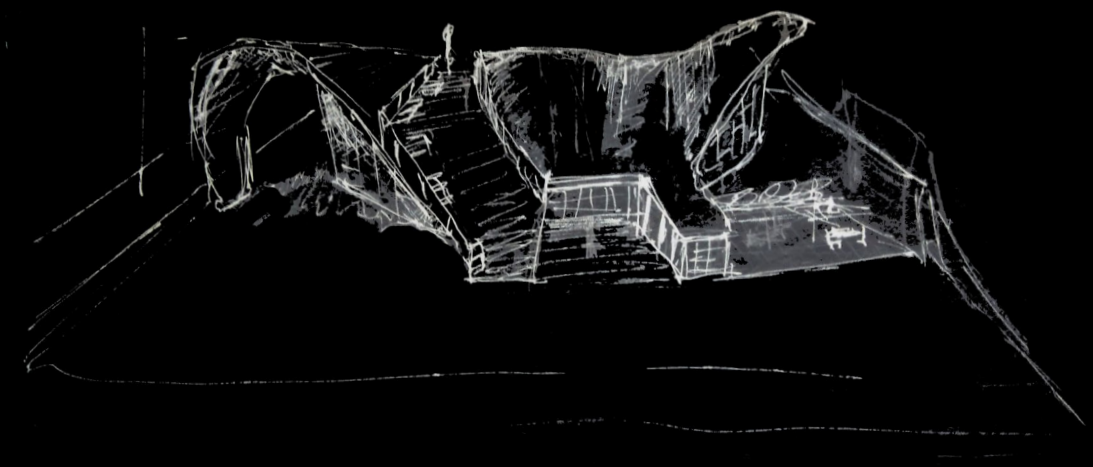


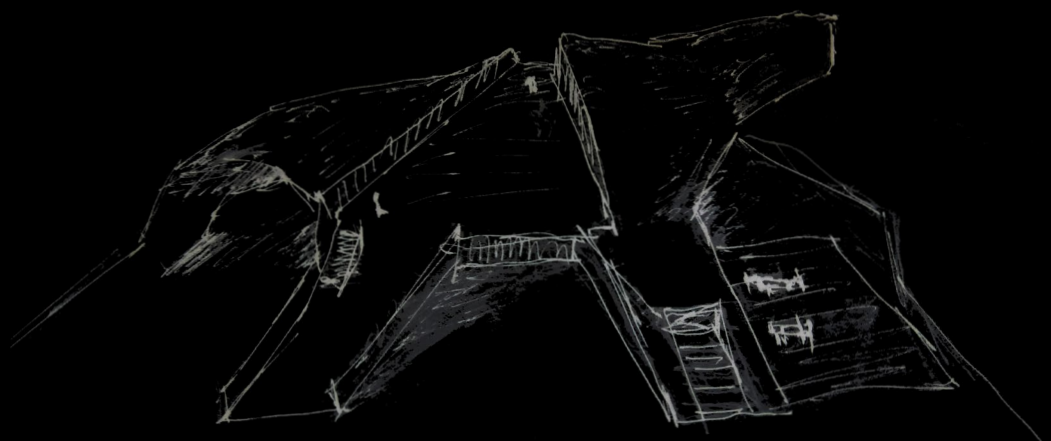


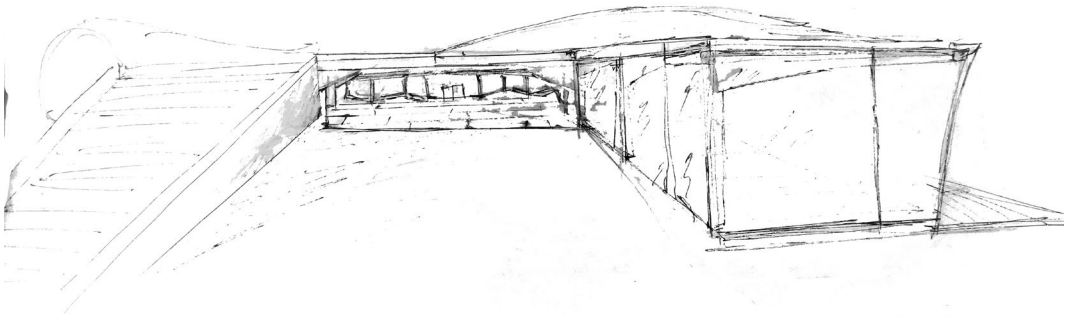



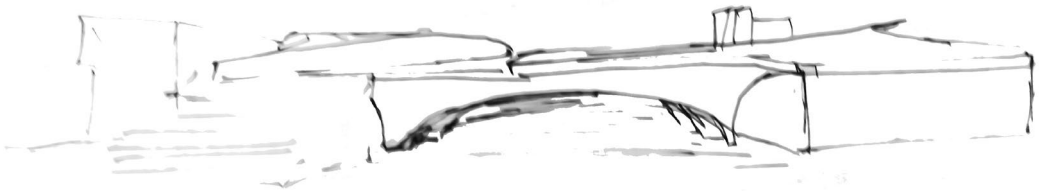


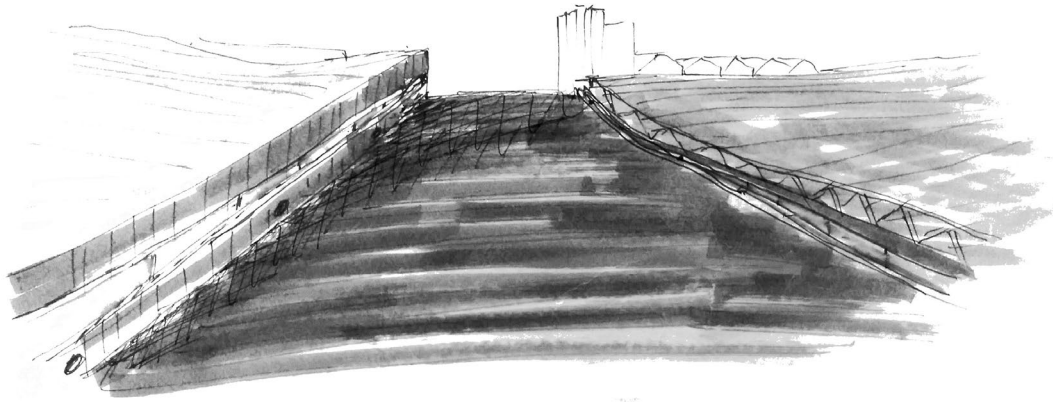


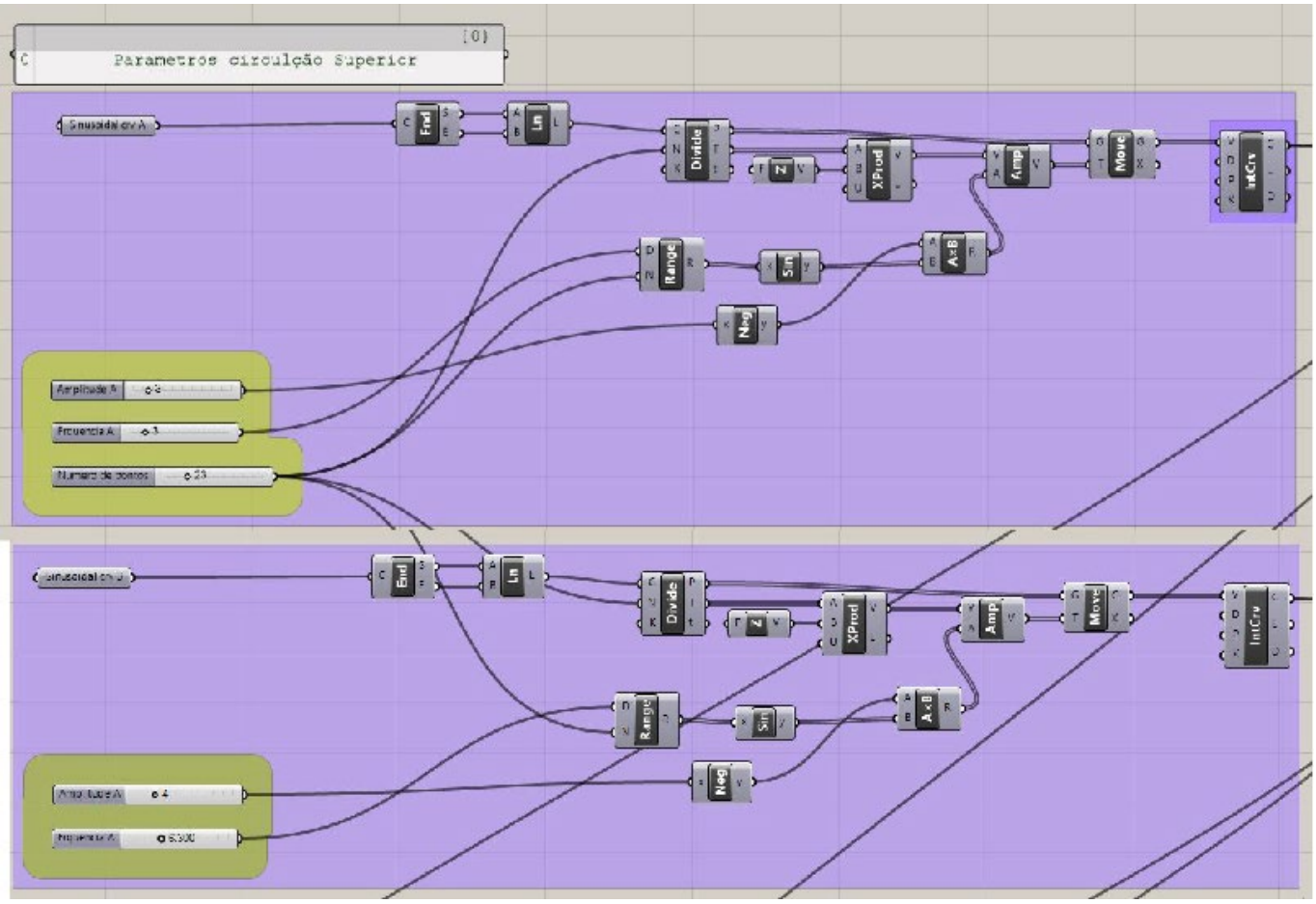


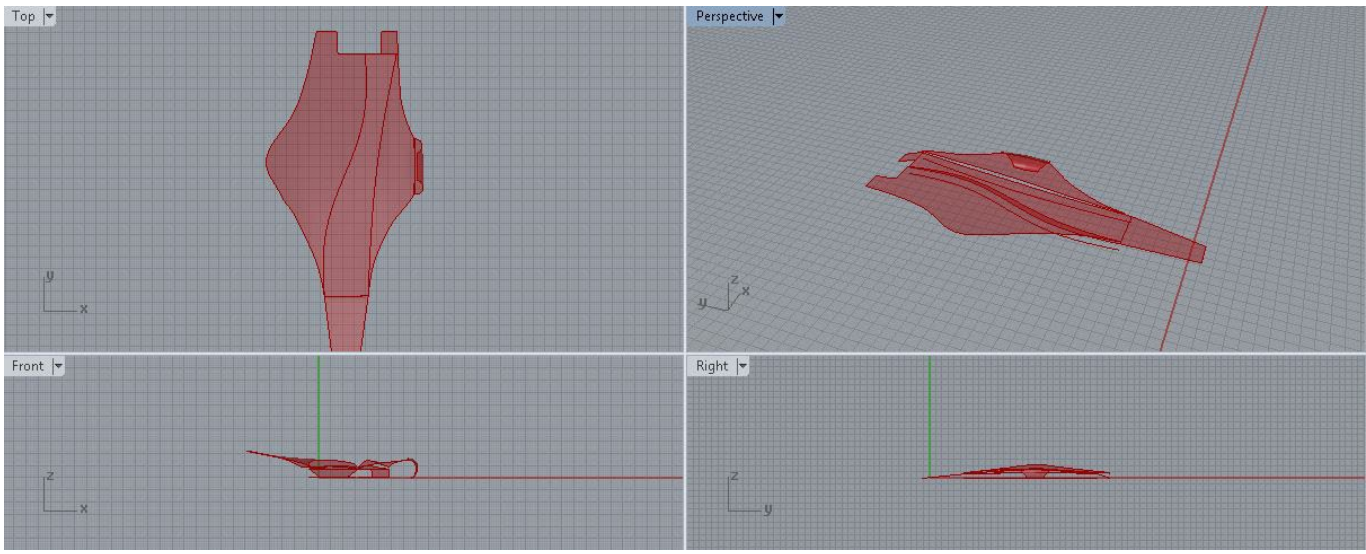


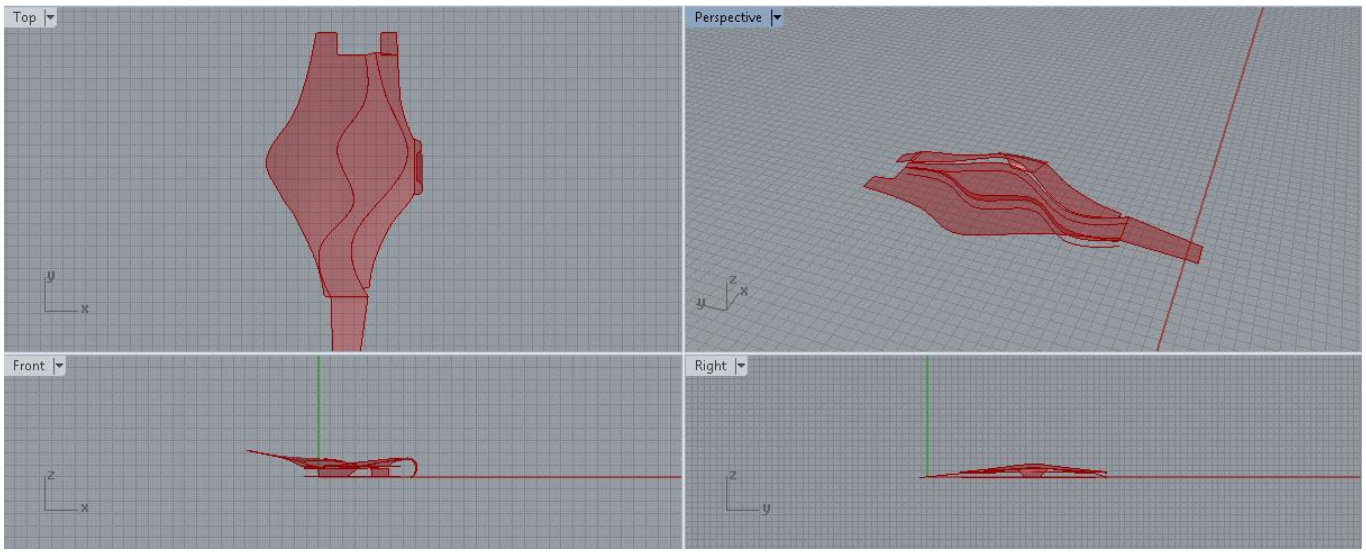


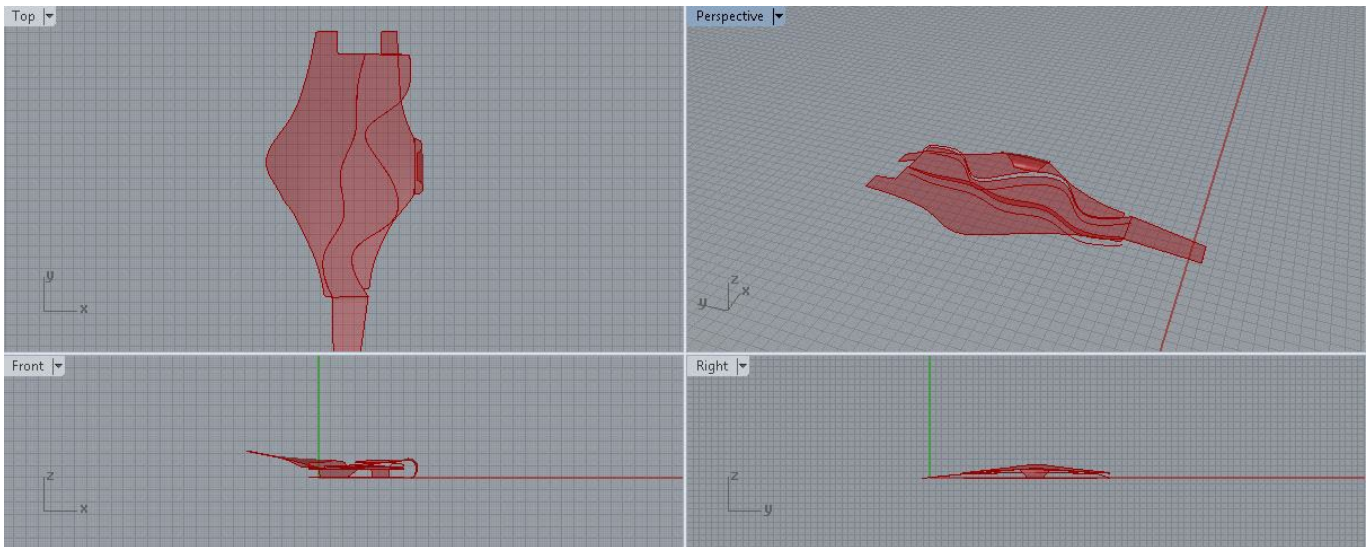


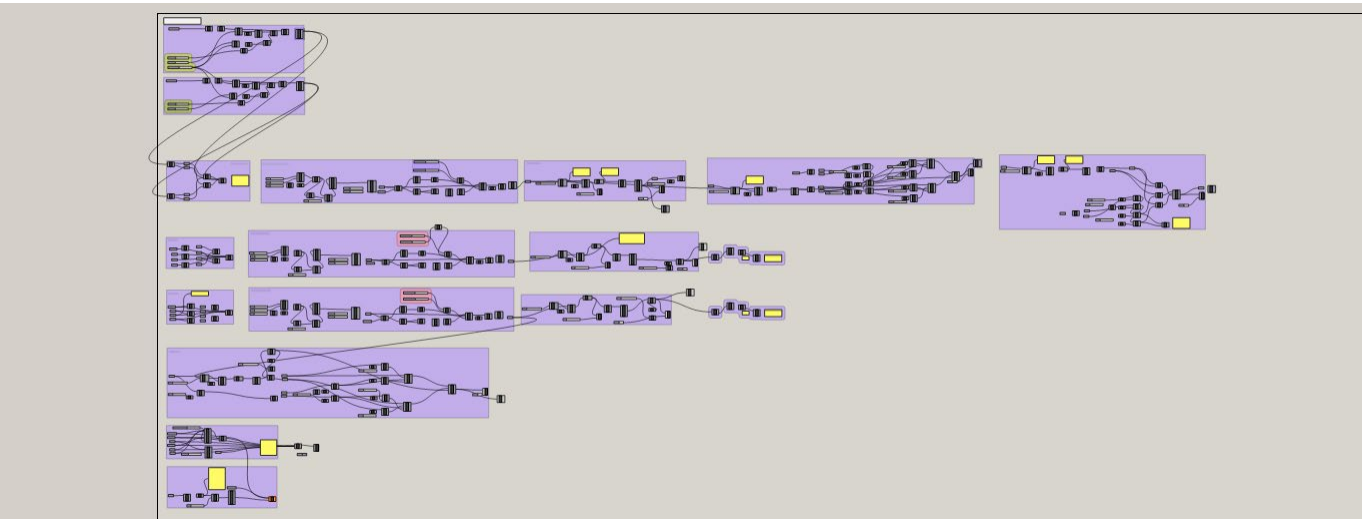


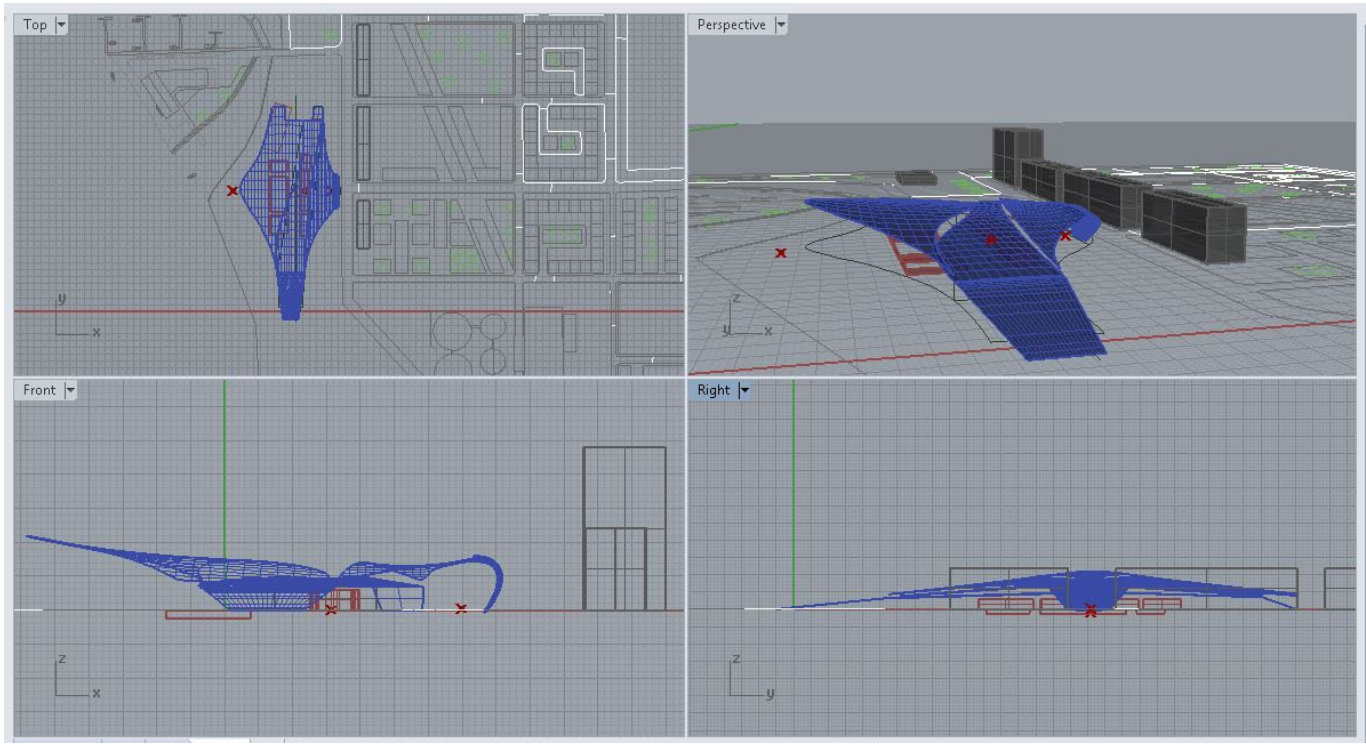

Parametros circulção Superior
Amplitude A
Frequencia A
Numero de pontos
Amplitude B
Frequencia B
Numero de pontos

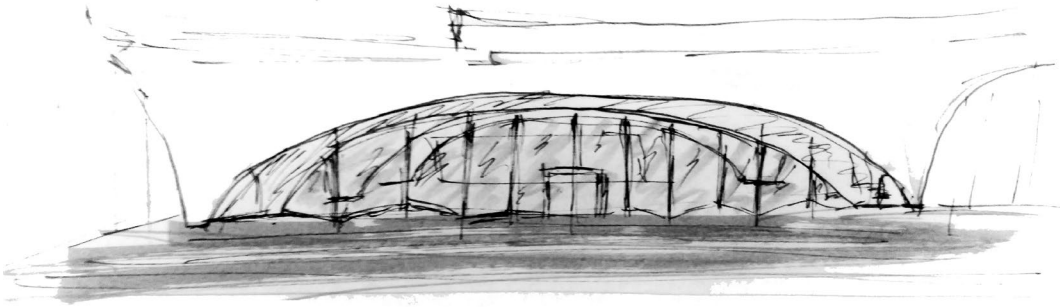

Top
Perspective
Front
Right

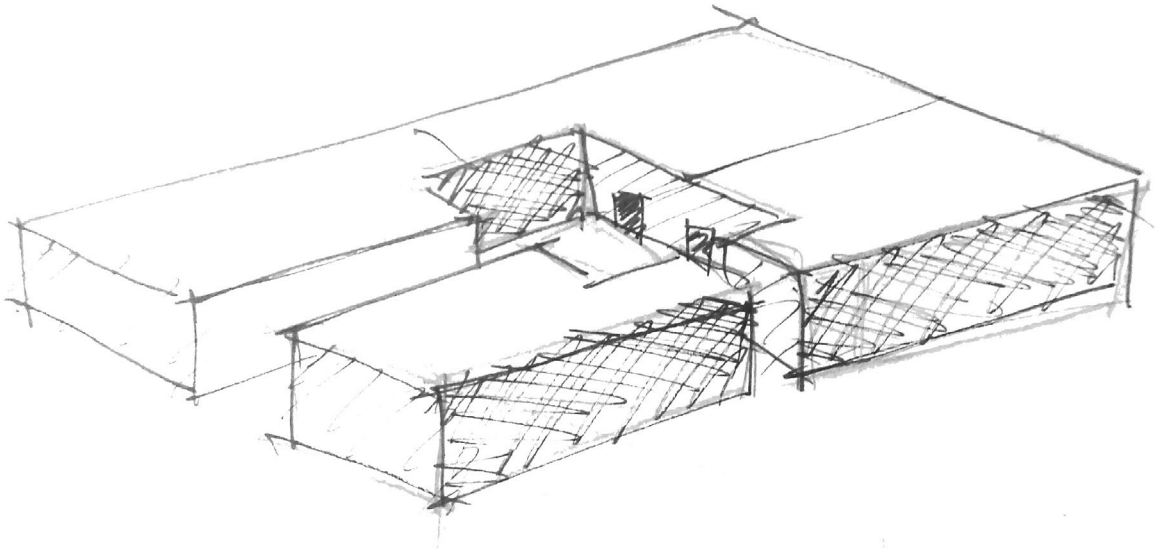

Top
Perspective
Front
Right

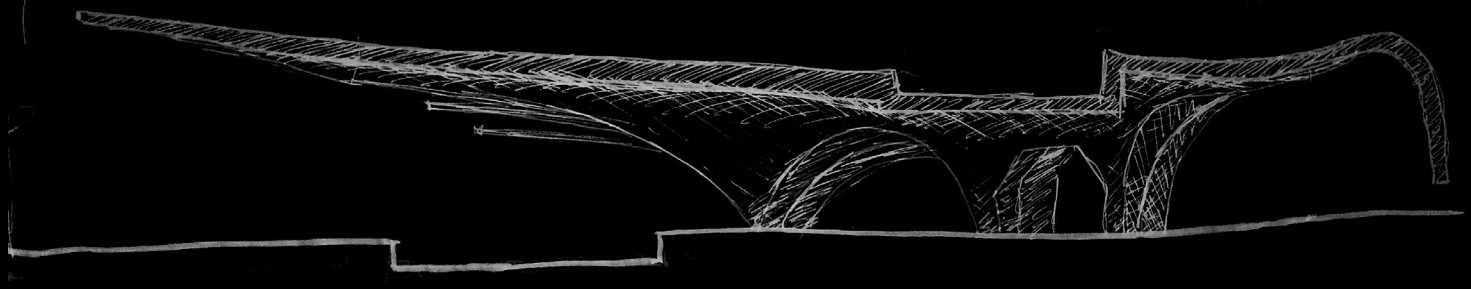

Top
Perspective
Front
Right

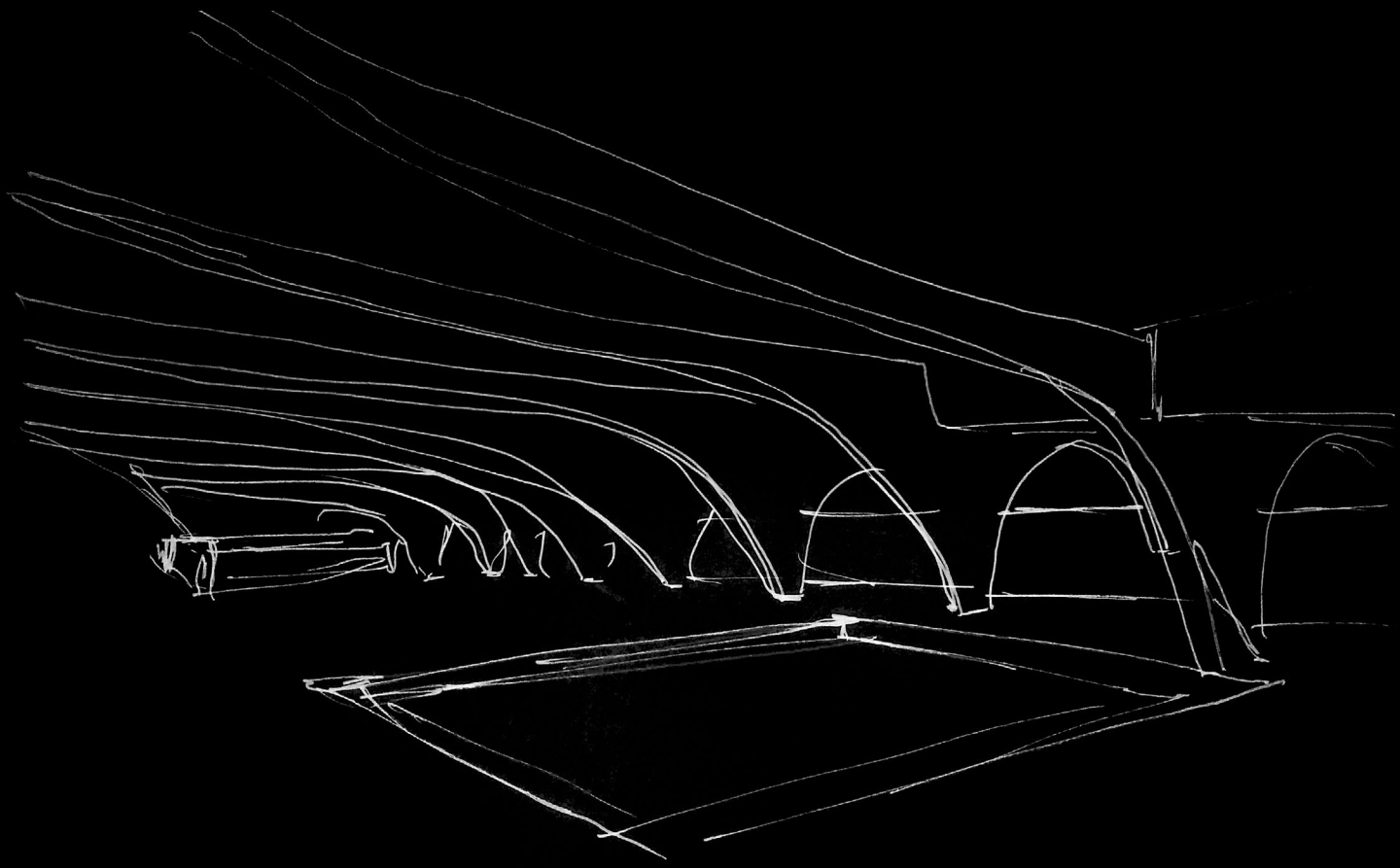


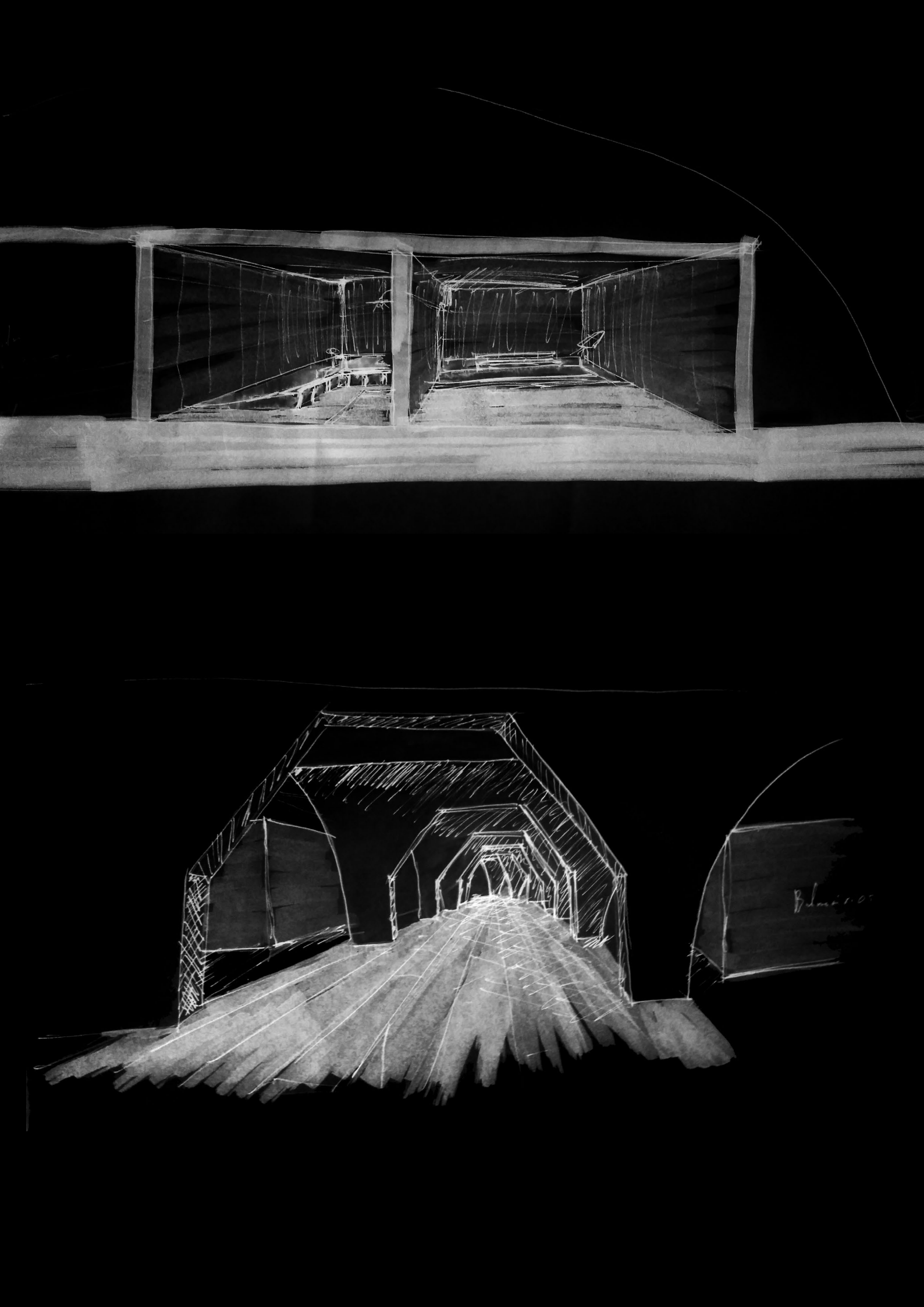

Top
Perspective
Front
Right

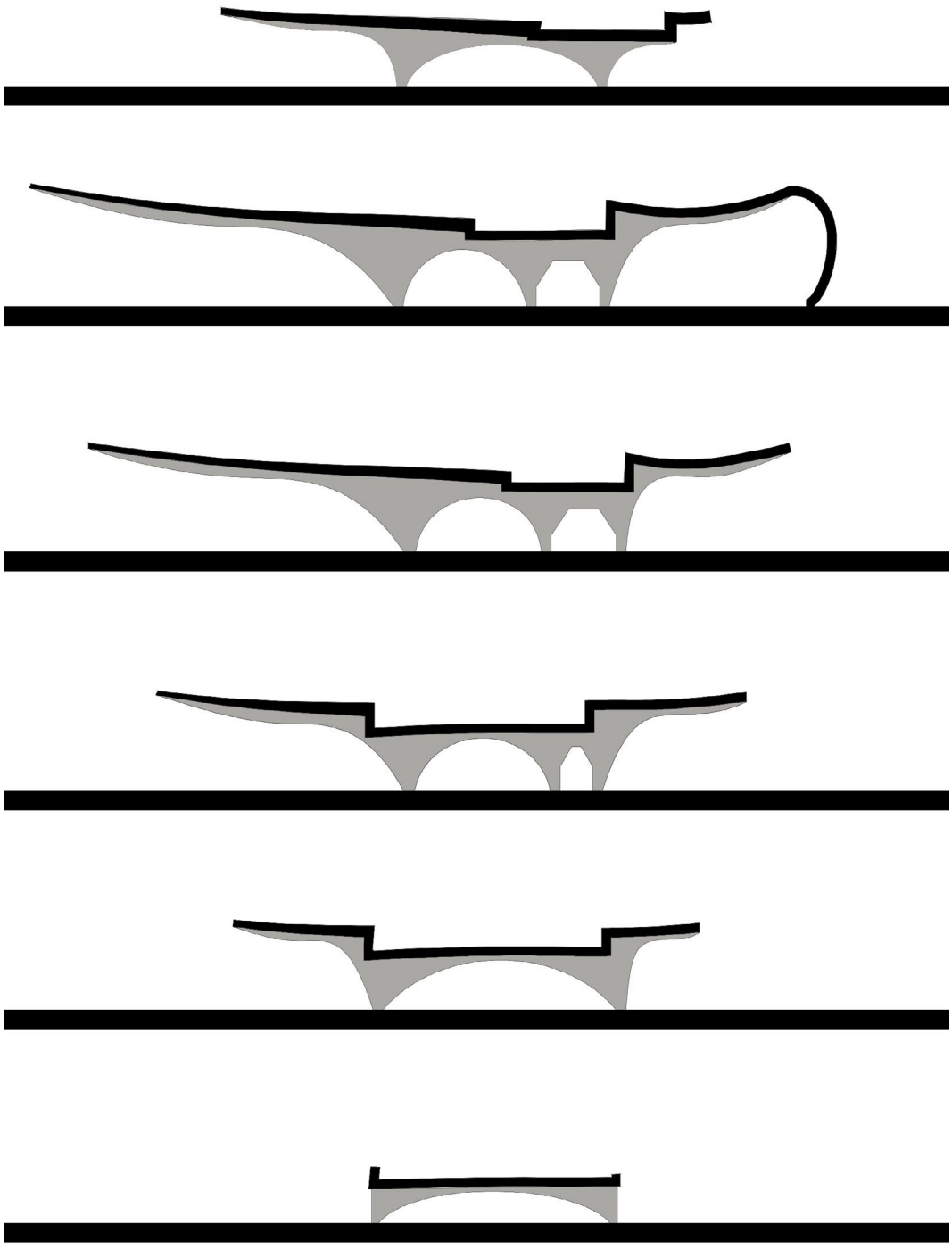


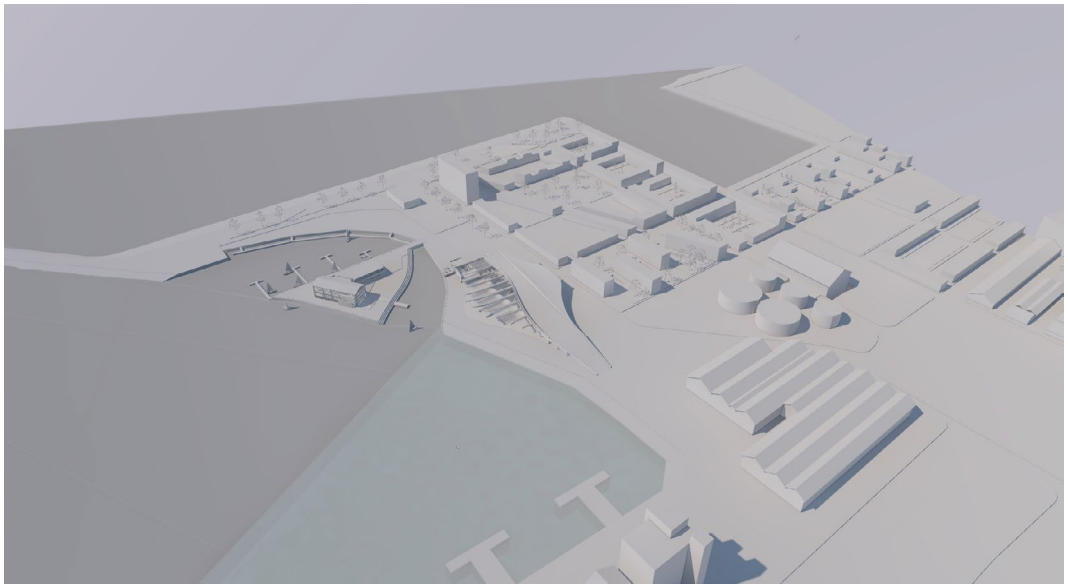


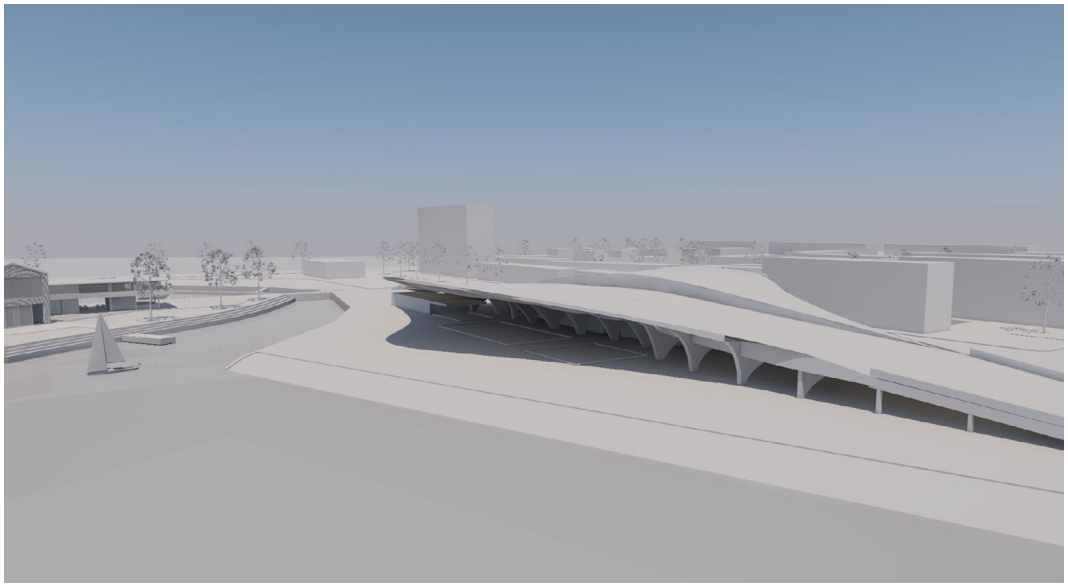


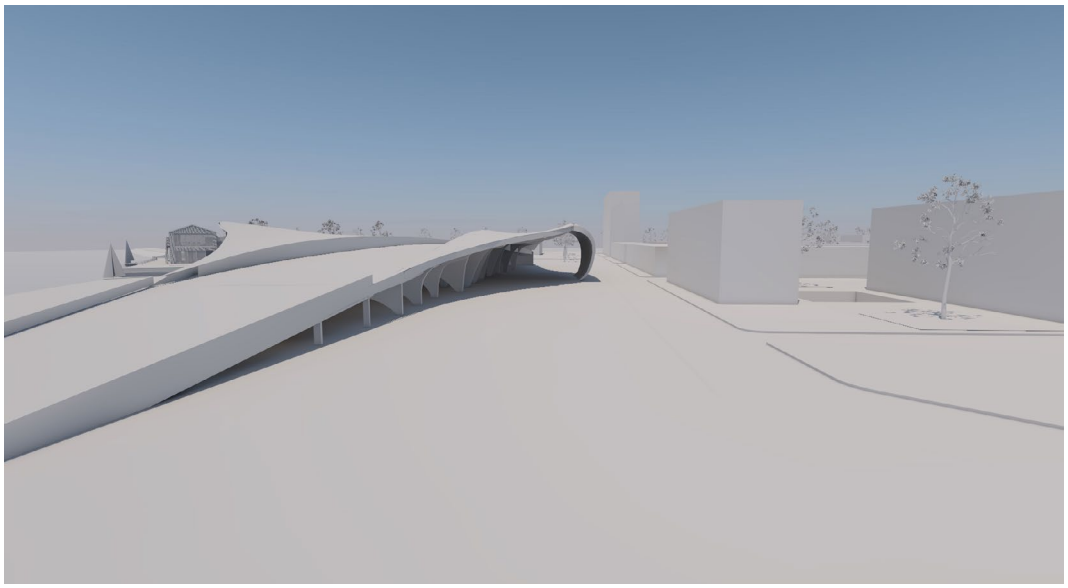


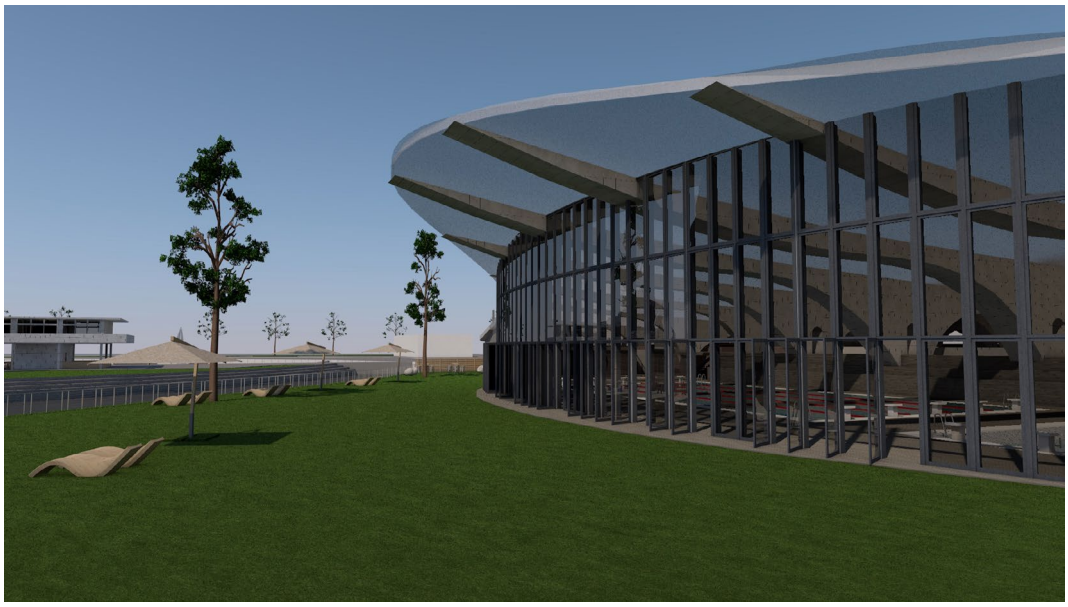


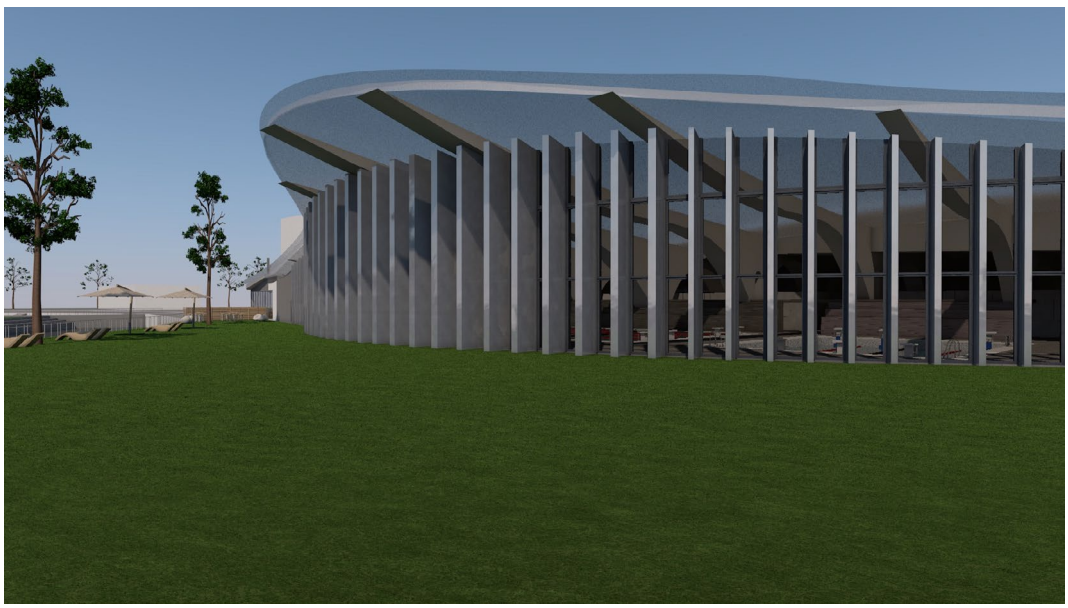




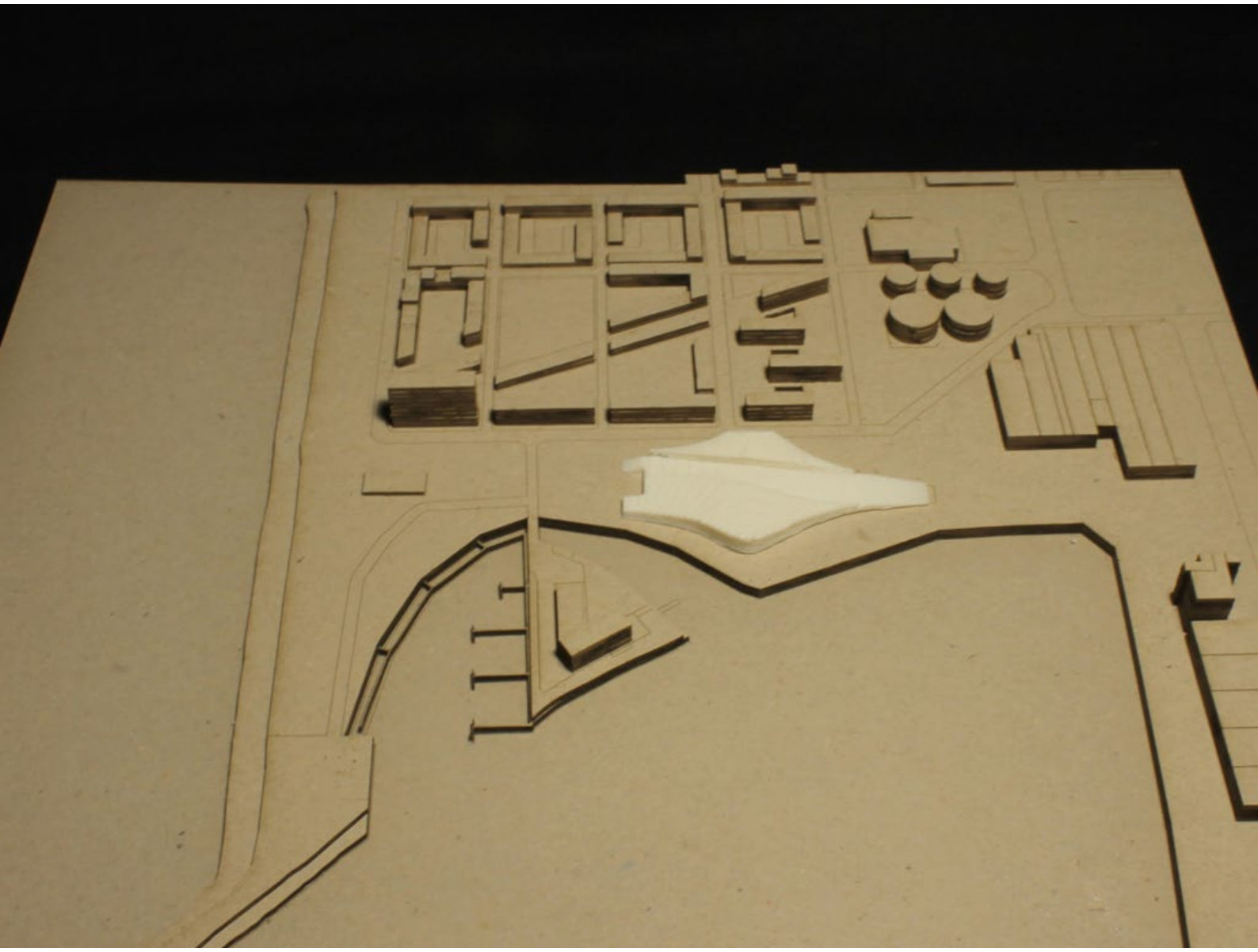


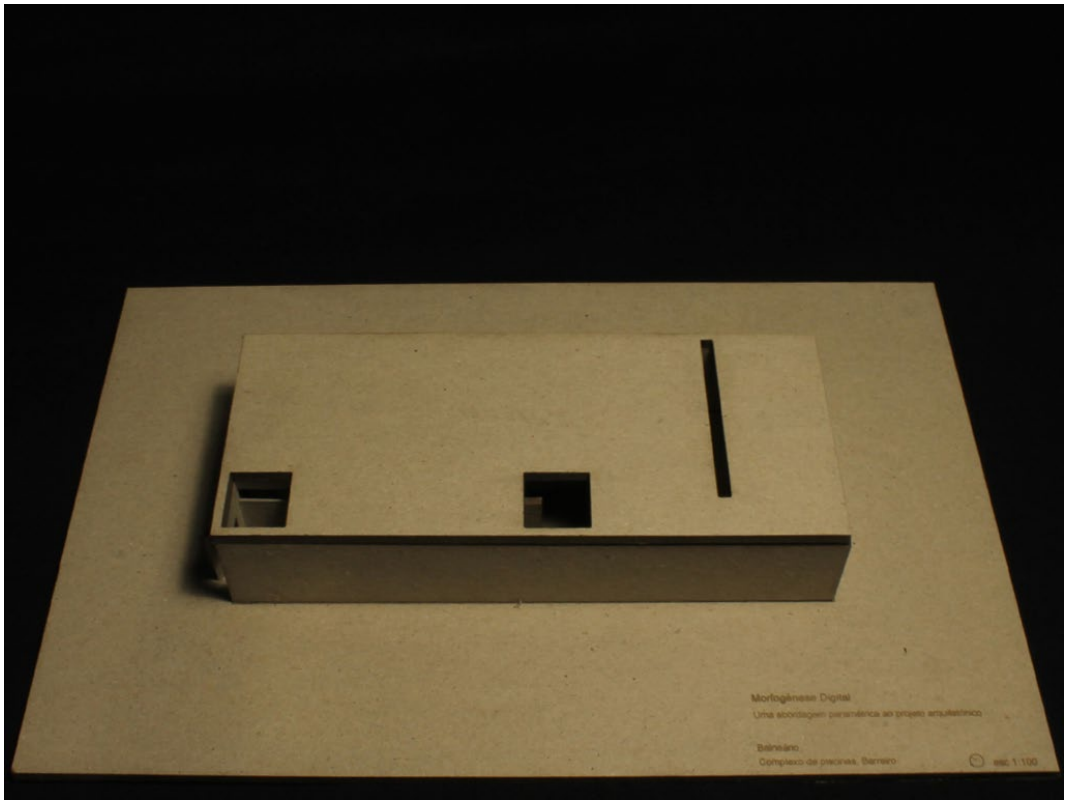


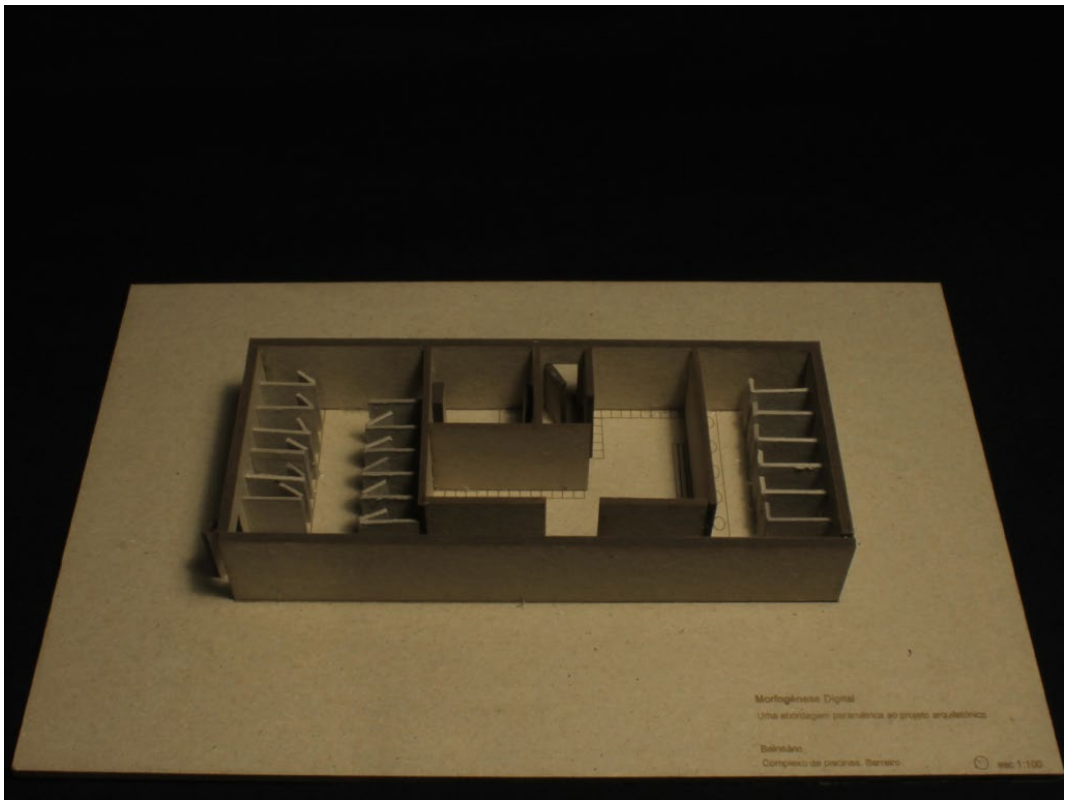


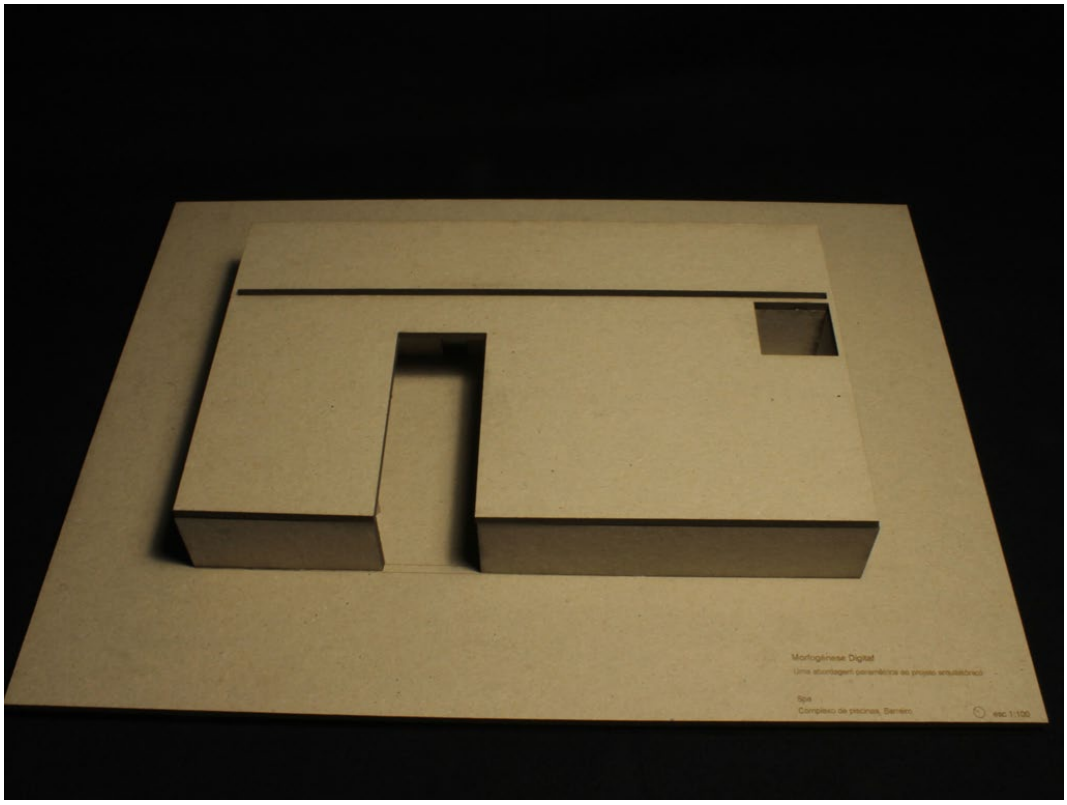


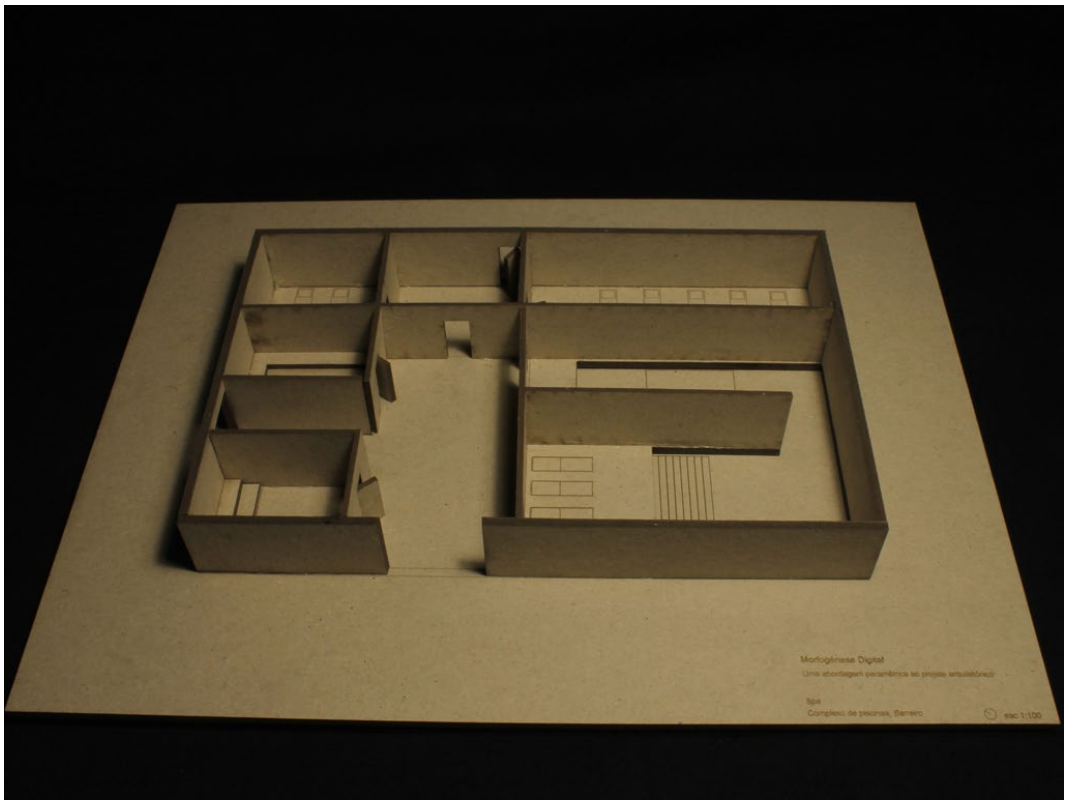
III. Maquetes

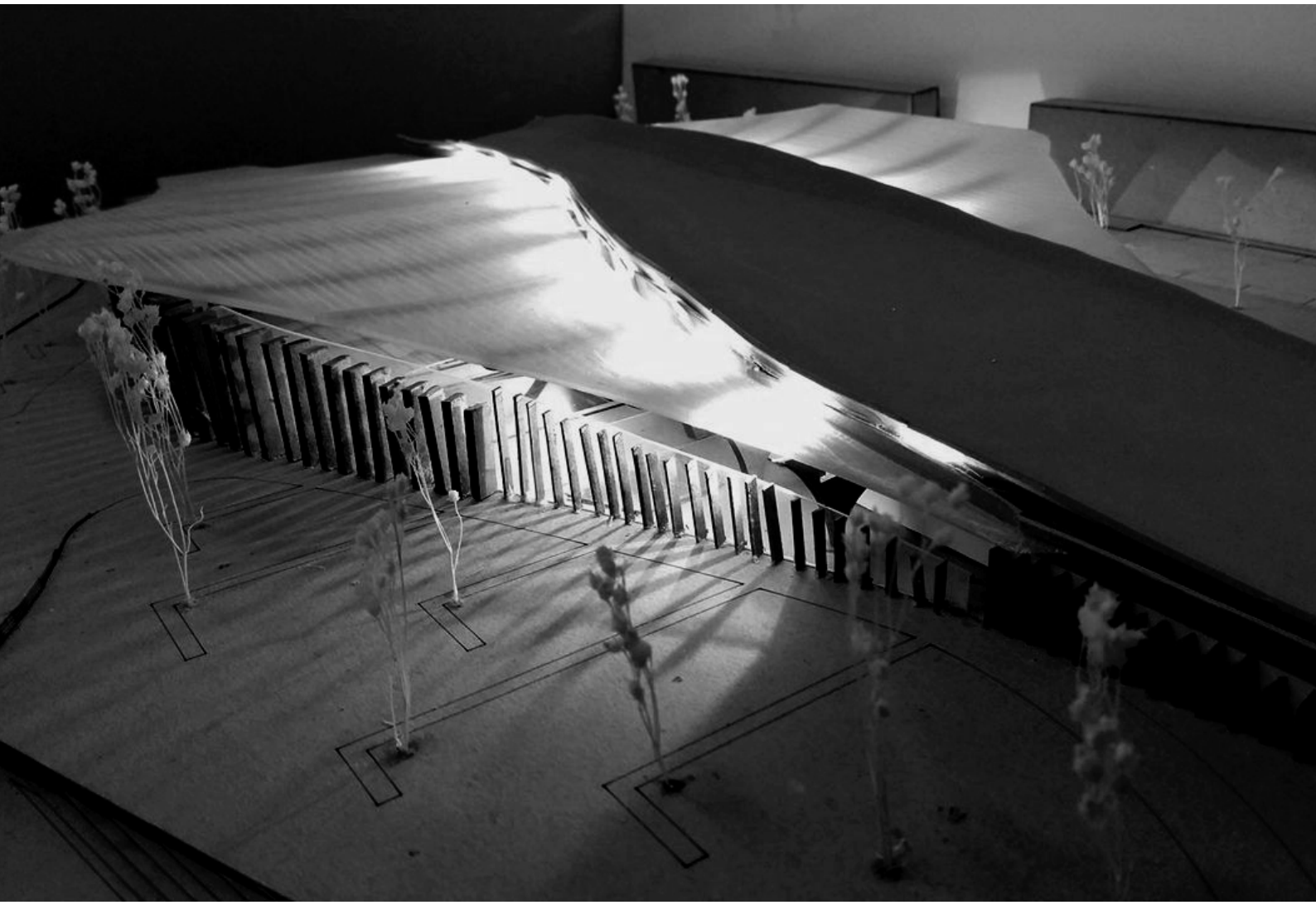


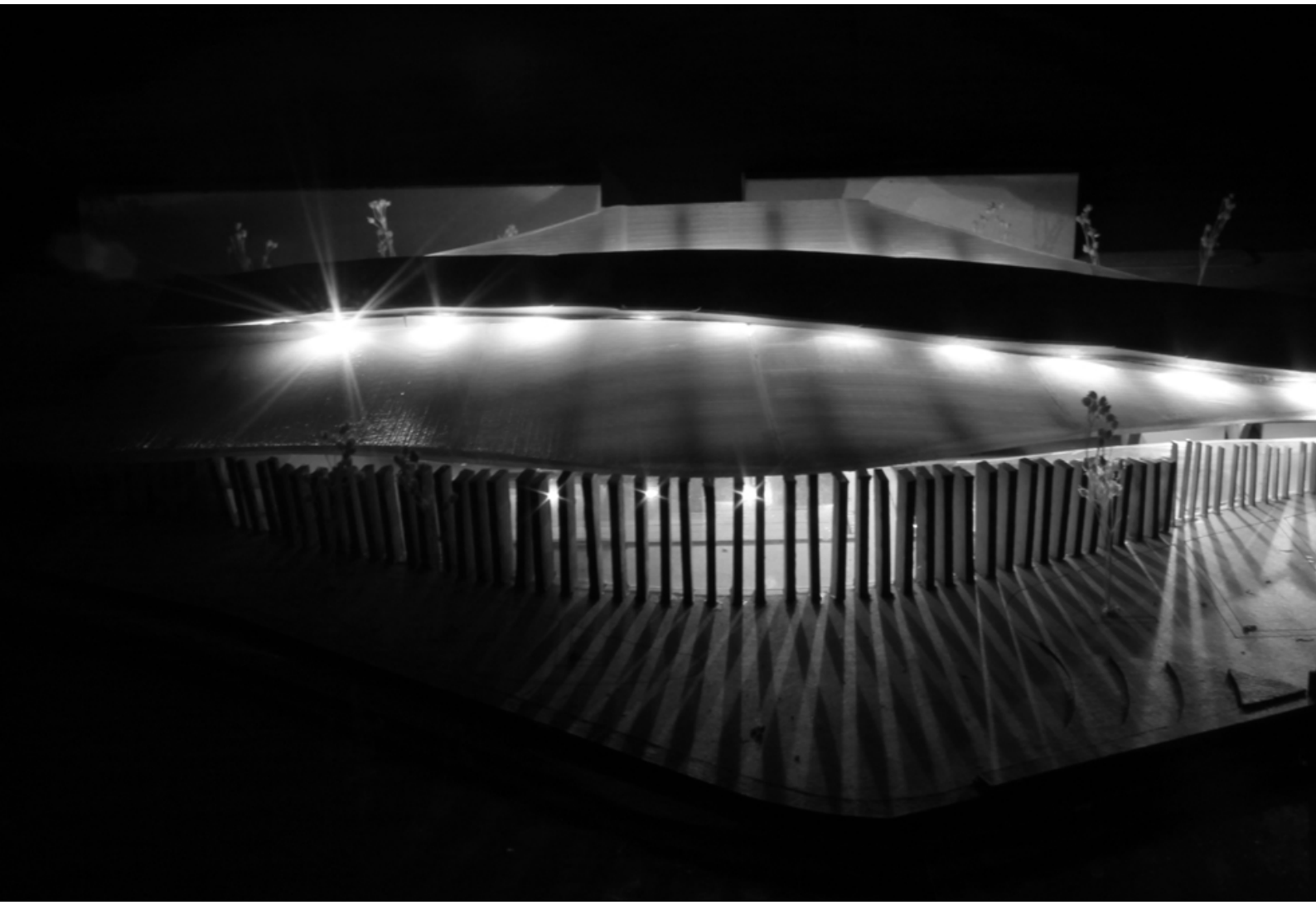

Morfogénese Digital
Uma abordagem paramétrica ao projeto arquitetónico
Balneário
Complexo de piscinas, Barreiro
esc. 1:100


Morfogénese Digital
Uma abordagem paramétrica ao projeto arquitetónico
Balneário
Complexo de piscinas, Barreiro
esc. 1:100


Morfogénese Digital
Spa
Complexo de piscinas, Barreiro
esc 1:100

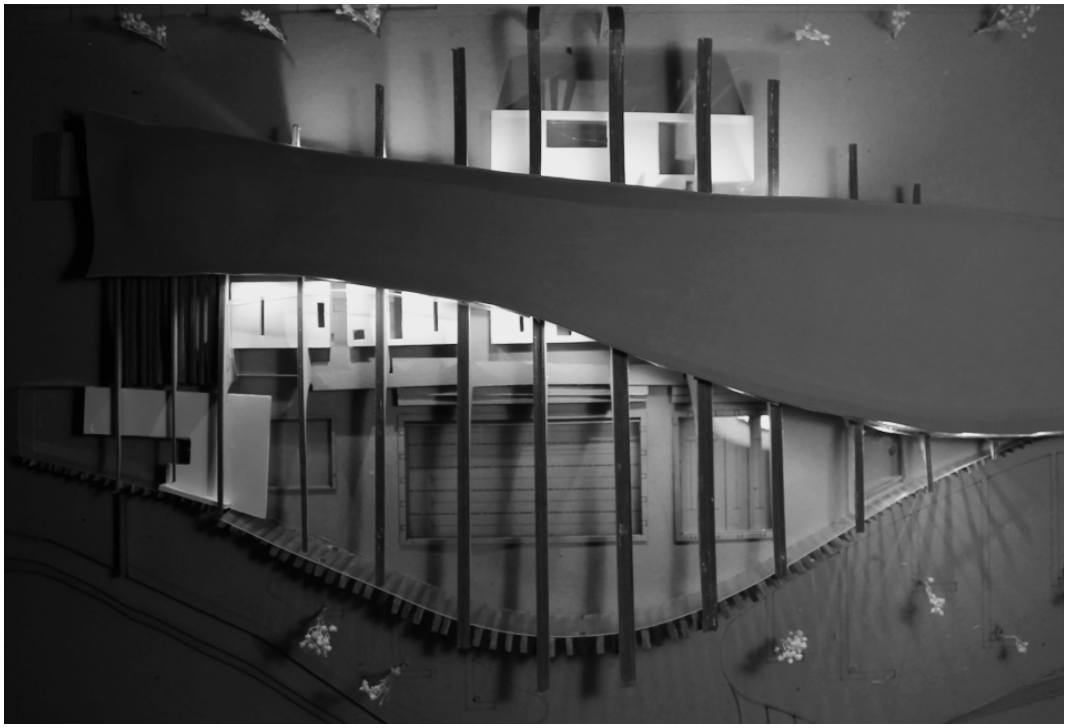

Morfogénese Digital
Spa
Complexo de piscinas, Barreiro
esc 1:100

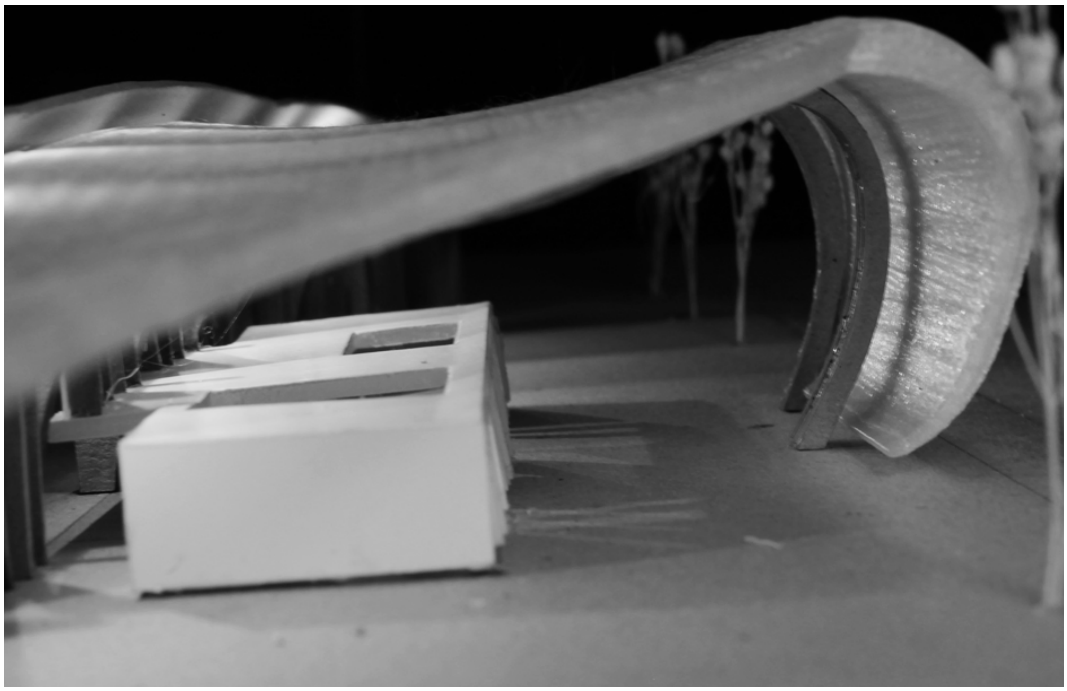




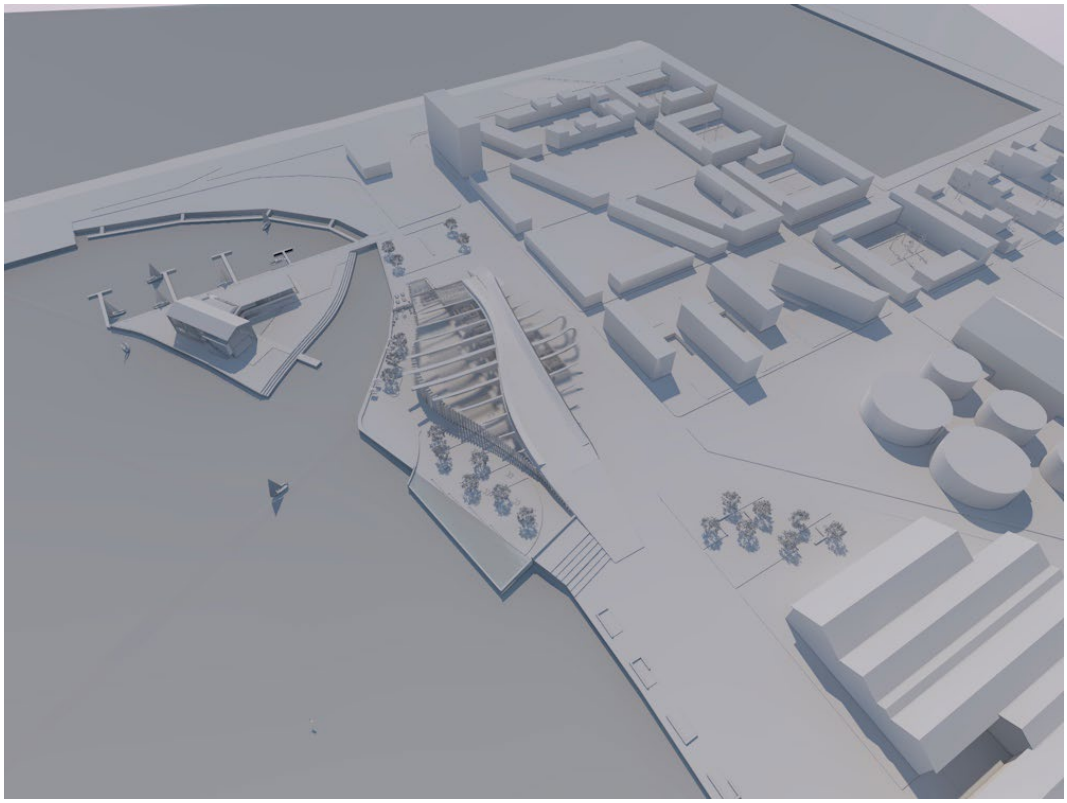




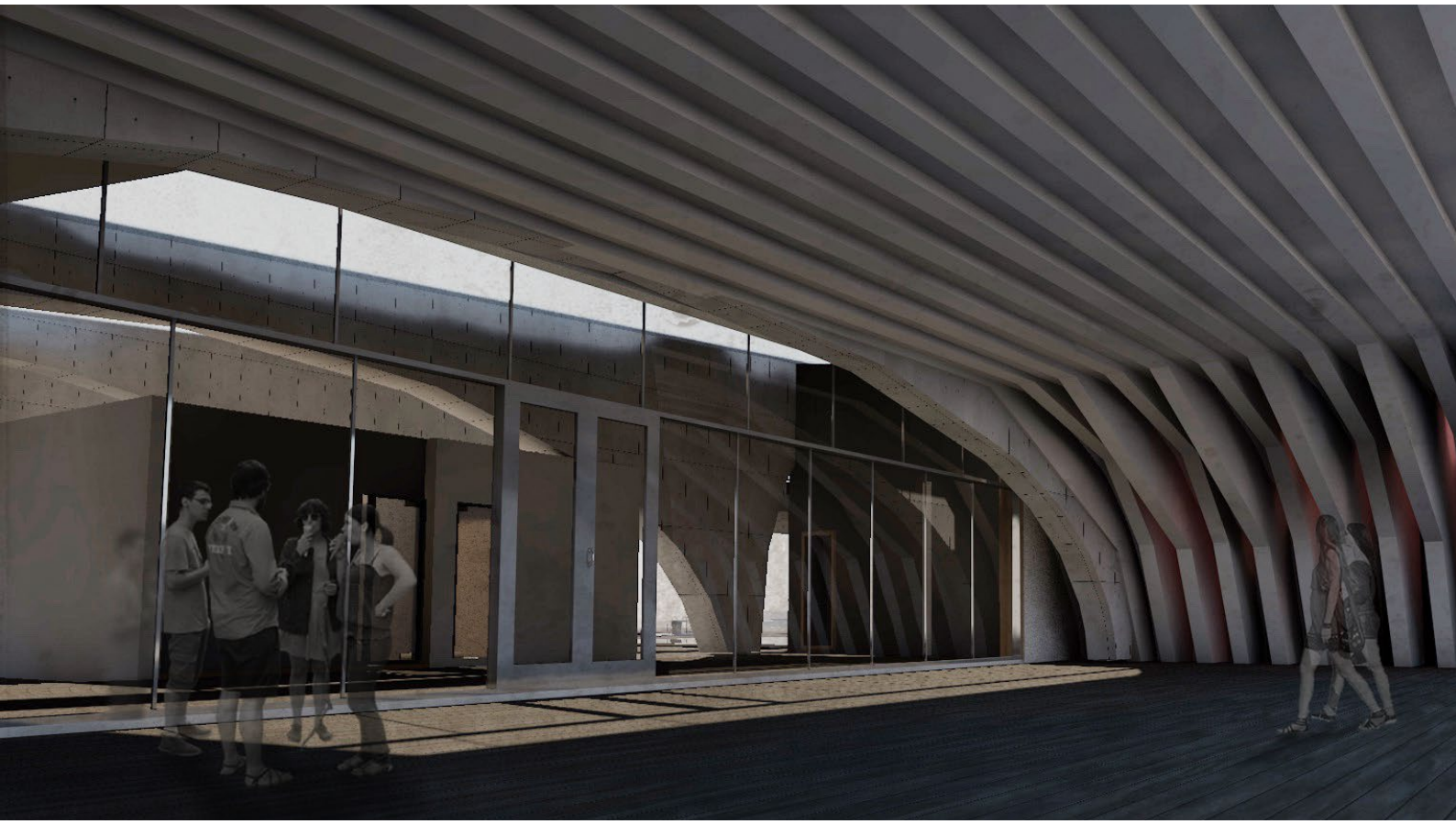




IV. Renders

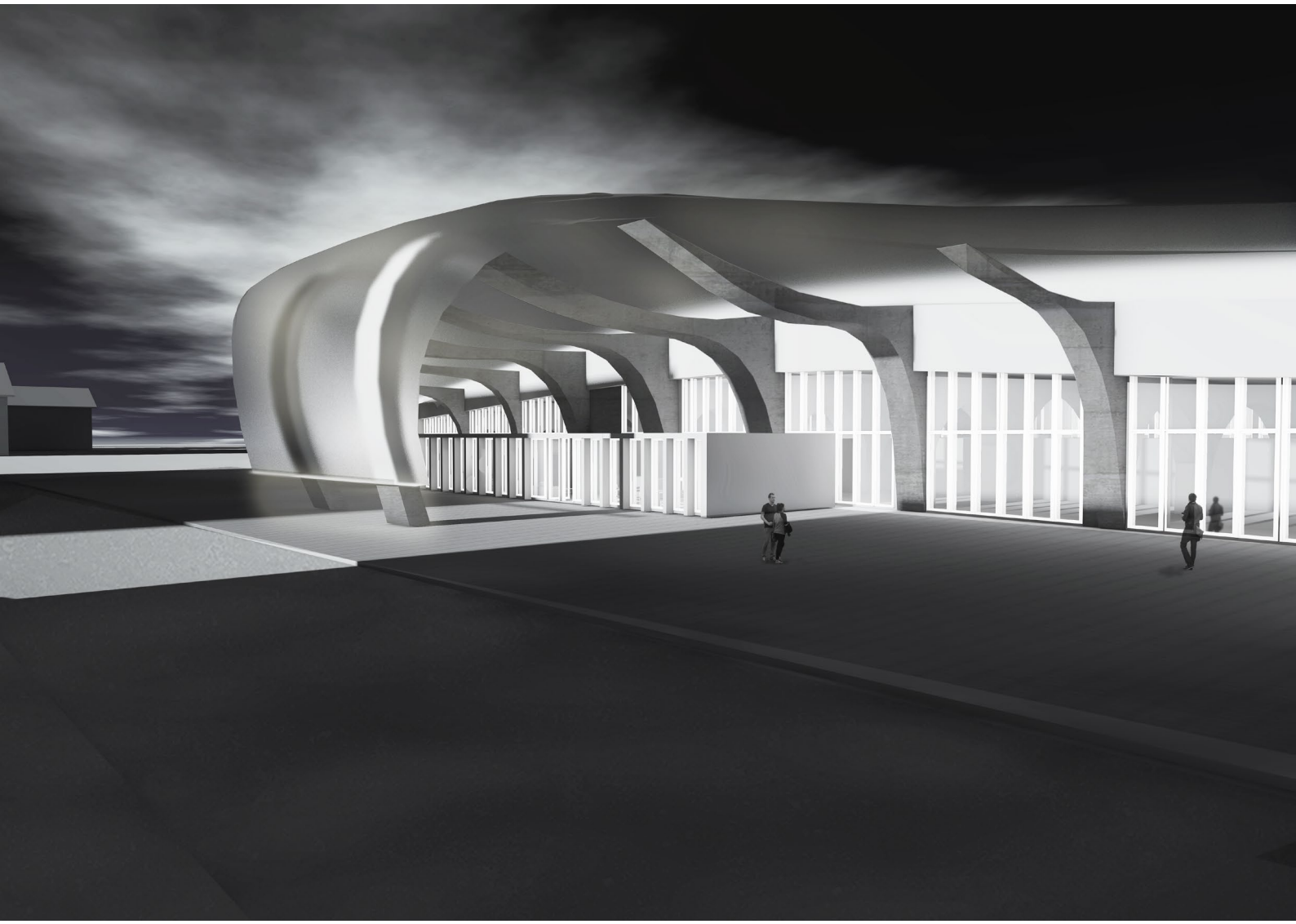


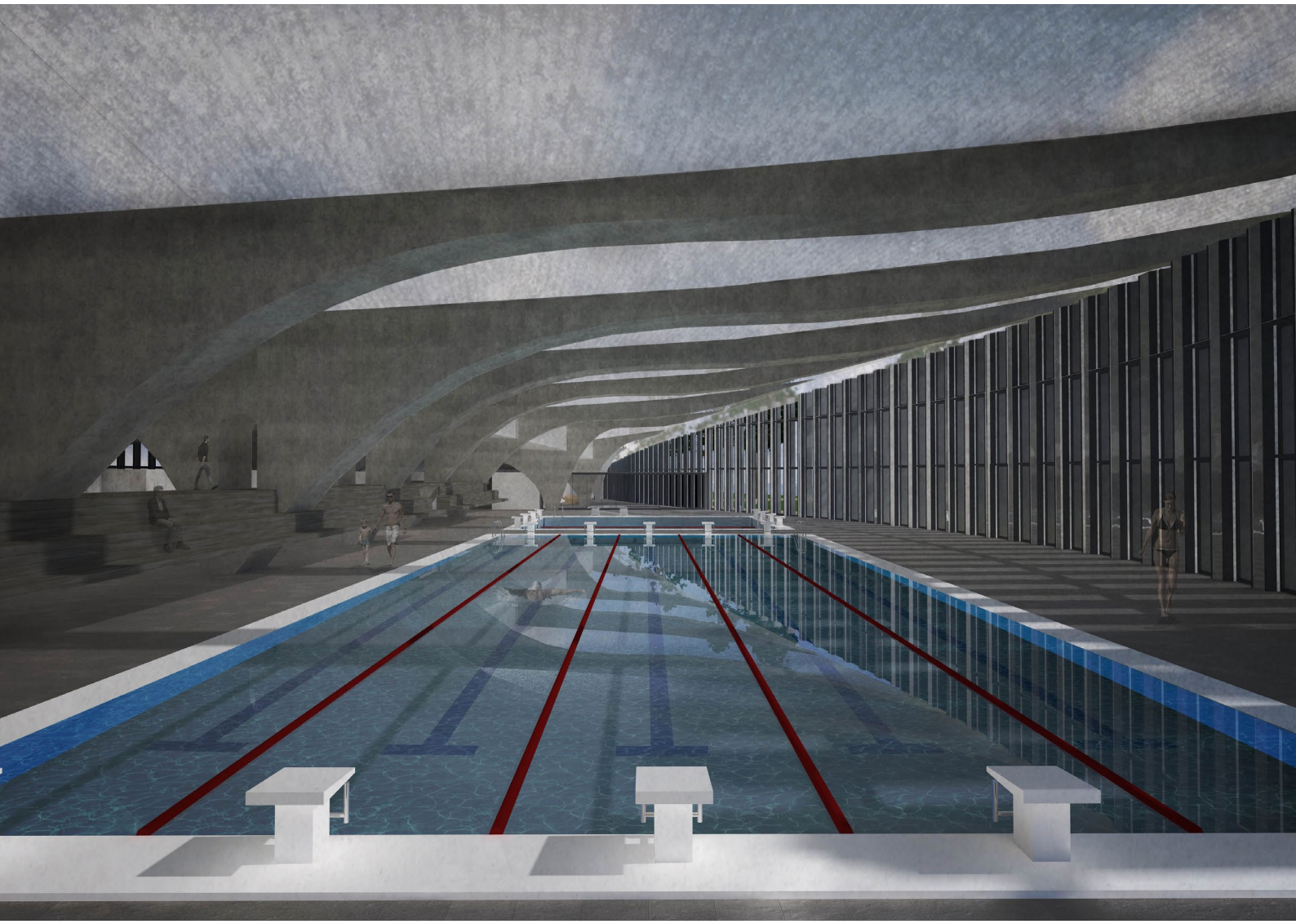




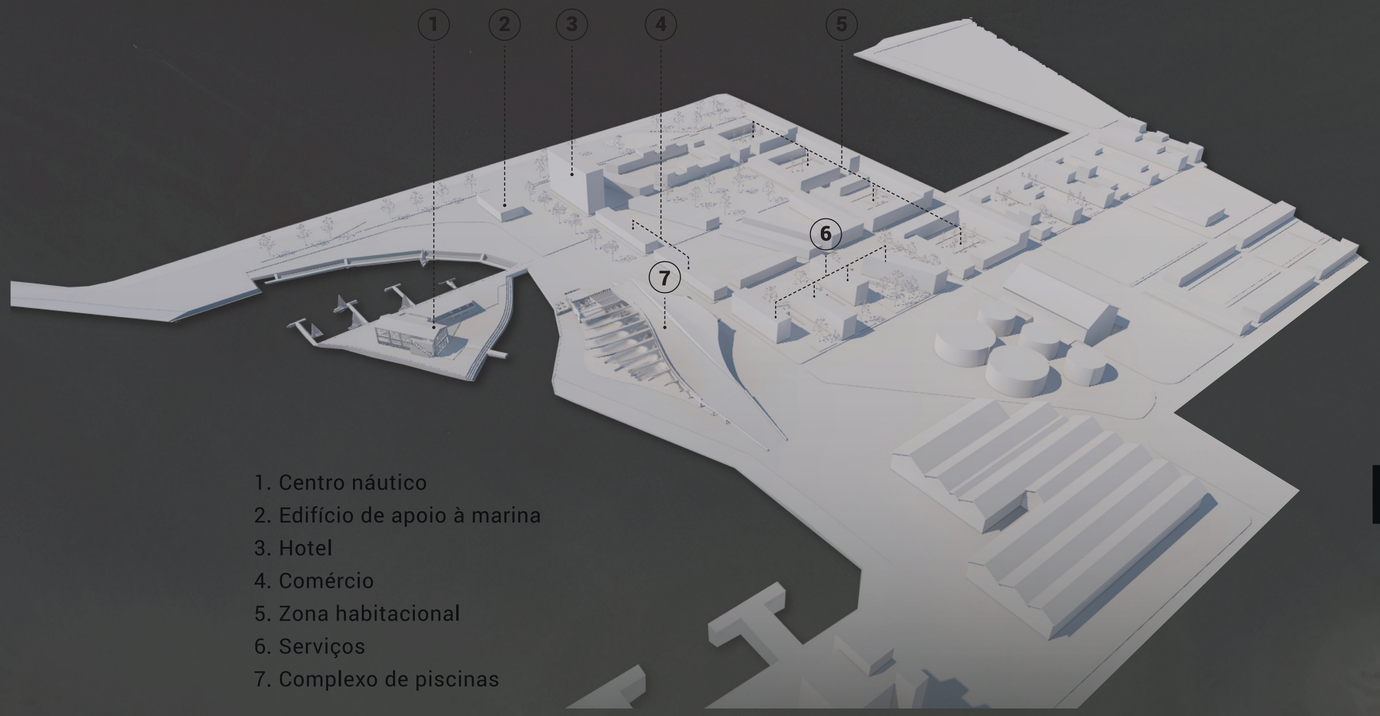








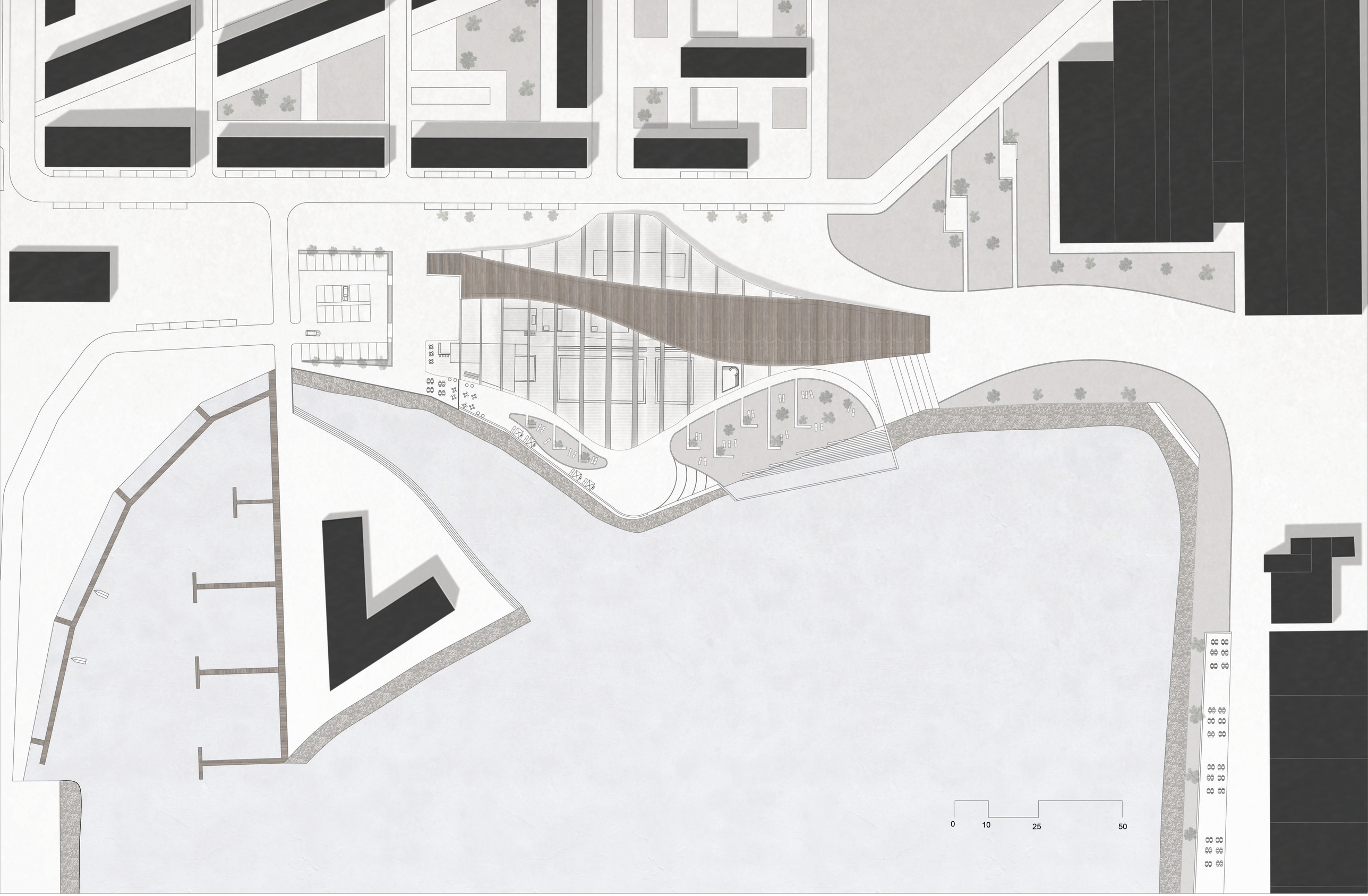
V. Painéis

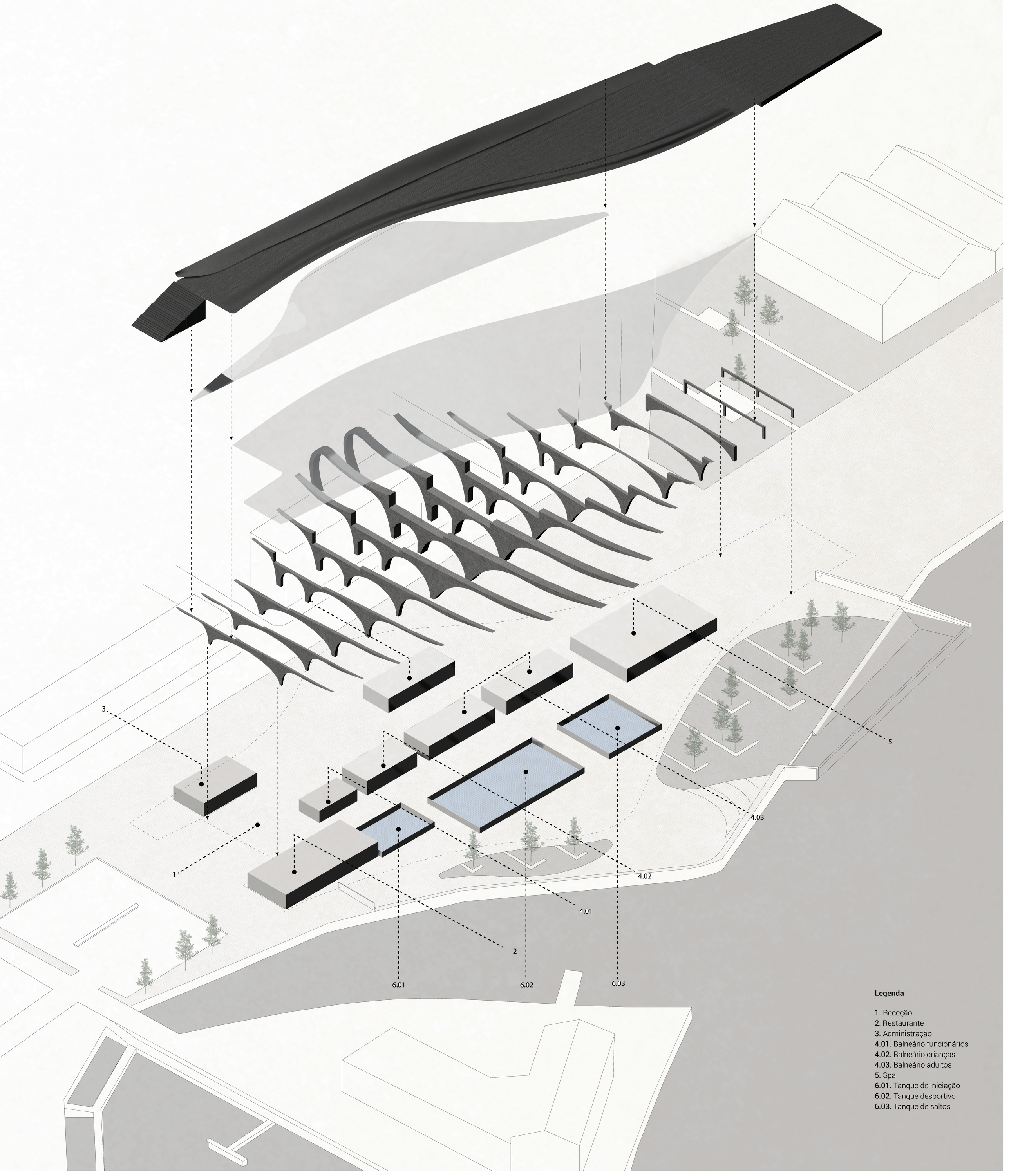


1. Centro náutico
2. Edifício de apoio à marina
3. Hotel
4. Comércio
5. Zona habitacional
6. Serviços
7. Complexo de piscinas

Frente ribeirinha Este | Frente ribeirinha Norte | Frente ribeirinha Oeste

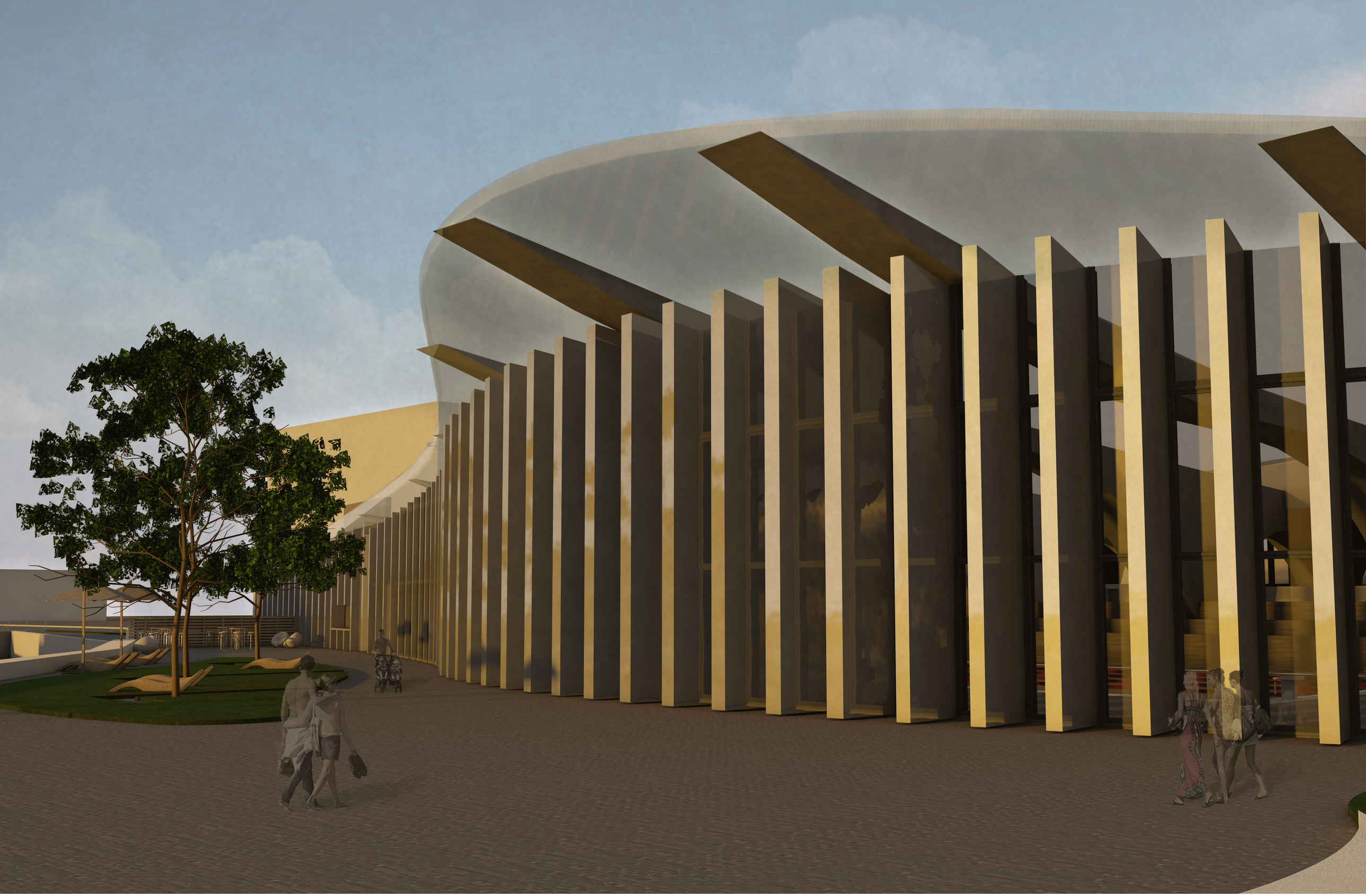
MORFOGÉNESE DIGITAL
Uma abordagem paramétrica ao projeto arquitetónico

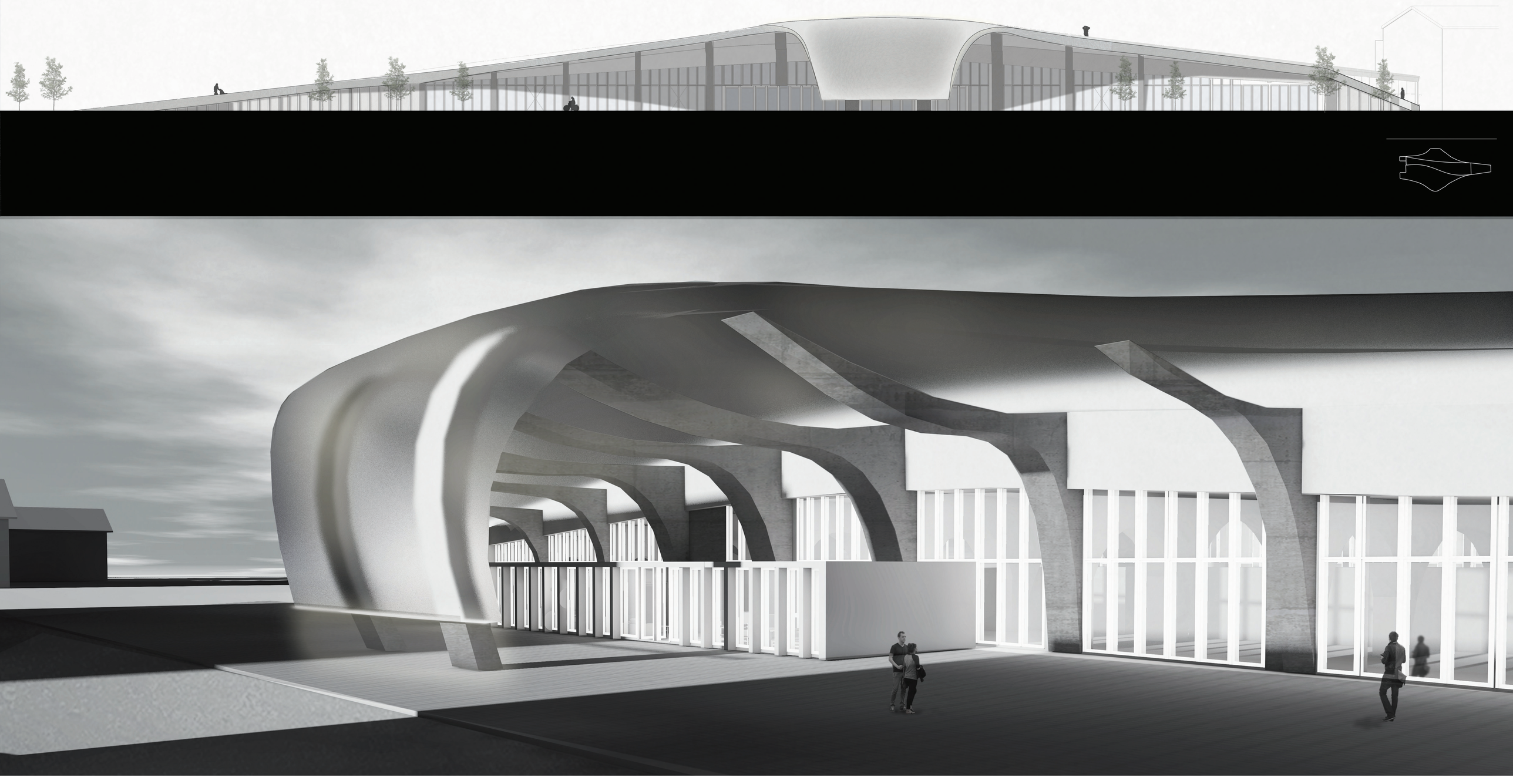

0
10
25
50



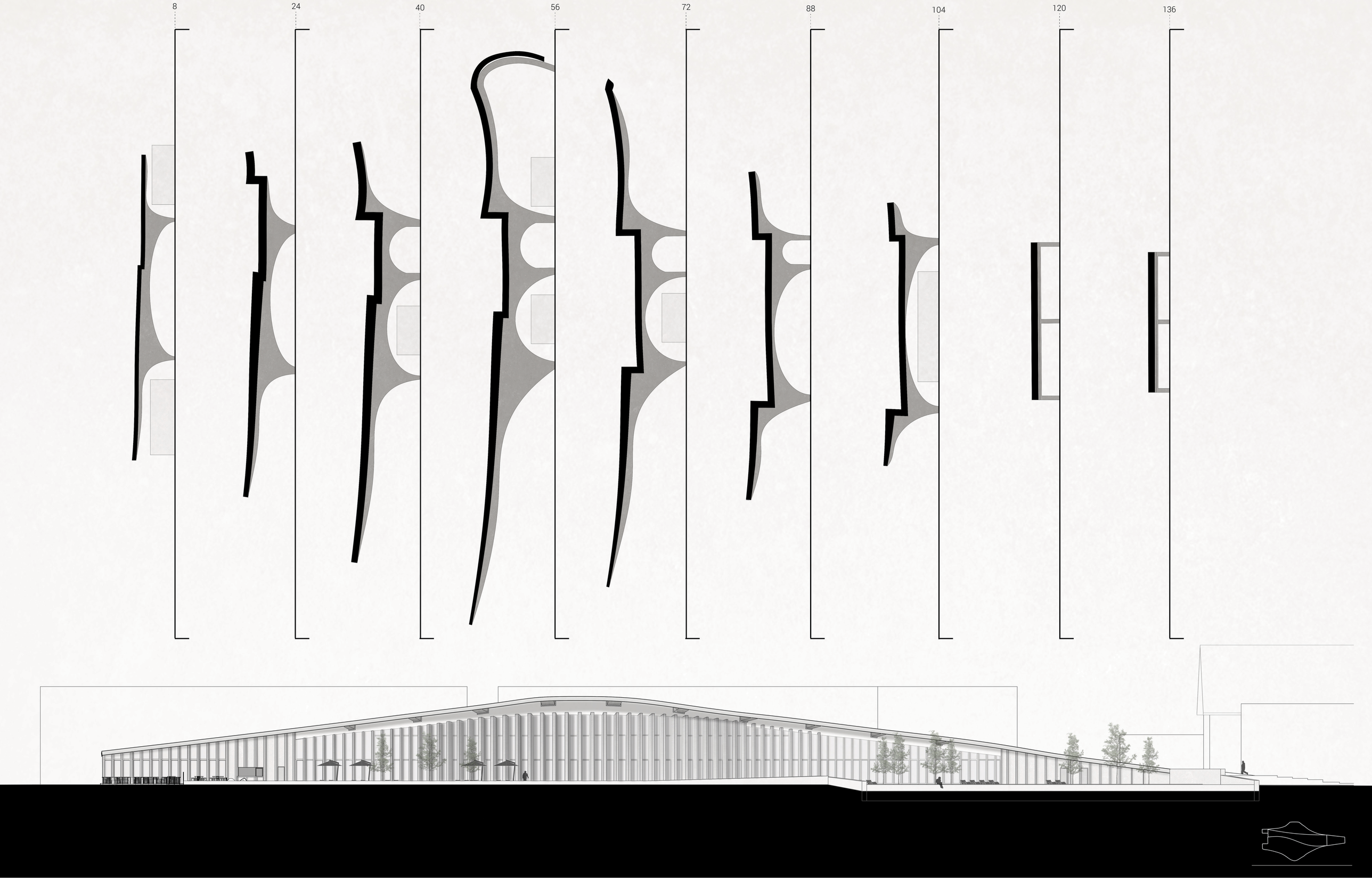
Legenda

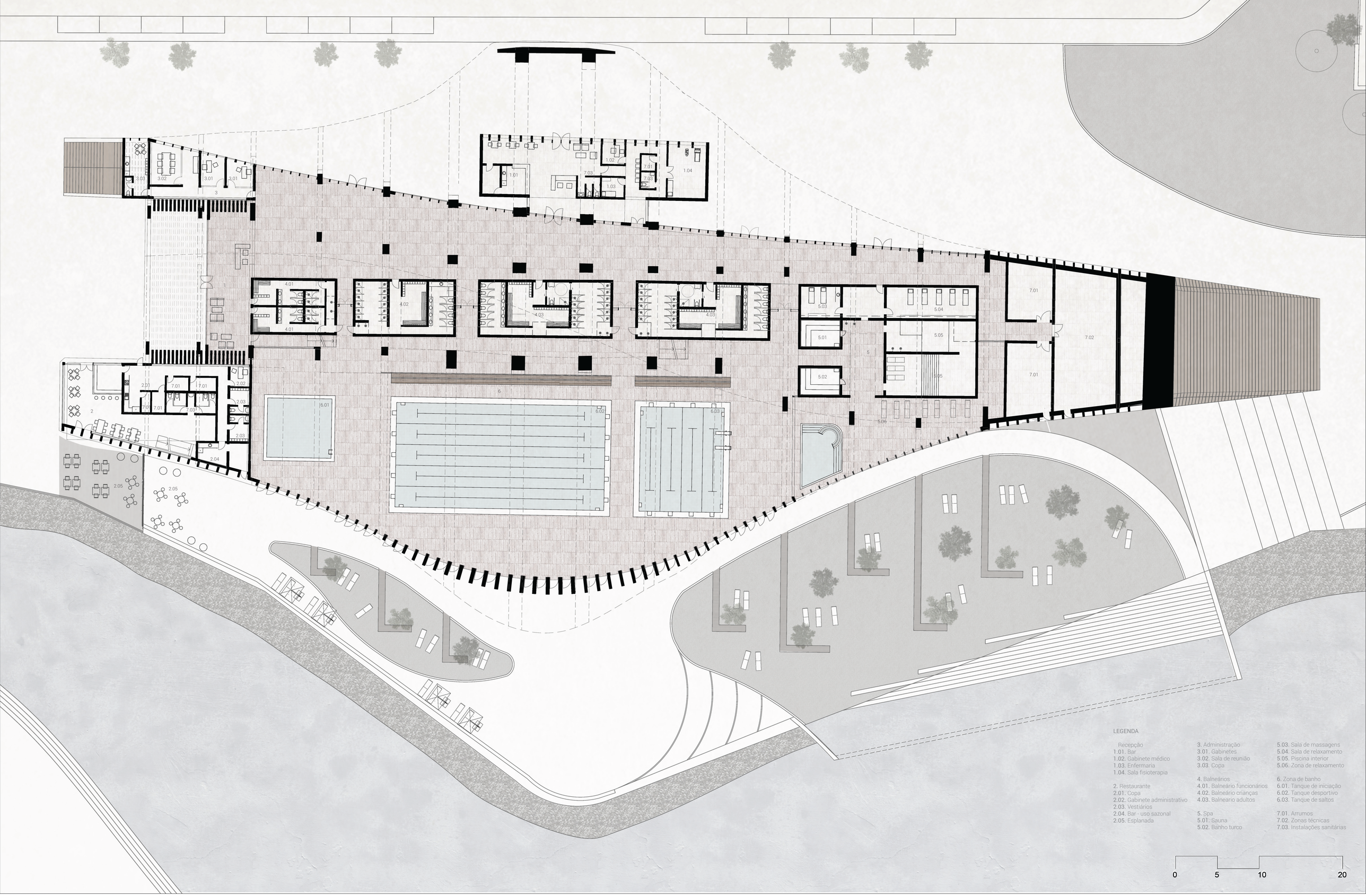
1. Receção
2. Restaurante
3. Administração
4.01. Balneário funcionários
4.02. Balneário crianças
4.03. Balneário adultos
5. Spa
6.01. Tanque de iniciação
6.02. Tanque desportivo
6.03. Tanque de saltos

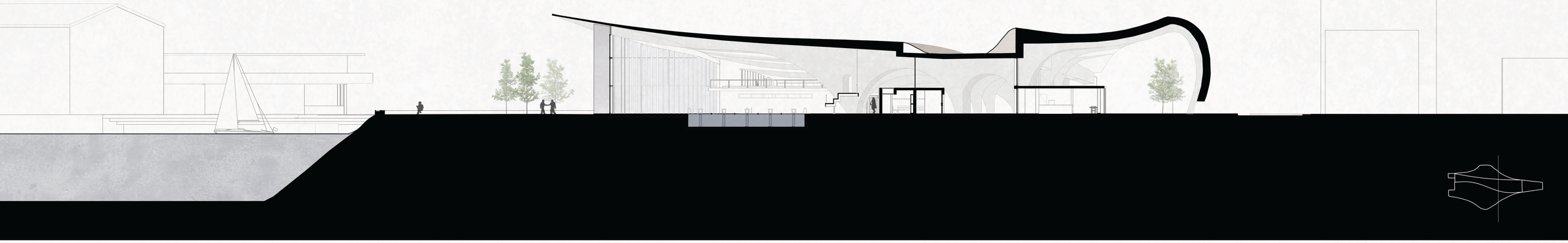


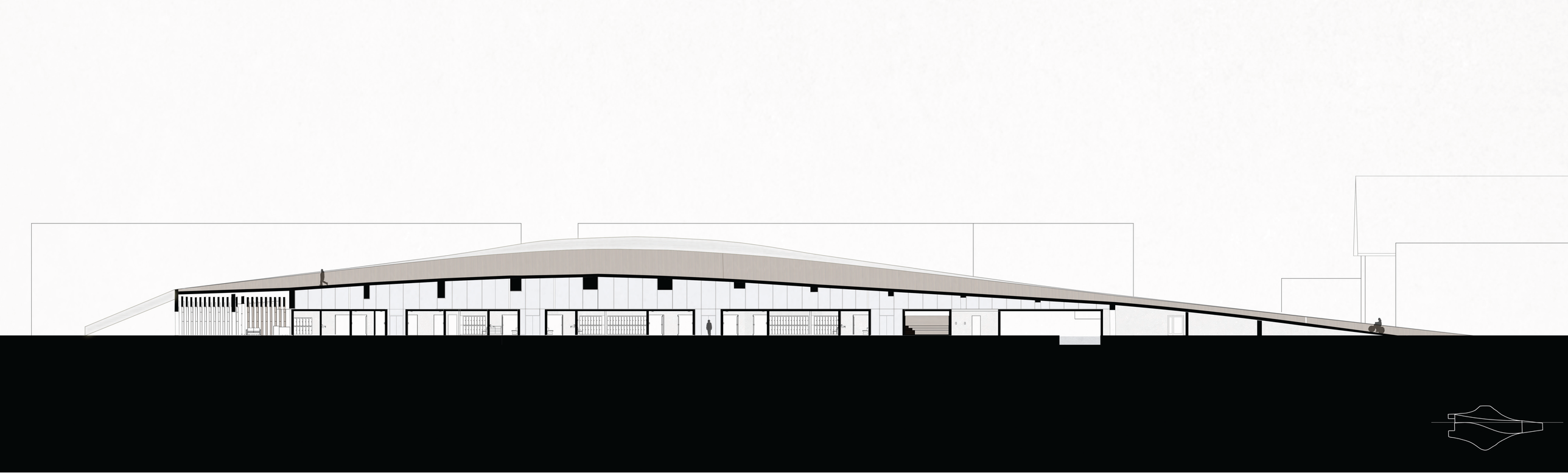


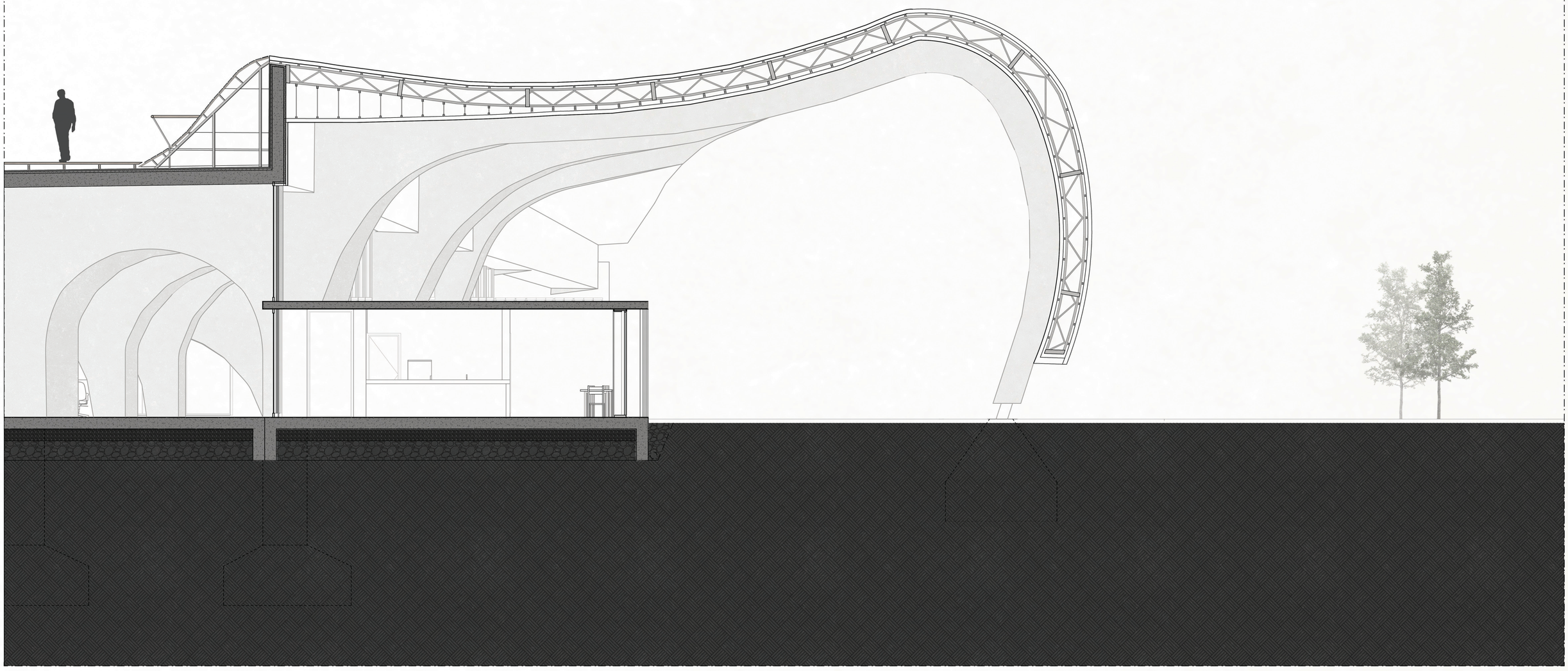
0 5 10 20

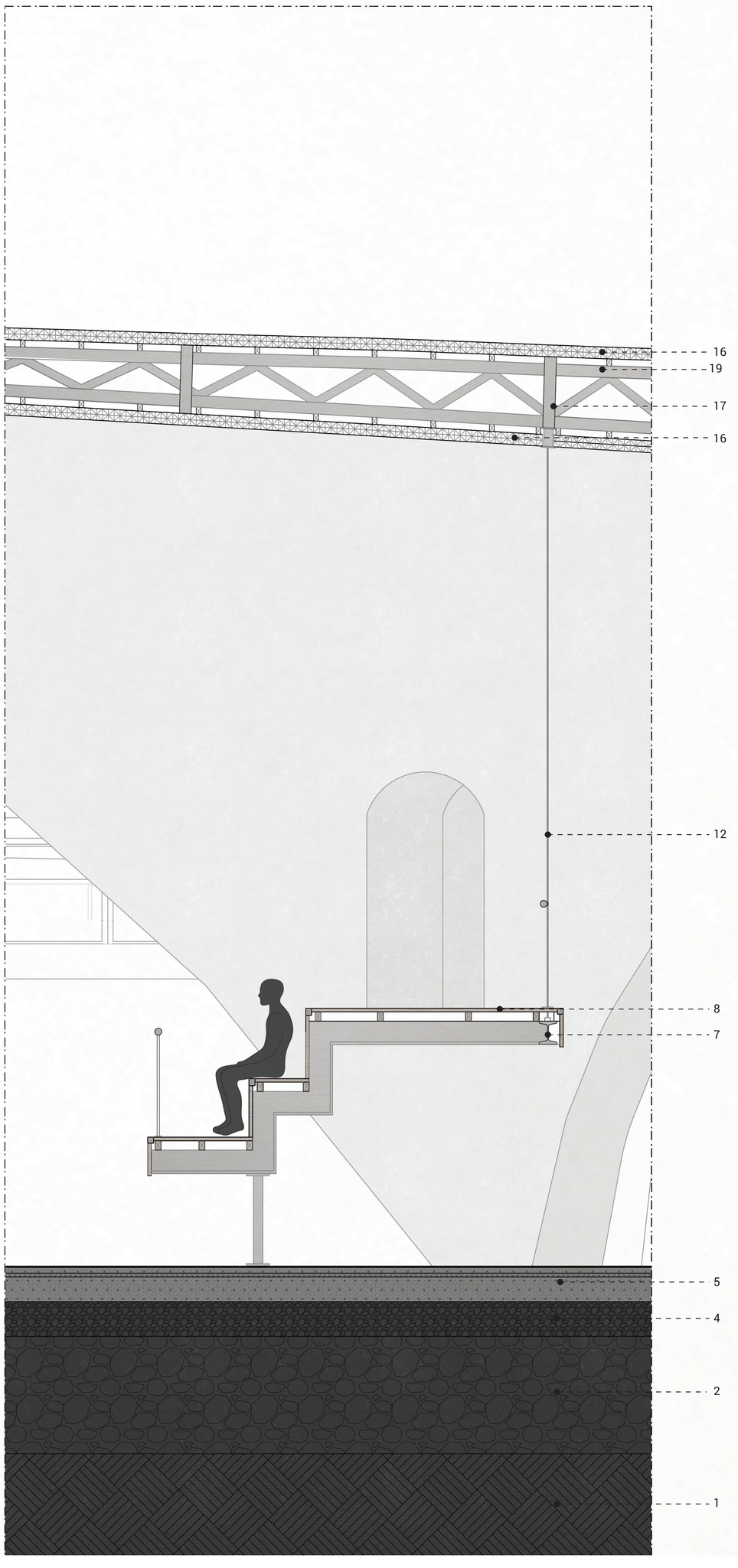

8
24
40
56
72
88
104
120
136

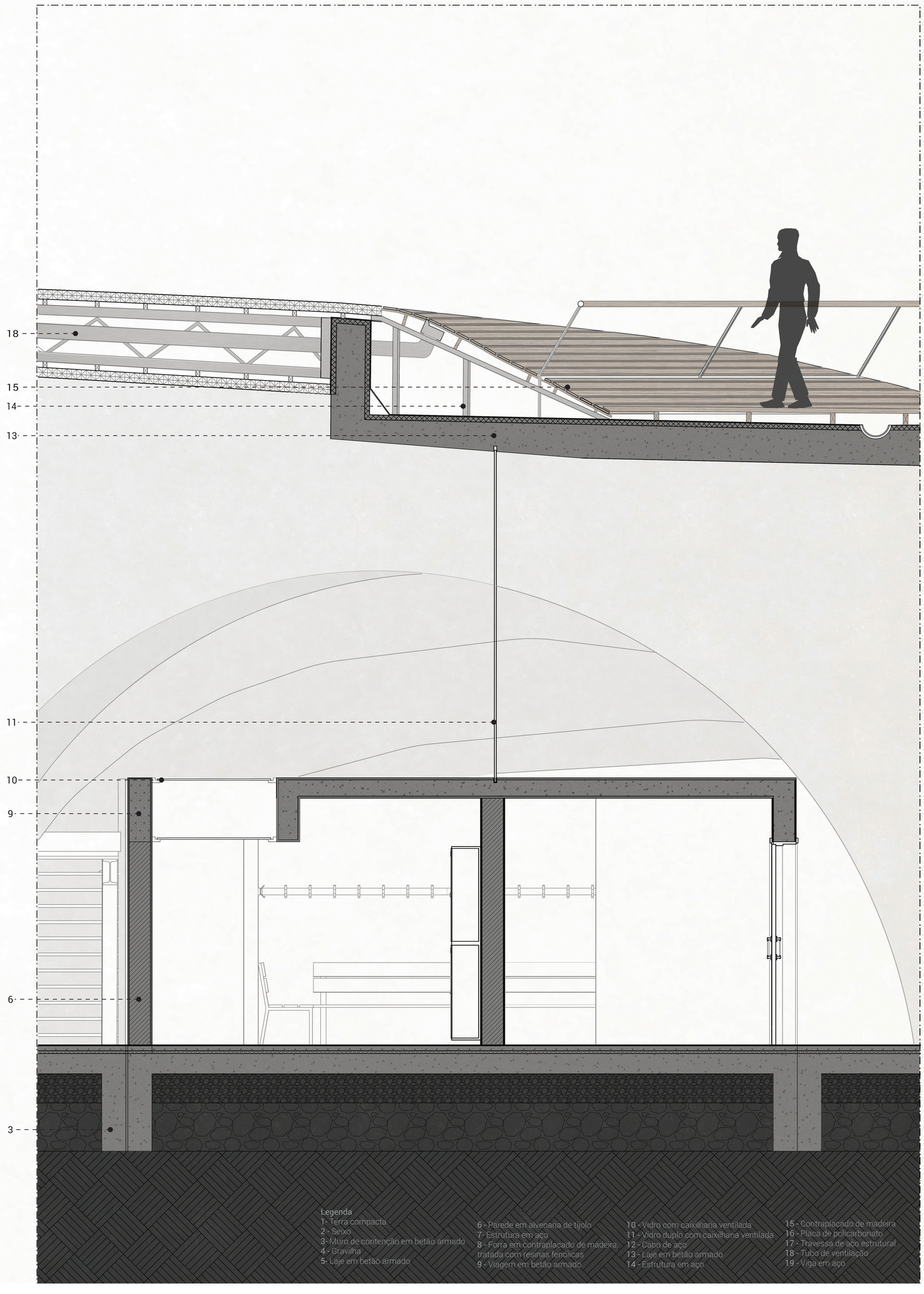

1.01
1.02
1.03
1.04
7.01
7.03
3.01
3.02
3.03
3
4.01
4.02
4.03
5.01
5.02
5.03
5.04
5.05
5.06
7.01
7.02
6
6.01
6.02
6.03
2.01
2.02
2.03
2.04
2.05
2
5
LEGENDA
Recepção
1.01. Bar
1.02. Gabinete médico
1.03. Enfermaria
1.04. Sala fisioterapia
2. Restaurante
2.01. Copa
2.02. Gabinete administrativo
2.03. Vestiários
2.04. Bar - uso sazonal
2.05. Esplanada
3. Administração
3.01. Gabinetes
3.02. Sala de reunião
3.03. Copa
4. Balneários
4.01. Balneário funcionários
4.02. Balneário crianças
4.03. Balneario adultos
5. Spa
5.01. Sauna
5.02. Banho turco
5.03. Sala de massagens
5.04. Sala de relaxamento
5.05. Piscina interior
5.06. Zona de relaxamento
6. Zona de banho
6.01. Tanque de iniciação
6.02. Tanque desportivo
6.03. Tanque de saltos
7.01. Arrumos
7.02. Zonas técnicas
7.03. Instalações sanitárias
0
5
10
20











Legenda

1- Terra compacta
2 - Seixo
3- Muro de contenção em betão armado
4 - Gravilha
5- Laje em betão armado
6 - Parede em alvenaria de tijolo
7- Estrutura em aço
8 - Forra em contraplacado de madeira, tratada com resinas fenólicas
9 - Viagem em betão armado
10 - Vidro com caixilharia ventilada
11 - Vidro duplo com caixilharia ventilada
12 - Cabo de aço
13 - Laje em betão armado
14 - Estrutura em aço
15 - Contraplacado de madeira
16 - Placa de policarbonato
17 - Travessa de aço estrutural
18 - Tubo de ventilação
19 - Viga em aço

