U.PORTO

MESTRADO INTEGRADO

ARQUITETURA

Reimaginar o espaço costeiro

Estratégias de adaptação à subida do nível médio da água do mar no estuário do Cávado

Rafael Santos Boa Nova

M

2026

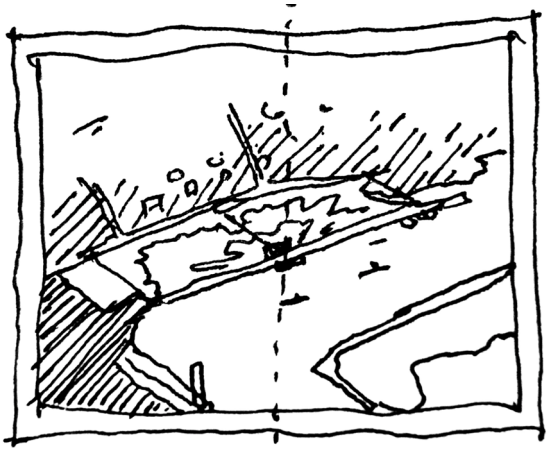
U.PORTO

Rafael Santos Boa Nova. Reimaginar o espaço costeiro
Estratégias de adaptação à subida do nível médio da água do mar no estuário do Cávado

M.FAUP **2026**

Reimaginar o espaço costeiro.
Estratégias de adaptação à subida do nível médio da água do mar no estuário do Cávado
Rafael Santos Boa Nova

FACULDADE DE ARQUITETURA



Reimaginar o espaço costeiro

Estratégias de adaptação à subida do nível médio da água do mar
no estuário do Cávado

Rafael Santos Boa Nova

Sob a orientação de

Prof.ª Doutora Teresa Manuel Almeida Calix Augusto

e a co-orientação de

Prof.ª Doutora Luciana Paiva das Neves

Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto

Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitetura

Agradecimentos

O período de elaboração desta dissertação foi marcado por grandes mudanças, tanto na minha vida pessoal, como na minha vida profissional.

Às minhas orientadoras, a professora Teresa e a professora Luciana, pela dedicação, pelo conhecimento, pela sua partilha e pela contínua disponibilidade durante todo este percurso.

Aos meus pais, Mário e Anabela, obrigado por me permitirem concretizar todos os meus sonhos, pelo aconchego e pelo apoio incondicional. Tudo o que eu conquistei, é graças a vocês.

À minha irmã Maria, por me ver tal como sou.

Aos meus amigos, obrigado pelos momentos que partilhamos, pelas conversas e por todos os risos e sorrisos.

Aos meus amigos e colegas da AIX Arkitekter, pelo entusiasmo, pela aprendizagem e pela oportunidade de trabalhar a seu lado.

Aos Jönssons e Holmbergs, pelo carinho e por acreditarem em mim.

Ao Erik, por fazer da Suécia casa.

Natureza da dissertação

A presente dissertação constitui uma investigação teórico-prática no campo da Arquitetura, tendo como objeto de estudo o estuário do Cávado, no município de Esposende, e integrando o desenvolvimento de uma proposta de intervenção.

Palavras-chave

Espaço Público, Resiliência, Paisagem, Adaptação Costeira, Natureza

Resumo

Ao longo das últimas décadas, o estuário do Cávado, situado no litoral de Esposende, tem evidenciado uma crescente vulnerabilidade costeira, associada a fenómenos de erosão e inundação e agravada pelas alterações climáticas e pela consequente subida do nível médio da água do mar. Estes processos colocam novos desafios à ocupação e transformação dos territórios costeiros, exigindo estratégias de adaptação que conciliem a proteção das áreas vulneráveis, a preservação dos ecossistemas e a utilização do espaço público. Neste contexto, a presente dissertação tem como objeto de estudo a frente litoral de Esposende, na área compreendida entre a restinga de Ofir e o Parque Natural do Litoral Norte.

A frente litoral de Esposende apresenta fortes dinâmicas naturais devido à sua elevada exposição ao mar, à ação das marés, tempestades, ao risco de inundações e à dinâmica sedimentar associada ao rio Cávado. A sua morfologia possui condições particulares que, associadas a fatores antrópicos e às ameaças climáticas, têm contribuído para processos de erosão e perda de biodiversidade que afetam diretamente os ecossistemas da região.

Perante esta problemática, este trabalho procura desenvolver estratégias que consideram a previsão da subida do nível médio da água do mar como mote para uma intervenção arquitetónica. Assumindo o projeto como instrumento de investigação, o exercício tem como objetivo a discussão e elaboração de soluções conscientes das condições urbanas e naturais específicas da frente litoral e estuarina de Esposende, explorando um programa que articule a proteção costeira com o desenho de um espaço público recreativo, potenciando a aproximação à natureza.

A intervenção propõe a criação de uma estrutura em pérgula, equipada com painéis-barreira em sistema de portões, concebida para se adaptar à subida do nível médio da água do mar, controlando a ocorrência de inundações e reduzindo os potenciais danos sobre estruturas, edifícios e ecossistemas presentes na área da reserva natural. Em alguns espaços, a proposta admite a inundação

deliberada e controlada, construindo um sistema resiliente face à incerteza associada aos eventos climáticos. O projeto assenta numa estrutura adaptável às dinâmicas costeiras, integrando dispositivos de dissipação da energia das ondas.

Mediante a articulação da arquitetura com a engenharia, e considerando os fenómenos naturais que caraterizam o estuário, a investigação explora o potencial do projeto de arquitetura e do desenho do espaço público enquanto instrumentos de adaptação dos territórios costeiros. Neste sentido, a proposta procura contribuir para uma abordagem que não apenas reconheça estas transformações, mas que as incorpore como matéria e princípio de projeto.

Abstract*

Over the past decades, the Cávado estuary, located on the coast of Esposende, has become increasingly vulnerable to coastal hazards, particularly erosion and flooding processes, which have been intensified by climate change and the consequent rise in mean sea level. These phenomena pose new challenges to the occupation and transformation of coastal territories, requiring adaptation strategies capable of reconciling the protection of vulnerable areas, the preservation of ecosystems, and the use of public space. Within this context, this dissertation focuses on the coastal frontage of Esposende, specifically the area between the Ofir Spit and the North Coast Natural Park.

The Esposende coastline is characterized by intense natural dynamics resulting from its high exposure to the sea, tidal action, storm events, flood risk, and sedimentary processes associated with the Cávado River. Its morphology presents particular conditions which, combined with anthropogenic factors and climate-related threats, have contributed to erosion processes and biodiversity loss, directly affecting the region's ecosystems.

In response to these challenges, this research develops strategies that take projected sea-level rise as the basis for an architectural intervention. By adopting design as a research tool, the project aims to discuss and formulate solutions that are sensitive to the specific urban and natural conditions of Esposende's coastal and estuarine landscape. It explores a program that combines coastal protection with the design of a recreational public space, fostering a closer relationship between people and nature.

The proposed intervention consists of a pergola structure equipped with barrier panels operating through a gate system, designed to adapt to rising mean sea levels while controlling flooding events and reducing potential damage to structures, buildings, and ecosystems within the natural reserve area. In certain locations, the proposal allows for deliberate and controlled inundation, creating a resilient system capable of responding to the uncertainties associated

with climate-related events. The project is based on an adaptable structure that responds to coastal dynamics while integrating wave-energy dissipation devices.

By articulating architecture and engineering, and considering the natural processes that characterize the estuary, this research explores the potential of architectural design and public space planning as tools for the adaptation of coastal territories. In this sense, the proposal seeks to contribute to an approach that not only acknowledges these transformations but also incorporates them as both material and guiding principles of the design process.

*Tradução realizada com o apoio do Microsoft Copilot

Sumário

Agradecimentos IV
Natureza da dissertação | Palavras-chave VI
Resumo | Abstract VII

Motivação | Introdução 14

1 | Projetar a adaptação costeira
1.1 | Sistemas costeiros: dinâmicas, vulnerabilidade e resiliência 18
1.2 | Projetar com a natureza e a engenharia 20
1.2.1 | As três componentes do risco 21
1.2.2 | O papel dos ecossistemas naturais nas estratégias de adaptação costeira 24
1.2.3 | Estratégias de adaptação costeira 25
1.3 | Projetar o espaço público costeiro 35
1.4 | "*KustVisie*": um modelo integrado de adaptação costeira 39

2 | Uma proposta para o estuário do Cávado
2.1 | Caraterização do estuário do Cávado 46
2.2 | Estratégia de intervenção 53
2.3 | Programa 55
2.4 | Projeto 56
2.4.1 | Relações 57
2.4.2 | Espaços 59
2.4.3 | Materialidade 81
2.4.4 | A restinga de Ofir 87
2.4.5 | Cenários de adaptação 91

Considerações finais | Um projeto em aberto 95

Glossário 101
Referências bibliográficas 103
Créditos de Imagem 107
Lista de desenhos 112

Motivação

Cresci perto do mar, fascinado pela sua força e pela sua beleza. Em criança, brinquei nos extensos areais e andei pelas rochas a observar os pequenos peixes.

O meu interesse pelo mar ganhou uma dimensão académica através de uma aula de Urbanística 2, na Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto, sob a responsabilidade da professora Teresa Calix e dedicada ao tema da água, que contou com a participação da professora convidada Luciana das Neves, a 11 de março de 2024, que abordou as estratégias de adaptação climática à subida do nível médio da água do mar.

Em agosto de 2024, quando me mudei para Estocolmo, inicialmente ao abrigo do programa Erasmus+, convivi com uma cultura diferente e pude também compreender a relação desta cidade com a água. A escolha dos estúdios "*Urban Waterlines*", no outono de 2024, e "*Island*", na primavera de 2025, na Kungliga Tekniska högskolan, permitiu-me refletir sobre a relação da arquitetura com os territórios costeiros, através de *workshops* e de exposições organizadas no âmbito destas unidades curriculares. Estas experiências permitiram-me reconhecer de que forma a arquitetura pode ter um papel fundamental na relação entre as pessoas, o espaço público e a natureza.

Desde que vivo na Suécia, tenho observado a importância atribuída à natureza na qualificação do espaço público. Quando a consciência ambiental, política, cultural e social integra um projeto, nomeadamente de espaço público, este pode adquirir também uma dimensão pedagógica, contribuindo para uma maior consciência e valorização coletiva das questões ambientais.

No regresso aos lugares do litoral gaiense, que me trazem um sentido de pertença, observo as mudanças na paisagem e o recuo dos areais, adquirindo uma maior sensibilidade à degradação dos ecossistemas costeiros, agravada pelas alterações climáticas.

Refletir sobre a arquitetura a partir da relação da cidade com o litoral pareceu-me, não só relevante, mas também urgente e pessoal.

Introdução

O presente trabalho procura explorar o papel que a arquitetura pode desempenhar na adaptação dos territórios costeiros aos efeitos das alterações climáticas, tomando a água como elemento central da investigação e do projeto.

Os territórios costeiros englobam ecossistemas complexos, caraterizados por processos naturais e contínuos mas também sujeitos a riscos crescentes, associados às alterações climáticas e às atividades humanas, nomeadamente à erosão, à inundação e aos efeitos da subida do nível médio da água do mar, tornando urgente o desenvolvimento de estratégias e a implementação de intervenções de proteção e adaptação.

As soluções de proteção costeira têm sido frequentemente dominadas por uma lógica predominantemente técnica e defensiva, que pode não considerar suficientemente as dimensões espacial, paisagística, ambiental e patrimonial dos territórios em que se inserem.

Simultaneamente, a crescente vulnerabilidade dos territórios costeiros perante fenómenos de erosão e inundação compromete a segurança das comunidades que habitam o litoral, as infraestruturas e a biodiversidade, e constitui o problema que justifica a pertinência desta investigação.

O estuário do Cávado foi escolhido como caso de estudo desta dissertação, por se tratar de um lugar em que a água assume um caráter identitário na relação entre a cidade e a paisagem. A sua posição e elevada exposição ao mar, associadas às dinâmicas estuarinas e sedimentares e aos efeitos das alterações climáticas, tornam este território particularmente vulnerável a fenómenos de erosão e inundação, com consequências sobre os ecossistemas costeiros, a biodiversidade e as áreas urbanizadas.

Neste contexto, a investigação procura responder à seguinte questão: de que modo pode o projeto de arquitetura contribuir para estratégias de adaptação dos territórios costeiros à subida do nível médio da água do mar, articulando proteção, qualificação do espaço

público e valorização dos sistemas naturais?

O objetivo desta investigação centra-se na reflexão sobre o papel da arquitetura na intervenção nos territórios costeiros e sobre o modo como a articulação entre a arquitetura e a engenharia pode permitir uma abordagem mais integrada das estratégias de adaptação.

Foi desenvolvido um enquadramento teórico, através da análise de bibliografia, de relatórios científicos e de cartografia, complementado pelo estudo de um caso de referência para o desenvolvimento de um projeto experimental que estabelece uma relação entre o planeamento urbano, a engenharia costeira e a proteção ambiental. A análise de diferentes soluções de proteção costeira e a leitura territorial e paisagística do estuário permitiram caraterizar o caso de estudo e fundamentar a proposta desenvolvida na componente prática.

O trabalho apresenta-se estruturado em duas partes. O primeiro capítulo desenvolve o enquadramento teórico da investigação, abordando as dinâmicas naturais e o contributo da engenharia e da arquitetura para a intervenção nos territórios costeiros. No segundo capítulo, os conhecimentos adquiridos são aplicados ao caso de estudo de Esposende e no desenvolvimento de uma proposta experimental de adaptação que procura articular questões formais, técnicas e programáticas, explorando o modo como a proteção costeira pode conciliar as exigências de defesa com a qualificação espacial, paisagística e ambiental do litoral.

1 | Projetar a proteção costeira

1.1 | Sistemas costeiros: dinâmicas, vulnerabilidade e resiliência

As zonas costeiras são, por natureza, sistemas dinâmicos, sujeitos a processos contínuos de erosão, sedimentação e variações do nível do mar. De acordo com as avaliações científicas do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC)[1], estes territórios exigem medidas de gestão e adaptação mesmo na ausência de alterações climáticas, devido à sua vulnerabilidade intrínseca às tempestades, ao recuo da linha de costa e à instabilidade morfo-sedimentar. As alterações climáticas, contudo, agravam significativamente estes processos, aumentando a urgência na implementação de estratégias de adaptação robustas.

Os sistemas costeiros compreendem a área ou extensão dos ecossistemas costeiros, nos quais se integram os sistemas naturais, como praias, dunas, sapais, estuários, entre outros, que estabelecem a definição dos limites ou linhas de costa.[2] Apesar das suas vantagens, como a regulação dos ecossistemas e o seu interesse cultural, estes sistemas apresentam uma crescente vulnerabilidade a tempestades e extremos climáticos, influenciada também pela ação humana.

Os sistemas humanos, por sua vez, compreendem as infraestruturas e os espaços construídos nas zonas costeiras, como o edificado, sistemas de drenagem e outros sistemas críticos, bacias e instalações portuárias, redes de transporte e navegação, assim como por atividades ligadas ao turismo, ao lazer e à pesca, entre outras.[3]

---

1 Wong, P. P.; Losada, I. J.; Gattuso, J.-P.; Hinkel, J.; Khattabi, A.; McInnes, K. L.; Saito, Y.; Sallenger, A. – "*Coastal systems and low-lying areas*". In Field, C. B. et al., eds. – Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2014, p. 361–409.

2 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) – "*Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change"*. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. Chapter 3: Oceans and Coastal Ecosystems and Their Services, p. 381.

3 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) – "*Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*." Cambridge: Cambridge University Press, 2022. Chapter 6: Cities, Settlements and Key Infrastructure, p. 895–912.

O aquecimento global, identificado pelo IPCC como um dos sinais mais evidentes das alterações climáticas induzidas pela ação humana [4], intensifica os impactos nos ecossistemas costeiros através do aumento da temperatura média da atmosfera e dos oceanos, da maior frequência de eventos extremos e da contínua fusão dos glaciares, que contribui para a subida gradual do nível médio da água do mar. A incerteza quanto ao ritmo desta subida constitui um desafio adicional para a gestão do risco, exigindo medidas de adaptação que sejam flexíveis e capazes de responder a diferentes cenários de futuro. Esta variabilidade reduz a estabilidade dos sistemas costeiros e aumenta o risco de desequilíbrios que afetam a biodiversidade e o funcionamento dos ecossistemas, incluindo os processos de reprodução, dispersão e sobrevivência das espécies.

A vegetação costeira desempenha um papel essencial na manutenção da integridade destes sistemas, funcionando como fonte de alimento e abrigo para a fauna e contribuindo simultaneamente para a fixação sedimentar. [5] Os ecossistemas dunares, em particular, reforçam a resiliência costeira, melhorando a capacidade do litoral para atenuar os impactos das tempestades, como inundações, ventos fortes e episódios de marés vivas, bem como para responder à subida gradual do nível médio da água do mar.

A perda desta resiliência, acelerada tanto por pressões humanas diretas como pelos efeitos das alterações climáticas, facilita a perda por transporte e remoção de sedimentos e potencia o recuo da linha de costa. Este processo aumenta a vulnerabilidade das zonas costeiras, intensificando os efeitos da degradação do território e reduzindo a capacidade dos ecossistemas para desempenharem o seu papel protetor e regulador.[6]

---

4 Wong, P. P. et al. – Op. cit., p. 367–368.

5 Chapman, D. M., ed. – "*Coastal Dune Management: A Manual of Coastal Dune Management and Rehabilitation Techniques"*. Sydney: NSW Department of Land and Water Conservation, 2001, p. 19–20.

6 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) – *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. Chapter 3: Oceans and Coastal Ecosystems and Their Services, p. 443–446.

1.2 | Projetar com a natureza e com a engenharia

A manutenção da integridade dos sistemas naturais e a sua recuperação através de intervenções de engenharia aplicadas à proteção costeira têm como objetivo preservar e restaurar os ambientes costeiros, que funcionam como barreiras naturais, face aos riscos associados às alterações climáticas. A necessidade de preservação do meio natural reflete uma melhor compreensão do papel dos ecossistemas na diminuição do risco costeiro, constituindo uma condição essencial para reforçar e recuperar a sua resiliência.

Os ambientes costeiros marinhos e estuarinos são sistemas complexos, ricos em biodiversidade e sujeitos a um equilíbrio dinâmico[7] que depende do balanço entre a agitação marítima, as marés, o transporte sedimentar, entre outros fatores. Fatores antrópicos, como as pressões urbanísticas nas frentes marítimas e o agravamento das condições ambientais por efeito das alterações climáticas, tendem a romper esse estado de equilíbrio dinâmico, acentuando a degradação ambiental e intensificando o risco costeiro. Assim, a compreensão dos diferentes elementos e processos que constituem estes espaços é essencial para que a sua proteção seja assegurada.

[f01]



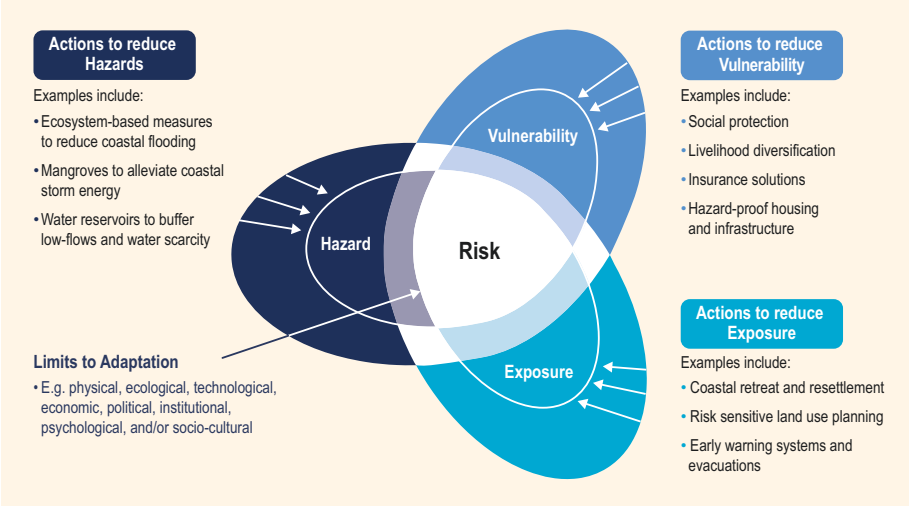
[f01] Renderização de um dique que integra soluções baseadas na natureza, *Engeneering With Nature*

7 Dean, R. G.; Dalrymple, R. A. – "*Coastal Processes with Engineering Applications"*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. Chapter 1, p. 3.

1.2.1 | As três componentes do risco

O risco pode ser descrito como o resultado da interação entre três componentes, o perigo ("*hazard*"), a exposição ("*exposure*") e a vulnerabilidade ("*vulnerability*"). Este não é apenas determinado pela ocorrência de eventos climáticos extremos, mas pelo conjunto de caraterísticas e elementos que podem ser afetados, como a população, o espaço costeiro e os ecossistemas, as infraestruturas, entre outros. [8]

[f02]



[f02] Esquema do Resumo Técnico do IPCC (2019) sobre a redução de riscos através de um modelo de intervenção assente nas três componentes do risco.

O perigo ("*hazard*") é definido, de acordo com o IPCC, como a possibilidade de ocorrência de um evento climático extremo capaz de provocar danos físicos e materiais a comunidades, infraestruturas ou ecossistemas[9]. A frequência e a intensidade destes eventos, bem como a localização das áreas mais suscetíveis, são influenciadas por processos naturais como a erosão, a geomorfologia, e pela

8 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) – "*Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change."* Cambridge: Cambridge University Press, 2022. Chapter 1: Point of Departure and Key Concepts, Section 1.2.1.1 Risk Framing, p. 132–133.

9 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) – "*Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the IPCC"*. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. Chapter 1: Framing, Context, and Methods, Cross-Chapter Box 1.3: Risk and the Climate System, p. 201.

ação humana, como as alterações climáticas, o desenvolvimento urbano perto de zonas de risco e a destruição de dunas resultante da pressão do turismo costeiro.[10] Assim, mesmo que o perigo seja uma componente do risco, não determina por completo o seu impacto.

A exposição ("*exposure*") refere-se à presença de pessoas, infraestruturas e ecossistemas, entre outros, em zonas onde eventos climáticos extremos possam ocorrer.[11] Esta descreve os elementos, naturais ou artificiais, localizados em zonas de risco e é influenciada por fatores como o crescimento da população, o desenvolvimento urbano, entre outros. O desenvolvimento urbano na proximidade do espaço costeiro, em particular em áreas suscetíveis a eventos climáticos extremos, aumenta, por exemplo, o grau de exposição ao risco. A exposição é, por isso, outra componente necessária para avaliar o risco, mas não suficiente para o caraterizar.

A vulnerabilidade estabelece a relação da exposição relativamente ao perigo, isto é, a eventualidade dos elementos expostos sofrerem danos quando sujeitos ao perigo.[12] Ao contrário da exposição, a vulnerabilidade avalia a suscetibilidade dos elementos expostos aos efeitos adversos provocados por eventos climáticos extremos e qual a capacidade de recuperação após esses eventos. Esta vulnerabilidade é influenciada por condições sociais, económicas, ambientais e políticas e é um fator dinâmico, pois varia de acordo com a localização e os níveis de pobreza da população e depende da resiliência de uma determinada condição urbana ou natural. No entanto, a vulnerabilidade é uma componente do risco que pode ser reduzida através de estratégias de planeamento urbano, políticas públicas e medidas de proteção e preservação dos ecossistemas

---

10 Glavovic, B. C.; Dawson, R.; Chow, W.; Garschagen, M.; Haasnoot, M.; Singh, C.; Thomas, A. – "*Cross-Chapter Paper 2: Cities and Settlements by the Sea"*. In *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2022, p. 2169–2170.

11 Ara Begum, R.; Lempert, R.; Ali, E.; Benjaminsen, T. A.; Bernauer, T.; Cramer, W.; Cui, X.; Mach, K.; Nagy, G.; Stenseth, N. C.; Sukumar, R.; Wester, P. – "*Point of Departure and Key Concepts". In Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge: Cambridge University Press, 2022, p. 133.

12 Ara Begum, R. et al. – Ibidem.

naturais costeiros.[13]

Consequentemente, o risco é tanto maior quanto mais intenso e frequente for o perigo, maior for a exposição, e quanto maior em número e mais significativos forem os elementos expostos aos efeitos adversos provocados por eventos climáticos extremos. Para além disso, a exposição e a vulnerabilidade são influenciadas diretamente pela ação humana, nomeadamente pelo desenvolvimento urbano, por mecanismos financeiros e estratégias de adaptação que contribuem para reduzir ou, pelo contrário, reforçar a exposição e a vulnerabilidade aos riscos climáticos. Contudo, para a diminuição do risco, é fundamental priorizar o reforço da resiliência costeira no planeamento e no desenvolvimento das zonas costeiras através de estratégias de desenvolvimento sustentável do território.[14]

---

13 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) – "*Summary for Policymakers*". In *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2022, p. 29.

14 Ara Begum, R.; Lempert, R.; Ali, E.; Benjaminsen, T. A.; Bernauer, T.; Cramer, W.; Cui, X.; Mach, K.; Nagy, G.; Stenseth, N. C.; Sukumar, R.; Wester, P. – "*Point of Departure and Key Concepts*". In *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2022, p. 145.

1.2.2 | O papel dos ecossistemas naturais nas estratégias de adaptação costeira

Os ecossistemas naturais costeiros são essenciais do ponto de vista ambiental, mas também desempenham um papel fundamental enquanto agentes de adaptação climática. Estes ecossistemas podem funcionar como elementos ativos de proteção costeira, capazes de amenizar os efeitos e os danos provocados por eventos climáticos extremos, mas que também proporcionam benefícios ecológicos que contribuem para a qualificação do espaço construído: "*Where sufficient space is available Ecosystem-based Adaptation can both reduce coastal risks and provide multiple other benefits*".[15]

Os ecossistemas fornecem importantes serviços de regulação, incluindo a dissipação da energia das ondas, a redução dos impactos associados a tempestades, a retenção e estabilização de sedimentos e o controlo da erosão costeira. Deste modo, atuam como infraestruturas naturais de proteção, reforçando a resiliência costeira enquanto promovem a conservação da biodiversidade e a manutenção dos serviços dos ecossistemas.

Assim, a conservação e o restauro dos ecossistemas geram múltiplos benefícios, tornando as soluções associadas aos sistemas naturais ou híbridos uma medida de adaptação simultaneamente eficaz, sustentável e capaz de reforçar a resiliência das zonas costeiras.

15 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) – "*IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate"*. Cambridge: Cambridge University Press, 2019, p. 325.

1.2.3 | Estratégias de adaptação costeira

A adaptação costeira combina habitualmente diferentes medidas e estratégias, tendo em conta as condições ambientais, económicas e sociais.

Este processo deve considerar o risco e a sua evolução ao longo da vida útil da intervenção, assumindo a incerteza associada à sua previsão como uma condição de projeto. A definição de estratégias e percursos de adaptação permite desenvolver soluções que possam reduzir e prevenir perdas e danos provocados, tanto no espaço natural como nos sistemas sociais, económicos e institucionais. Assim, mesmo na presença de sistemas de proteção costeira, importa reconhecer que subsiste sempre um determinado nível de risco residual.

O risco tolerável[16] corresponde ao nível de risco residual que a sociedade está disposta a aceitar após a implementação das medidas de adaptação. À medida que os perigos se intensificam ou que as condições de exposição e vulnerabilidade se alteram, esse risco residual pode aumentar até um ponto em que as medidas existentes deixam de assegurar níveis adequados de proteção. Quando os danos potenciais ultrapassam os limiares considerados aceitáveis, o risco torna-se intolerável, atingindo-se o limite de adaptação dessa estratégia ou intervenção, podendo ser necessário atualizar, reforçar ou substituir as medidas existentes, ou adotar uma estratégia de adaptação diferente.

O IPCC define limites de adaptação ("*adaptation limits*"[17]) como

---

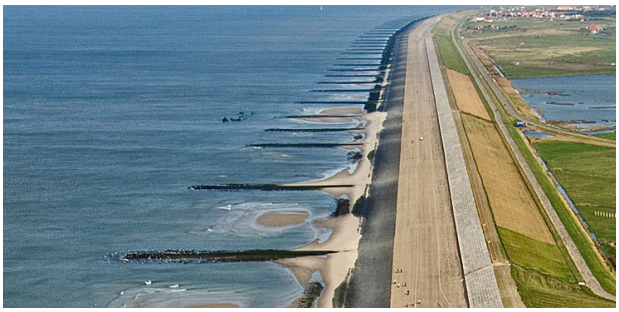
16 O'Neill, B., van Aalst, M., Zaiton Ibrahim, Z., Berrang Ford, L., Bhadwal, S., Buhaug, H., Camilloni, I., Dietz, S., Djalante, R., Jawhusiri, W., Mach, K. J., Mechler, R., New, M., O'Brien, K., O'Neill, M. S., Parmesan, C., Runting, R. K., Schipper, E. L. F., & Thomas, A. (2022). Key Risks across Sectors and Regions. In H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, & B. Rama (Eds.), *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, p. 2411-2538)

17 Ara Begum, R.; Lempert, R.; Ali, E.; Benjaminsen, T. A.; Bernauer, T.; Cramer, W.; Cui, X.; Mach, K.; Nagy, G.; Stenseth, N. C.; Sukumar, R.; Wester, P. – "*Point of Departure and Key Concepts*". In *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2022, p. 165.

os pontos a partir dos quais as medidas de adaptação deixam de ser capazes de reduzir os riscos para níveis aceitáveis ou de evitar impactos considerados intoleráveis. Reconhece-se a adaptação costeira como um processo contínuo ao invés de uma solução definitiva. No relatório "*IPCC Sixth Asessment Report*" explica-se que a adaptação estabelece uma conexão entre medidas imediatas e planeamento futuro: "*near term adaptation actions with predeterminated future thresholds*"[18] na qual a observação destes limites provoca ações consequentes.

Estratégia de Proteção *("Protection")*

[f03]



[f03] Vista aérea da estrutura de defesa costeira de Hondsbossche Zeewering, Países Baixos

A Proteção ou "*Protection*" consiste na defesa dos espaços costeiros contra eventos de clima extremo, como inundações e erosão, através de barreiras como por exemplo, diques, revestimentos, quebra-mares, entre outros dispositivos. Pode ainda ser compreendida segundo o tipo de abordagem, dependendo de o objetivo da intervenção ser a defesa da posição atual da linha de costa (*"Hold the Line"*) ou a conquista de terreno em direção ao mar *("Attack or advance the line"*).

A implementação deste tipo de estratégia é, muitas vezes, justificada do ponto de vista económico, principalmente em zonas mais urbanizadas, uma vez que a necessidade de proteção da população e das infraestruturas é maior e mais consequente: "*For densely populated urban low elevation areas, including continental and island*

18 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) – "*Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*." Cambridge: Cambridge University Press, 2022. Chapter 17: Decision Making Options for Managing Risk, p. 2579.

cities and megacities, hard protection has played and will continue to play the central role in response strategies."[19]

Por outro lado, a integração de estruturas de defesa em estratégias de proteção está, frequentemente, associada a elevados custos de construção e manutenção, podendo resultar na degradação de ecossistemas naturais sensíveis. Além disso, estas intervenções podem alterar a dinâmica costeira e promover a transferência dos impactos da erosão e das inundações para zonas adjacentes, bem como incentivar o desenvolvimento urbano em áreas expostas ao risco, ao aumentar a sensação de proteção.

Contudo, a implementação isolada de medidas de proteção não assegura, por si só, a eficácia e a resiliência a longo prazo, estando dependente de processos contínuos de monitorização, manutenção e reforço.

Abordagem *"Hold the Line"*

Manter a linha costeira ou "*Hold the Line*"[20] consiste na preservação da posição atual da linha de costa, procurando evitar o agravamento da erosão costeira e o recuo do litoral, associados ao transporte sedimentar e à subida do nível médio da água do mar. Esta abordagem é geralmente adotada em situações em que existe a necessidade ou o interesse de preservar os usos, infraestruturas, atividades económicas ou valores naturais existentes no espaço costeiro. Esta medida procura estabilizar a posição da linha de costa, assegurando a proteção dos usos e infraestruturas existentes e contribuindo para a consolidação do território costeiro, geralmente usada em contextos de proximidade ao espaço urbano, como áreas portuárias, canais de navegação e frentes marítimas urbanas.

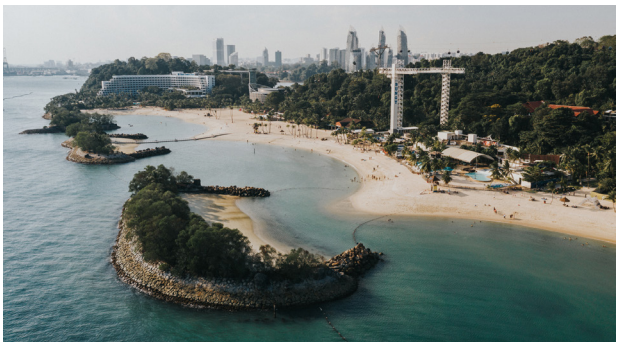
---

19 Oppenheimer, M. [et al.] – "*Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities."* In Pörtner, H.-O. [et al.], ed. – *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate.* Cambridge: Cambridge University Press, 2019. Cap. 4, p. 329-330.

20 Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra) – "*Shoreline Management Plan Guidance. Volume 1: Aims and Requirements*." London: Defra, 2011, p. 14.

Abordagem *"Attack or Advance the Line"*

[f04]



[f04] Vista aérea das Infraestruturas Turísticas na Siloso Beach, Ilha de Sentosa, em Singapura.

A estratégia de Avanço, ou "Attack or Advance the Line"[21], assenta na expansão do território em direção ao mar, através de intervenções como aterros marítimos, alimentação artificial de praias ou a criação de ilhas artificiais. Em cidades densamente ocupadas, os elevados custos associados a estas medidas podem ser justificados pela possibilidade de criar novas áreas para desenvolvimento urbano, atividades económicas ou infraestruturas.

No entanto, esta estratégia apresenta a desvantagem de poder aumentar a exposição dos espaços criados aos perigos costeiros, uma vez que estes se encontram mais próximos das zonas onde os efeitos da subida do nível médio da água do mar, da erosão costeira e dos fenómenos climáticos extremos tendem a ser mais intensos. A sua implementação está geralmente limitada a áreas abrigadas e naturalmente protegidas, ou a locais com níveis de perigo reduzidos, onde existe escassez de espaço disponível para expansão urbana e um muito elevado valor económico do solo.

Este modelo de intervenção permite ampliar o espaço disponível para o desenvolvimento das zonas costeiras em situações em que é desejável aumentar a área utilizável. No entanto, a introdução de estruturas desta natureza pode provocar perturbações na biodiversidade e alterar o funcionamento natural dos ecossistemas. Entre os principais impactos encontram-se a interrupção dos processos naturais de transporte sedimentar, a alteração dos padrões

21 Nicholls, R. J. – "*Planning for the Impacts of Sea Level Rise*". Oceanography, 2011, p. 152.

hidrodinâmicos e do escoamento natural das massas de água, bem como o efeito de barreira criado pelas estruturas implantadas, com potenciais consequências para os habitats e para a dinâmica costeira.

Estratégia de Acomodação *("Accommodation")*

[f05]



[f05] Renderização do plano urbano das casas flutuantes de Waterbuurt-West, Amesterdão

A Acomodação, ou "*Accommodation*", é uma estratégia de adaptação que reconhece a ocorrência inevitável de fenómenos climáticos extremos e procura reduzir os seus impactos através da adoção de medidas adequadas. Entre as medidas de acomodação incluem-se a elevação do edificado, a adaptação das construções ao risco de inundação, a melhoria dos sistemas de drenagem, a implementação de sistemas de previsão e alerta precoce, bem como a adoção de instrumentos de ordenamento e regulamentação do território: "*Accomodation such as flood proofing buildings are both low cost and highly cost efficient*."[22]

A acomodação constitui uma estratégia relevante, na medida em que permite que as comunidades costeiras possam permanecer nas áreas que ocupam, reduzindo simultaneamente os riscos associados às inundações. No entanto, a eficácia destas medidas é limitada a longo prazo, sobretudo em zonas afetadas pela erosão costeira e/ou sujeitas a um aumento da frequência e da intensidade dos eventos de inundação.

22 Oppenheimer, M. et al. – "*Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities*". In IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Cambridge: Cambridge University Press, 2019, p. 393.

Estratégia de Retirada *("Retreat or managed realignment")*

[f06]



[f06] Vista aérea do projeto de recuo costeiro controlado de Medmerry, West Sussex, Inglaterra

A Retirada ou "*Retreat or managed realignment*"[23] consiste no recuo planeado, procurando reduzir a exposição aos perigos costeiros através da relocalização deliberada de populações, infraestruturas e atividades para zonas menos expostas. Esta abordagem pode igualmente envolver a alteração do uso do solo, promovendo a conversão de áreas urbanizadas em espaços rurais ou naturais. Entre as medidas habitualmente associadas a esta estratégia incluem-se o reassentamento de populações, a relocalização de infraestruturas e a implementação de instrumentos de ordenamento do território que desencorajem ou condicionem a ocupação de áreas de elevado risco.

A principal desvantagem desta estratégia reside nos custos sociais associados à relocalização de comunidades, bem como nos custos financeiros e nos longos prazos frequentemente envolvidos nos processos de compensação e litigação.

É igualmente fundamental assegurar que os instrumentos de ordenamento do território destinados a desencorajar ou condicionar a ocupação de áreas de elevado risco se mantenham eficazes a longo prazo. Para tal, devem ser previstas salvaguardas institucionais e legais que impeçam a reversão dessas restrições ou a reocupação futura de áreas vulneráveis, evitando a recriação de situações de exposição ao risco e a transferência de custos para a sociedade.

Estas diferentes estratégias, nomeadamente "*Hold the Line*", "*Attack or advance the line*", "*Accomodation*" e "*Retreat or managed*

23 Oppenheimer, M. et al. – Op. cit., p. 396.

realignment" podem ser complementares e a sua implementação depende principalmente do contexto de risco em que se inserem.

Soluções baseadas na natureza

[f07]



[f07] Plantação de vegetação autóctone para a estabilização de uma Margem Viva na Costa Leste dos EUA.

As soluções baseadas na natureza usam a infraestrutura verde e/ou azul para fortalecer ou restaurar a resiliência dos ecossistemas costeiros e a sua capacidade de responder à subida do nível médio da água do mar.

A infraestrutura verde engloba um conjunto de espaços naturais e seminaturais, nos quais a vegetação e os processos ecológicos são elementos centrais de adaptação e resiliência. Estas soluções assentam na preservação e valorização da biodiversidade, na regulação dos processos ecológicos e na mitigação e adaptação às alterações climáticas.[24]

A infraestrutura azul integra os elementos naturais relacionados com a água, como rios, mares, zonas húmidas e estuários. O uso deste tipo de infraestrutura surge muitas vezes em articulação com a infraestrutura verde, pela associação entre a água, a vegetação e o solo que integram os mesmos ecossistemas.[25]

Ao contrário das soluções convencionais de engenharia, estas infraestruturas procuram utilizar e reforçar processos hidrodinâmicos e morfodinâmicos naturais para reduzir os riscos associados às

24 European Environment Agency (EEA) – Green Infrastructure: Better living through nature-based solutions. Disponível em: https://www.eea.europa.eu/articles/green-infrastructure-better-living-through.

25 ClearIAS – Blue Infrastructure. Disponível em: https://www.clearias.com/green-gray-infrastructure/#blue-infrastructure.

alterações climáticas, promovendo, simultaneamente, a conservação da biodiversidade e a resiliência dos ecossistemas. Estas soluções podem desempenhar funções de proteção costeira, regulação hídrica e adaptação climática, sem comprometer o funcionamento dos sistemas naturais.

Entre os exemplos de soluções baseadas na natureza destacam-se a recuperação de sapais e zonas húmidas, a conservação e reabilitação de recifes, a restauração de sistemas dunares e a proteção de pradarias marinhas. Estes ecossistemas contribuem para a dissipação da energia das ondas, a retenção de sedimentos, a redução do risco de inundação e erosão costeira, bem como para a melhoria da qualidade da água e a conservação da biodiversidade.

Soluções híbridas

As soluções híbridas ou "*Grey-Green Infrastructure*" combinam os benefícios da engenharia cinzenta, que recorre a estruturas de betão ou pedra, entre outros materiais, com a resiliência ecológica da engenharia verde, através do recurso às funções protetoras e ecológicas da natureza como solução. No relatório do IPCC, é reforçada a relevância de uma estratégia que interligue diferentes abordagens ou métodos de adaptação: "*All types of responses to SLR, inlcuding protection, accomodation, ecossystem based adaptation, advance and retreat have important and synergetic roles to play.*"[26]

A engenharia cinzenta, ou engenharia dura, refere-se à utilização de infraestruturas construídas, através de dispositivos concebidos para resistir diretamente aos impactos provocados por fenómenos climáticos extremos, tais como tempestades, inundações e erosão costeira.[27] Estes sistemas construídos, como por exemplo

26 Oppenheimer, M.; Glavovic, B. C.; Hinkel, J.; van de Wal, R.; Magnan, A. K.; Abd-Elgawad, A.; Cai, R.; Cifuentes-Jara, M.; DeConto, R. M.; Ghosh, T.; Hay, J.; Isla, F.; Marzeion, B.; Meyssignac, B.; Sebesvari, Z. – "*Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities*". In IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Cambridge: Cambridge University Press, 2019, p. 429.

27 Schoonees, T.; Gijón Mancheño, A.; Scheres, B.; Bouma, T. J.; Silva, R.; Schlurmann, T.; Schüttrumpf, H. – «Hard structures for coastal protection: Towards greener designs». Environmental Fluid Mechanics, 19(5), 2019, p. 1213–1215.

quebra-mares, diques, paredões e muros marítimos funcionam como barreiras físicas entre o mar e as áreas que se pretende proteger. Atualmente, constituem uma resposta amplamente utilizada face à subida do nível médio da água do mar e à ocorrência de tempestades em zonas costeiras mais urbanizadas, quer pelo reduzido espaço disponível para intervenção e impossibilidade de considerar outros métodos, quer pela urgência de proteção de um número significativo de pessoas, bens e infraestruturas.

Por sua vez, os métodos não estruturais procuram reduzir as consequências dos perigos costeiros sem recorrer à construção de obras de proteção. Estas abordagens visam reforçar a capacidade de antecipação e recuperação das comunidades perante fenómenos climáticos extremos. No âmbito de estratégias de acomodação, procuram minimizar os impactos desses eventos, enquanto, no contexto de estratégias de retirada, apoiam a identificação de áreas prioritárias para relocalização ou alteração dos usos do solo, reduzindo a exposição aos riscos costeiros.

Este tipo de soluções inclui, por exemplo, medidas de planeamento e zoneamento costeiro, elaboração de cartas de perigo e risco, sistemas de previsão e alerta, entre outros instrumentos. Uma das suas principais vantagens reside na flexibilidade e na capacidade de ajustamento a diferentes cenários futuros, o que confere particular relevância a estas abordagens num contexto de incerteza associado à evolução da subida do nível médio da água do mar.

Medidas como a regulamentação do uso do solo contribuem para limitar a exposição de pessoas e bens aos riscos costeiros, condicionando o desenvolvimento urbano em áreas mais vulneráveis a inundações, erosão e galgamentos costeiros.

Contudo, reconhece-se que estas abordagens também apresentam limitações e podem revelar-se insuficientes quando aplicadas de forma isolada, sobretudo perante o agravamento dos riscos associados às alterações climáticas, tais como o aumento da frequência e intensidade dos fenómenos extremos e a persistência da subida do nível médio da água do mar. Por esse motivo, a adaptação climática em zonas costeiras tende a exigir a combinação de medidas

estruturais e não estruturais, de forma a aumentar a eficácia e a resiliência das estratégias de gestão costeira a longo prazo.

A articulação destas medidas com soluções baseadas na natureza e intervenções de engenharia pode proporcionar também benefícios sociais, urbanos e económicos, uma vez que a resiliência destes sistemas é fortalecida pela combinação de estratégias, permitindo integrar a proteção costeira na qualificação do espaço público e na valorização da paisagem.

[f08]



[f09]



[f08] Sapal costeiro restaurado em Hunter's Point South Waterfront Park, em Nova Iorque

[f09] Uso público e margem viva resiliente em Clippership Wharf, em Boston

1.3 | Projetar o espaço público

[f10]



[f10] Plataforma de miradouro e proteção com um enrocamento na Orla de Porto do Son, em Galiza. Fotografia de Luis Díaz Díaz.

O território costeiro é um espaço de transição entre sistemas naturais e artificiais, onde o espaço público surge como dispositivo de conexão entre a cidade e a paisagem.

Devido à elevada dinâmica dos sistemas costeiros, influenciada por processos naturais como as marés, a agitação marítima, os ventos, a erosão e a sedimentação, o litoral apresenta uma vulnerabilidade acrescida face aos impactos das alterações climáticas. Esta vulnerabilidade é particularmente evidente perante a subida do nível médio da água do mar e o aumento da frequência e intensidade de fenómenos extremos, que podem agravar os riscos de inundação, erosão costeira e galgamento costeiro.

O espaço costeiro apresenta-se como dispositivo de transição entre o meio natural e os conjuntos urbanos construídos, devendo ser compreendido como uma infraestrutura ativa, capaz de articular o uso social com a proteção ambiental e a valorização da paisagem. A adoção de uma visão integrada do espaço costeiro permite também compreender a natureza como matéria de projeto, introduzindo os seus elementos e processos na definição do espaço público.

A exposição aos riscos é uma condição determinante na

definição da estratégias de intervenção, uma vez que a eventualidade da sua ocorrência deve ser considerada no projeto de espaço público. Ao integrar zonas inundáveis, espaços de uso temporário ou controlado e estruturas adaptáveis aos diferentes níveis de exposição, é possível projetar o espaço para conviver com a possibilidade de inundações e tempestades. Através do desenho, é possível conceber espaços flexíveis que cumprem diferentes funções ao longo do tempo e que contribuem para uma relação mais realista e resiliente entre a proposta desenhada e o território costeiro.

A diversidade é uma importante e eficiente estratégia de apoio à resiliência urbana. Relativamente à fauna e flora, a coexistência de diferentes espécies permite respostas distintas a perturbações, como as variações de temperatura, a poluição e as doenças. Através de uma maior variedade de espécies com funções ecológicas semelhantes, os ecossistemas podem reforçar a sua capacidade de recuperação. Do mesmo modo, no contexto urbano, a diversidade de espaços, usos e funções pode igualmente contribuir para a capacidade de adaptação, permitindo diferentes formas de utilização e apropriação do espaço público perante condições ambientais variáveis.

Neste contexto, importa articular a função protetora das infraestruturas costeiras com a experiência humana, uma vez que os sistemas de proteção, normalmente, são concebidos para conter e atenuar os efeitos e danos provocados por eventos de clima extremo, e não consideram a integração no espaço habitável. A consciência desta condição permite pensar nas estratégias de adaptação, não só de um ponto de vista funcional, mas também a partir da experiência e das necessidades das pessoas: "*First life, then spaces, then buildings – the other way around never works*."[28]

No meio natural, em particular no espaço costeiro, a conexão ou continuidade entre os diferentes ambientes é frequentemente afetada pelo desenvolvimento urbano associado à exploração do litoral. A conectividade ecológica permite reduzir a fragmentação dos habitats e favorecer os processos naturais, contribuindo para a capacidade de resposta dos ecossistemas às alterações climáticas.

28 Gehl, J. – Cities for People. Washington, DC: Island Press, 2010, p. 198.

Está também associada ao bom funcionamento dos sistemas naturais e urbanos, ao apoiar a biodiversidade e os processos hidrológicos, mas também os fluxos urbanos como os percursos pedonais e as redes de transportes, contribuindo para a valorização da paisagem e para o reforço da identidade dos lugares. [29]

Uma intervenção adaptável deve reconhecer a incerteza como condição de projeto e desenvolver uma estratégia de caráter experimental, que permita antecipar diferentes cenários e ajustar progressivamente as soluções às transformações do território, procurando o controlo das adversidades e das suas consequências, num processo flexível de construção a longo prazo.[30] As estratégias associadas ao conceito "*Safe-to-fail landscapes*"[31] permitem compreender esta relação e os seus contributos para o desenvolvimento da resiliência do espaço costeiro. Para além disso, tornar os processos naturais e os seus desafios visíveis reforça a dimensão pedagógica da arquitetura assim como a consciência coletiva sobre a vulnerabilidade costeira. Como resposta aos desafios urbanos da atualidade, a integração de serviços ecossistémicos no espaço progressivamente limitado das cidades, requer soluções que explorem a flexibilidade e multifuncionalidade das infraestruturas, conciliando objetivos ambientais, sociais e funcionais.

A topografia é uma ferramenta de projeto que permite estudar, avaliar e compreender as condições do território costeiro, definir princípios que acomodem diferentes cenários e construir sistemas adaptáveis para o futuro. A subida do nível médio da água do mar introduz no projeto a necessidade de analisar a topografia e as dinâmicas associadas à ondulação e às marés periódicas e extremas, de modo a estabelecer um quadro de previsibilidade que permita identificar as zonas de maior perigo e exposição. O aumento da

---

29 29. Živković, J.; Lalović, K.; Milojević, M.; Nikezić, A. – "*Multifunctional Public Open Spaces for Sustainable Cities: Concept and Application*". Facta Universitatis, Series: Architecture and Civil Engineering, 2019, p. 205–219.

30 Lister, N.-M. – "*Sustainable large parks: ecological design or designer ecology?*". In Hargreaves, G.; Czerniak, J., eds. – Large Parks. New York: Architectural Press, 2007, p. 35–54.

31 Ahern, J. – "*Planning and design for sustainable and resilient cities: theories, strategies, and best practices for green infrastructure." In Novotný, V.; Ahern, J.; Brown, P., ed. – Water-Centric Sustainable Communitie*s: Planning, Retrofitting and Constructing the Next Urban Environments. [Em linha]. Hoboken: John Wiley & Sons, 2010. Cap. 17, p. 267-283.

resiliência pode ser promovido através da introdução de plataformas ou percursos elevados, estruturas de transição e sistemas de nivelamento, conectadas por percursos acessíveis, para garantir a continuidade da utilização do espaço costeiro.

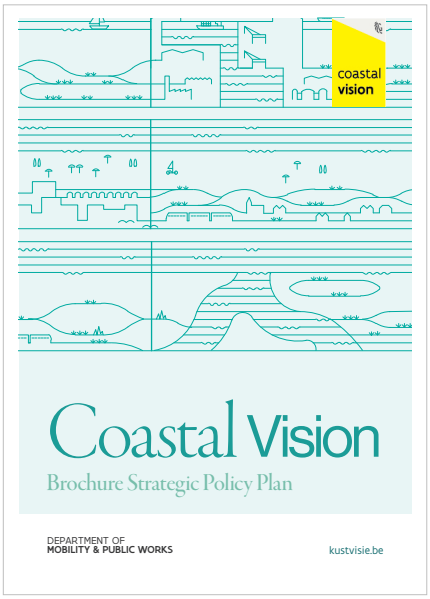
A importância da arquitetura nas intervenções de engenharia costeira reside, nomeadamente, na oportunidade de conjugar a proteção costeira com a experiência e uso do espaço público e com a relação que este estabelece com a natureza e a valorização da paisagem. Os elementos arquitetónicos e urbanísticos podem ser incorporados em qualquer medida de adaptação, independentemente da estratégia adotada. A arquitetura não constitui uma disciplina autónoma, mas uma ferramenta transversal que pode ser integrada em estratégias de proteção, acomodação, avanço ou retirada.

Através da compreensão da função das infraestruturas de proteção, como diques, obras longitudinais e quebra-mares, entre outras, ou das medidas de acomodação e retirada, é possível explorar a sua conciliação com o desenho do espaço público, integrando-as nos percursos, espaços de estar e pontos de observação da paisagem. Deste modo, o espaço costeiro não deve ser compreendido exclusivamente como um limite de defesa, mas como um lugar de encontro e de identidade coletiva cuja qualificação pode contribuir para aproximar as comunidades da paisagem e dos processos naturais. O desenho do espaço público encontra na materialidade uma forma de expressão que convoca necessidades práticas e técnicas, como a estabilidade, a segurança e o comportamento face à erosão, assim como a sua durabilidade e flexibilidade.

A arquitetura e o desenho urbano, enquanto instrumentos de concretização das estratégias de adaptação, permitem conceber espaços capazes de coexistir com a presença da água. Para além da redução do risco, a introdução de uma perspetiva arquitetónica pode facilitar a adaptação dos territórios às dinâmicas costeiras, em vez de procurar exclusivamente resistir-lhes.

1.4 | "*KustVisie*", um modelo integrado de adaptação costeira

[f11]



[f11] Capa da Brochura do Plano Político Estratégico *KustVisie* (*Coastal Vision*)

O "*KustVisie*", ou "*Visão para a Costa*" é um plano de engenharia costeira que tem como princípio uma abordagem através de estratégias de intervenção assentes numa perspetiva adaptável e resiliente[32], e na integração de soluções que convoquem a inclusão da natureza como elemento indispensável, face à vulnerabilidade associada à subida do nível médio do mar e a eventos climáticos extremos.

Este projeto abrange a costa da região da Flandres, na Bélgica, numa extensão de 67km entre a fronteira francesa[33], por um lado, e a fronteira dos Países Baixos, por outro. A área de intervenção, em profundidade, compreende o espaço entre a frente urbana litoral, onde se localizam os primeiros edifícios, e o sistema praia-duna até à linha de água.

Esta área de intervenção carateriza-se por uma elevada densidade de ocupação urbana e inclui quatro portos industriais que representam pontos estratégicos no planeamento, devido à sua importância económica e turística.

---

32 Department Mobiliteit en Openbare Werken – "*KustVisie: Synthesenota".* Brussels: Department Mobiliteit en Openbare Werken, p. 8–9.

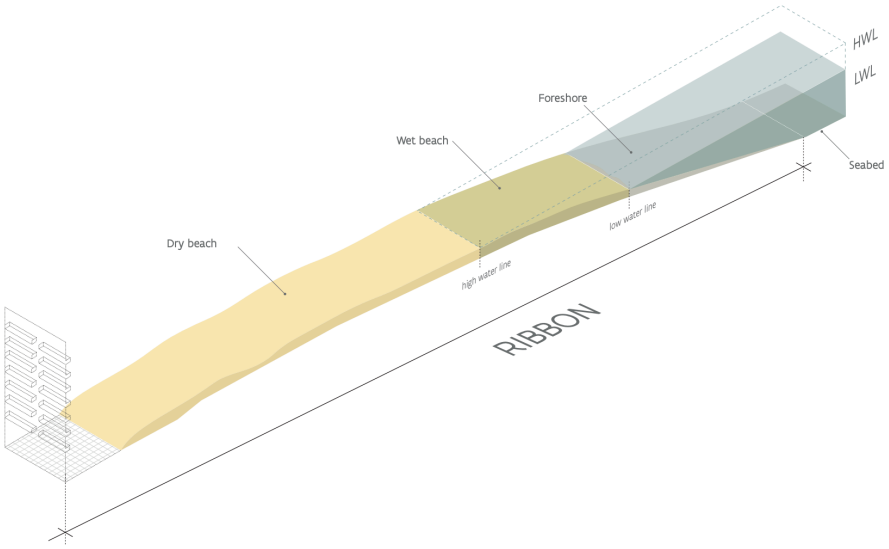
33 Department Mobiliteit en Openbare Werken – "*KustVisie: Synthesenota."* Brussels: Department Mobiliteit en Openbare Werken, p. 16–17.

Neste contexto, os riscos associados às inundações costeiras, à erosão e aos seus impactos urbanos, sociais e económicos constituem uma ameaça significativa, evidenciando a urgência de reforçar a resiliência e de requalificar o espaço costeiro.

Neste âmbito, a ideia-chave desta proposta assenta na criação de uma faixa contínua de proteção costeira ("*kustbeschermingslint*"[34]), concebida como um sistema estruturante ao longo do litoral que permite articular os diferentes espaços e funções da frente costeira. Esta abordagem integrada e coerente, garante uma proteção homogénea e com um caráter estruturante.

A definição de uma faixa[35], ao invés de uma linha, atribui uma espessura que ultrapassa a lógica da "linha de defesa", uma vez que propõe uma extensão de largura variável que integra diversos elementos, como praias e antepraias, dunas, passeios marítimos e infraestruturas litorais. Esta intenção cria espaço para a integração urbana e para o desenvolvimento de estruturas híbridas de proteção costeira, que combinam medidas estruturais de engenharia costeira convencional com soluções baseadas na natureza.

[f12]



[f12] Diagrama axonométrico da estratégia "The Ribbon" no Plano Kustvisie

34 Department Mobiliteit en Openbare Werken – Ibidem.

35 Department Mobiliteit en Openbare Werken – Ibidem.

Este princípio permite uma multifuncionalidade programática, uma vez que considera uma abordagem de consolidação da proteção costeira que integra espaços públicos de lazer, percursos de mobilidade suave, o turismo, a ecologia e a economia portuária.

O conceito de adaptabilidade temporal está também presente, através da ideia de infraestruturas evolutivas: "*Para cada alternativa, procuramos um planeamento passo a passo para implementar as alternativas de proteção em etapas (...) Desta forma, podemos responder à subida real do nível do mar e distribuir o investimento ao longo do tempo*"[36]. Esta abordagem pressupõe a construção faseada da intervenção associada aos níveis de subida do mar, à marcação de pontos críticos ou zonas de maior risco e a uma monitorização climática e a sua implementação gradual e consciente possibilita uma maior qualidade ambiental e visual, assim como uma maior liberdade formal, através do desenho de transições.

O projeto adota um planeamento adaptável através do estabelecimento de horizontes temporais, associados à previsão de diferentes cenários que antecipam a incerteza e a evolução da subida do nível médio da água do mar. Deste modo, é definido um conjunto de horizontes temporais que estimam três possíveis projeções com uma subida de +1m, +2m e +3m.[37] Estes cenários apresentam uma probabilidade gradual, mas permitem preparar a área de intervenção para uma expectativa de risco extrema.

A probabilidade associada aos diferentes cenários pretende assegurar estratégias que possam ser implementadas de acordo com mudanças reais no nível do mar, para o tempo presente, mas também futuro, numa perspetiva de projeto em aberto ou de construção contínua. ("*open-ended spacial planning*").

O "*KustVisie"* assenta num processo participativo[38], que envolve municípios, entidades públicas e privadas e uma equipa multidisciplinar

---

36 Department Mobiliteit en Openbare Werken – "*KustVisie: Synthesenota",* p. 16–17. (tradução livre: "*Voor elk alternatief zijn we op zoek gegaan naar begeleidende stappenplannen om de beschermingsalternatieven stapsgewijs te realiseren." (…) "Op die manier kunnen we inspelen op de reële zeespiegelstijging én kunnen we investeringen spreiden in de tijd.").*

37 Department Mobiliteit en Openbare Werken – Ibidem, p. 22–23.

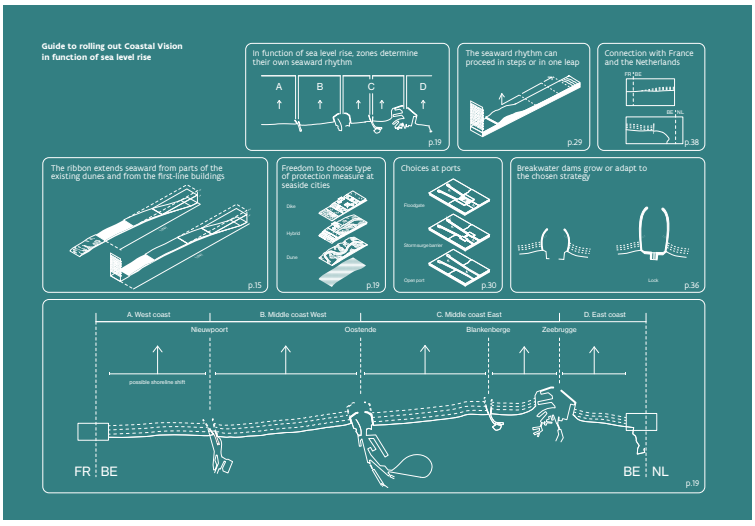
38 Department Mobiliteit en Openbare Werken – Ibidem, p. 8–9.

composta por engenheiros, arquitetos, urbanistas e especialistas em ambiente, promovendo uma abordagem colaborativa ao planeamento e à intervenção no litoral. Este princípio permite integrar diferentes perspetivas, interesses e preocupações, contribuindo para processos de decisão mais equilibrados, informados e socialmente legítimos.

Ao adotar soluções baseadas na natureza, é assumida uma preferência por respostas não rígidas como, por exemplo, por soluções arenosas que favoreçam as dinâmicas costeiras naturais tais como a alimentação artificial de praias e dunas ("*dune for dike*"[39]) e a consolidação da paisagem dunar. Desta forma, procura-se a recuperação da linha de costa tendo em vista a estabilização da profundidade da zona emersa de areia perante a subida do nível médio da água do mar.

A longo prazo, o "*KustVisie*" propõe uma estratégia de avanço da linha de costa, que prevê o seu deslocamento de cerca de 100 metros em direção ao mar, através do alargamento e da elevação dos sistemas dunares. Esta intervenção cria condições para o desenvolvimento e reforço dos sistemas dunares, aumentando, simultaneamente, o espaço disponível para funções ecológicas, recreativas e de proteção costeira. Ao expandir a faixa litoral, a estratégia promove a valorização do espaço público, o aumento da biodiversidade e o reforço da resiliência do território face aos efeitos das alterações climáticas.

[f13]



[f13] Diagrama técnico sobre os cenários de adaptação do Plano Kustvisie

39 Department Mobiliteit en Openbare Werken – Ibidem.

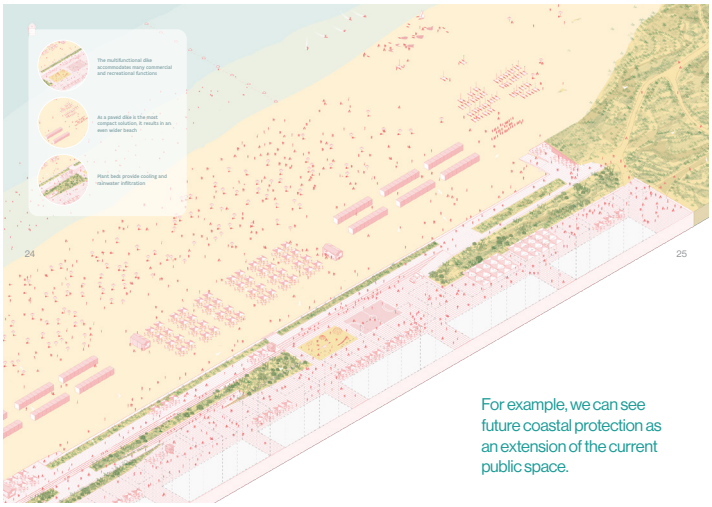
O projeto adota uma metodologia baseada em tipologias de intervenção, diferenciadas de acordo com as caraterísticas e funções de cada contexto costeiro. Para esse efeito, propõe estratégias distintas para áreas urbanas, praias e zonas portuárias, integrando soluções como sistemas dunares, enrocamentos simples e multifuncionais, soluções híbridas de proteção costeira e diques concebidos para desempenhar, simultaneamente, funções de defesa costeira e de qualificação do espaço público. Em áreas portuárias, são ainda consideradas infraestruturas específicas, como barreiras contra tempestades, quebra-mares e enrocamentos.

Deste modo, as propostas procuram responder às particularidades de cada local, através de soluções adaptadas, integradas e sensíveis ao contexto territorial, ambiental e urbano em que se inserem. As estruturas rígidas são apenas introduzidas pontualmente em função das necessidades de proteção e localizam-se maioritariamente na proximidade das áreas urbanas; caraterizam-se por soluções que combinam as soluções de espaço público com a infraestrutura de proteção, trabalhando diferentes níveis de cotas.

O "*KustVisie*" é um exemplo de interdisciplinaridade que integra o conhecimento e as práticas da engenharia, do planeamento urbano, da arquitetura paisagística, da ecologia e da sustentabilidade, sem descurar as dimensões social e política da intervenção no território.

Neste âmbito, o trabalho desenvolvido e o contributo das diferentes áreas e entidades neste projeto demonstram as vantagens e os resultados positivos na implementação de estratégias de adaptação integradas em zonas costeiras, que não respondem apenas aos riscos climáticos, mas também consideram os valores sociais, culturais e ecológicos da paisagem costeira.

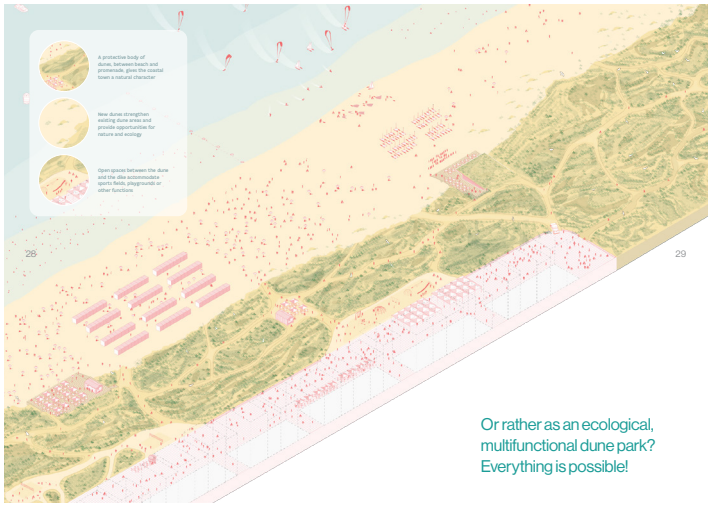
[f14]



[f15]



[f16]



[f14] Alternativa axonométrica de um dique multifuncional - abordagem pavimentada mais compacta, possibilitando uma área de praia seca ampla, que prolonga o espaço público urbano e integra sistemas de infiltração da água.

[f15] Alternativa axonométrica de um dique em degraus / parque de praia - solução híbrida que integra uma duna baixa em frente ao dique, desenvolvendo um corredor verde ao longo do espaço costeiro e um dique em patamares com função recreativa.

[f16] Alternativa axonométrica de um parque dunar ecológico - adota uma solução baseada na natureza constituida por uma faixa de dunas entre o mar e o passeio marítimo, que promove o valor ecológico e estabelece espaços intercalados com diferentes usos.

2 | Uma proposta para o estuário do Cávado

2.1 | Caraterização do estuário do Cávado

[f17]



[f17] Vista sobre o sistema dunar do estuário do rio Cávado, no Parque Natural do Litoral Norte

O rio Cávado nasce na serra do Larouco e percorre 129 km até à foz, apresentando uma bacia hidrográfica com 1589 km2.[40] O estuário do rio Cávado encontra-se numa zona aplanada entre Esposende e Fão e carateriza-se pela influência das marés e pela presença de uma cunha salina, uma massa de água salgada que avança do mar para o interior do rio quando a pressão da água doce não é forte o suficiente para conter a água mais densa do mar, que pode estender-se à zona do Maranhão, situado a cerca de seis quilómetros para montante da foz.

Por se tratar de um local de confluência de água doce e salgada, o estuário é um ecossistema especial, com um papel fundamental na manutenção do equilíbrio ecológico; funciona não só como habitat de espécies animais e vegetais, mas também como um território importante para a população humana. As suas margens são historicamente associadas a diferentes atividades humanas, como alguns tipos de indústria, valorizados devido à proximidade ao rio, a agricultura e a pesca.[41]

---

40 Taveira Pinto, F.; Rosa Santos, P.; Neves, L.; Ramos, J. V.; Henriques, R.; Taveira Pinto, F. V. C. – "*Estudo de caracterização de riscos e programa de intervenção para a proteção da Restinga de Ofir e Barra do Cávado.*" Porto: Instituto de Hidráulica e Recursos Hídricos, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2021, p. 13.

41 Taveira Pinto, F. et al. – Ibidem, p. 22.

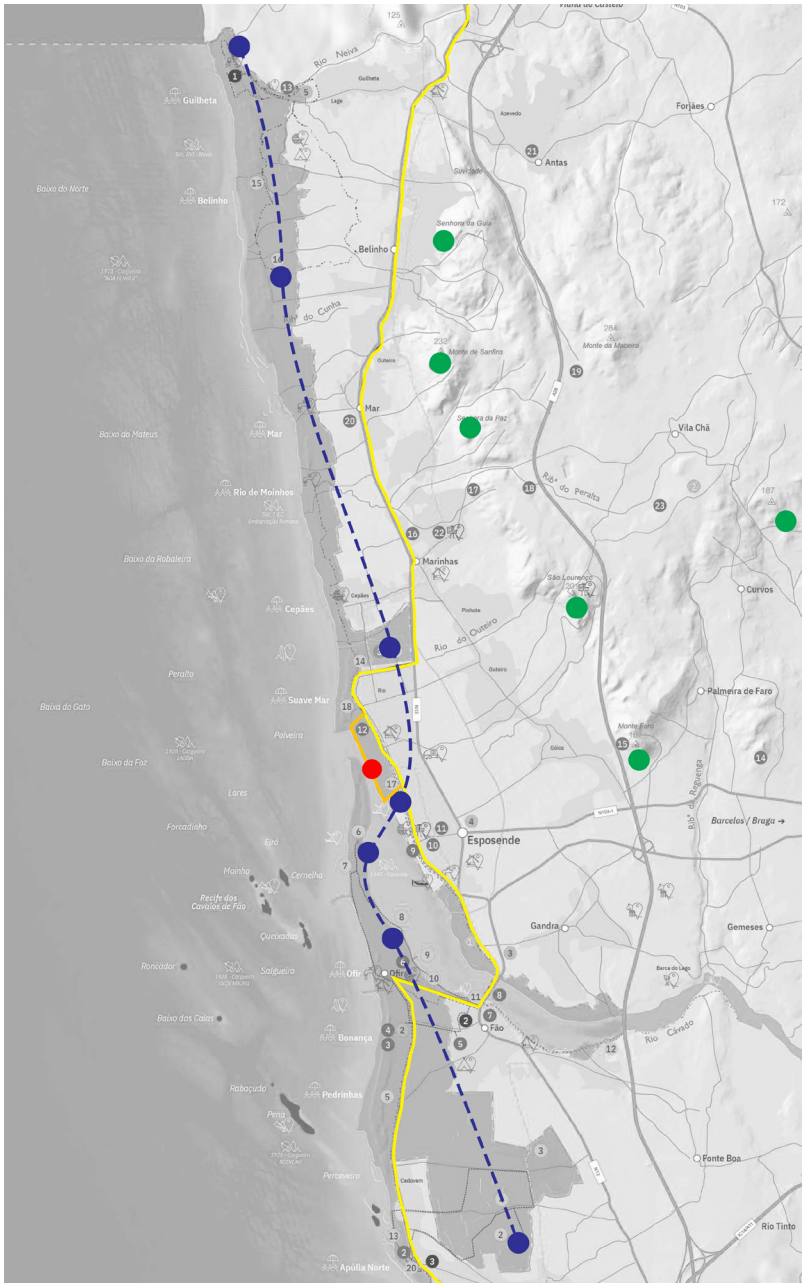
Nos estuários abrigam-se e alimentam-se os juvenis de espécies piscícolas de águas marinhas, assim como de espécies estuarinas residentes, sendo ainda um local de passagem obrigatória para os peixes migradores. São também locais onde existe uma considerável deposição de sedimentos, o que contribui para a formação de leitos arenosos e lodosos de grande relevância para o habitat de invertebrados bentónicos, isto é, animais que vivem no fundo dos corpos de água, associados ao substrato e que desempenham funções ecológicas cruciais como a reciclagem de nutrientes, a filtragem da água - como as ostras e os mexilhões - e a estabilização do fundo marinho. Constituem ainda uma importante fonte de alimento para peixes e aves limícolas, que utilizam as zonas entremarés e os corpos de água e alagados de pouca profundidade.

O município de Esposende possui diversas estruturas instaladas ao longo do seu território, identificadas como miradouros, observatórios e torres de observação panorâmica. Todos estes equipamentos valorizam e promovem a biodiversidade dos locais onde estão implantados, assim como o património natural e paisagístico do concelho.

Para além destes locais, beneficiados com estes equipamentos, existem outros espaços de elevado valor ecológico ao longo do Parque Natural do Litoral Norte. Os locais onde se encontram estes equipamentos estão também integrados nos trilhos que constituem a rede de percursos pedestres do município de Esposende e contribuem para a sua valorização.

Como complemento à visitação dos valores naturais e históricos do concelho, alguns miradouros estão integrados na rede de miradouros do município. Estes, localizados no topo dos principais montes da arriba fóssil e do vale do Cávado, permitem a observação de uma parte significativa do território e são pontos de grande procura para a observação de aves de rapina e outra fauna, ou simplesmente de observação panorâmica.

[f18]



[f18] Mapa de informação turística do Parque Natural do Litoral Norte, sobre o qual foram apontados os observatórios, miradouros, percursos e trilho do Parque Litoral Norte

- Observatórios do Parque Litoral Norte
- Miradouros do Parque Litoral Norte
- Proposta de um Novo Observatório
- Percurso de Observatórios do Parque Litoral Norte
- Trilho do Parque Litoral Norte
- Proposta de Percurso conectado ao trilho existente

















[f19]

















O estuário do Cávado está inserido numa zona classificada como área protegida e carateriza-se pela singularidade dos seus juncais e prados salgados atlânticos. A sua relevância ecológica tem por base as cargas de nutrientes trazidas nas águas estuarinas que o inundam e os altos índices de produtividade biológica dos seus sapais e lodaçais, a descoberto na maré vaza, fundamentais para a avifauna.

Situada num importante corredor migratório para as aves, esta zona húmida é assim local de paragem habitual ou destino de invernada para muitas espécies que encontram aqui um clima ameno e uma ampla diversidade de habitats naturais que lhe garantem o sustento e as necessárias condições de repouso e proteção. Aqui proliferam sobretudo aves aquáticas, como garças, patos ou corvos-marinhos e aves limícolas, como os pilritos, os borrelhos e as rolas-do-mar que utlizam os habitats estuarinos.

A flora é a base de qualquer ecossistema, constituindo um elemento essencial na manutenção da homeostasia nas relações entre os seres vivos. O seu conhecimento é relevante para o projeto, uma vez que permite identificar o tipo de organismos que utilizam o estrato vegetativo nas suas atividades vitais e, dessa forma, proteger biótipos e espécies de maior interesse conservacionista.[42]

A vegetação dunar apresenta caraterísticas únicas, em virtude das adaptações produzidas ao longo da sua evolução às condições extremamente difíceis e agrestes dos ambientes em que ocorre. A vegetação natural é de extrema importância na fixação das areias durante o processo de formação dunar. Na zona pré-dunar existem a eruca-marítima e o cardo-marítimo. Na zona dunar encontra-se novamente o cardo-marítimo, o feno das areias, o estorno, uma das espécies mais emblemáticas ao nível da estabilização dunar, e ainda os cordeirinhos-da-praia. Na transição para o mato, pode observar-se

[f19] Registo fotográfico pelo passeio litoral de Esposende, Fotografias do autor. 27 de setembro de 2025

42 "*A flora selvagem está representada por 240 espécies já identificadas, repartidas por 15 habitats descritos na Diretiva Habitats, dos quais 4 são considerados prioritários, as lagunas costeiras, as dunas fixas com vegetação herbácea, as florestas dunares de pinheiro-manso e/ou pinheiro-bravo e as florestas aluviais residuais de amieiro e freixo-de-folha-estreita*.". in Quercus – Parque Natural do Litoral Norte: mitigação da erosão costeira deve privilegiar deslocalização de pessoas e bens. [Em linha]. Lisboa: Quercus – Associação Nacional de Conservação da Natureza, 2014. Disponível na Internet: https://quercus.pt/blog/2021/03/03/https-www-quercus-pt-comunicados-2014-novembro-4029-parque-natural-do-litoral-norte-mitigacao-da-erosao-costeira-deve-privilegiar-deslocalizacao-de-pessoas-e-bens/.

o desenvolvimento do *Cistus Salvifolius*. Observam-se também várias espécies exóticas invasoras, como o chorão-das-praias ou a acácia-de-espigas, introduzidas com o objetivo de fixar as areias dunares. Porém, a sua expansão monopolizou o coberto vegetal existente, empobrecendo assim a biodiversidade.

Neste contexto, foi relevante realizar o reconhecimento da fauna e flora presentes no ambiente estuarino do Cávado e na área da Restinga de Ofir, integrada no Parque Natural do Litoral Norte. A compreensão dos habitats e das necessidades ecológicas destas espécies permite a sua inclusão consciente no projeto a desenvolver, nomeadamente a seleção de vegetação adequada às diferentes condições ambientais e a proteção dos habitats existentes.A compreensão deste ambiente estuarino permite não só informar a estratégia acerca da sua importância ecológica e das caraterísticas que contribuem para a proteção e manutenção do espaço costeiro, mas também reconhecer que projetar com a natureza requer um cruzamento de técnicas.

[f20]



[f21]



[f22]



[f23]



[f20] - Painel informativo "Estuário do Cávado, Um rio de biodiversidade" encontrado no percurso litoral de Esposende.

[f21] - Painel informativo encontrado no percurso litoral de Esposende.

[f22] - Painel informativo "Observatório de avifauna de Esposende" encontrado no percurso litoral de Esposende.

[f23] - Painel informativo "Descubra as florestas submarinas do Parque Marinho do Litoral Norte" encontrado no percurso litoral de Esposende.

2.2 | Estratégia de intervenção

O projeto que se apresenta nesta dissertação recorre à arquitetura para estruturar uma proposta de espaço público a partir da adaptação de estruturas de proteção costeira. A qualificação de um novo espaço público torna possível a introdução de um conjunto de benefícios funcionais, estruturais e ambientais que valorizam o estuário do Cávado e a zona costeira de Esposende.

A introdução de técnicas e soluções de infraestrutura verde e azul é essencial para uma lógica de intervenção resiliente e adaptável, dada a incerteza das previsões climáticas, enquanto assegura, não só a sobrevivência da fauna e flora, ameaçada pela instabilidade dos habitats, como também permite tornar mais visíveis para as comunidades os desafios associados à vulnerabilidade costeira.

A integração de soluções baseadas na natureza permite desenvolver respostas articuladas com os ecossistemas que, para além de os preservarem e reforçarem, contribuem para proteger as zonas costeiras e estuarinas dos efeitos da forte agitação marítima e dos processos de erosão. O exercício de pensar a arquitetura com a consciência destas possibilidades, não só enriquece a intervenção, como viabiliza a integração das preocupações ecológicas na definição da proposta espacial.

As soluções de base natural integradas no projeto urbano podem também contribuir para a valorização da paisagem, da biodiversidade e da experiência do espaço público, acrescentando qualidades espaciais e culturais à intervenção. Estas opções promovem uma proposta projetual resiliente e adaptável, que se vai desenvolvendo ao longo do tempo, ganhando resistência e progressivamente adquirindo maior capacidade de resposta à ameaça da subida do nível médio do mar.

Ao compreender os dispositivos de proteção pré-existentes, os quebra-mares, como espaço de barreira a consolidar, a ideia da intervenção é utilizar essas estruturas como suporte para a introdução de uma nova estrutura linear que interligue dois pontos de espaço público existente, a norte e a sul, e crie um percurso contínuo.

Partindo desta premissa, este novo dispositivo pretende criar um passeio público de fruição da paisagem e, simultaneamente, estabilizar a proteção costeira existente, introduzindo novos elementos que possam contribuir para o seu reforço.

A nova estrutura propõe um conjunto de opções que potenciam a requalificação da frente ribeirinha de Esposende. Diferentes atividades de caráter recreativo surgem em diálogo com métodos e técnicas de engenharia, procurando articular os benefícios estruturais da proteção costeira com a ativação de um espaço público que introduz um percurso sobre o enrocamento pré-existente, conferindo-lhe maior estabilidade, criando novas possibilidades de utilização e aproximando as pessoas da paisagem estuarina.

No caso deste projeto, as soluções baseadas na natureza complementam a intervenção arquitetónica, explorando as possibilidades de articulação entre os processos naturais, as infraestruturas de proteção e o desenho do espaço público.

A intervenção proposta tem como princípio uma vontade de compreender os desafios ambientais e territoriais do estuário do Cávado, procurando, através da articulação da arquitetura com a engenharia, propor uma nova estrutura de espaço público que se pretende eficaz na proteção costeira, consciente das preocupações ambientais e resiliente a longo prazo, onde o papel das soluções baseadas na natureza é fundamental.

[f24]



[f24] Vista do quebra-mar de Esposende, com a restinga de Ofir no horizonte. Fotografia do autor.

2.3 | Programa

O programa estabelece os objetivos e os requisitos que orientam a elaboração do projeto, articulando as dimensões arquitetónica, técnica e ambiental da intervenção.

O projeto deve considerar a relação com a envolvente e estabelecer ligações aos passeios ribeirinhos pré-existentes, assegurando o acesso ao novo percurso através de, pelo menos, dois pontos distintos.

A nova proposta deve prever a criação de espaços recreativos, de observação da paisagem e de proximidade ao mar, de modo a valorizar e realçar as qualidades paisagísticas do litoral de Esposende. Esta valorização concretiza-se através da introdução de atividades que constituam motivos para a visita e para o uso do percurso, como por exemplo, áreas de convívio e de atividade física, espaços de descanso e e locais de interesse cultural e pedagógico, nomeadamente destinados à observação da fauna e da flora existentes no estuário do Cávado.

O acesso ao percurso requer a previsão de lugares de estacionamento, parque para bicicletas, assim como condições de acessibilidade para pessoas com mobilidade condicionada, procurando assegurar a continuidade do percurso. As soluções de engenharia devem articular-se com a componente arquitetónica, de modo a garantir uma estratégia de proteção integrada contra a subida do nível médio da água do mar.

O programa determina a incorporação da natureza, através de vegetação capaz de qualificar os espaços recreativos ao proporcionar, por exemplo, momentos de sombra nas épocas de maior calor, mas também através da introdução de soluções de adaptação com base natural, que constituam benefícios para a biodiversidade e para a conservação dos ecossistemas costeiros, o controlo da erosão costeira e a dissipação da energia das ondas do mar.

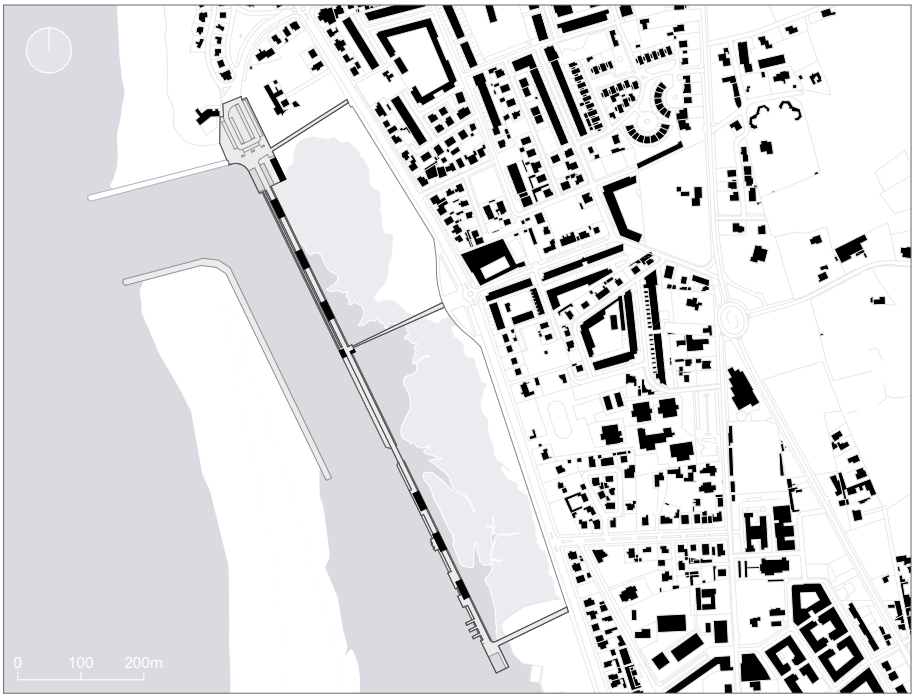
2.4 | Projeto

O projeto é apresentado através da descrição do processo de conceção arquitetónica e dos seus resultados, evidenciando o modo como um conjunto de intenções, condicionantes e requisitos é interpretado e transformado numa proposta espacial, formal, material e construtiva. Esta narrativa organiza-se em cinco momentos que procuram responder às necessidades do programa.

A estrutura adotada organiza as ideias e o desenvolvimento da proposta através de uma sequência de desenhos que ilustram os diferentes desafios da intervenção, tais como as relações com o território e com as pré-existências, a materialidade e explicitam as opções conceptuais e construtivas.

Adicionalmente, integra-se a restinga de Ofir devido à sua vulnerabilidade e à sua importância crucial na proteção do litoral de Esposende, atuando na dissipação da energia das ondas do mar e na preservação das dunas e da biodiversidade envolvente. Por fim, são propostos cenários de adaptação que visam perspetivar o futuro da intervenção, avaliando de que modo o projeto será influenciado pela subida do nivel médio da água do mar.

[d01]



[d01] *Schwarzplan*, Planta de cheios e vazios. Escala 1:12000

2.4.1 | Relações

O projeto desenvolve um conjunto de percursos que permitem uma circulação clara ao longo da estrutura principal de proteção e estabelecem ligações com o passeio existente na frente ribeirinha de Esposende.

A proposta garante a continuidade com o percurso pedonal e a ciclovia e pretende criar uma maior diversidade de articulações com a frente urbana, possibilitando diferentes formas de aproximação à paisagem natural. Esta aproximação é qualificadora do espaço, uma vez que permite novas condições de acesso e proporciona diferentes perspetivas sobre o Estuário e a foz do rio Cávado.

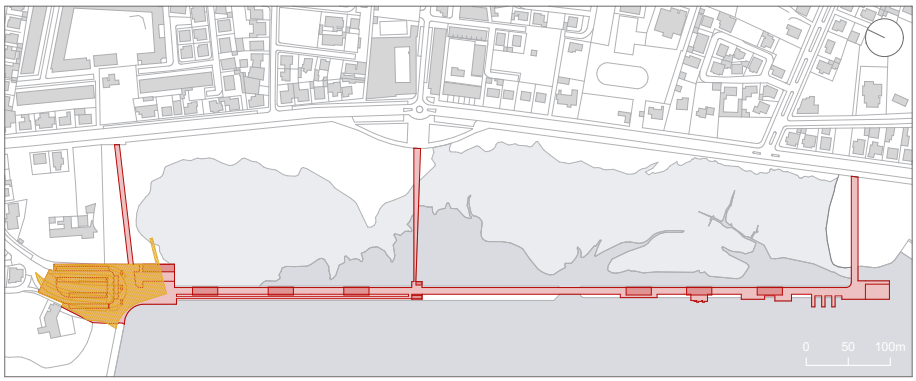
O espaço costeiro de Esposende integra elementos de espaço público que exigem uma reinterpretação face à nova proposta de intervenção, visando uma melhor articulação entre os espaços existentes e os novos percursos.

Neste sentido, revelou-se essencial adaptar a área de passeio entre o Farol e a Ronca de Esposende, bem como o estacionamento da Rua do Farol. A relevância deste local para o projeto prende-se com a sua posição relativamente ao quebra-mar, constituindo o ponto de amarração da nova estrutura.

Nos últimos anos, o quebra-mar tem sofrido um forte desgaste e destruição devido ao aumento do número e intensidade de tempestades e à agitação marítima, que provocam a deslocação significativa de sedimentos e a instabilidade do enrocamento.

A degradação desta infraestrutura aumenta a exposição da frente litoral de Esposende e do estuário do Cávado ao risco de inundações, pelo que a sua recuperação deverá ser considerada no desenvolvimento da nova intervenção. Através de um esquema de vermelhos e amarelos é possível identificar as alterações previstas nos elementos pré-existentes.

[d02]



[f25]



[f26]



[d02] Diagrama, planta de vermelhos e amarelos. Escala 1:9000

[f25] “Zona Interdita”, Sinalização encontrada junto ao quebra-mar. Fotografia do autor.

[f26] Passeio entre o Farol e a Ronca de Esposende, no término da Rua do Farol. Fotografia do autor.

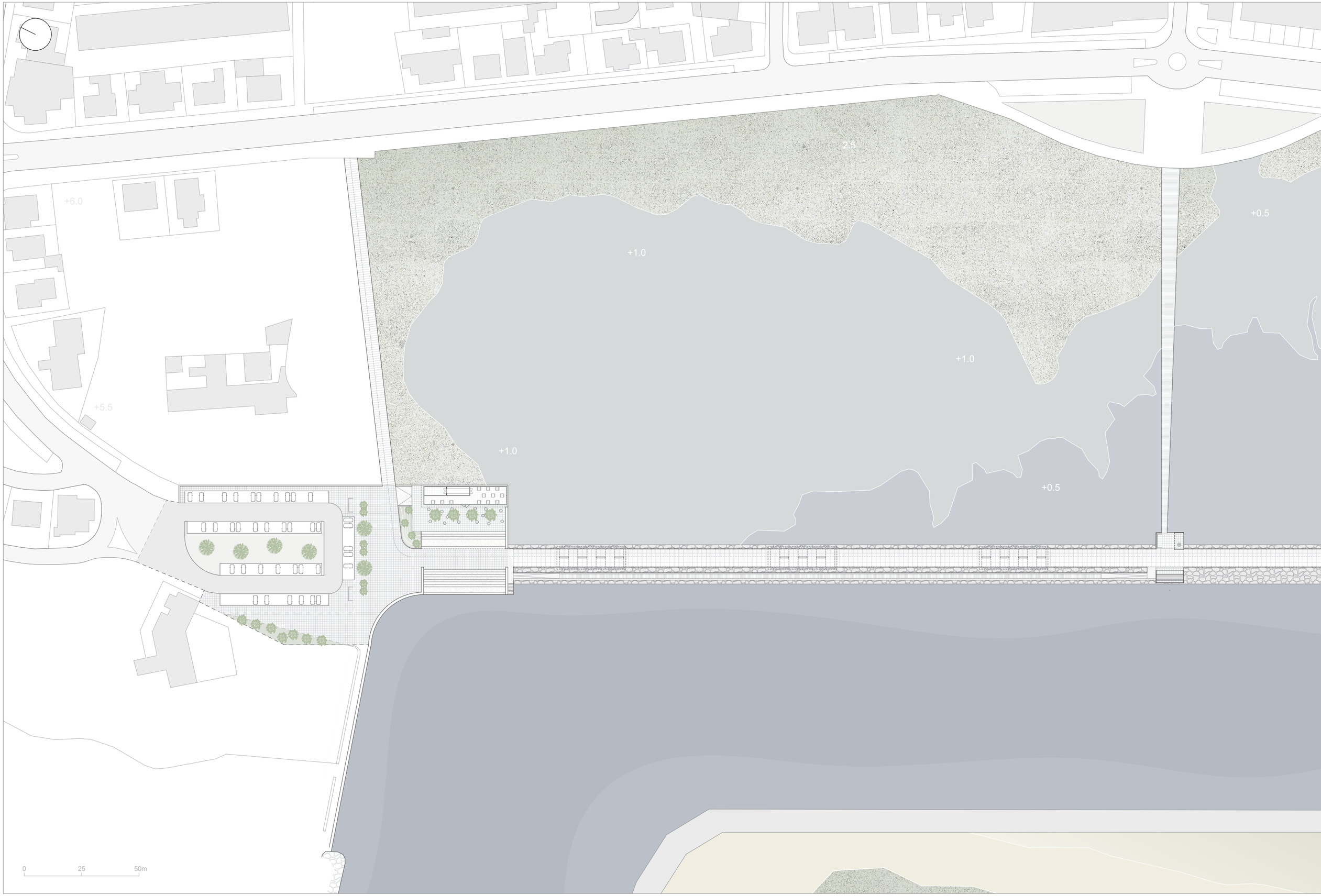
2.4.2 | Espaços

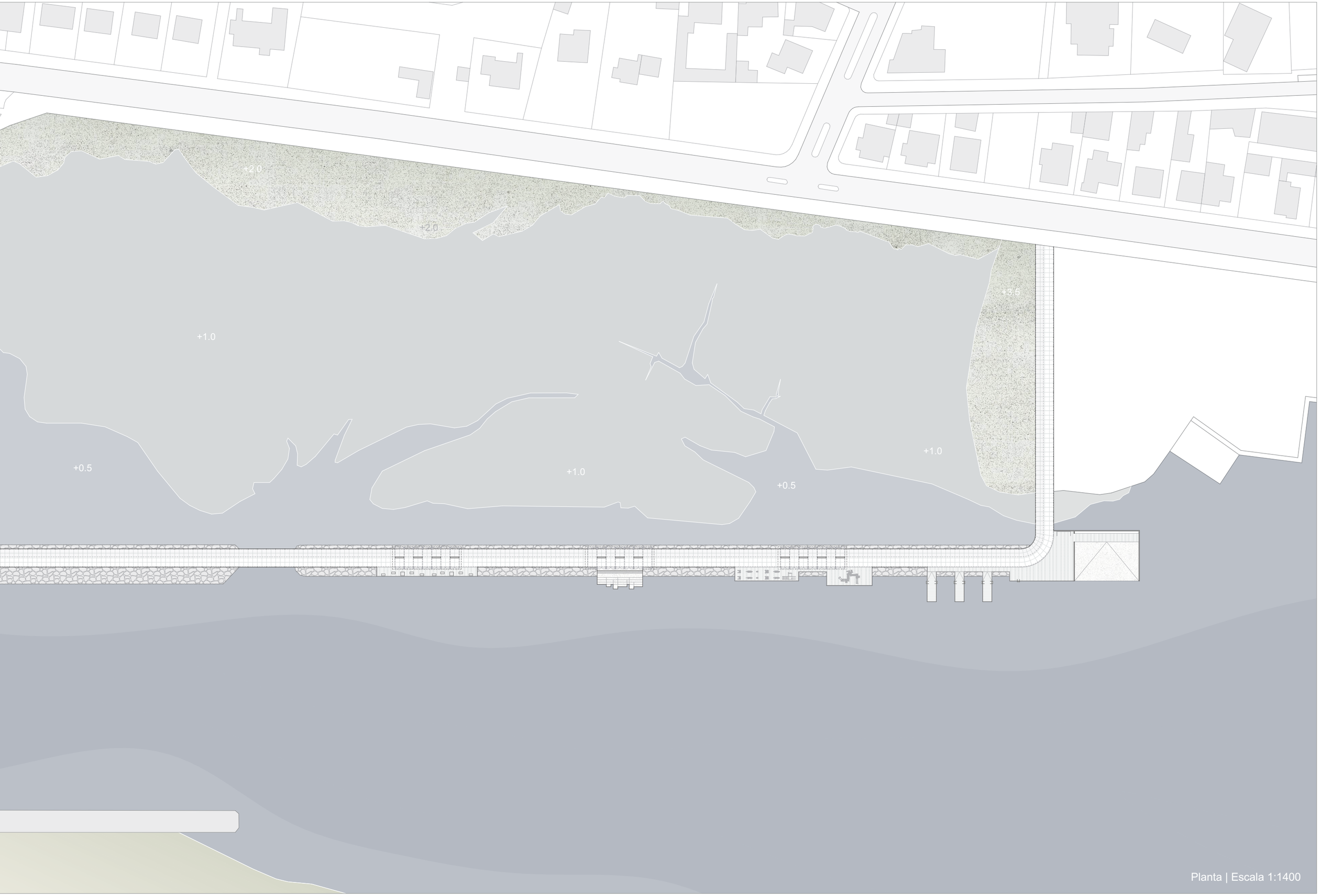
A introdução de novos espaços de utilização pública promove a ativação e valorização do litoral de Esposende, enquanto dá a conhecer o património cultural e natural. Aquilo que antes se limitava a um dispositivo de defesa marítima, o quebra-mar, transforma-se agora num espaço ativo, transitável e praticável, ao mesmo tempo que estabiliza e consolida a proteção costeira no local e fomenta a consciencialização pública para as medidas de proteção e a contenção dos riscos das tempestades e das inundações.

Os espaços foram pensados para estimular a circulação e a permanência ao ar livre, procurando promover a atividade física e o contacto social entre os utilizadores deste trajeto. Através da integração das áreas recreativas, explorou-se uma solução arquitetónica que garantisse a sintonia entre as estruturas construídas e as estratégias de adaptação costeira, permitindo o uso dos espaços com segurança e assegurando a contenção e minimização dos riscos associados a inundações. A intervenção apresenta um passeio assente sobre o quebra-mar pré-existente através de uma estrutura contínua, uma solução que lhe confere uma maior estabilidade. Este passeio estabelece uma relação de proximidade com o estuário, proporcionando vistas sobre a frente ribeirinha de Esposende, a restinga e a foz do rio Cávado.

O projeto prevê a instalação de uma guarda contínua, desenvolvida de forma a permitir a integração de um sistema de cobertura e de portões. Na configuração inicial da proposta, estes dispositivos são introduzidos pontualmente ao longo do percurso, em áreas adjacentes aos espaços de convivência. A decisão de aplicar este sistema de modo intermitente baseia-se no princípiode introduzir os elementos considerados necessários nas condições atuais, prevendo a possibilidade da sua expansão futura. Contudo, a capacidade de adaptação futura está associada a processos de reavaliação das condições climáticas. Neste subcapítulo são apresentados desenhos que evidenciam a proposta, recorrendo a aproximações focadas nos espaços de maior relevância.

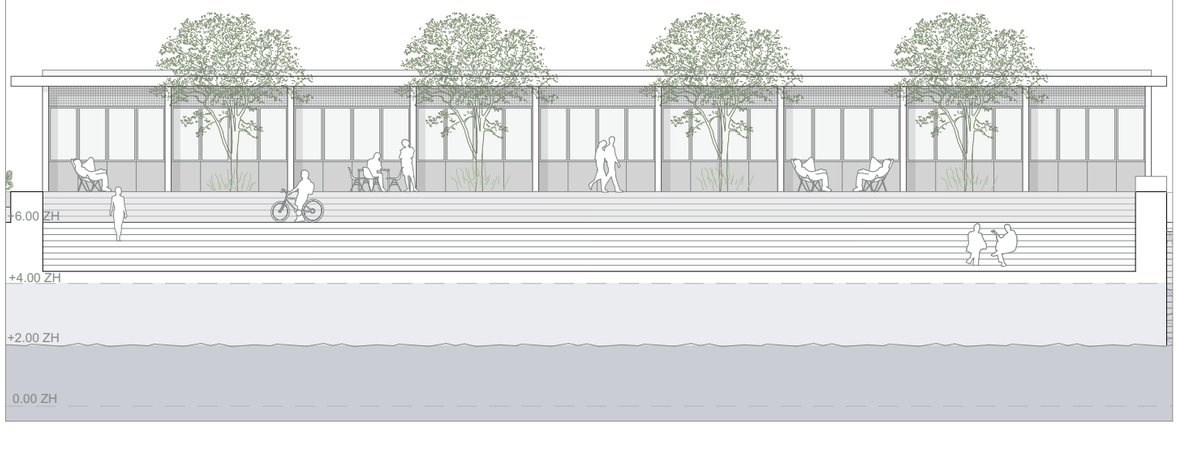

0
50
100m


+6.0
+5.5
2.5
+1.0
+1.0
+1.0
+0.5
+0.5
0
25
50m

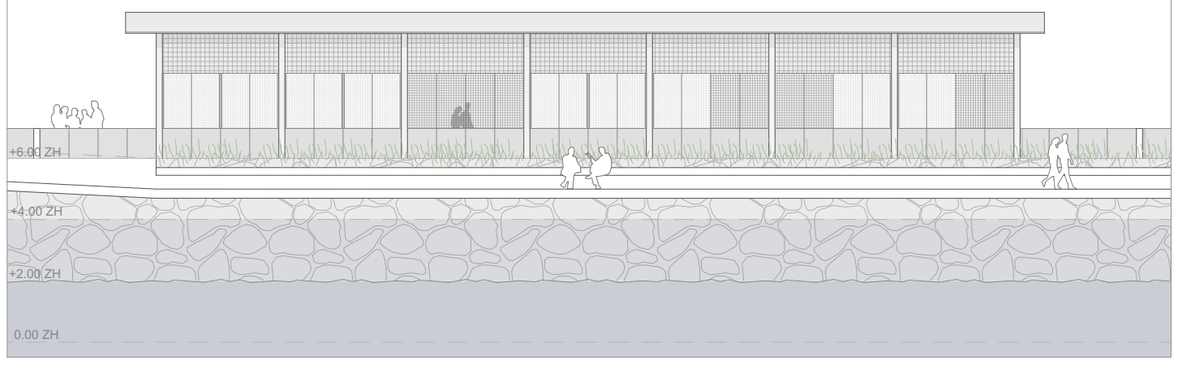


Planta | Escala 1:1400

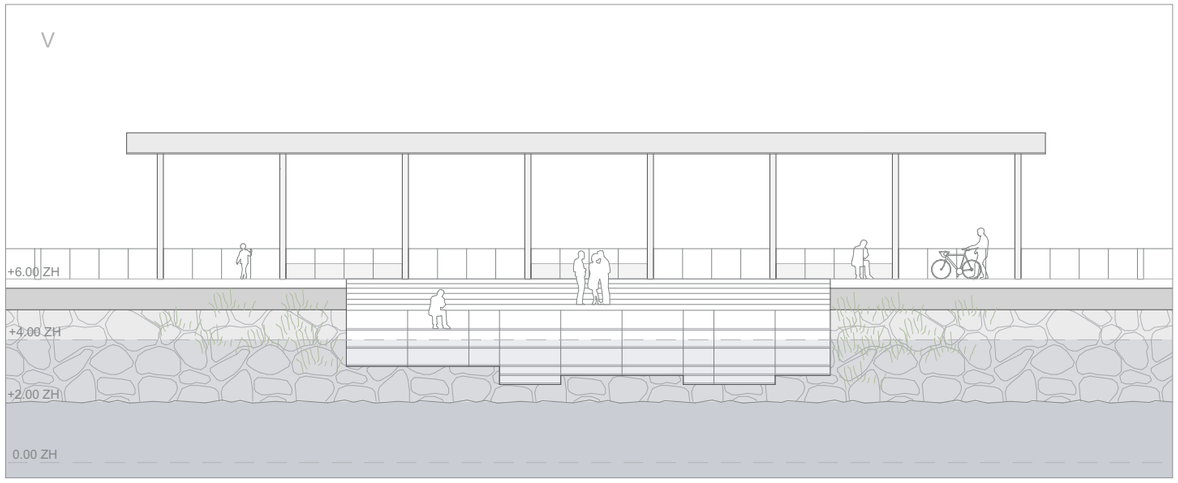
I


+6.00 ZH
+4.00 ZH
+2.00 ZH
0.00 ZH

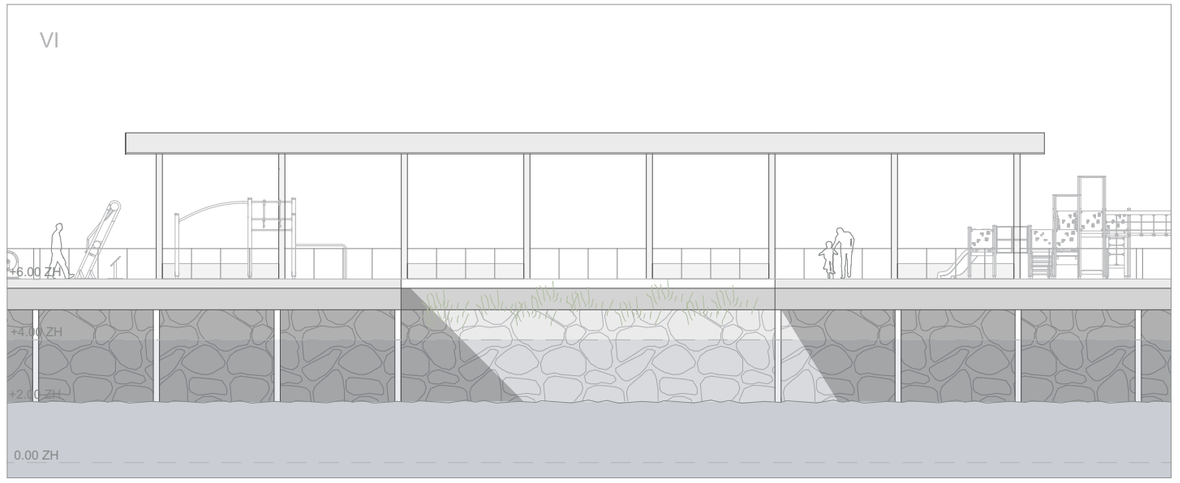
II

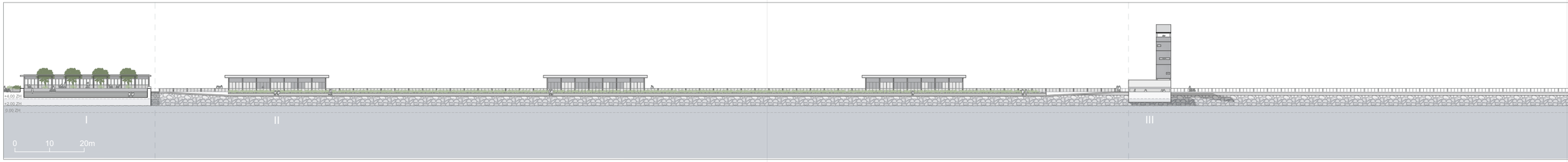

+6.00 ZH
+4.00 ZH
+2.00 ZH
0.00 ZH

V

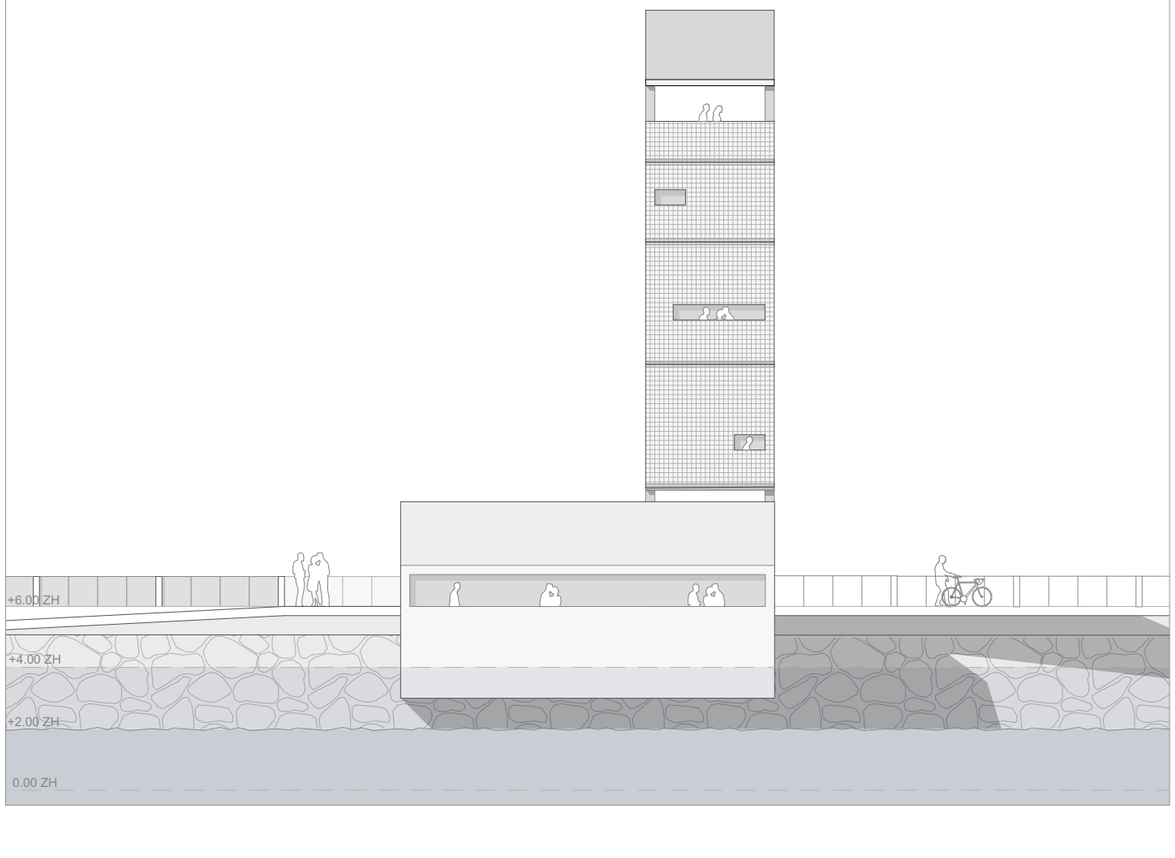

+6.00 ZH
+4.00 ZH
+2.00 ZH
0.00 ZH

VI

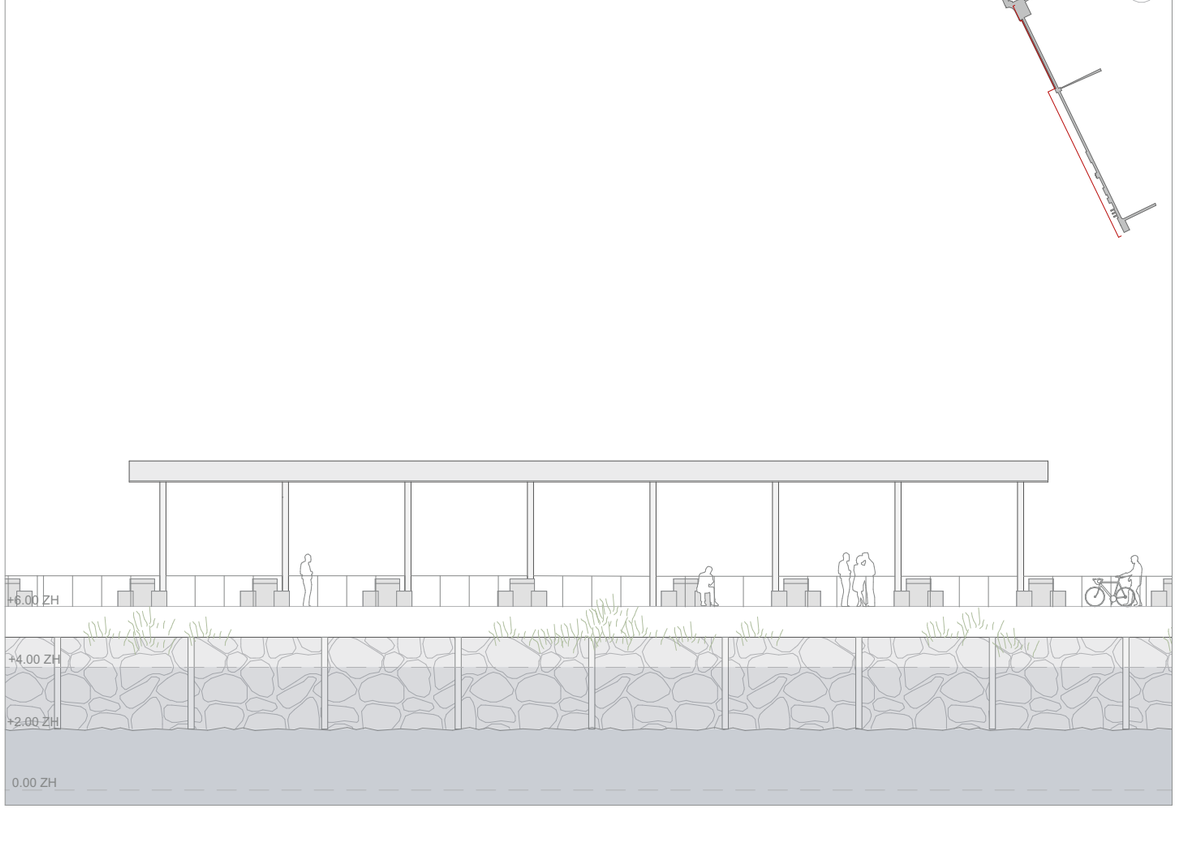

+6.00 ZH
+4.00 ZH
+2.00 ZH
0.00 ZH


I
II
III
0
10
20m

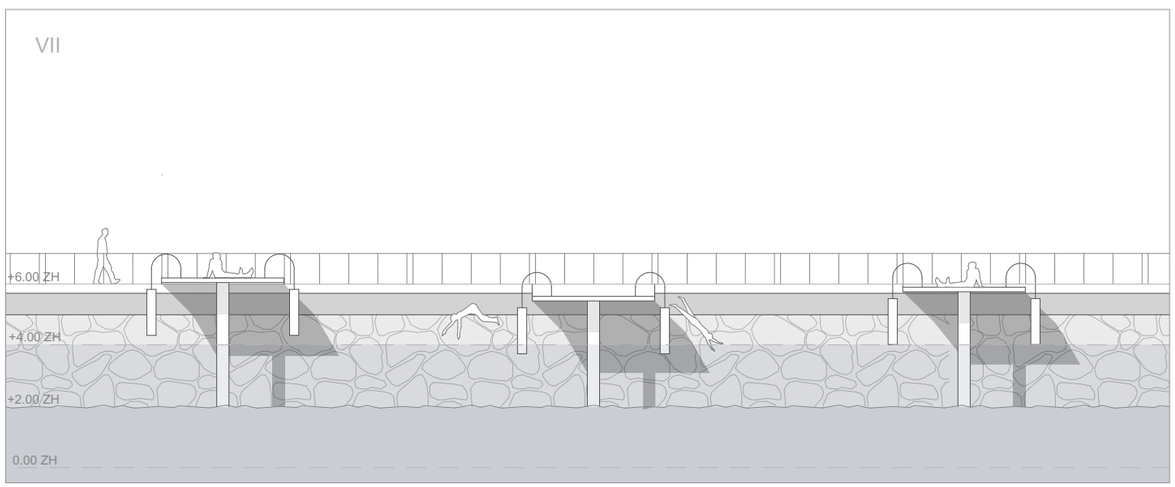
III



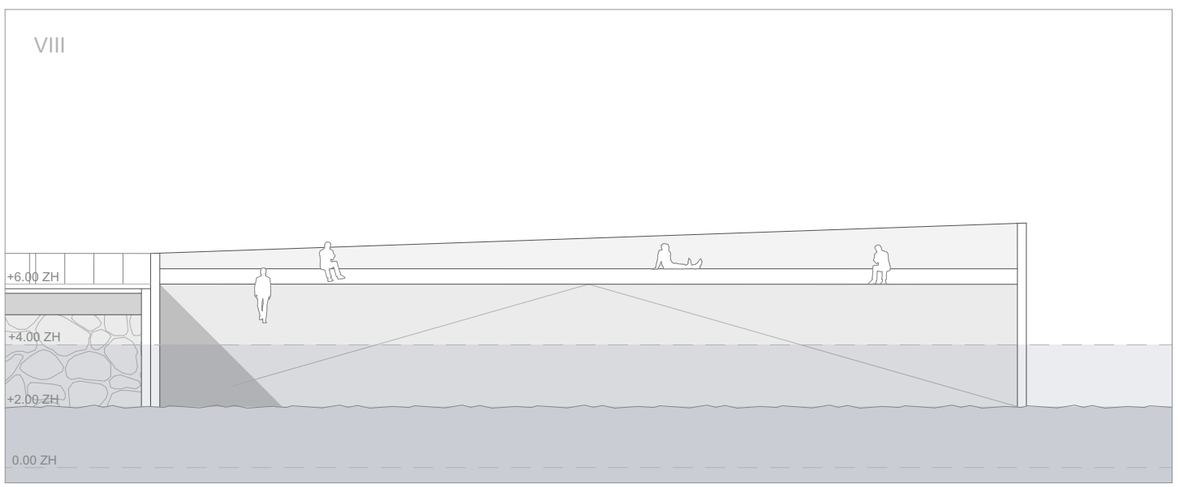
IV

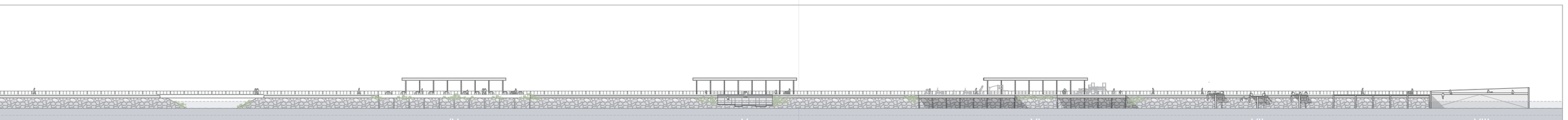


VII



VIII





Alçado Oeste| Escala 1:1100

I

O projeto garante acessos em três pontos, dois nos extremos e um intermédio. A intenção de estabelecer um ponto de encontro principal, que funcione como um momento de transição entre o tecido pré-existente e a nova estrutura, motivou o desenho de uma área de maior escala, concebida como entrada principal. Assim, projeta-se um novo largo amplo no extremo norte, que se adapta ao alargamento existente no local que, atualmente, não apresenta continuidade.

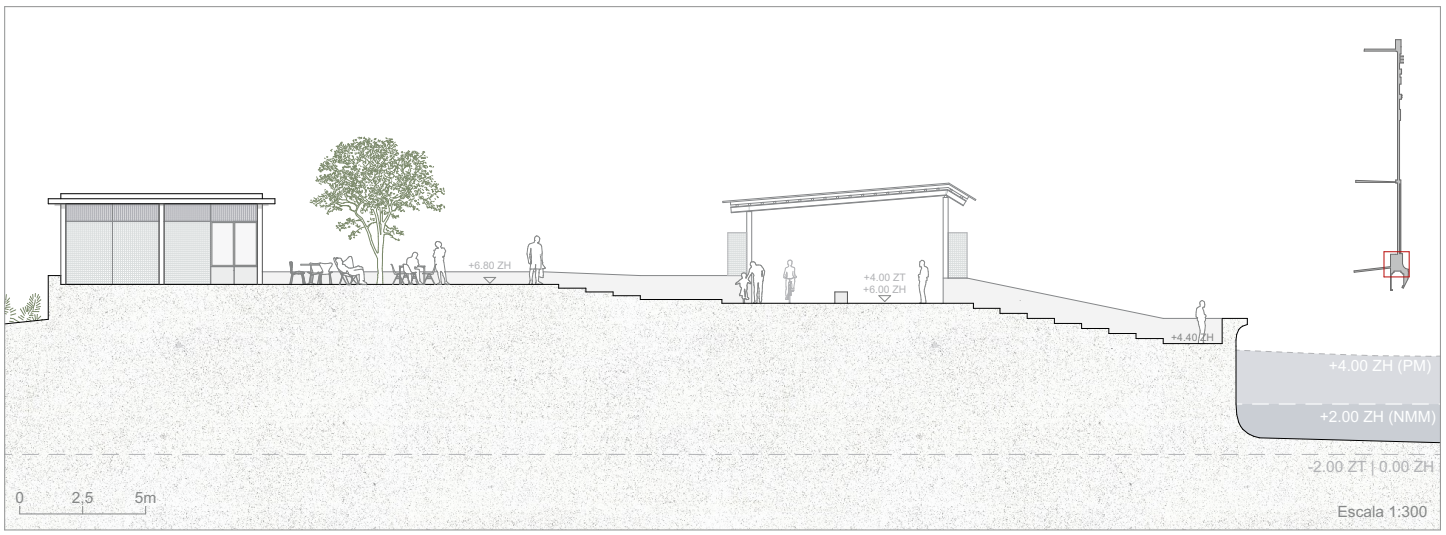
O novo largo pretende reestruturar as relações na frente marítima de Esposende e definir um ponto importante no projeto, dada a sua localização próxima da Rua do Farol, com estacionamento, assim como dos bares de praia, entre a Ronca e o Forte de São João Baptista de Esposende.

Neste primeiro momento criado, o desenho teve em conta a proximidade ao mar, uma vez que se situa junto à embocadura do rio e, por isso, apresenta uma maior exposição à frente marítima.

Assim, a modelação do terreno considera a possibilidade de inundação aquando de tempestades, definindo um talude decrescente na direção da água. O desenho de degraus permite introduzir linhas-guia no pavimento que fazem a distinção entre três momentos: um pequeno estabelecimento comercial, o percurso pedonal e ciclável e um auditório exterior que enquadra a paisagem.

[d06] Corte I
Escala 1:300 (página 65)


0
2,5
5m
Escala 1:300


+6.80 ZH
+4.00 ZT
+6.00 ZH
+4.40 ZH
+4.00 ZH (PM)
+2.00 ZH (NMM)
-2.00 ZT | 0.00 ZH
0
2,5
5m
Escala 1:300

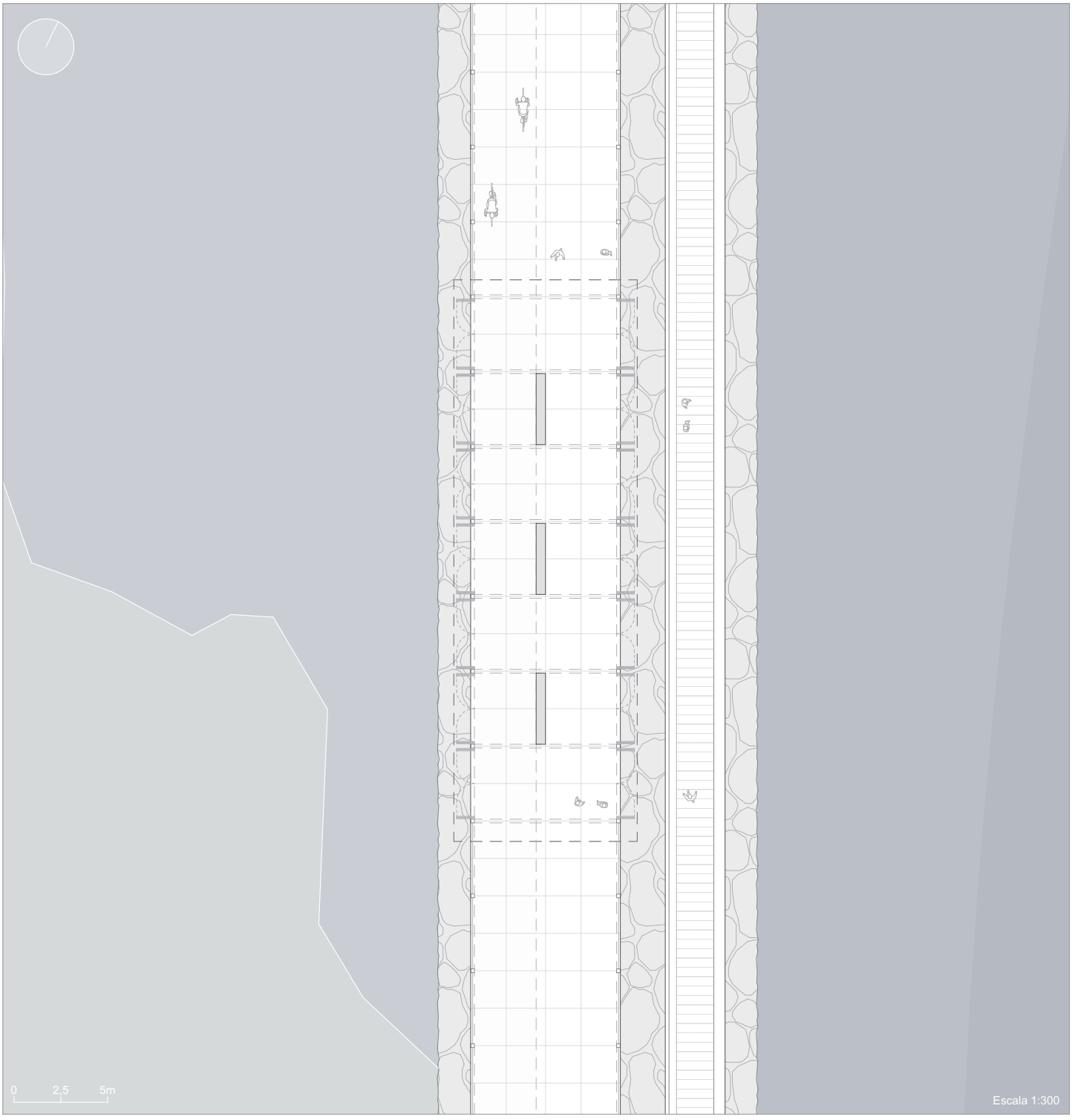
II

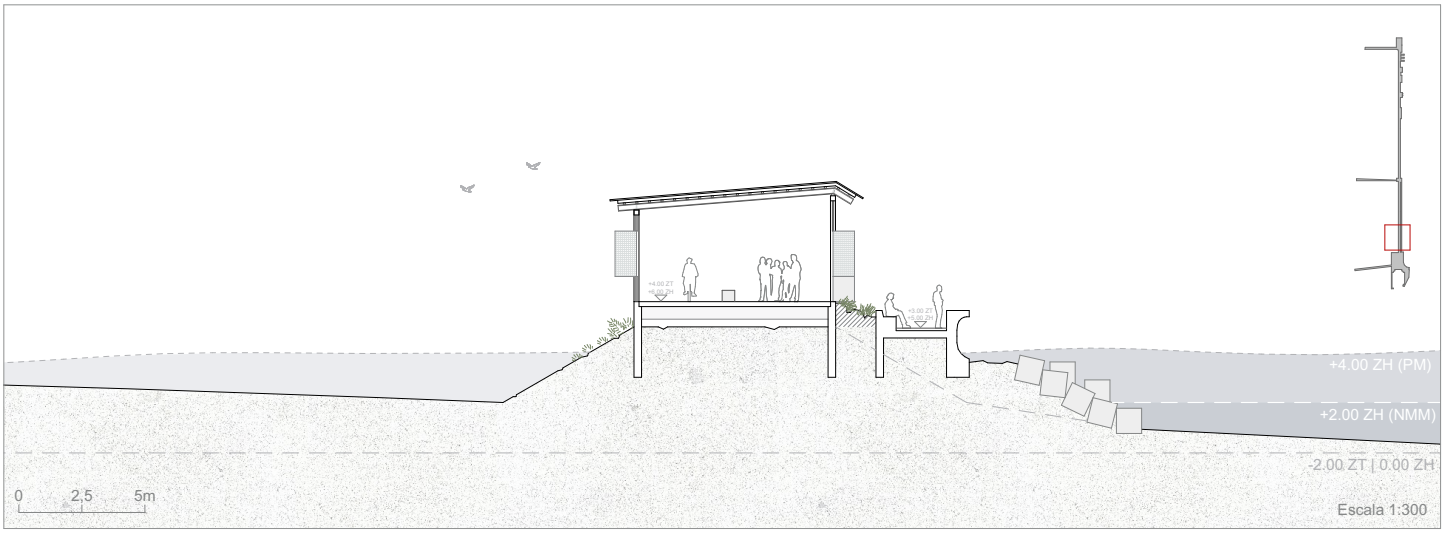
Consequente ao espaço anterior, é definido um percurso pedonal e ciclável linear sobre a estrutura em enrocamento, à cota +6 metros referida ao zero hidrográfico. Devido à maior intensidade de incidência de ondulação neste primeiro segmento, provocada pela maior exposição e proximidade ao mar aberto, a solução encontrada procura às exigências de segurança da estrutura e uma maior proteção face à dinâmica das ondas.

Para além do passeio principal, é introduzido um segundo percurso pedonal sobre o enrocamento, a uma cota mais baixa, delimitado por uma parede marítima de forma côncava que visa reduzir o impacto das ondas e redirecionar a água de volta para o mar. Este espaço é concebido para conter a água do mar, em caso de inundação e, numa perspetiva futura, se a subida do mar atingir valores de +2 e de +3 metros acima do nível médio, pode ser preenchido com enrocamento.

Esta estratégia permite, não só uma resposta mais eficaz ao risco de inundação e chegada da água ao pavimento da estrutura principal, mas também confere proteção e a possibilidade de inserção de bolsas de vegetação entre os dois percursos. A vegetação, para além de tornar o espaço mais belo e agradável, representa vantagens práticas, ao auxiliar a estabilização do enrocamento e, através da sua permeabilidade, permitir a contenção de água e criar pontos de abrigo e refúgio a aves que habitam o estuário.

[d07] Corte II
Escala 1:300 (página 67)


0
2,5
5m
Escala 1:300


+4.00 ZH (PM)
+2.00 ZH (NMM)
-2.00 ZT | 0.00 ZH
0
2,5
5m
Escala 1:300

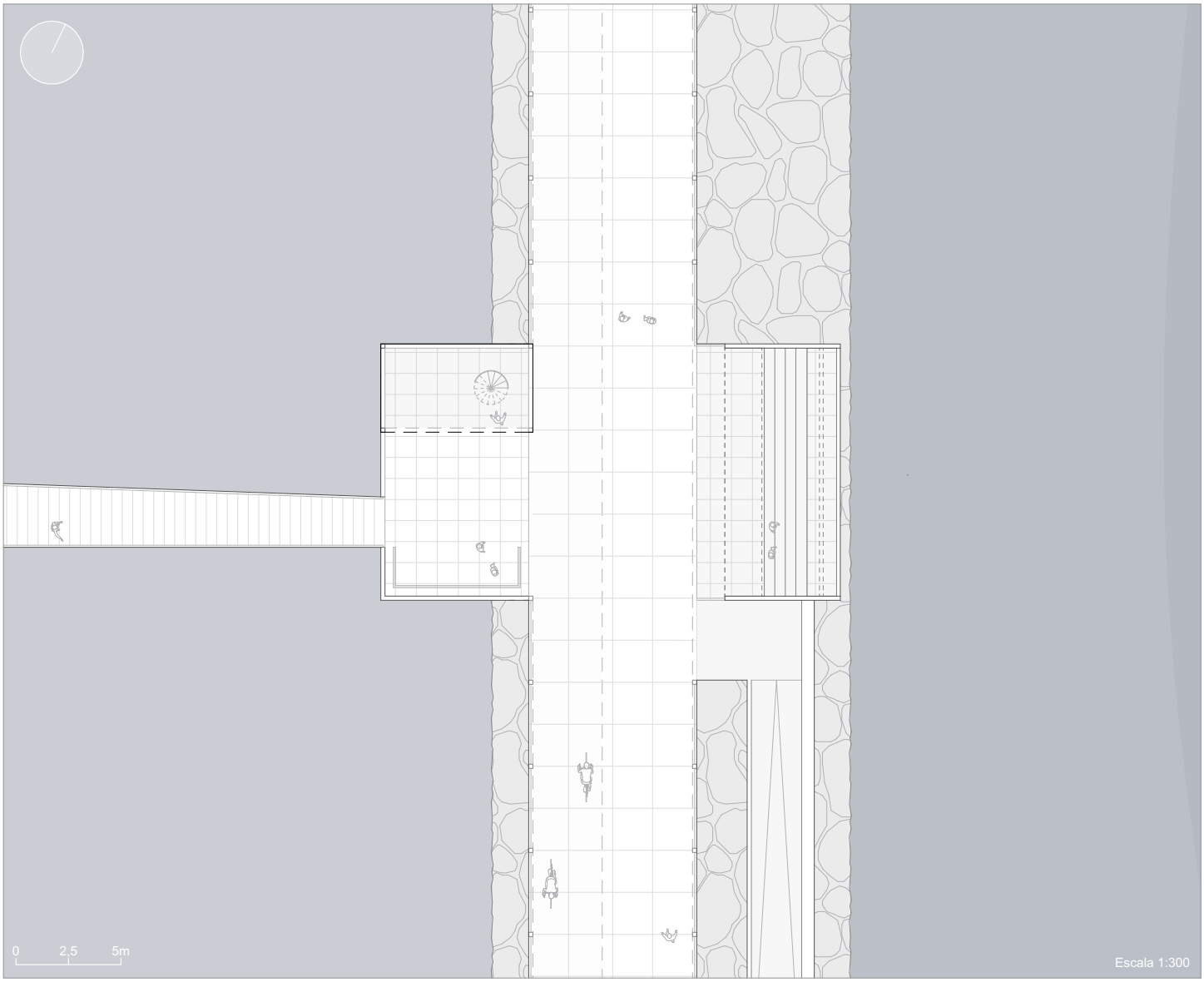
III

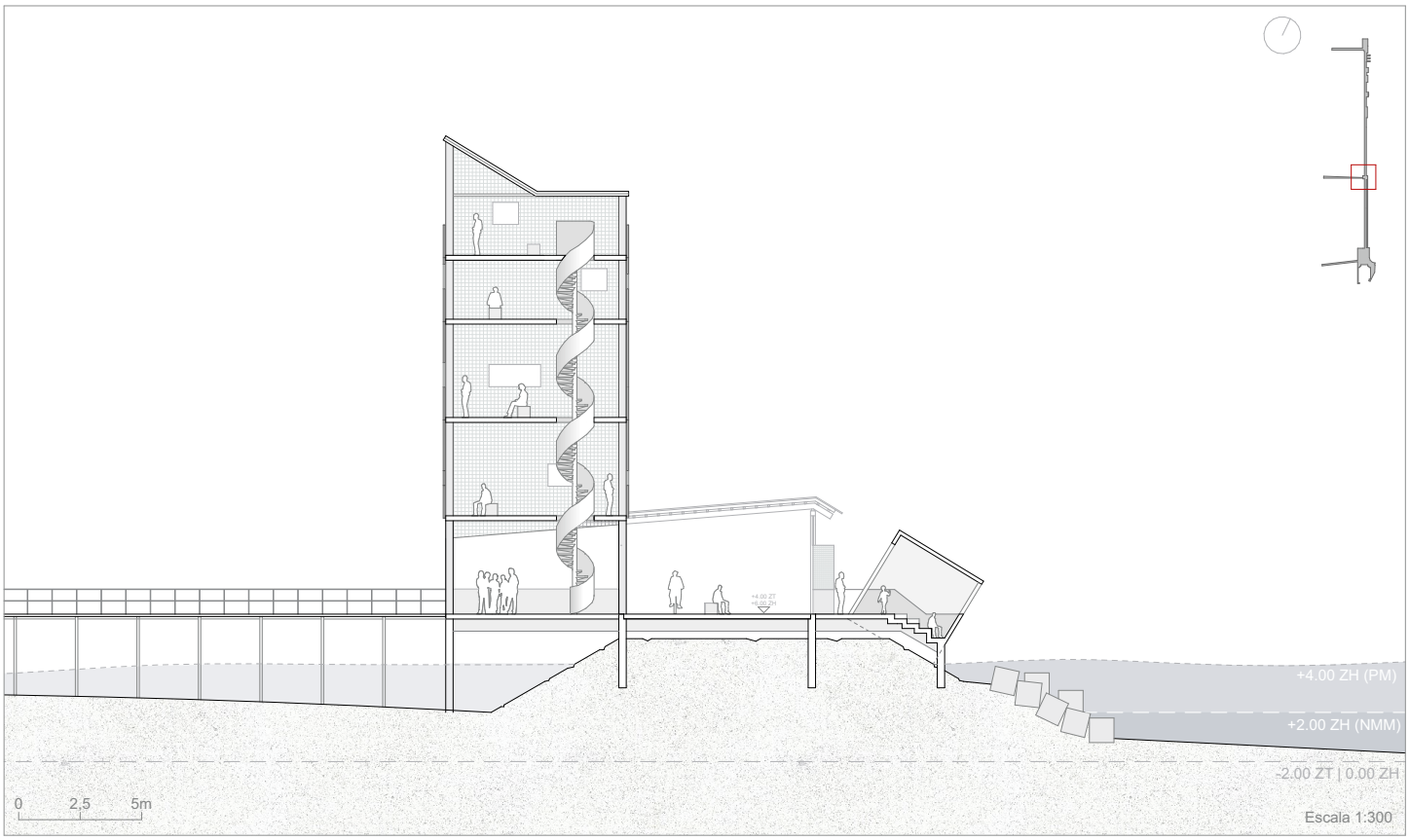
O final deste primeiro segmento é marcado pela interseção com um percurso intermédio que é prolongado na direção da Rua 27 de Maio, perpendicular à estrutura proposta.

Na confluência dos dois percursos é criado, voltado para o sapal, um volume vertical que funciona como miradouro e observatório do estuário. Esta inclusão pretende promover o conhecimento do estuário do Cávado e evidenciar a sua relevância para o Parque Natural enquanto momento de valorização cultural, patrimonial e de observação da paisagem. Este marco vertical pontua o projeto, introduz um novo ponto de referência no lugar e, simultaneamente, procura integrar um novo elemento na rede de observatórios e miradouros do Parque Natural do Litoral Norte.

Em contraste com o volume elevado, foi concebido um miradouro voltado para o mar, que enquadra as dunas da restinga de Ofir, do outro lado do rio. Neste espaço estabelece-se uma atmosfera de contemplação, quer pela sua posição e proporção, quer pelo enquadramento proporcionado pela sua volumetria, inclinada para a linha do horizonte.

[d08] Corte III
Escala 1:300 (página 69)


0 2,5 5m
Escala 1:300


+4.00 ZH (PM)
+2.00 ZH (NMM)
-2.00 ZT | 0.00 ZH
0 2,5 5m
Escala 1:300

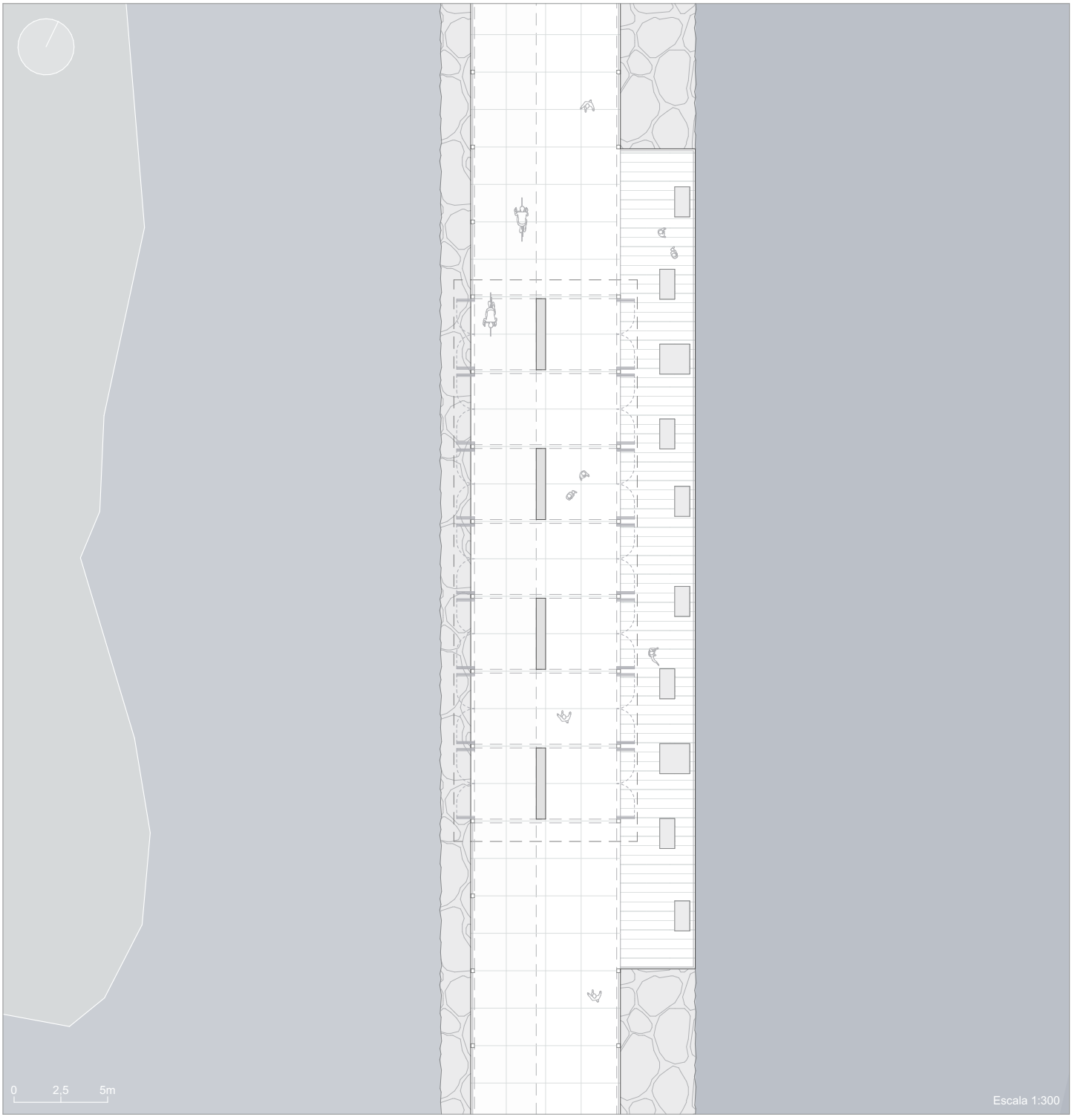
IV

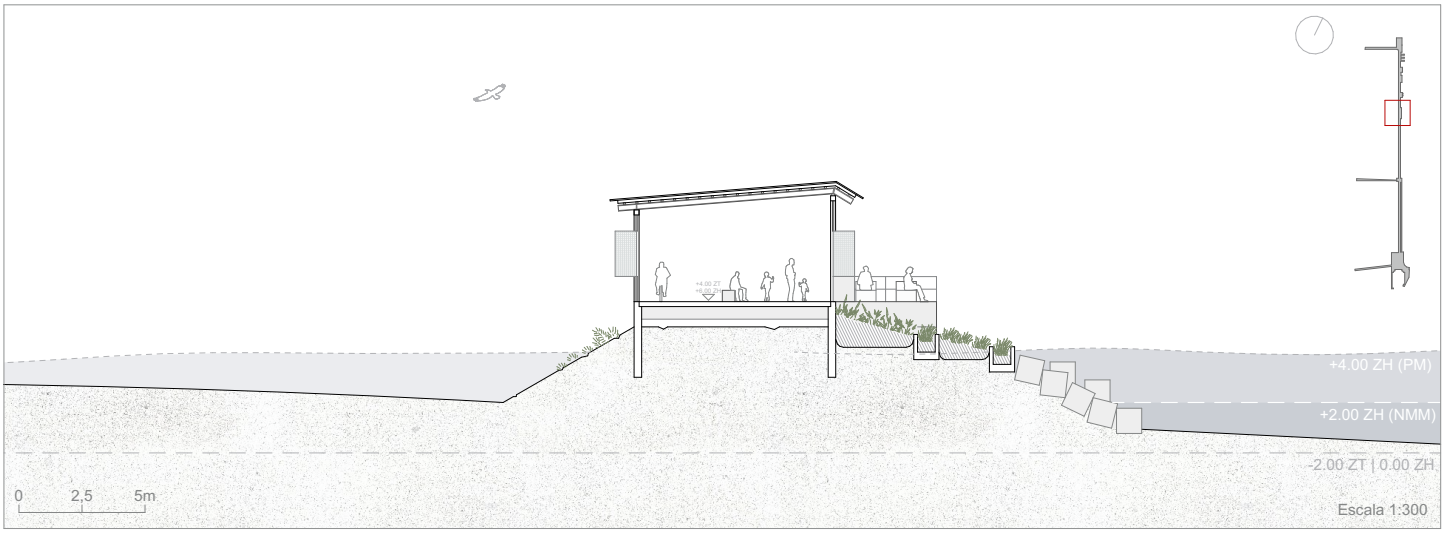
Sobre o segundo enrocamento, a sul, desenvolve-se, a par do percurso pedonal e da ciclovia, uma sucessão de espaços recreativos, que procuram promover e incentivar a atividade física ao ar livre, proporcionar momentos de desaceleração e espaços de estar com a introdução de bancos, patamares e mesas, elementos de mobiliário urbano que desempenham também um papel de proteção adicional face à agitação marítima e ao vento. A utilização destes espaços para uso recreativo está associada às condições meteorológicas, pelo que todos eles garantem simultaneamente as funções funcional e defensiva.

Este segmento contém quatro zonas.

A primeira resulta de um prolongamento do pavimento, no qual é introduzido mobiliário fixo, mesas e bancos. Este espaço proporciona um momento de pausa, onde o ritmo da disposição dos elementos proporciona um ambiente convidativo e social, onde é possível reunir e partilhar momentos de refeição, conversa, entre outros. A extensão é marcada pela mudança de pavimento, feita em painéis de madeira deck, à semelhança de outros espaços de estar no projeto, conferindo-lhes uma identidade material comum.

[d09] Corte IV
Escala 1:300 (página 71)


0
2,5
5m
Escala 1:300


+4.00 ZT (PM)
+2.00 ZH (NMM)
-2.00 ZT | 0.00 ZH
0
2,5
5m
Escala 1:300

V

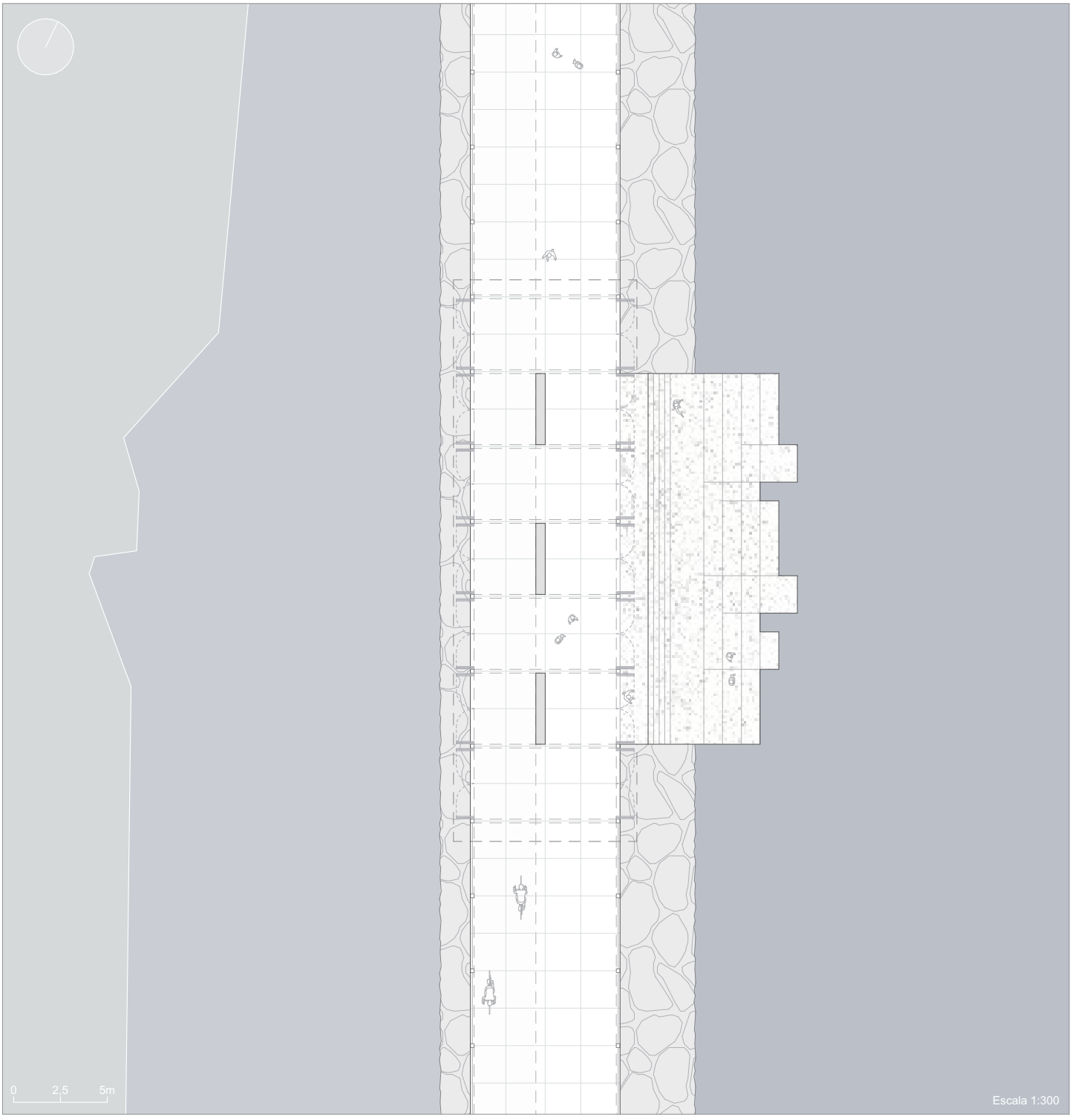
Este momento é caraterizado pelo desenho de bancos e degraus que se distribuem de forma assimétrica e irregular sobre o enrocamento. Esta disposição configura um espaço de estar aberto à paisagem e com proximidade à água, uma vez que as peças de betão são dispostas com inclinação, funcionando como barreira à água.

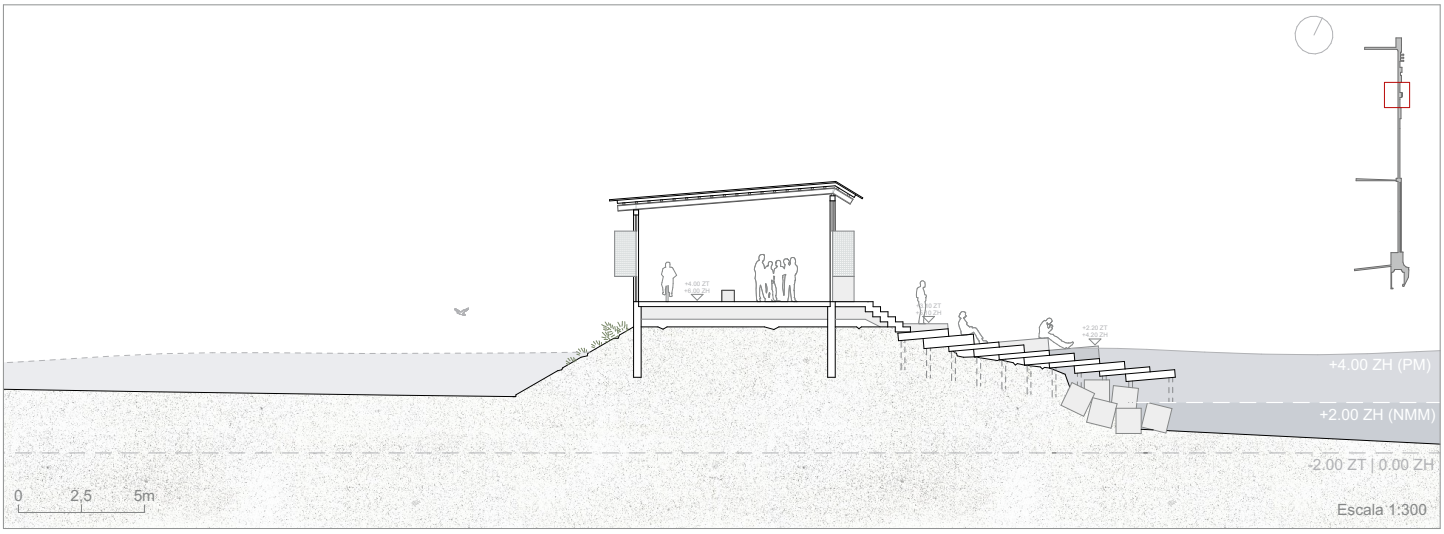
A multiplicidade de peças permite também que esta estrutura seja usada em situações de baixa-mar e preia-mar, uma vez que a totalidade dos blocos existe acima da cota do nível médio da água do mar.

Esta estratégia adequa este espaço à proteção da estrutura principal, e a irregularidade e diversidade da disposição das peças permite dissipar a energia da onda de uma forma mais eficiente do que uma barreira vertical enquanto permite criar um espaço com uma configuração particular e singular no percurso.

A construção e manutenção deste espaço podem, eventualmente, integrar lajetas de betão do percurso linear que necessitam de substituição, na procura de possibilitar a reutilização de materiais e elementos no projeto.

[d10] Corte V
Escala 1:300 (página 73)


0
2,5
5m
Escala 1:300


+4.00 ZH (PM)
+2.00 ZH (NMM)
-2.00 ZT | 0.00 ZH
0
2,5
5m
Escala 1:300

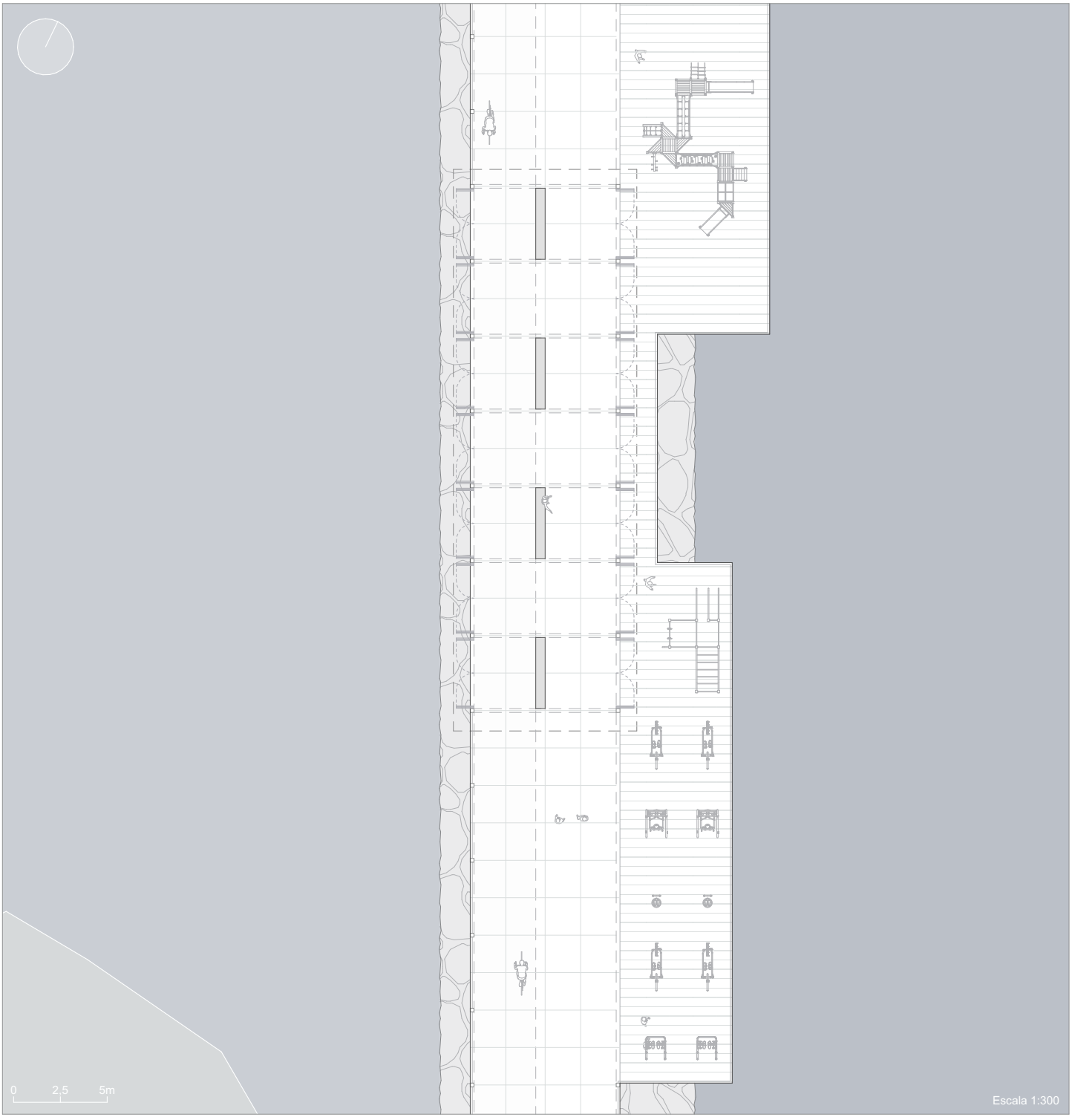
VI

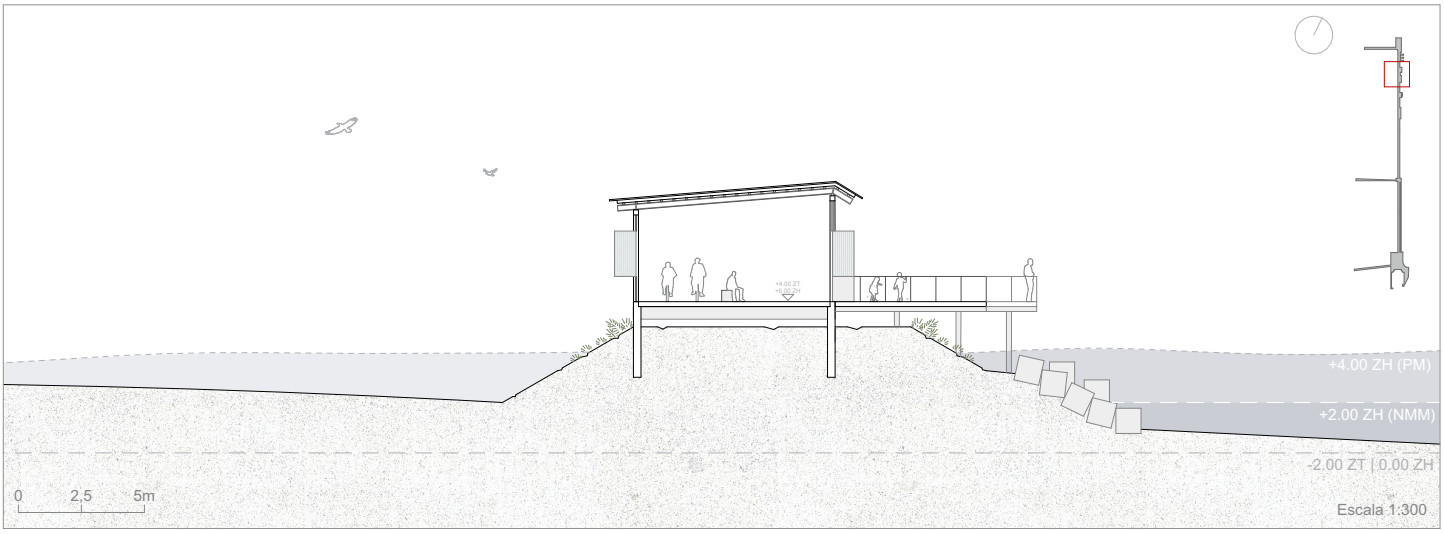
O espaço seguinte apresenta duas extensões, conectadas entre si, com acesso contínuo entre elas, não sendo preciso a utilização da estrutura principal para a sua transição.

Estes dois espaços destinam-se a promover a atividade física e a interação social. Assumindo-se como elemento de apoio ao litoral de Esposende, o projeto propõe um espaço de exercício físico ao ar livre, assim como um espaço de recreio infantil. A proximidade entre estas duas áreas permite que pessoas de várias faixas etárias possam usufruir do espaço em simultâneo, possibilitando que as crianças brinquem em segurança e estejam sempre no campo visual de quem as acompanha.

A criação de um espaço desta natureza valoriza o projeto ao promover a atividade física e o convívio junto à água. Desta forma, incentiva-se a saúde e o bem-estar públicos através do exercício, permitindo simultaneamente usufruir da nova estrutura e da paisagem natural do Cávado.

[d11] Corte VI
Escala 1:300 (página 75)


0 2,5 5m
Escala 1:300

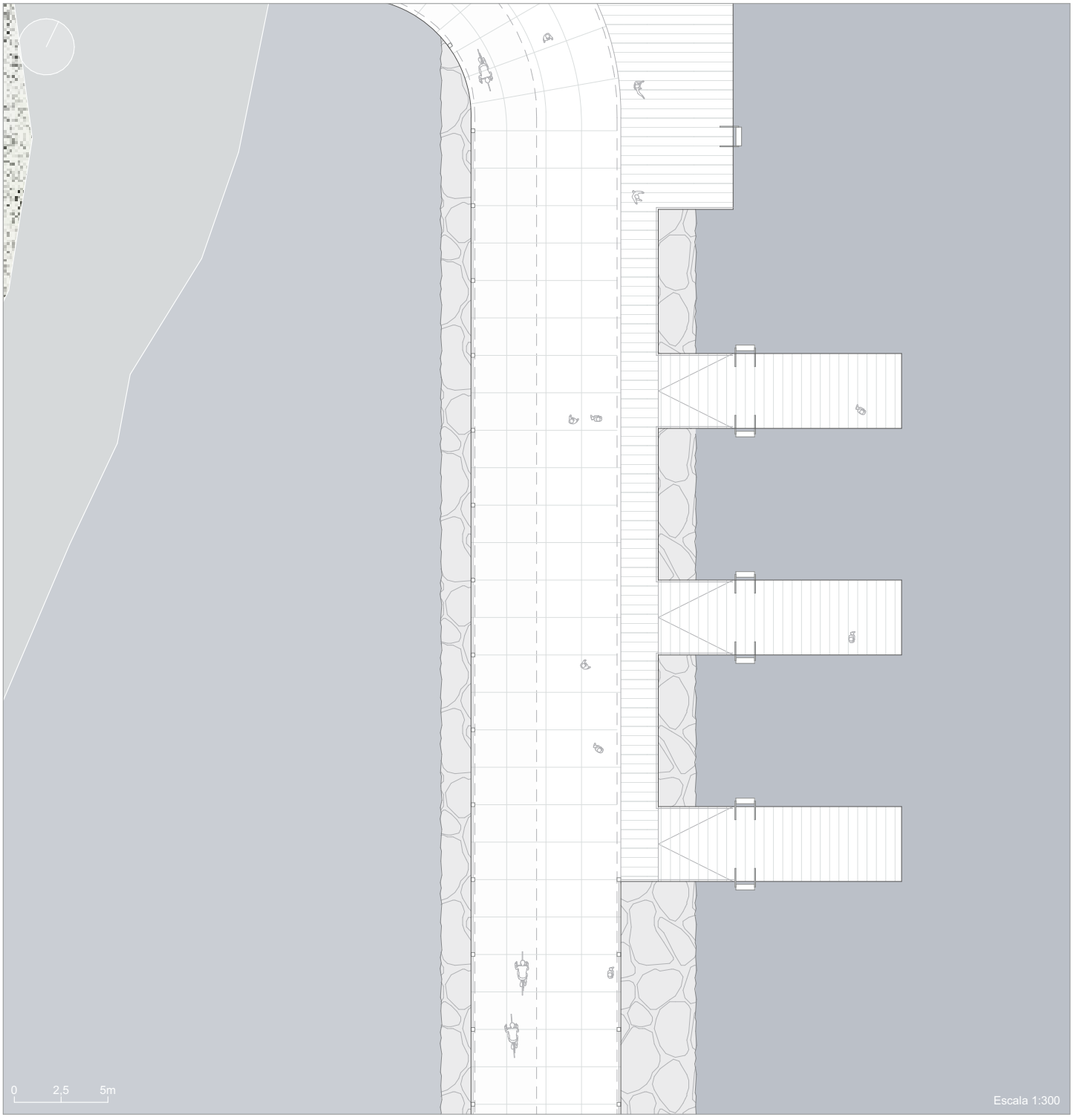

+4.00 ZH (PM)
+2.00 ZH (NMM)
-2.00 ZT | 0.00 ZH
0 2,5 5m
Escala 1:300

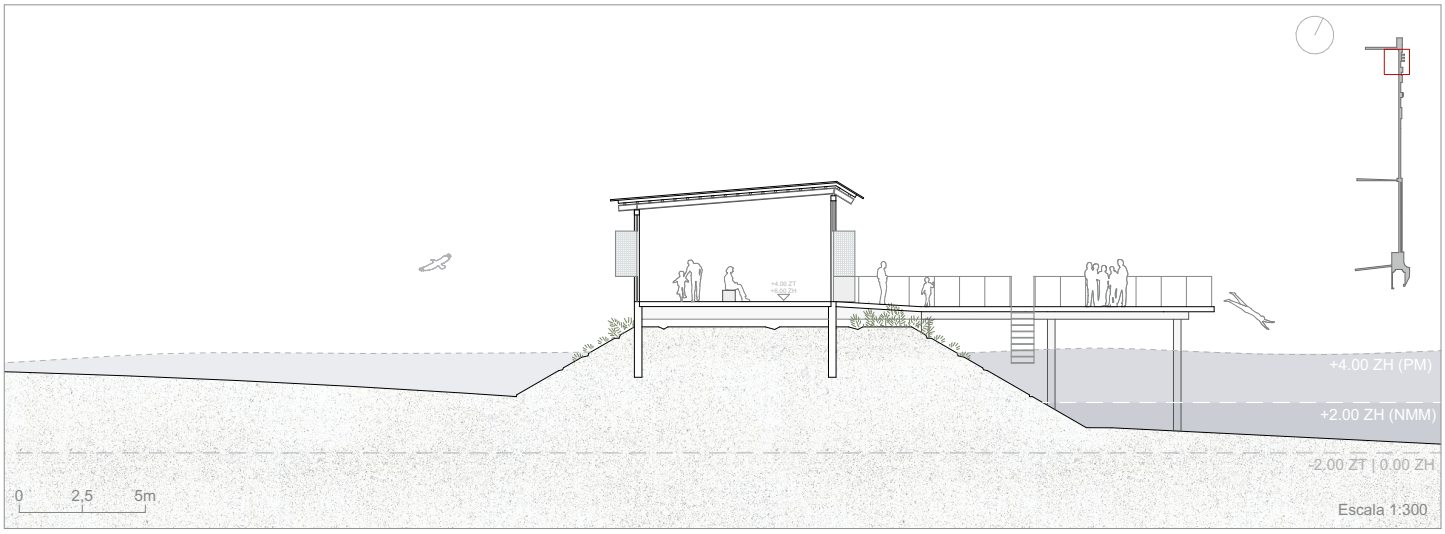
VII

O remate do percurso proporciona um momento de lazer e de contacto direto com a água. A extensão deste espaço promove a proximidade à água, através de plataformas que se posicionam perpendicularmente ao percurso, a cotas distintas, viabilizando o uso de pranchas de saltos, tanto em baixa-mar como em preia-mar, contribuindo igualmente para a dissipação de energia da ondulação. Para além destas, uma plataforma mais larga constitui uma área de lazer que possibilita a utilização de caiaques.

Este espaço de interação com a água encontra-se definida na zona sul do projeto por ser uma área mais protegida da agitação marítima e, consequentemente, mais segura para o efeito.

[d12] Corte VII
Escala 1:300 (página 77)


0
2,5
5m
Escala 1:300


+4.00 ZH (PM)
+2.00 ZH (NMM)
-2.00 ZT | 0.00 ZH
0
2,5
5m
Escala 1:300

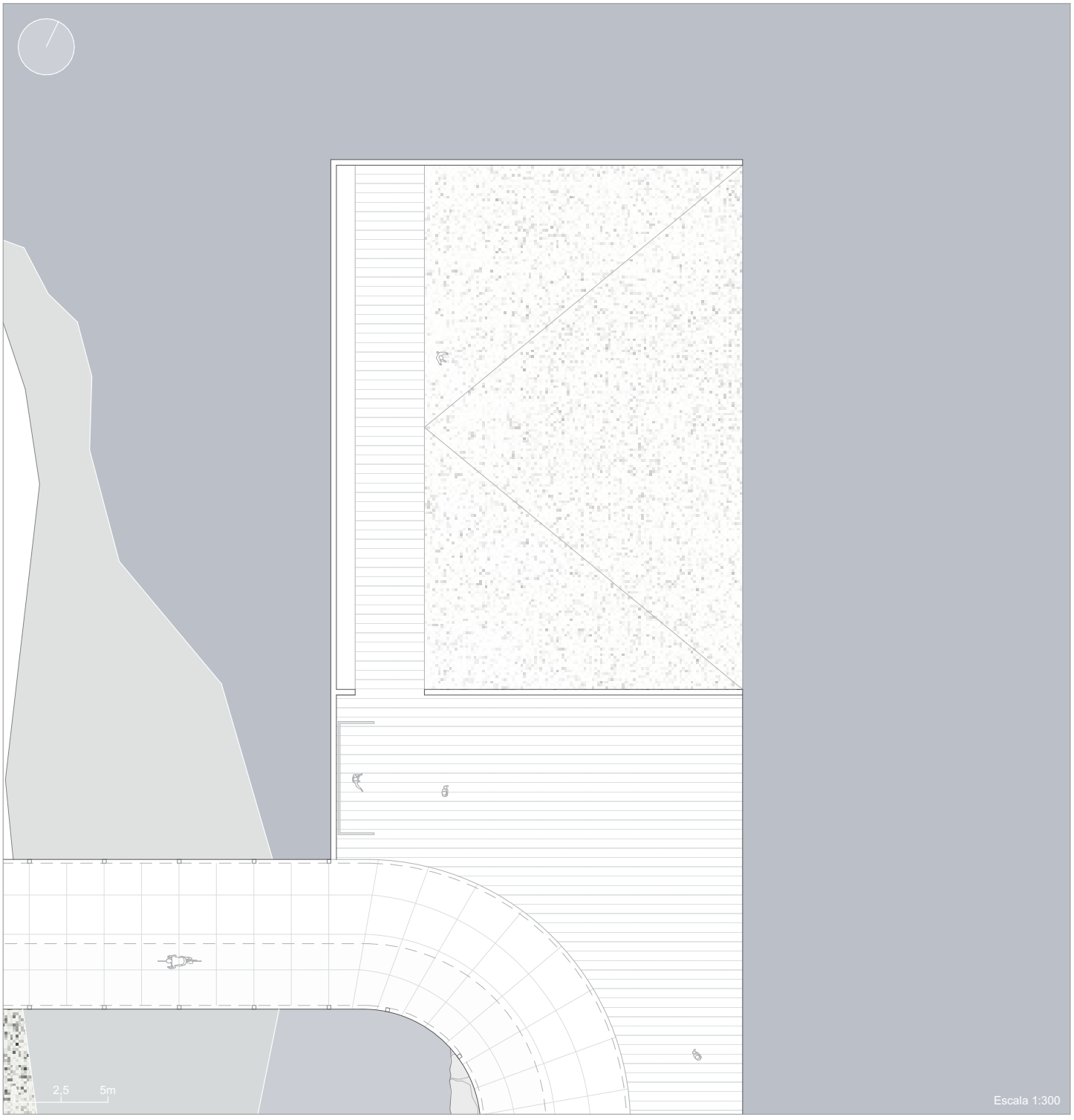
VIII

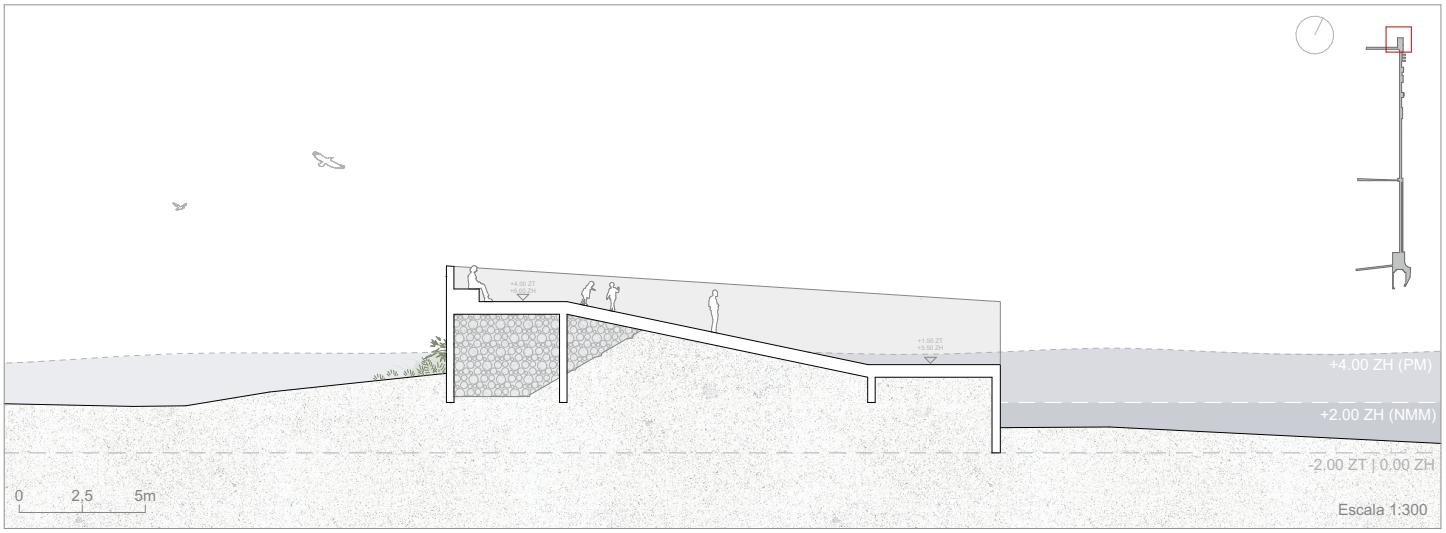
Por fim, é criada uma plataforma em talude, concebida para proporcionar um acesso inclusivo à água a utilizadores de diferentes idades e condições de mobilidade, delimitando uma área de banho protegida da agitação marítima e das correntes. Este espaço é equipado com um banco que contorna o perímetro exterior, voltado para a restinga de Ofir, onde os utilizadores podem colocar os seus objetos pessoais em segurança enquanto usufruem da água.

Por questões funcionais e de segurança, este espaço encontra-se definido por um pavimento em betão desativado aintiderrapante e de grande rugosidade .

Esta proposta cria, não só a oportunidade de todos usufruírem do contacto com a água, mas também serve de espaço de inundação controlada, através do pavimento em rampa que dissipa a energia da ondulação.

[d13] Corte VIII
Escala 1:300 (página 79)


2,5
5m
Escala 1:300


+4.00 ZH (PM)
+2.00 ZH (NMM)
-2,00 ZT | 0,00 ZH
0
2,5
5m
Escala 1:300

2.4.3 | Materialidade

A materialidade assume, neste projeto, um papel importante na definição das estruturas de proteção e de acesso, uma vez que a área de intervenção apresenta condições específicas relacionadas com a sua proximidade à água e com a exposição às dinâmicas do estuário. Por essa razão, foi necessária uma escolha de materiais adequados às necessidades do espaço público, que assegurem a eficácia e a segurança de todo o percurso.

A adaptação da estrutura, tendo em conta as previsões da subida do nível médio da água do mar, foi uma questão importante na definição e na escolha dos elementos construtivos, uma vez que, a possibilidade de alterar a sua configuração ou de substituir ou adicionar peças de proteção permite considerar a sustentabilidade dos recursos no projeto. A proposta utiliza peças modulares e cada um dos materiais foi selecionado de acordo com a sua função e considerando o seu desempenho face à exposição à condições climáticas do espaço costeiro.

Estrutura

O projeto propõe uma estrutura em betão, escolhido com base no desempenho do material face ao desgaste provocado pelo mar. A exploração de uma solução com peças de betão pré-fabricadas permite não só uma montagem facilitada no local, mas também a possibilidade da reutilização dos elementos estruturais, numa perspetiva de intervenção futura, permitindo a alteração e substituição de peças e a continuidade da proteção.

A compreensão do funcionamento da estrutura em relação ao seu contexto orienta o desenho dos seus elementos. A consideração das dinâmicas naturais caraterísticas do estuário do Cávado, nomeadamente a ação das ondas, das marés e das correntes, permite procurar soluções construtivas que reduzam o desgaste dos materiais e contribuam para a durabilidade e o funcionamento da intervenção.

Fachada

É desenhado um sistema de portões, constituído por três níveis de painéis metálicos que cumprem funções singulares, introduzindo flexibilidade e tornando possível a alteração da sua configuração, ou, em caso de previsão de tempestade, permitindo o seu encerramento, servindo de sistema reforçado de proteção contra o risco de inundações e marés extremas em direção à frente ribeirinha.

O primeiro painel, localizado superiormente, em *brise soleil* fixo, destina-se, principalmente, a proporcionar um sombreamento para a proteção do sol nos dias mais quentes; porém, protege também contra o vento, uma vez que a exposição da estrutura aos ventos atlânticos pode ser significativa.

O painel inferior, em chapa de metal opaco, serve como guarda, viabiliza uma proteção ao vento baixo e impede a água, na eventualidade de risco de inundação ou de maré extrema, de entrar no espaço abrigado. Este painel é móvel e pode ser aberto ou fechado consoante as condições meteorológicas, através de um sistema em fole de duas folhas. Este pode ser fechado em caso de ocorrência de vento e chuva e, na eventualidade de calor elevado, pode proporcionar ao espaço o sombreamento adequado. O sistema permite ainda a abertura em pontos específicos de acesso, bem como o seu encerramento, na eventualidade de uma tempestade ou outra situação que comprometa a segurança dos utilizadores.

O painel intermédio surge como elemento de transição entre a grelha superior e o painel inferior. Confere ao espaço interior uma proteção moderada contra o vento e o sol. Correspondendo a um *brise-soleil* móvel, possibilita a abertura dos painéis, como se fossem janelas, e permite o uso interativo da estrutura, integrando a experiência do espaço.

O sistema em gradeamento confere transparência à estrutura, opção importante para assegurar a permeabilidade visual do passeio e, ao mesmo tempo, introduzir qualidades espaciais e de utilização, que beneficiam a manutenção do espaço e auxiliam a proteção costeira.

Desta forma, a fachada revela o caráter funcional e adaptável

da estrutura, podendo, o utilizador, ajustar a posição dos painéis para encontrar a situação que melhor se adequa à condição de cada momento.

Cobertura

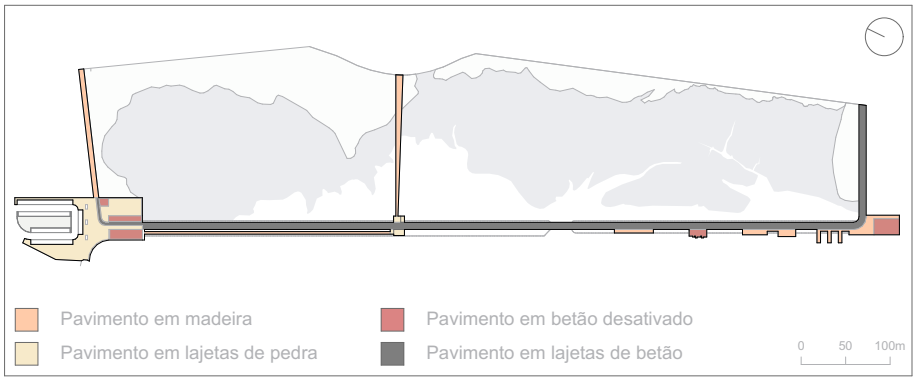
O sistema de cobertura corresponde a uma estrutura metálica reforçada, em duas águas. O desenho deste elemento foi pensado de acordo com a sua funcionalidade, uma vez que o lado de maior comprimento permite a recolha da água da chuva ou da água do mar que, eventualmente, alcance a cobertura e o seu redirecionamento para o sapal, contribuindo para o fluxo de água vital para o seu bom funcionamento. O outro lado deste sistema apresenta uma inclinação mais acentuada, constituindo uma barreira adicional ao vento e à água proveniente de tempestades.

Pavimentos

Os pavimentos propostos no projeto respondem, principalmente, às exigências de segurança e de funcionalidade, uma vez que é importante garantir que o uso contínuo e o desgaste dos materiais associado às condições climáticas e à proximidade ao mar não coloquem em perigo o utilizador, mas também facilitem a manutenção, permitindo a substituição de peças, em caso de danos na estrutura. Os pavimentos do percurso pedonal e ciclável são de betão desativado, em peças quadradas, enquanto os pavimentos dos espaços de convívio e de atividades são diferenciados, ao introduzir tábuas deck de madeira. Esta escolha confere uma identidade material aos espaços de estar e, formalmente, destaca o programa recreativo, tornando clara a distinção entre estes e o percurso principal.

Por outro lado, considerando a dimensão do projeto e a extensão do percurso, a escolha dos pavimentos foi organizada de forma a definir uma continuidade material ao longo do passeio sobre o quebra-mar, em betão, e distinguir os percursos perpendiculares à estrutura em passadiço de madeira, conectados aos pavimentos

existentes do passeio litoral de Esposende.



[d14] Diagrama de pavimentos
Escala 1:8500

Proteção

Ao enrocamento pré-existente, são adicionados blocos de betão escavados, usados para a dissipação de energia da onda, que permitem o depósito de sedimentação. Estes blocos possuem reentrâncias que se assemelham a corais e têm vindo a ser usados em estratégias de intervenção costeira e restauração da biodiversidade aquática pelo seu contributo ecossistémico[43], uma vez que diversas espécies de algas se apropriam destes espaços para o seu habitat.

Este projeto introduz medidas que podem ser implementadas a curto e a longo prazo, de modo a que a adaptação possa evoluir a par das previsões climáticas. Para tal, foi considerado o nível das marés, de baixa-mar e de preia-mar, assim como o nível médio da água do mar, mas também o nível extremo. Nestas situações, obstáculos verticais podem não ser a opção adequada, uma vez que o impacto da água faz com que esta se espalhe verticalmente, podendo alcançar facilmente os pavimentos que se pretendem, em situação normal, secos.

Deste modo, a introdução de paredes marítimas ou muros côncavos permite devolver a energia das ondas ao mar, criando um efeito de ricochete que se apresenta eficiente em áreas onde a exposição ao mar aberto é mais acentuada e a necessidade do controlo da água é mais exigente.

[d15] Visualização

43 ECOncrete Tech. "*Nature-Inclusive Port Infrastructure: The Living Ports Project.*", 2024. Disponível em: https://www.livingports.eu





2.4.4 | A restinga de Ofir

A restinga de Ofir apresenta-se como um elemento de grande importância ecológica e de proteção costeira, ocupando uma posição determinante na configuração da paisagem, entre o mar e a frente ribeirinha de Esposende. Devido à sua baixa elevação, relativamente ao zero hidrográfico, e à ação das fortes dinâmicas provocadas pelas marés, ao longo do tempo, a restinga tem vindo a sofrer uma deslocação para o interior do estuário, afetando a amplitude do canal de navegação. Este assoreamento provoca a deposição acumulada de sedimentos resultado da energia das correntes, o que reduz a sua profundidade e exige dragagem.

Com o objetivo de garantir a sua proteção, a restinga de Ofir tem sido objeto de estudo e de preocupação ambiental. A erosão e a crescente incidência de tempestades, ventos fortes e marés extremas, efeito das alterações climáticas, têm contribuído para a sua condição vulnerável e para a sua destruição. A importância deste ecossistema prende-se, não só com o facto de ser uma área protegida e sensível à intervenção humana, mas também por constituir uma barreira natural essencial contra o avanço do mar em direção à frente ribeirinha.

Para reduzir os riscos associados à vulnerabilidade da restinga, a intervenção recorre a soluções baseadas na natureza, projetadas para serem desenvolvidas em três fases. A introdução de medidas de adaptação na restinga segundo uma lógica temporal, permite estabelecer um desenvolvimento contínuo e faseado, que deve seguir um processo de reavaliação de resultados e de monitorização da subida do nivel medio da água do mar.

[f27] Imagem de satélite da morfologia da restinga a 30 de outubro de 2006

[f28] Imagem de satélite da morfologia da restinga a 3 de julho de 2016

[f29] Imagem de satélite da morfologia da restinga a 6 de agosto de 2026

Reimaginar o espaço costeiro

Estratégias de adaptação à subida do nível médio da água do mar no estuário do Cávado

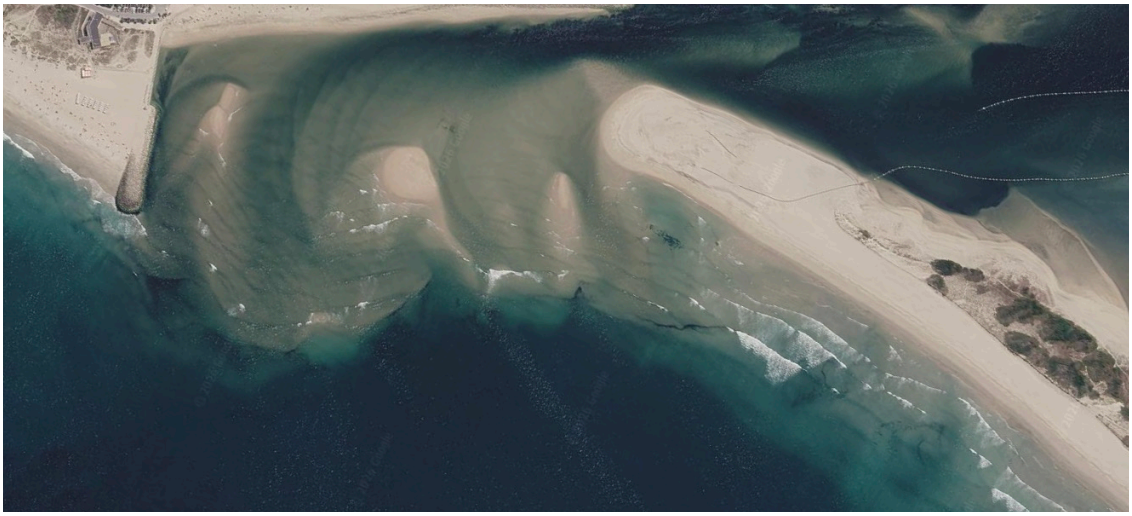
[f27]



[f28]



[f29]



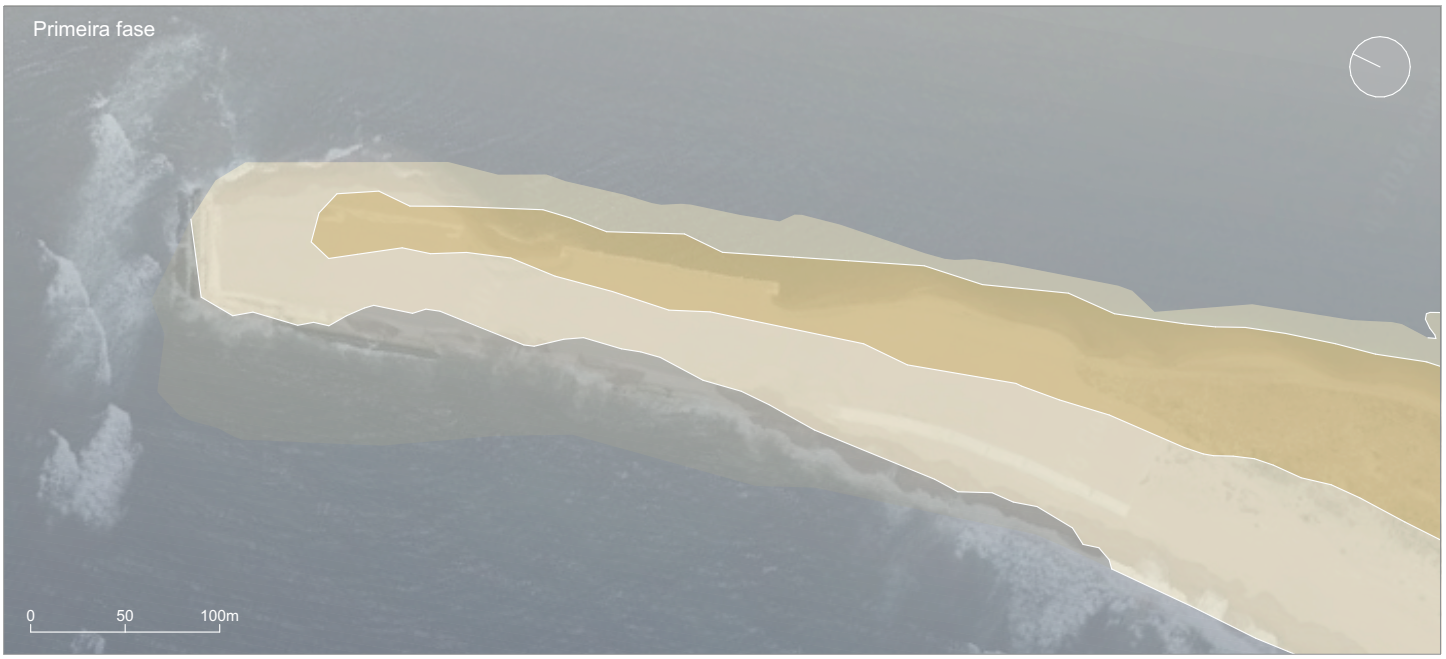
Num primeiro momento, propõe-se uma alimentação artificial com areia retirada do interior do sapal. Esta areia, acumulada principalmente na zona norte do sapal, resulta de deslocações provocadas pelo vento, pelo que não constitui benefícios para o ecossistema e pode ser deslocada para a restinga. Para além disso, ao retirar o volume de areia do sapal, é possível aumentar a sua capacidade para receber a água do mar, essencial para a sobrevivência de muitas das espécies vegetais que se estabelecem no estuário do Cávado.

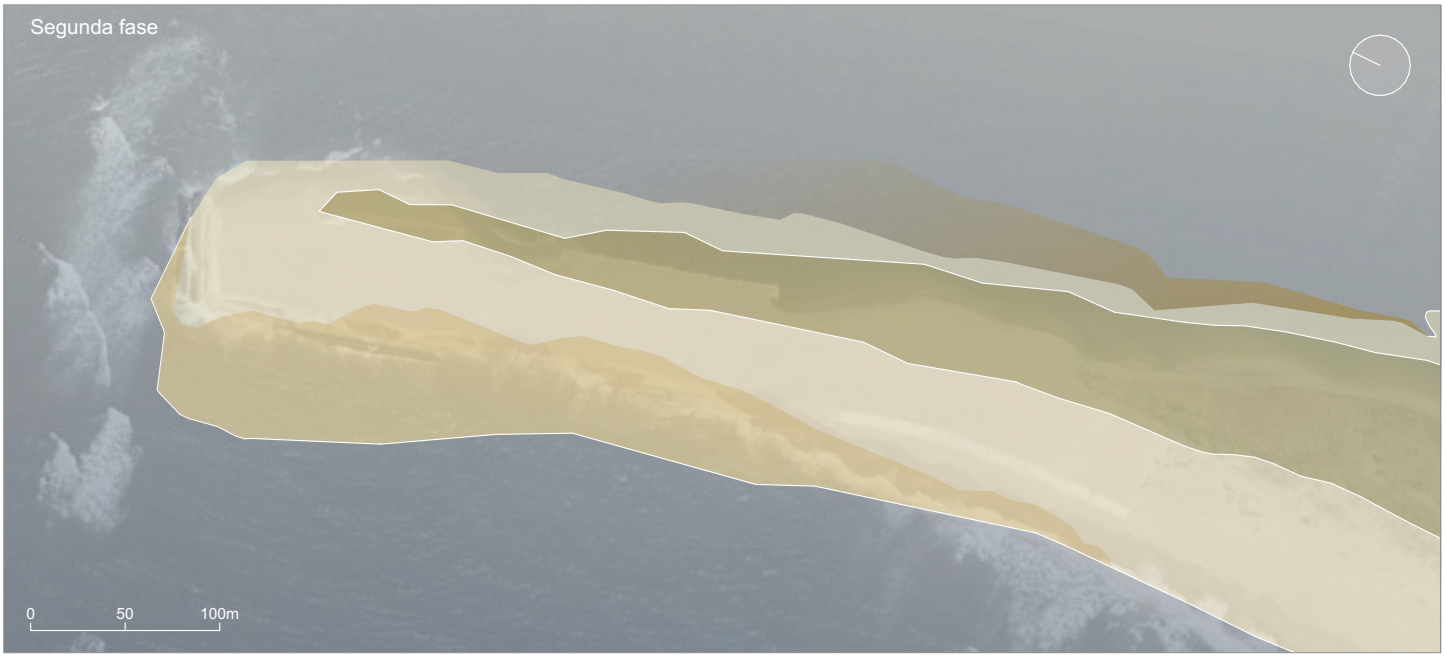
Complementarmente, a segunda medida foca-se em criar baixios e bancos construídos de areia e enrocamento, promovendo a biodiversidade e melhorando o funcionamento do ecossistema, através da introdução de habitats subaquáticos e de superfície. Esta integração biológica é um processo a longo prazo, uma vez que a adaptação da biodiversidade local requer tempo para se estabelecer de forma consistente. Este método, para além de estimular o desenvolvimento do ecossistema, assume o papel essencial de controlar e condicionar o assoreamento, com o propósito de consolidar uma área em sapal entre o enrocamento e o areal da restinga.

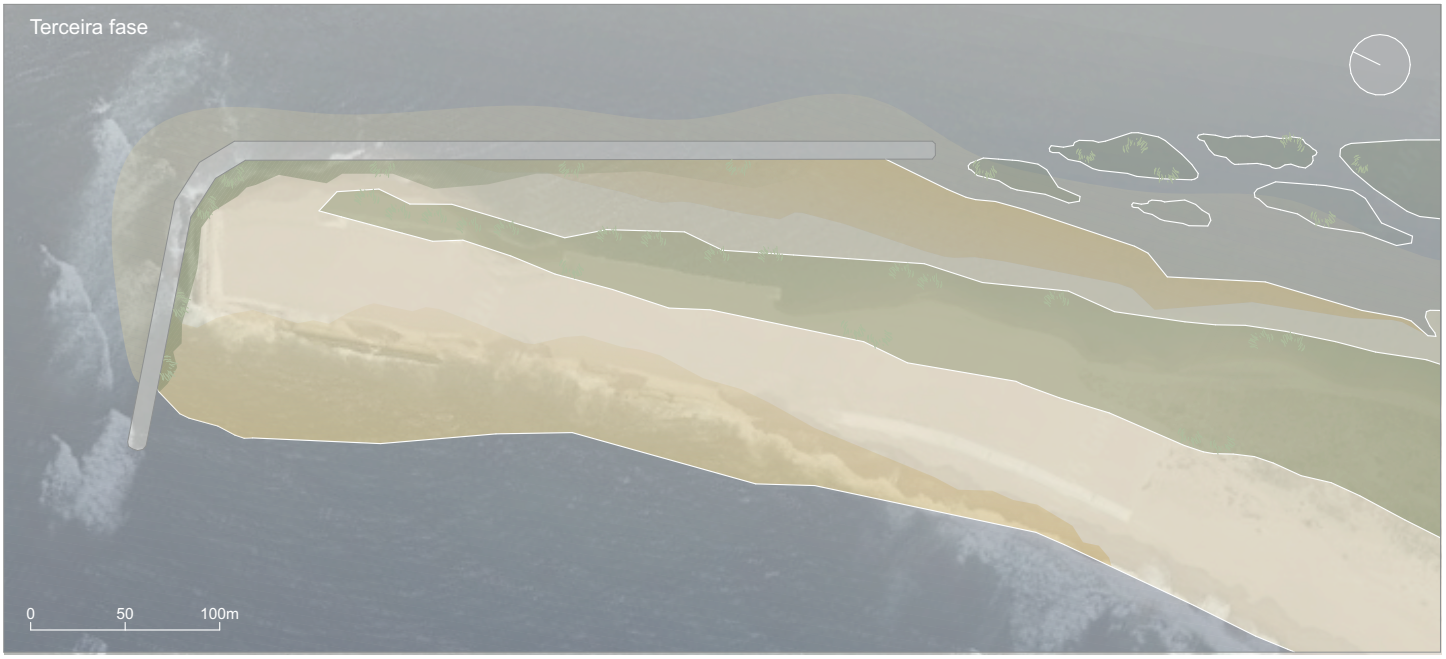
Numa terceira fase, caso a monitorização demonstre a sua necessidade, será introduzido um enrocamento no perímetro interior visando definir o canal de navegação e construir uma barreira que trave o recuo da restinga. Este enrocamento assemelha-se ao quebra-mar introduzido na margem oposta, sendo desenhado paralelamente a este para corrigir os alinhamentos, melhorar a definição do canal de navegação e explorar a solução de um quebra-mar habitado. Este dispositivo permite integrar vegetação assim como promover a criação de habitats para espécies de aves e aquáticas.

A vulnerabilidade da restinga de Ofir introduz no projeto a necessidade de pensar a adaptação costeira do ponto de vista da recuperação e restauração da natureza. Por se tratar de uma área sensível e protegida, a estratégia de adaptação a longo prazo considera a integração progressiva de medidas de proteção que podem ser testadas e monitorizadas ao longo do tempo, permitindo reforçar a resiliência do espaço costeiro.

[d16] Três fases de adaptação na restinga de Ofir
Escala 1:4000


Primeira fase
0
50
100m


Segunda fase
0
50
100m


Terceira fase
0
50
100m

2.4.5 | Cenários de adaptação

A incerteza associada à subida do nível médio da água do mar exige o desenho de uma estratégia flexível, materializada na implementação de um conjunto de medidas estruturadas em três cenários de adaptação. À escala global, estas projeções constituem um fator crítico de preocupação, uma vez que os aumentos significativos apresentam riscos acentuados para as infraestruturas, para os ecossistemas e para as populações costeiras. De facto, o nível médio da água do mar registou uma subida de aproximadamente 24 centímetros desde 1880. Recentemente, dados de 2023 comprovam que este valor se fixou cerca de 101 milímetros acima dos valores registados em 1993.[44] Embora sujeitas a incerteza, a precisão destes modelos quantitativos garantem que as estratégias de adaptação podem ser testadas no presente, permitindo monitorizar a eficácia dos sistemas de proteção ao longo do tempo.

A definição dos três cenários baseia-se na metodologia do plano "*KustVisie"*, considerando metas de +1 metro, + 2 metros e + 3 metros.[45] Deste modo, os três níveis cumprem, não apenas a função de prever a evolução da subida do nível médio do mar, mas representam referências para pensar a adaptação costeira através de limites.

Este modelo conceptual permite repensar a adaptação costeira através de limites de tolerância, que viabilizam estratégias de antecipação, recorrendo a diferentes horizontes temporais para experimentar métodos de defesa. Deste modo, os desenhos concretizados procuram mitigar as vulnerabilidades associadas à subida do nivel médio do mar, através de propostas de adaptação que têm como base o uso das infraestruturas iniciais, combinando soluções de engenharia e soluções baseadas na natureza, uma vez que será sempre importante garantir a preservação da biodiversidade e dos ecossistemas.

---

44 Lindsey, R. – Climate Change: Global Sea Level [Em linha]. NOAA Climate.gov, 2023. Disponível em: https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-sea-level.

45 Department Mobiliteit en Openbare Werken – KustVisie: Synthesenota. Brussels: Department Mobiliteit en Openbare Werken.

+ 1 metro

A previsão de + 1 metro é estabelecida a partir da estratégia--base aplicada no projeto, através da qual são definidos os pontos da estrutura que permitem a adaptação posterior aos seguintes níveis. A flexibilidade do sistema de portões presente ao longo do projeto possibilita, através do painel inferior, uma elevação de um metro à barreira de proteção. Na restinga, a alimentação artificial com areia, resultante das dragagens periódicas e do processo de recuperação do sapal, permite, numa primeira fase, que esta se mantenha um metro acima do nível médio da água do mar.

+ 2 metros

O cenário para um nível intermédio prevê uma estratégia de adaptação baseada na introdução ou alteração dos elementos previstos no primeiro cenário. Pressupondo que a restinga tenha sido estabilizada pelas areias introduzidas na fase anterior, são adicionalmente inseridos no projeto bancos e baixios construídos, que contribuem para a dissipação da energia das ondas ao mesmo tempo que permitem elevar a cota do terreno e favorecer o desenvolvimento de nova vegetação halófita no lado interior da restinga, procurando impedir a sua deslocação para o canal de navegação.

+ 3 metros

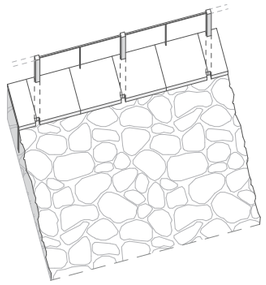
Ao antecipar uma elevação de 3 metros, assegura-se que a estratégia permite a adaptação a um cenário extremo de subida do nível médio da água do mar, no qual se torna imperativo introduzir medidas de acomodação. Propõe-se, assim, a subida da cota estrutural do projeto a um metro acima da sua posição inicial. Na restinga, prevê-se a introdução de um quebra-mar habitado, que atua como apoio à biodiversidade, ameaçada pela alteração dos habitats, ao mesmo tempo que funciona como uma barreira de proteção para o percurso proposto na margem oposta e para a frente ribeirinha de Esposende.

[d17] Cenários de Previsão
Escala 1:1000
Diagrama de evolução da estrutura, Escala 1:275

Adaptação da estrutura

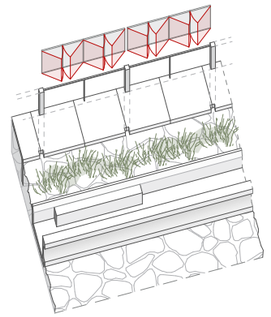
Cenário de adaptação + 3.00 ZT | +5.00 ZH

Estrutura-tipo



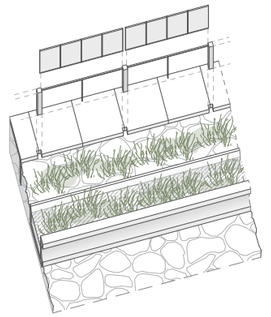
Cenário de adaptação + 3.00 ZT | +5.00 ZH

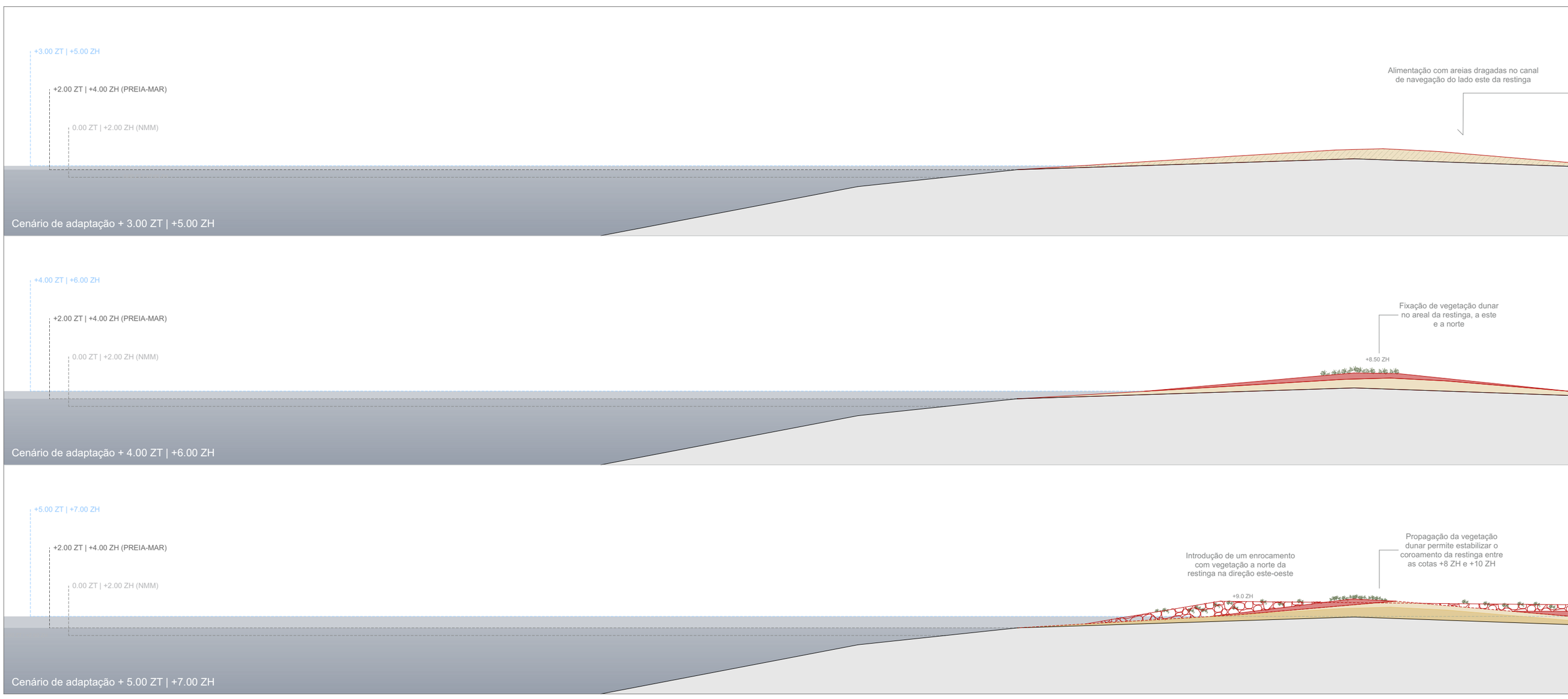
Portões-barreira móveis
Sedimento e vegetação no enrocamento entre percursos
Percurso inferior inundável com muro côncavo



Cenário de adaptação + 4.00 ZT | +6.00 ZH

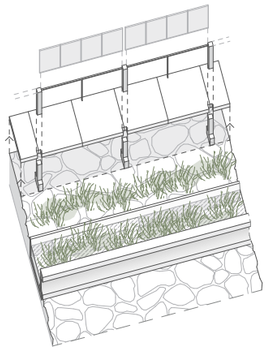
Introdução de vegetação no percurso inferior





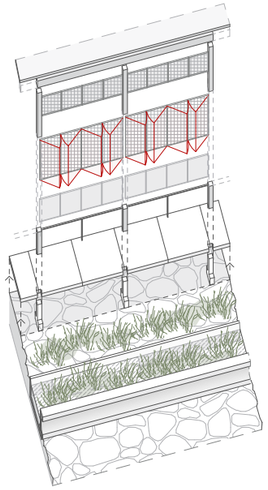
Cenário de adaptação + 5.00 ZT | +7.00 ZH

Acomodação da estrutura à cota +7.00 ZH

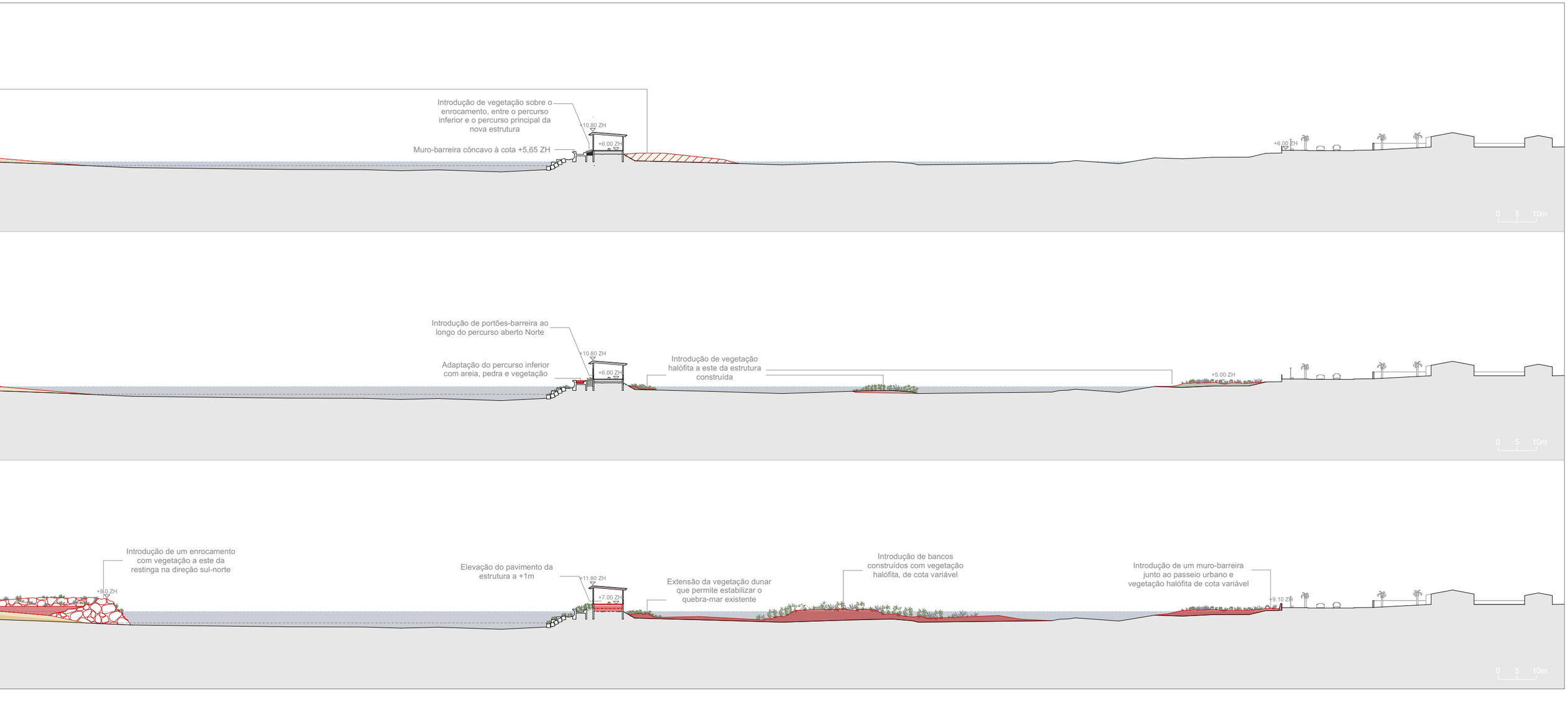


Cenário de adaptação + 5.00 ZT | +7.00 ZH

Estrutura com portões e sistema de cobertura







Considerações finais

Um projeto em aberto

Nesta dissertação, aceitar a incerteza constitui um princípio de projeto e uma condição que permitiu explorar explorar o desenho arquitetónico enquanto instrumento de investigação. A experimentação de diferentes soluções possibilitou o desenvolvimento de uma proposta experimental, entendida como instrumento de estudo do espaço costeiro e de exploração de possíveis formas de intervenção, contribuindo para a futura adaptação sem estabelecer uma solução única e permanente.

A ideia de "projeto em aberto" concretiza-se na modularidade da infraestrutura, na implementação faseada das medidas de adaptação e na monitorização dos sistemas naturais e construídos, permitindo ajustar a proposta à evolução das condições costeiras.

A adaptação do espaço costeiro está associada a uma contínua avaliação dos riscos e das condições dos elementos naturais e construídos que o constituem. Esta avaliação pode ser organizada por um conjunto de etapas que permitim desenvolver um diagnóstico ativo, identificando os objetivos que se pretendem alcançar, as alternativas de intervenção existentes e as incertezas associadas à sua concretização.[46] A partir do diagnóstico da situação atual, foi desenvolvida uma estratégia de intervenção que integra um programa dinâmico, cuja implementação pode ser ajustada à evolução das condições de risco.

A monitorização das condições climáticas, assim como do comportamento das estruturas e dos sistemas naturais abrangidos pelas estratégias de intervenção, é um fator essencial na adaptação costeira, perante a incerteza associada à ocorrência de eventos climáticos extremos. Este planeamento permite, não só acompanhar

---

46 Oppenheimer, M. [et al.] – *Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities*. In Pörtner, H.-O. [et al.], ed. – IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. [Em linha]. Cambridge: Cambridge University Press, 2019. Cap. 4, pág. 403.

o desempenho de uma determinada estratégia num contexto costeiro particular, mas também garantir uma gestão mais assertiva dos custos de manutenção e dos recursos necessários.

Assim, a ideia de um projeto em aberto remete para a importância da seleção e avaliação contínua das estratégias e para a consciência de que, tanto a natureza como o espaço urbano, estão em constante mudança e evolução e o modo como o planeamento e a adaptação do espaço costeiro são desenvolvidos é essencial para uma boa prática de intervenção. Neste contexto, o planeamento e o projeto devem incorporar a possibilidade de transformação, em resposta à evolução das condições ambientais e das necessidades de utilização do espaço.

As estratégias adotadas ao longo do projeto, procuraram reduzir a vulnerabilidade provocada pela subida do nível médio da água do mar e pelos eventos de clima extremos no espaço costeiro, através de medidas que permitem a falha controlada dos sistemas de proteção, como as zonas de inundação ou os espaços concebidos para conviver com as adversidades.

Consequentemente, os sistemas naturais foram considerados uma componente fundamental da estratégia de adaptação. Os elementos naturais podem desempenhar funções de proteção costeira e, simultaneamente, contribuir para a qualidade ecológica e paisagística do território. A compreensão e a preservação dos ecossistemas são fundamentais para reforçar a resiliência do sistema costeiro, possibilitando uma melhor integração de estratégias de adaptação no futuro.

A intervenção arquitetónica é entendida, nesta dissertação, como instrumento de consolidação e qualificação do espaço público, procurando reforçar a sua continuidade e a relação entre a cidade e o estuário. Através de uma infraestrutura de proteção que considera a dimensão humana e os sistemas naturais, foi possível explorar a integração entre dispositivos de proteção costeira, espaços de recreio e soluções baseadas na natureza.

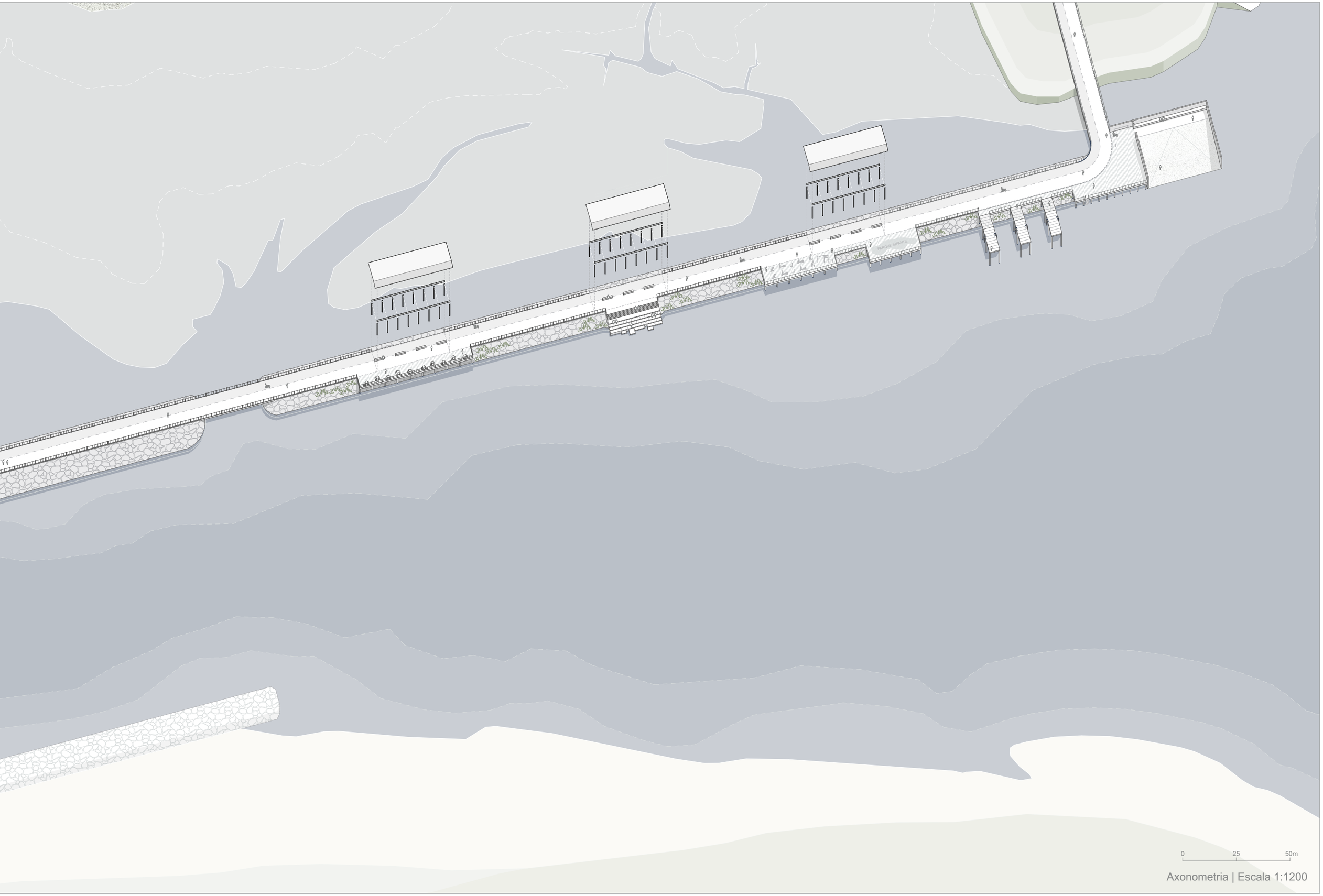
Na minha perspetiva, este “projeto em aberto” assenta em três compromissos: as pessoas, a qualidade do espaço construído e os sistemas naturais. A coexistência e articulação entre estas três dimensões constituem um princípio orientador da proposta e uma condição do projeto. A adaptação de um espaço costeiro deve considerar a comunidade que o utiliza, proporcionando-lhe segurança e conforto, assim como oportunidades para conhecer e compreender as dinâmicas do litoral e a sua relação com o espaço público.

A investigação permitiu reconhecer que a adaptação dos territórios costeiros não deve ser entendida exclusivamente como um problema técnico de defesa, mas como uma oportunidade para integrar proteção, qualificação do espaço público e valorização dos sistemas naturais. Neste contexto, a arquitetura pode assumir um papel de articulação entre exigências técnicas, ambientais e espaciais, transformando as infraestruturas de proteção em elementos integrantes do território e da experiência coletiva.

Enquanto proposta experimental, o projeto não pretende encerrar uma solução definitiva, deixando em aberto o aprofundamento e a validação técnica de algumas das estratégias propostas e a sua adaptação à evolução futura das condições costeiras.

[d18] Axonometria
Escala 1:1200
(páginas 99-100)





Axonometria | Escala 1:1200

Glossário

Resiliência | inglês resilience, do latim resilio, -ire, saltar para trás, voltar para trás, reduzir-se, afastar-se, ressaltar, brotar. in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2026

Legibilidade | Qualidade do que é legível. in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2025 associado ao ensaio "Legibility and Resilience" de Julia Czerniak, onde legibilidade é um termo descrito como a capacidade de um projeto de espaço urbano de ser compreendido no seu esquema de desenho. in (Czerniak, J. (2007). Legibility and Resilience. In Large Parks (ed. by Julia Czerniak & George Hargreaves), pp. 214-251. Princeton Architectural Press.)

Batimetria | Medição da profundidade e do relevo do fundo de mares, rios ou lagos. in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2026

Bacia de dissipação | Dispositivo hidráulico projetado para reduzir a energia de fluxos de água excessivamente rápidos, geralmente na saída de vertedouros, comportas ou outras estruturas de drenagem, como canais e tubulações, para prevenir erosão e garantir um escoamento estável e controlado num curso de água. in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2026

Vertedouro | Estrutura hidráulica que permite que a água escoe de forma controlada, evitando excesso ou represamento — por exemplo em barragens ou diques. in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2026

Hidráulica | Área da engenharia que estuda os fluidos em movimento, especialmente da água, e as suas aplicações (escoamento, pressão, infraestruturas hidro-sanitárias, defesa costeira etc.). in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2026

Estuário | Parte de um rio, próxima à sua foz no mar, onde a água

doce se confunde com a salgada. in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2025

Coroa | Baixio, produzido por aluviões nos estuários e no baixo curso dos rios. in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2025

Zero Hidrográfico | Plano de referência convencionado, situado abaixo do Nível da Maré Astronómica Mais Baixa (BMmin), ao qual estão referidas as sondas e as linhas isobatimétricas representadas nas cartas náuticas, bem como as previsões de altura de maré publicadas nas Tabelas de Marés do Instituto Hidrográfico. in Instituto Hidrográfico de Portugal

Restinga | Parte do mar em que a água tem pouco fundo. in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2026

Sapal | Terreno alagadiço. in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2026

Galgamento | Transposição de uma estrutura por uma massa de água, geralmente o mar ou um rio. in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2026

Assoreamento | Obstrução da barra de um rio ou de um porto, provocada pela acumulação de areias ou de terras, geralmente causada por enchentes, construções ou outras alterações na bacia hidrográfica. in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2026

Ecótono | Área de transição entre dois ecossistemas vizinhos, onde se podem encontrar espécies próprias de cada uma deles. in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2026

Halófita | Planta que vive num ambiente salino. in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2026

Referências

1. Referências Bibliográficas (Livros, Capítulos e Artigos)

Ahern, J. (2010), Planning and design for sustainable and resilient cities: theories, strategies, and best practices for green infrastructure. In Novotny, V.; Ahern, J.; Brown, P., eds. – Water-Centric Sustainable Communities. Hoboken: John Wiley and Sons, pp. 135-176.

Anglès, M.; Puig, R.; Burgess, R. (2010), In favour of public space: ten years of the European prize. Barcelona: Actar.

Corner, J. (2006), Terra fluxus. In Waldheim, C., ed. – The landscape urbanism reader. New York: Princeton Architectural Press, pp. 21–33.

Czerniak, J. (2007), Legibility and resilience. In Czerniak, J.; Hargreaves, G., eds. – Large parks. New York: Princeton Architectural Press, pp. 21–251.

Fernandes, E. G. O. (1991), Architecture and urban space. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Gehl, J. (2011), Life between buildings: using public space. Washington (DC): Island Press.

Gehl, J.; Svarre, B. (2006), New city life. Copenhagen: Arkitektens Forlag.

Lister, N.-M. (2007), Sustainable large parks: ecological design or designer ecology? In Hargreaves, G.; Czerniak, J., eds. – Large Parks. New York: Architectural Press, pp. 35–54.

Mumford, E. (2018), Designing the modern city: urbanism since 1850. New Haven: Yale University Press.

Pinho, P. M. N. C.; Oliveira, V. M. A. (2010), Proceedings of the Citta 2nd Annual Conference on Planning Research: planning in times of uncertainty. Porto: FEUP Edições.

Rosa, M. L.; Ayres, P. (2013), Handmade urbanism: from community initiatives to participatory models. Berlin: Jovis Verlag.

Van Duin, L. (2009), The urban project: architectural intervention in urban areas. Amsterdam: IOS Press.

Wolfrum, S. (2014), Squares: urban spaces in Europe. Basel: Birkhäuser.

2. Referências da Internet (Documentos Eletrónicos e Web sites)

Department of Mobility and Public Works [s.d.], Coastal vision: brochure strategic policy plan. Brussels: Government of Flanders. Disponível em: kustvisie.be. [Consultado a 15 de julho de 2026].

Department Mobiliteit en Openbare Werken (MOW) (2023), KustVisie: Synthesenota. Brussel: Vlaamse Overheid. Disponível em: vlaanderen.be. [Consultado a 15 de julho de 2026].

Holmes, R.; Burkholder, S.; Holzman, J.; Wirth, G. (2019), Engineering with Nature + landscape architecture. Vol. 1: Mississippi River and Tributaries Project, New Orleans District. Vicksburg (MS): U.S. Army Engineer Research and Development Center. Disponível em: dren.mil. [Consultado a 15 de julho de 2026].

Holmes, R.; Burkholder, S.; Holzman, J.; Wirth, G. (2019), Engineering with Nature + landscape architecture. Vol. 1: W.P. Franklin & Moore Haven Lock and Dam. Vicksburg (MS): U.S. Army Engineer Research and Development Center. Disponível em: dren.mil. [Consultado a 15 de julho de 2026].

Ocean & Climate Platform (2023), Adapting coastal cities and territories to sea level rise in North America – U.S. West Coast: challenges and leading practices. [s.l.]: Ocean & Climate Platform. Disponível em: https://ocean-climate.org. [Consultado a 15 de julho de 2026].

Quercus – Parque Natural do Litoral Norte: mitigação da erosão costeira deve privilegiar deslocalização de pessoas e bens. [Em linha]. Lisboa: Quercus – Associação Nacional de Conservação da Natureza, 2014. [Consultado a 11 de setembro de 2026]. Disponível na Internet: https://quercus.pt/blog/2021/03/03/https-www-quercus-pt-comunicados-2014-novembro-4029-parque-natural-do-litoral-norte-mitigacao-da-erosao-costeira-deve-privilegiar-deslocalizacao-de-pessoas-e-bens/.

Wong, P. P.; Losada, I. J.; Gattuso, J.-P.; Hinkel, J.; Khattabi, A.;

McInnes, K. L.; Saito, Y.; Sallenger, A. (2014), Coastal systems and low-lying areas. In Field, C. B. et al., eds. – Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 361–409. Disponível em: ipcc.ch. [Consultado a 30 de maio de 2026].

3. Relatórios (Organizações, Instituições e Planos Técnicos)

Bridges, T. S.; Wagner, P. W.; Burks-Copes, K. A.; Bates, M. E.; Collier, Z.; Fischenich, C. J. et al. (2015), Use of natural and nature-based features (NNBF) for coastal resilience. Report No.: ERDC SR-15-1. Vicksburg (MS): U.S. Army Engineer Research and Development Center.

Department Mobiliteit en Openbare Werken (MOW) (2024), KustVisie: Strategisch Beleidsplan. Brussel: Vlaamse Overheid.

IPCC (2019), IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Pörtner, H.-O.; Roberts, D. C.; Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Tignor, M.; Poloczanska, E. et al., eds. Cambridge, UK / New York, NY, USA: Cambridge University Press. Disponível em: doi.org.

IPCC (2022), Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Pörtner, H.-O.; Roberts, D. C.; Tignor, M.; Poloczanska, E. S.; Mintenbeck, K.; Alegría, A. et al., eds. Cambridge, UK / New York, NY, USA: Cambridge University Press. Disponível em: doi.org.

IPCC (2023), Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland: IPCC. Disponível em: doi.org.

King, J.; Burkholder, S.; Holmes, R.; Davis, B.; Holzman, J. (2024), Engineering with Nature: four coasts — Philadelphia District (NAP) final report. Vicksburg (MS): U.S. Army Engineer Research and Development Center.

Royal Institute of British Architects (RIBA); Institution of Civil Engineers (ICE) (2010), Facing up to Rising Sea Levels: Retreat? Defend? Attack? London.

Taveira Pinto, F.; Rosa Santos, P.; Neves, L.; Ramos, J. V.; Henriques, R.; Taveira Pinto, F. V. C. (2021), Estudo de caracterização de riscos e programa de intervenção para a proteção da Restinga de Ofir e Barra do Cávado. Porto: Instituto de Hidráulica e Recursos Hídricos, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Créditos de Imagem

[f01] - Renderização de um dique que integra soluções baseadas na natureza, Engeneering With Nature.
Retirado de: U.S. Army Corps of Engineers. (s.d.). A rendering of a horizontal levee design that achieves storm and flood risk reduction while increasing habitat value. Engineering With Nature (EWN). Consultado a 4 de setembro de 2026. Disponível na Internet: https://ewn.erdc.dren.mil/about/.

[f02] - Esquema do Resumo Técnico do IPCC (2019) sobre a redução de riscos através de um modelo de intervenção assente nas três componentes do risco.
Retirado de Technical Summary, em Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, IPCC, 2019, p. 46. Consultado a 11 de setemebro de 2026. Disponível na Internet: https://www.ipcc.ch/srocc/chapter/technical-summary/

[f03] - Vista aérea da estrutura de defesa costeira de Hondsbossche Zeewering, Países Baixos
Consultado a 17 de setembro de 2026. Disponível na Internet: https://www.researchgate.net/figure/Hondsbossche-and-Pettemer-Zeewering-courtesy-Rijkswaterstaat_fig3_263125214.

[f04] - Vista aérea das Infraestruturas Turísticas na Siloso Beach, Ilha de Sentosa, em Singapura.
Consultado a 17 de setembro de 2026. Disponível na Internet: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Siloso_Beach_Sentosa_island_Singapore_(35950677093).jpg.

[f05] - Renderização do plano urbano das casas flutuantes de Waterbuurt-West, Amesterdão
Consultado a 20 setembro de 2026. Disponível na Internet: https://www.archdaily.com/es/02-80604/casas-flotantes-en-ijburg-architectenbureau-marlies-rohmer/512a0552b3fc4b11a70083b6-casas-flotantes-en-ijburg-architectenbureau-marlies-rohmer-foto.

[f06] - Vista aérea do projeto de recuo costeiro controlado de Medmerry, West Sussex, Inglaterra
Consultado a 18 de setembro de 2026. Disponível na Internet: https://www.internetgeography.net/geotopics/medmerry-case-study-coastal-realignment/.

[f07] - Plantação de vegetação autóctone para a estabilização de uma Margem Viva na Costa Leste dos EUA.
Consultado a 18 de setembro de 2026. Disponível na Internet: https://appliedecologistsblog.com/2015/11/10/lessons-in-how-to-restore-a-wetland-ecosystem/.

[f08] - Sapal costeiro restaurado em Hunter's Point South Waterfront Park, em Nova Iorque.
Consultado a 19 de setembro de 2026. Disponível na Internet: https://www.archdaily.com/pt/904665/fase-ii-parte-sul-do-parque-hunters-point-swa-balsley-plus-weiss-manfredi/5bab8d4cf197cca23c000a1a-hunters-point-south-waterfront-park-phase-ii-swa-balsley-plus-weiss-manfredi-photo

[f09] - Uso público e margem viva resiliente em Clippership Wharf, em Boston.
Consultado a 20 de setembro de 2026. Disponível na Internet:http://www.halvorsondesign.com/gallery-clippership-wharf.

[f10] - Plataforma de miradouro e proteção com um enrocamento na Orla de Porto do Son, em Galiza.
Fotografia de Luis Díaz Díaz. Consultado a 19 de setembro de 2026. Disponível na Internet: https://arquitecturaviva.com/works/acondicionamiento-del-borde-portuario-de-porto-do-son

[f11] - Capa da Brochura do Plano Político Estratégico Coastal Vision, nos Países Baixos.
Consultado a 20 de setembro de 2026. Disponível na Internet: https://www.vlaanderen.be/en/mobility/flanders-together-in-motion/the-flemish-coastal-vision, https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1714470727/E_RA23051_ENG_Strategische_beleidsplan_brochure_v3.0_digital_ugxtuf.pdf

[f12] - Diagrama axonométrico da estratégia "*The Ribbon*" no Plano *Kustvisie* (página 4)
Consultado a 20 de setemebro de 2026. Disponível na Internet: https://www.vlaanderen.be/en/mobility/flanders-together-in-motion/the-flemish-coastal-vision, https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1714470727/E_RA23051_ENG_Strategische_beleidsplan_brochure_v3.0_digital_ugxtuf.pdf

[f13] - Diagrama técnico sobre os cenários de adaptação do Plano *Kustvisie*
(Página 6-7)
Consultado a 20 de setemebro de 2026. Disponível na Internet: https://www.vlaanderen.be/en/mobility/flanders-together-in-motion/the-flemish-coastal-vision, e em: https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1714470727/E_RA23051_ENG_Strategische_beleidsplan_brochure_v3.0_digital_ugxtuf.pdf

[f14] - Alternativa axonométrica de um dique multifuncional - abordagem pavimentada mais compacta, possibilitando uma área de praia seca ampla, que prolonga o espaço público urbano e integra sistemas de infiltração da água. (páginas 24-25)
Consultado a 20 de setemebro de 2026. Disponível na Internet: https://www.vlaanderen.be/en/mobility/flanders-together-in-motion/the-flemish-coastal-vision, e em: https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1714470727/E_RA23051_ENG_Strategische_beleidsplan_brochure_v3.0_digital_ugxtuf.pdf

[f15] - Alternativa axonométrica de um dique em degraus / parque de praia - solução híbrida que integra uma duna baixa em frente ao dique, desenvolvendo um corredor verde ao longo do espaço costeiro e um dique em patamares com função recreativa . (páginas 26-27)
Consultado a 20 de setemebro de 2026. Disponível na Internet: https://www.vlaanderen.be/en/mobility/flanders-together-in-motion/the-flemish-coastal-vision, e em: https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1714470727/E_RA23051_ENG_Strategische_beleidsplan_brochure_v3.0_digital_ugxtuf.pdf

[f16] - Alternativa axonométrica de um parque dunar ecológico - adota uma solução baseada na natureza constituida por uma faixa de dunas entre o mar e o passeio marítimo, que promove o valor ecológico e estabelece espaços intercalados com diferentes usos. (páginas 28-29)
Consultado a 20 de setemebro de 2026. Disponível na Internet: https://www.vlaanderen.be/en/mobility/flanders-together-in-motion/the-flemish-coastal-vision, e em: https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1714470727/E_RA23051_ENG_Strategische_beleidsplan_brochure_v3.0_digital_ugxtuf.pdf

[f17] - Vista sobre o sistema dunar do estuário do rio Cávado, no Parque Natural do Litoral Norte
Consultado a 19 de setembro de 2026. Disponível na Internet: https://www.visitesposende.com/pt/fazer/miradouros/miradouro-do-estuario.

[f18] - Mapa de informação turística do Parque Natural do Litoral Norte Consultado a 20 de setembro de 2026. Disponível na Internet: https://www.visitesposende.com/pt/explorar/downloads/mapas.

[f19] - Painel informativo "*Estuário do Cávado, Um rio de biodiversidade*" encontrado no percurso litoral de Esposende. Fotografia do autor. 27 de setembro de 2025.

[f20] - Painel informativo encontrado no percurso litoral de Esposende. Fotografia do autor. 27 de setembro de 2025.

[f21] - Painel informativo "*Observatório de avifauna de Esposende*" encontrado no percurso litoral de Esposende. Fotografia do autor. 27 de setembro de 2025.

[f22] - Painel informativo "*Descubra as florestas submarinas do Parque Marinho do Litoral Norte*" encontrado no percurso litoral de Esposende. Fotografia do autor. 27 de setembro de 2025.

[f23] - Registo fotográfico pelo passeio litoral de Esposende, Fotografias do autor. 27 de setembro de 2025

[f24] - Vista do quebra-mar de Esposende, com a restinga de Ofir no horizonte.
Fotografia do autor. 27 de setembro de 2025

[f25] - "Zona Interdita", Sinalização encontrada junto ao quebra-mar.
Fotografia do autor. 27 de setembro de 2025

[f26] - Passeio entre o Farol e a Ronca de Esposende, no término da Rua do Farol.
Fotografia do autor. 27 de setembro de 2025

[f27] - Imagem de satélite da morfologia da restinga a 30 de outubro de 2006.
Disponível em:
https://earth.google.com/web/search/esponsende/@41.53834019,-8.7883862,0.40474632a,2540.63832731d,35y,64.23118944h,0t,0r/data=Cj4iJgokCV4hutS0BkFAEQb71XvNYEHAGZRmHVo6MENAI-W0zO1CqNFPAKhAIARIKMjAwNi0xMC0zMBgBQgIIAToDCgEwQgII-AEoNCP_____wEQAA

[f28] - Imagem de satélite da morfologia da restinga a 3 de julho de 2016. Disponível em: https://earth.google.com/web/search/esponsende/@41.53834019,-8.7883862,0.40474632a,2540.63832731d,35y,64.23118944h,0t,0r/data=Cj4iJgokCV4hutS0BkFAEQb71XvNYEHAGZRmHVo6MENAI-W0zO1CqNFPAKhAIARIKMjAwNi0xMC0zMBgBQgIIAToDCgEwQgII-AEoNCP_____wEQAA

[f29] - Imagem de satélite da morfologia da restinga a 6 de agosto de 2026. Disponível em: https://earth.google.com/web/search/esponsende/@41.53834019,-8.7883862,0.40474632a,2540.63832731d,35y,64.23118944h,0t,0r/data=Cj4iJgokCV4hutS0BkFAEQb71XvNYEHAGZRmHVo6MENAI-W0zO1CqNFPAKhAIARIKMjAwNi0xMC0zMBgBQgIIAToDCgEwQgII-AEoNCP_____wEQAA

Lista de desenhos

[d01] - Schwarzplan, Planta de cheios e vazios. Escala 1:12000

[d02] - Diagrama, Planta de vermelhhos e amarelos. Escala 1:9000

[d03] - Desenho de implantação, Escala 1:5000

[d04] - Planta, Escala 1:1500

[d05] - Alçado, Escala 1:1100 + Aproximações I-VIII, Escala 1:200

[d06] - Corte I, Escala 1:300

[d07] - Corte II, Escala 1:300

[d08] - Corte III, Escala 1:300

[d09] - Corte IV, Escala 1:300

[d10] - Corte V, Escala 1:300

[d11] - Corte VI, Escala 1:300

[d12] - Corte VII, Escala 1:300

[d13] - Corte VIII, Escala 1:300

[d14] - Diagrama de pavimentos, Escala 1:9000

[d15] - Visualização

[d16] - Três fases de adaptação na restinga de Ofir, Escala 1:4000

[d17] - Cenários de adaptação, Escala 1:1000, Diagrama de evolução da estrutura, Escala 1:275

[d18] - Axonometria, Escala 1:1200