

CISTERNAS URBANAS, ESPAÇO PÚBLICO e HABITAÇÃO TEMPORÁRIA

DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA
MESTRADO EM ARQUITETURA
UNIVERSIDADE AUTÓNOMA DE LISBOA
“LUÍS DE CAMÕES”

CISTERNAS URBANAS, ESPAÇO PÚBLICO E HABITAÇÃO TEMPORÁRIA
As cheias como elemento de criação

Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Arquitetura

Autor: Flávio Augusto Bastos
Orientadoras: Professora Arquiteta Marta Sequeira Carneiro e Professora Arquiteta Inês Varela Maia Lobo
Número do candidato: 30004719

Outubro de 2023
Lisboa

Índice

Resumo | Abstract **2**

Enquadramento e Relevância do Problema das Cheias **4**

A pertinência de uma reflexão sobre Alcântara **8**

Evolução Urbana de Alcântara **12**

Paradigmas Globais **20**

Estratégia Hídrica **28**

Espaço Público **34**

Bibliografia **50**

Resumo

Palavras-chave: sistema hídrico, cisterna, cheias, Lisboa

02

Ao mesmo tempo que as grandes cidades se continuam a expandir, a superfície impermeável domina a sua paisagem, reduzindo a infiltração natural e provocando inundações. A falta de recolha de água pluvial nestes espaços urbanos representa hoje um desafio multifacetado – económico, ambiental e espacial. Com sistemas de drenagem adequados, seria possível evitar o acúmulo de água estagnada (evitando o desenvolvimento de problemas sanitários); com sistemas de armazenamento apropriados, a água da chuva poderia ser guardada para uso

posterior (reduzindo a exploração de água do subsolo e promovendo a sua conservação). De modo a transportar o excesso de água em direção a espaços hídricos naturais ou, idealmente, a estações de tratamento, têm vindo a ser instaladas, nas áreas urbanas, condutas e cisternas. No entanto, estes sistemas limitam-se, muitas vezes, à simples resolução prática e eficaz do problema hídrico, não se aproveitando a aplicação destes sistemas de grande envergadura para transformar a cidade também do ponto de vista da sua qualidade espacial. A hipó-

tese levantada nesta tese consiste, pelo contrário, na criação de um elemento pré-fabricado e replicável, capaz de captar e armazenar as águas pluviais mas que, simultaneamente, permite gerar, durante os intervalos sazonais de coleta, espaços públicos, bem como habitação temporária para dias de maior precipitação. Integrados na paisagem urbana, estes elementos incorporam uma infraestrutura verde – constituída por jardins de chuva, valas biológicas e pavimentos permeáveis – e habitação – concretizada a partir de instalações industriais já existentes. Este

sistema de drenagem sustentável – que permite a redução da quantidade de água pluvial que entra no sistema de drenagem municipal, moderando a necessidade de introdução de estações de tratamento centralizadas, promovendo práticas de gestão hídrica descentralizadas – oferece evidentes benefícios ambientais – melhorando a qualidade do ar, reduzindo os efeitos das ilhas de calor, promovendo a biodiversidade –, dando uso a edifícios devolutos e oferecendo espaço público, contribuindo para a qualidade de vida na cidade e, sobretudo, de quem a habita.

Abstract

Keywords: water system, cistern, floods, Lisbon

03

As large cities continue to expand, impermeable surfaces dominate their landscape, reducing natural infiltration and causing flooding. The lack of rainwater collection in these urban spaces today represents a multifaceted challenge – economic, environmental and spatial. With adequate drainage systems, it would be possible to avoid the accumulation of stagnant water (preventing the development of health problems); with appropriate storage systems, rainwater could be saved for later use (reducing the exploitation

of underground water and promoting its conservation). In order to transport excess water to natural water spaces or, ideally, to treatment plants, pipes and cisterns have been installed in urban areas. However, these systems are often limited to the simple practical and effective resolution of the water problem, and the installation of these large-scale systems is not used to transform the city from the point of view of its spatial quality. Instead, the hypothesis raised in this thesis consists of creating a prefabricated, replicable element capable of capturing

and storing rainwater, but which at the same time makes it possible to generate public spaces during seasonal collection intervals, as well as temporary housing for days when there is more rainfall. Integrated into the urban landscape, these elements incorporate green infrastructure – consisting of rain gardens, biological ditches and permeable sidewalks – and housing – made from existing industrial facilities. This sustainable drainage system – which allows for a reduction in the amount of rainwater entering the municipal drainage system, moderating the need to

introduce centralized treatment plants and promoting decentralized water management practices – offers clear environmental benefits – improving air quality, reducing the effects of heat islands, promoting biodiversity - putting vacant buildings to good use and providing public space, contributing to the quality of life in the city and, above all, for those who live there.

Enquadramento e Relevância do Problema das Cheias

As cidades têm sido, em geral, forçadas a enfrentar as consequências de sistemas de drenagem e gestão de águas pluviais inadequados. O problema da drenagem de águas pluviais nas cidades pode trazer sérias consequências para a segurança pública. Nas áreas urbanas com altos níveis de desenvolvimento, as superfícies impermeáveis – como estradas, edifícios, passeios e parques de estacionamento – contribuem para a diminuição da absorção, pelo solo, do caudal das águas pluviais, assim como colaboram para a retenção de grandes volumes pluviométricos que podem causar inundações, danos patrimoniais e interrupções no transporte.



O excesso de escoamento de águas à superfície pode ainda transportar poluentes para os cursos de água – como sedimentos, produtos químicos e bactérias –, degradando a qualidade da água e prejudicando os ecossistemas aquáticos. A este quadro acresce, devido à precariedade das infraestruturas, à disfuncionalidade do planeamento, à falta de conscientização dos residentes e à ausência de espaços de armazenamento temporário (cisternas urbanas), o desperdício constante das águas pluviais, potencialmente recicláveis. Em Portugal e em Lisboa, em particular,

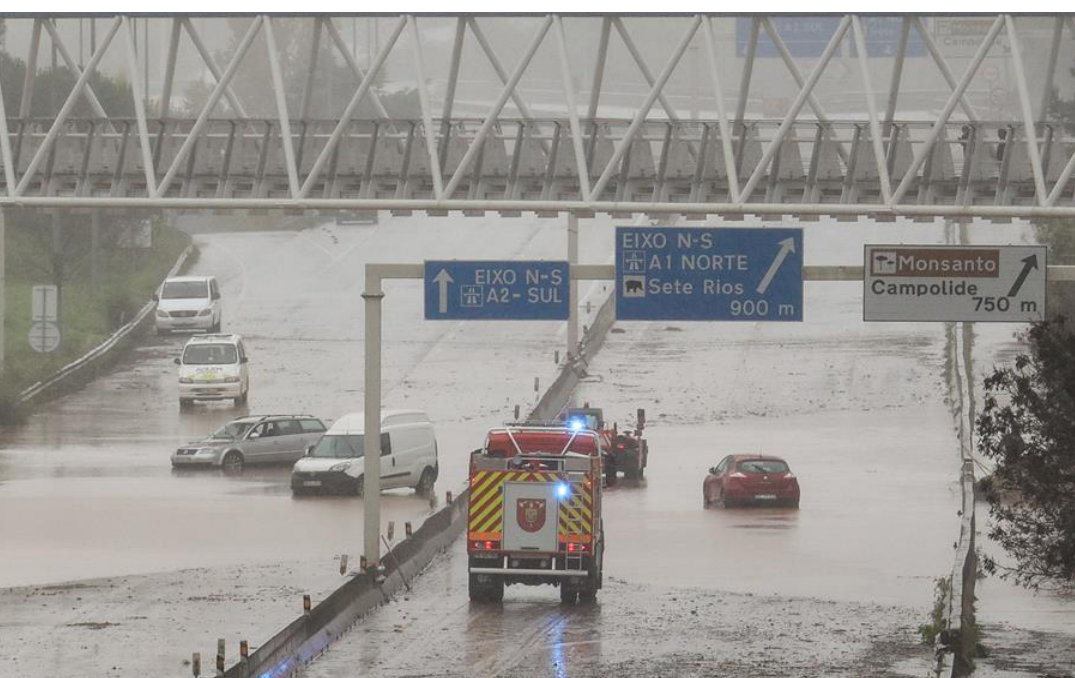
debate-se atualmente um problema premente (que se tem vindo a tornar cada vez mais alarmante): as inundações. À medida que as alterações climáticas provocam fenómenos de precipitação mais frequentes e intensos, Lisboa encontra-se extremamente vulnerável a inundações repentinas, que perturbam a vida quotidiana e representam riscos significativos para as infraestruturas e até para os seus residentes, ao mesmo tempo que representam um grande desperdício. A inexistência de um sistema eficaz de coleta de água da chuva em Lisboa pode levar a

uma série de problemas ambientais e sociais, principalmente em áreas com altos níveis de urbanização e recursos hídricos limitados. Sem captação e gestão da água da chuva, o escoamento excessivo pode causar inundações, danos à infraestrutura e erosão do solo e, conseqüentemente, à vegetação, além de contribuir para a poluição da água e perda de recursos hídricos valiosos. Para alterar esta conjuntura, torna-se imperativo investir em sistemas abrangentes de drenagem e recolha de águas pluviais. Estes sistemas não só permitiriam mitigar as inundações, como

promoveriam a gestão sustentável da água, reduzindo a pressão sobre os recursos hídricos e contribuindo para a resiliência da cidade face às alterações climáticas.



07



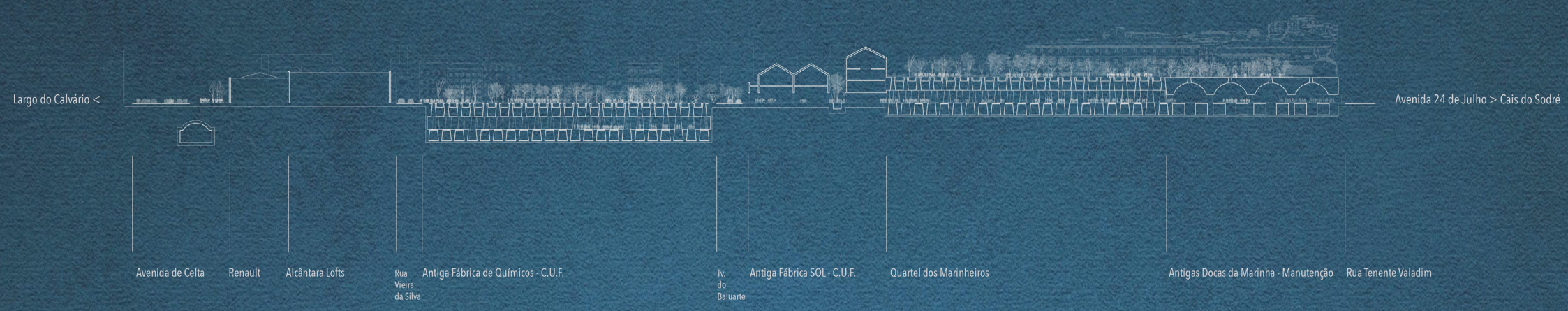
A pertinência de uma reflexão sobre Alcântara

Em Alcântara, em particular, existe a possibilidade de criar um sistema integrado com estruturas de captação hídrica que, em conjunto com o existente – o Plano de Drenagem | Caneiro de Alcântara – dê uma resposta capaz de minimizar as inundações com valores de caudal muito inferiores aos atualmente recebidos em alturas de chuva intensa e garanta uma reciclagem das águas da chuva captadas por cisternas instaladas em vazios pré-existentes. Esta operação, em conjunto com um planeamento e uma gestão do desenvolvimento urbano eficazes – envolvendo medidas como limitar superfícies impermeáveis, preservar espaços verdes e garantir que novos empreendimentos sejam projetados para incluir outros sistemas sustentáveis de gestão de água – poderá desempenhar um papel crucial na mitigação do problema de drenagem de águas pluviais na cidade de Lisboa.





10



O bairro de Alcântara é, no que diz respeito a este problema, paradigmático. Localizado na boca de um vale, com uma vasta história de vulnerabilidade a cheias – dada a sua topografia, proximidade ao Rio Tejo e magnitude de caudal de ponta pluvial, entre os 20m³/s e 50m³/s (e com picos acima dos 100m³/s), a que acresce a alteração do curso das águas, o excesso de impermeabilidade e projetos de captação insuficientes. Nesta zona urbanizada e com alta concentração de superfícies impermeáveis, as águas pluviais acumulam-se rapidamente e sobrecarregam os

sistemas de drenagem, causando danos ao património e interrompendo as redes de transporte. Isso pode resultar em custos económicos e sociais significativos, bem como em riscos cívicos. Este bairro é hoje um espelho das mudanças climáticas e da urbanização desordenada que têm vindo a marcar o mundo de forma drástica nas últimas décadas. Este troço de Lisboa é, atualmente, um dos principais pontos de inundação da cidade, sem resolução à vista. A captação atual – feita através de redes ramificadas e em malha, com coletores em cotas diferentes e

com a utilização de diferentes bitolas de canalização – é insuficiente e ineficaz. Para ajudar a aliviar a carga sobre as estações de tratamento de água durante eventos de chuvas fortes e aumentar o seu aproveitamento, é então colocada a hipótese da implementação de um sistema baseado em elementos pré-fabricados em betão, de recolha e armazenamento das águas pluviais, que permitam atenuar os valores de caudal de ponta e os constantes riscos de inundações, ao mesmo tempo que armazenar o excesso de água da chuva, que pode ser posteriormente utilizada

para fins não potáveis – como irrigação, descargas sanitárias ou uso industrial. Este sistema, modular e adaptável, recebe as águas pluviais – através das suas coberturas verdes, pavimentos permeáveis, jardins de chuva e tanques de retenção –, retardando o escoamento e armazenando a água da chuva, permitindo que esta seja libertada lentamente ou bombeada para uma estação de tratamento. E de forma independente e necessária, implementam-se sistemas de drenagem sustentável que mimetizam os processos naturais de gestão da água.

Evolução Urbana de Alcântara

Alcântara tem vindo a ser, ao longo dos últimos dez séculos, um território em transformação, espelhando a dinâmica da cidade de Lisboa, marcada pela presença militar, pelo comércio marítimo, pela industrialização e pelo desenvolvimento urbano.

Durante o domínio mouro, o território de Alcântara deteve, devido à sua localização junto ao rio Tejo, uma grande importância estratégica. Permanecendo praticamente intacta entre os séculos XI e XVII, Alcântara caracterizava-se pela dominância de uma paisagem rural, plena de atividades agrícolas (e em particular, pela produção de vinho), pontuada por algumas quintas. Foi durante o século XV que, devido ao florescimento das atividades marítimas, a sua importância aumentou significativamente. O seu território tornou-se, então, um centro de construção e manutenção naval, atraindo trabalhadores qualificados e comerciantes envolvidos nas viagens de descoberta, consolidando a sua posição como um novo centro marítimo.



Durante o século XVI, a indústria naval pré-existente expandiu-se, contribuindo para a reputação de Lisboa como uma importante cidade portuária. O fluxo de riquezas, provenientes do comércio ultramarino, refletia-se na paisagem urbana através da proliferação de grandes mansões e palácios para comerciantes abastados e nobres. Com a proliferação de fábricas (nomeadamente têxteis) e de oficinas de cerâmica, o processo de industrialização acentua-se no século XVIII, trazendo um grande número de trabalhadores para a zona.

No entanto, também a esta zona o ano de 1755 trouxe mudanças significativas – graças ao devastador terramoto e subsequentes incêndios e maremotos que causaram a destruição generalizada da cidade de Lisboa. Tal como a cidade, este território passou por um amplo esforço de reconstrução, que incluiu a implantação de novos estilos arquitetónicos, como o neoclassicismo, e a introdução de princípios urbanísticos. Largas avenidas, praças e parques foram então projetados na zona de Alcântara, transformando drasticamente o bairro.

No início do século XIX, o advento do transporte ferroviário levou à construção da estação ferroviária de Alcântara-Mar, ligando Alcântara a Lisboa e facilitando a circulação de mercadorias e pessoas. As atividades industriais – metalúrgica, têxtil e manufatureira –, floresceram neste território. O bairro sofreu então um crescimento urbano significativo, com a construção de fábricas, armazéns e moradias operárias. Este surto industrial lançou as bases para o futuro centro industrial, com o surgimento do Porto de Lisboa e o estudo de novos projetos ferroviários. A zona ribei-

rinha tornou-se então um centro de comércio marítimo, ligando, por fim, a cidade de Lisboa à economia global. A conclusão do caminho de ferro, em meados do século XIX, com a abertura da Linha de Cascais, teve ainda um impacto transformador. Alcântara viveu, durante o início do século XX, um período de rápida industrialização. Numerosas fábricas, estaleiros navais e armazéns foram construídos para apoiar o crescimento económico de Portugal. No entanto, com o declínio das indústrias tradicionais e a alteração das prioridades económicas na segunda metade do



1727

A formação da Caldeira no Vale de Alcântara remonta à complexa história tectónica da região. Milhares de anos atrás, forças tectónicas, incluindo falhas e atuaram sobre a crosta terrestre, criando uma depressão no vale.

A água desempenhou um papel crucial no desenvolvimento da Caldeira. Ao longo do tempo, as águas superficiais e os aquíferos subterrâneos erodiram gradualmente as camadas de rochas sedimentares mais macias, aprofundando e alargando a depressão. A convergência das águas das colinas circundantes e do rio Tejo contribuiu para a formação contínua da Caldeira. Essa influência hidrológica, combinada com o contexto geológico, resultou na morfologia distinta da depressão.

No séc XVIII o desenvolvimento agrícola, industrial, habitacional e militar era crescente e estratégico na zona circundante a Caldeira que servia como fonte de abastecimento e retenção das águas pluviais. No lado norte da Caldeira estava instalada a Ponte de Alcântara.



1727



1871

A intervenção humana transformou ainda mais a Caldeira ao longo dos séculos. À medida que o Vale de Alcântara se desenvolveu e se urbanizou, sua paisagem sofreu profundas modificações. As demandas de expansão urbana, atividades de construção e desenvolvimento de infraestrutura levaram ao nivelamento e preenchimento da depressão. A necessidade de terrenos para habitação, transportes e outras amenidades urbanas levou gradualmente ao desaparecimento desta infraestrutura natural.

Serviu como um marco para a zona, influenciando os padrões de assentamento e o desenvolvimento das comunidades locais. O desaparecimento da "Caldeira" representa não só uma transformação geológica mas também uma mudança significativa na narrativa cultural e histórica do Vale de Alcântara.

Simultaneamente há uma supressão do Forte da Alfarrobeira que juntamente com o Baluarte do Sacramento formavam uma respeitosa linha de defesa.

Há uma evolução na consolidação urbana de Alcântara com o aparecimento de novas indústrias e consequentemente de zonas de habitação. O sistema viário está em crescimento e colabora no crescimento local.



1871



1911

Alcântara conheceu um período significativo de consolidação urbana a partir do início do século XX. Esta época testemunhou o surgimento de infraestruturas importantes que moldaram o tecido urbano. A construção do Aterro, a introdução dos caminhos-de-ferro urbanos e a implantação da Doca de Alcântara tiveram um papel fundamental nas transformações da cidade e no crescimento urbano. O impacto dessas intervenções arquitetónicas na conectividade do distrito, no desenvolvimento industrial e na consolidação urbana ateraram toda a morfologia do território.

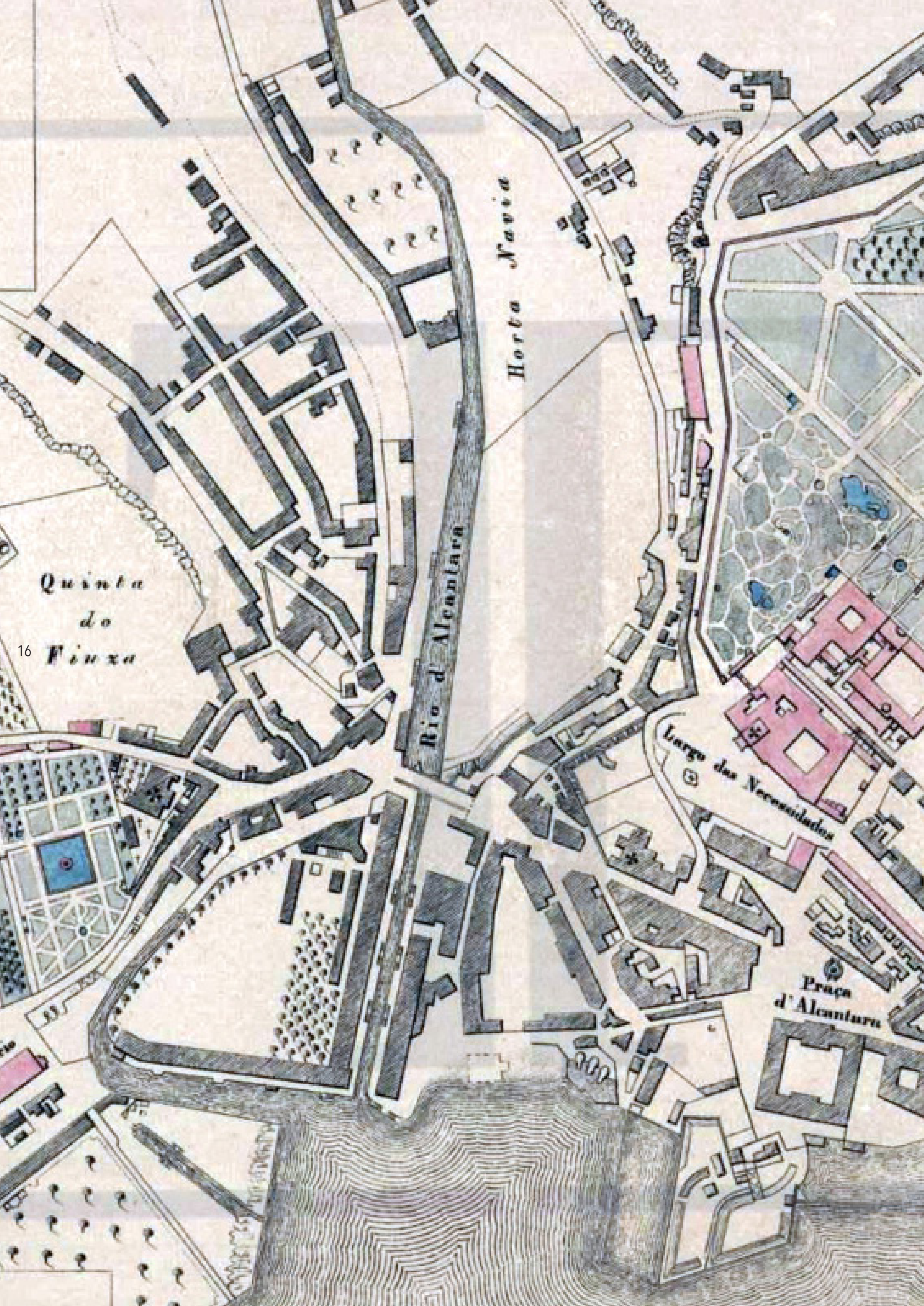
A construção do talude junto ao rio Tejo marcou uma viragem significativa na consolidação urbana de Alcântara. Uma estrutura que, não só forneceu proteção contra cheias, mas também criou uma conexão direta entre o distrito e o rio. Também a presença de linhas de ferro estimulou o desenvolvimento de novas áreas residenciais, permitindo que a freguesia se expandisse ainda mais e acomodasse uma população crescente. Com relação a Doca, rapidamente tornou-se um movimentado centro de comércio marítimo e um centro de atividades de construção naval. A infraestrutura do cais, incluindo armazéns, guindastes e depósitos, facilitou o manuseio eficiente de mercadorias e cargas. A sua presença atraiu empreendimentos industriais, fábricas e negócios ligados à indústria marítima, contribuindo para o crescimento económico e urbanização de Alcântara.



1911



1949



Quinta
do
Pinha

Horta Nova

Rio d'Alcantara

Largo das Necessidades

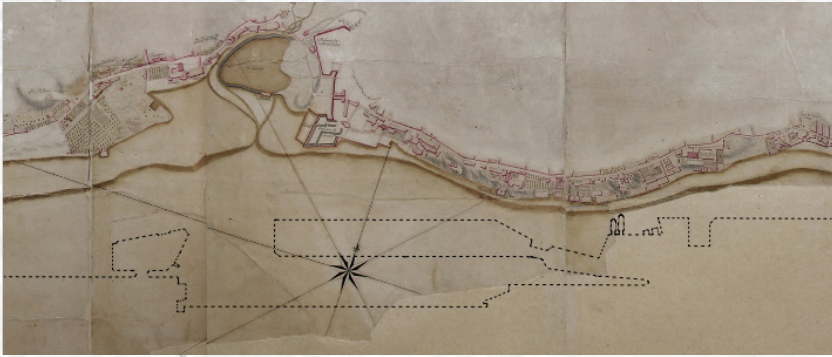
Praça
d'Alcantara

século, muitas destas instalações industriais caíram gradualmente em desuso, levando ao processo inverso ao anterior: a desindustrialização . Ainda assim, continuou a ser uma zona de importância estratégica para os militares portugueses: foi sede do Campo Militar de Alcântara do Exército, que desempenhou um papel fundamental na defesa nacional. Com o decorrer do século XX, o declínio das indústrias tradicionais levou à transformação gradual de antigos espaços industriais em espaços comerciais e culturais, com alguns armazéns e fábricas abandonadas

a serem reaproveitados como galerias de arte, restaurantes e espaços criativos, contribuindo para a revitalização do bairro. A proximidade de Alcântara ao rio Tejo e à cénica zona ribeirinha atraiu também novos empreendimentos residenciais e atividades relacionadas com o turismo. No final do século XX e início do século XXI, Alcântara sofreu uma transformação urbana significativa. A construção de grandes infraestruturas – como a Avenida de Ceuta e a Avenida de Brasília –, transformou definitivamente o bairro, em prol da acessibilidade. Estas vias contribuíram,

de facto, para a integração de Alcântara no tecido urbano alargado de Lisboa. No entanto, com a sua construção, a Ribeira de Alcântara – um curso de água que atravessava Alcântara e que desempenhou um papel vital ao desenvolvimento industrial do bairro – acabou por ser canalizada e ocultada por debaixo da Avenida de Ceuta. Esta intervenção, que envolveu a modificação de padrões de fluxo, resultou em desvantagens climáticas relacionadas com a alteração da hidrologia natural, do ecossistema e do ambiente circundante. Ao alinhar e aprofundar o canal do curso

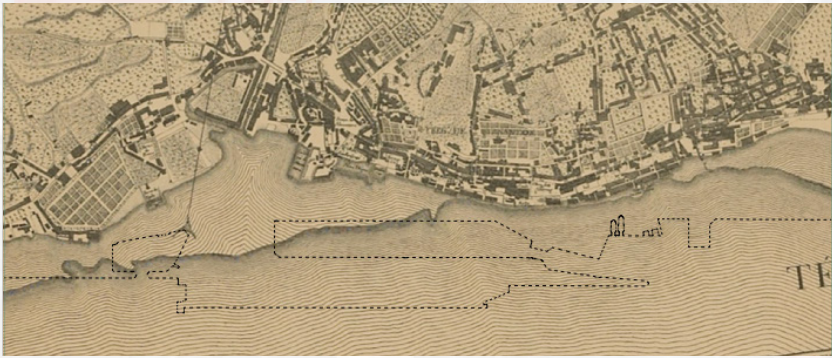
original da ribeira, a água passou a escoar mais rapidamente, causando, durante eventos de chuva intensa, inundações nas áreas a jusante, perturbando a capacidade de auto-limpeza do ecossistema. Os sedimentos e os poluentes que teriam sido naturalmente filtrados ou diluídos passaram a acumular-se, reduzindo a qualidade da água. A ribeira, que outrora desempenhou um importante papel na regulação do clima, através do sequestro de carbono, e ofereceu uma importante contribuição para a resiliência climática, deixou, assim que soterrada, de o fazer.



1727 - Marinha Portuguesa



1733 - Marinha Portuguesa



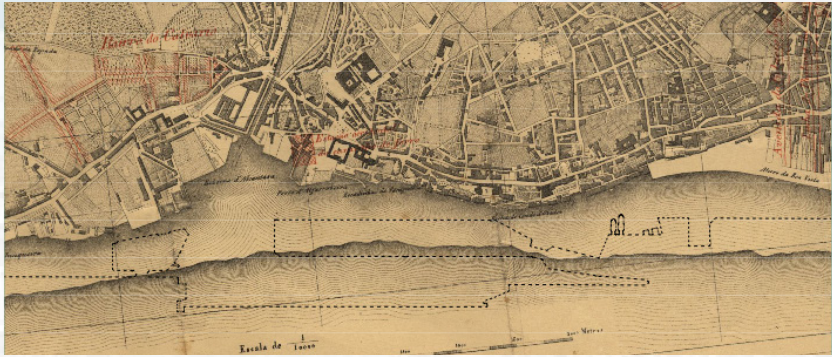
1807 - José Duarte Fava



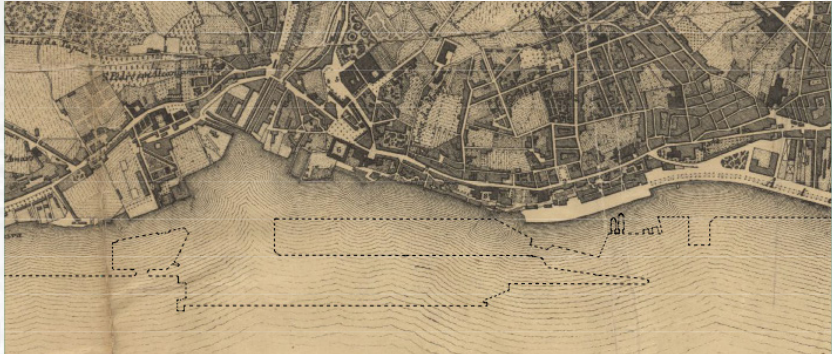
1812 - José Bento de Sousa Fava



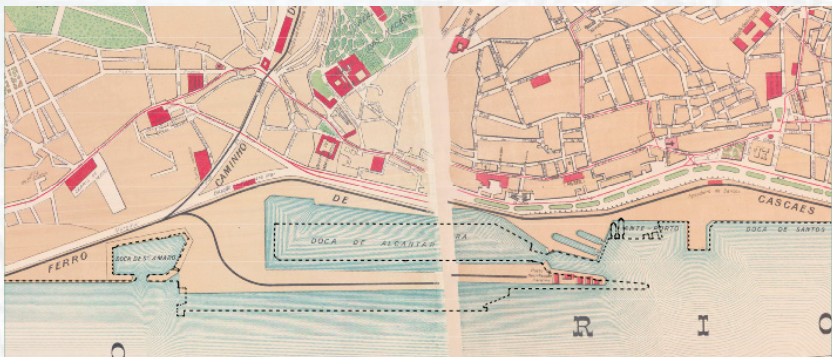
1837 - Cândido António Silva Carvalho



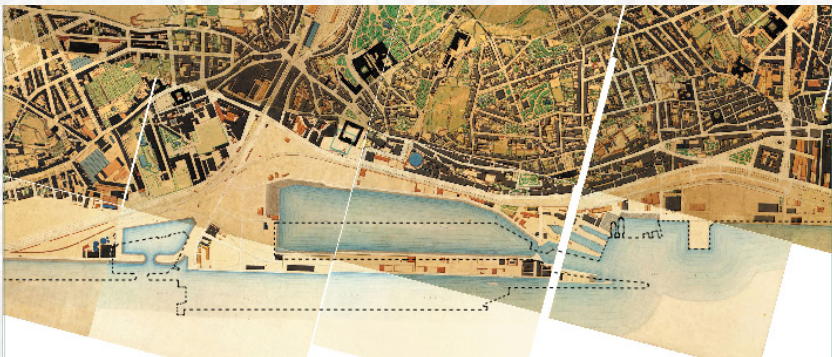
1871 - Filipe Folque



1875 - João Carlos Bon de Sousa



1909 - Caldeira Pires



1911 - Silva Pinto



1947 - Augusto Vieira da Silva

Paradigmas Globais

A nível mundial, existem várias intervenções importantes no que diz respeito à prevenção das inundações e à reutilizaçãodas águas da chuva. No entanto, existem algumas em particular que, para além de resolverem de modo eficaz o problema hídrico, aproveitam os meios utilizados para introduzir, simultaneamente, qualidade urbana e espacial.

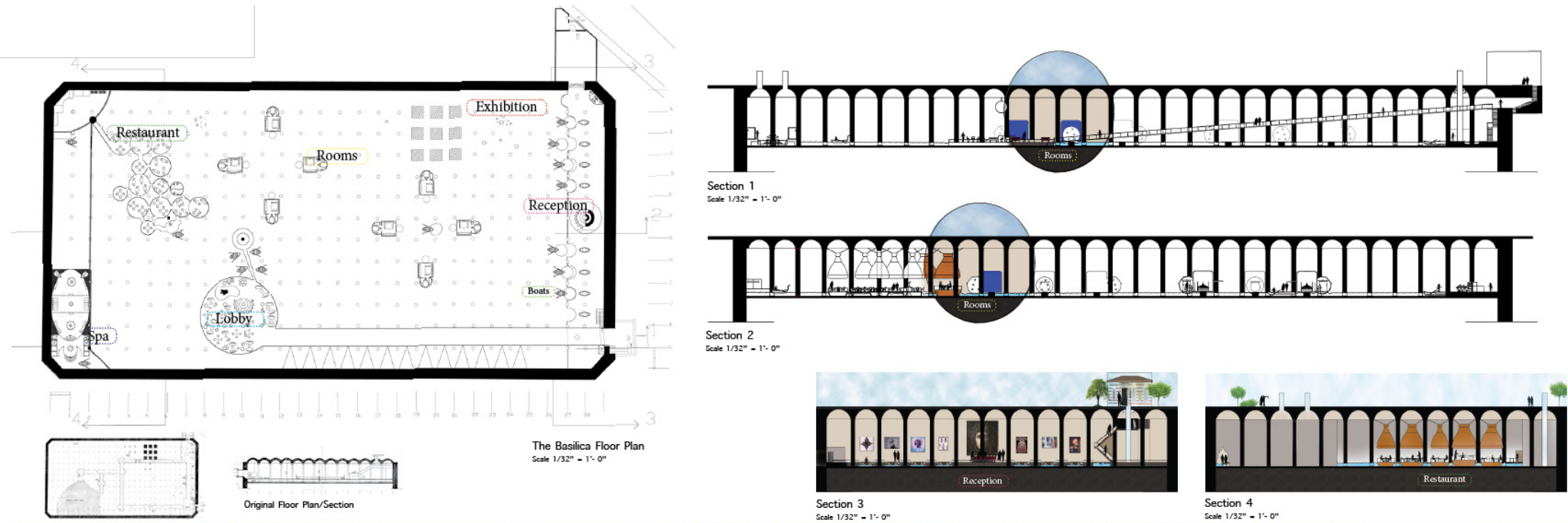
Estes três projectos demonstram que a resolução de um problema hídrico, como as inundações, pode constituir uma oportunidade única para transformar a adversidade na criação de espaços públicos urbanos emblemáticos. Quando as cidades enfrentam problemas de inundações, é essencial encarar estes desafios não apenas como problemas a resolver, mas como potenciais catalisadores de mudanças positivas e conceber soluções resistentes às inundações e vivencialmente apelativas, que não só atenuem o risco das cheias mas também melhorem o ambiente urbano produzindo espaço público através da conceção de infra-estruturas multifuncionais que sirvam tanto para fins práticos como recreativos.





Cisterna da Basílica

Istambul



Tornar uma cisterna – um espaço essencialmente utilitário – num espaço vivido, pode constituir uma operação catalisadora. Em Istambul, a Cisterna da Basílica, também conhecida como Yerebatan Sarnici, é uma cisterna subterrânea localizada num dos locais mais populares da cidade. A sua construção ocorreu durante o reinado do imperador Justiniano I, no século VI d.C., com o propósito de fornecer um abastecimento de água fiável ao Grande Palácio de Constantinopla, residência oficial dos imperadores bizantinos. A cisterna foi pro-

jetada para armazenar e fornecer água em caso de cercos ou outras emergências. Cobre uma vasta área, de aproximadamente 9 800 m², e tem capacidade para armazenar cerca de 80 000 m³. É sustentada por 336 colunas de mármore, dispostas em 12 filas, cada uma composta por 28 colunas. Estas colunas foram produzidas a partir do material reciclado de várias estruturas antigas. O teto da cisterna, sustentado por essas colunas, é feito de abóbadas de tijolo. No século XVI, no entanto, esta cisterna foi esquecida e abandonada. Redescoberta por um

Pierre Gilles, em 1545, foi, a partir de então, alvo de grandes esforços de restauro e preservação. Na década de 1980, no entanto, foi feito mais do que um simples restauro. Foi realizado um amplo projeto de reparação, tornando-a acessível ao público. Hoje, a Cisterna da Basílica é uma das grandes atrações populares de Istambul.

Imagens : Alessia Mussilo, 2020

Canal de Descarga Subterrânea

Tóquio

24

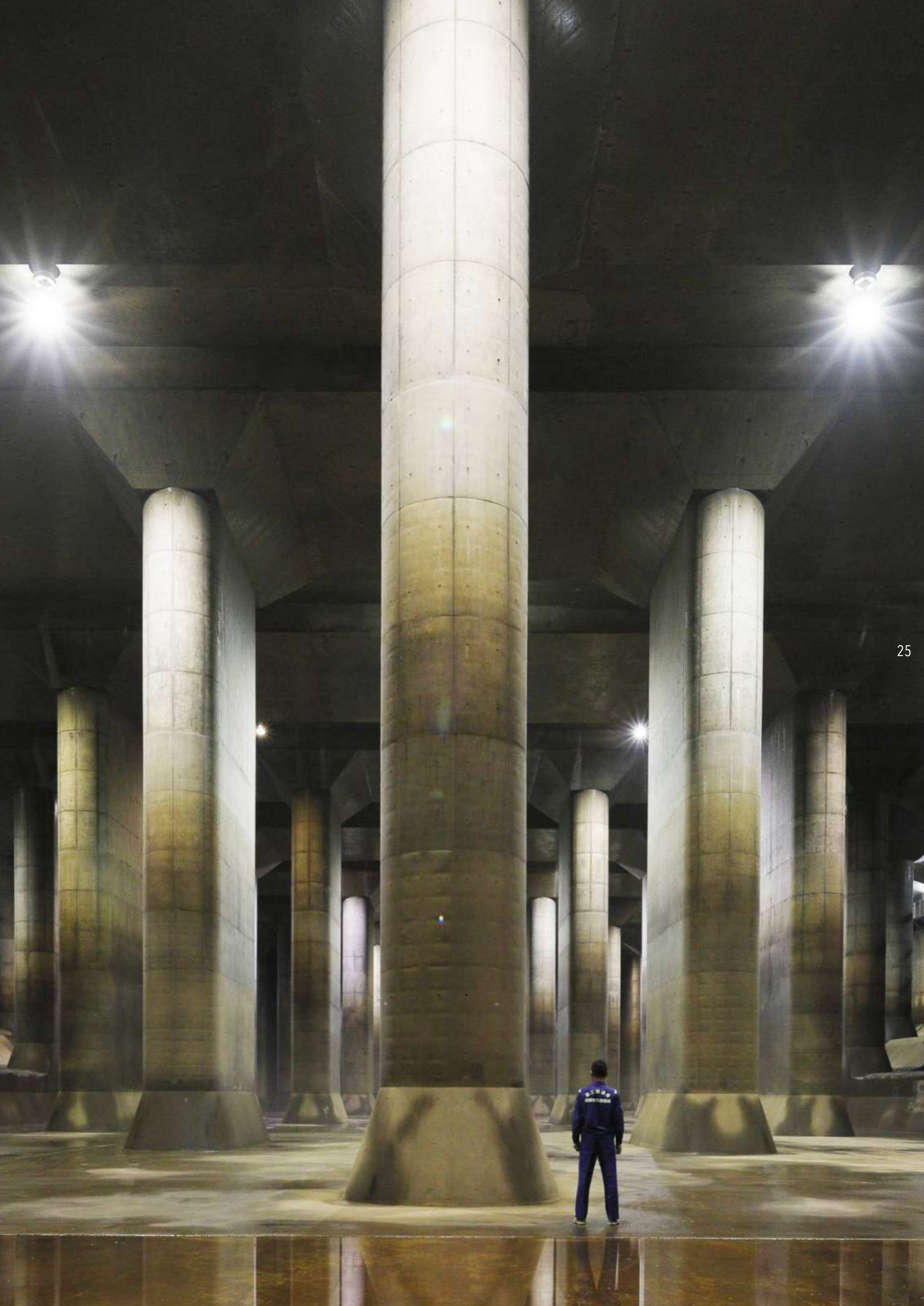


Imagens : Japan Meta Press, 2008

Conjugar estruturas com espaço público é um desafio constante na criação de equipamentos de recolha de águas pluviais, e o Canal de Descarga Subterrânea da Área Metropolitana de Tóquio é disso um bom exemplo. Concluído em 2006, (a obra durou cerca de 13 anos), constitui uma das maiores instalações de gestão de águas pluviais a nível global. Desenhada pelo Engenheiro Municipal Eiji Toyoda para proteger uma área urbana, densamente povoada, do risco de inundação durante fortes tempestades e tornados, o sistema em rede, de túneis e silos

maciços de betão, pode conter até 200.000 m3 de água cada. Durante chuvas fortes, a água é desviada para os túneis e silos e, depois, descarregada no rio Edo, que desagua na baía de Tóquio. O sistema inclui uma estação de bombeamento, que pode bombear água dos silos a uma velocidade de até 200 ton /s (200,0 m3/s) , evitando que os silos transbordem e causem danos às áreas circundantes. No entanto, e para além do seu uso prático, o Canal de Descarga Subterrâneo da Área Metropolitana de Tóquio tornou-se uma

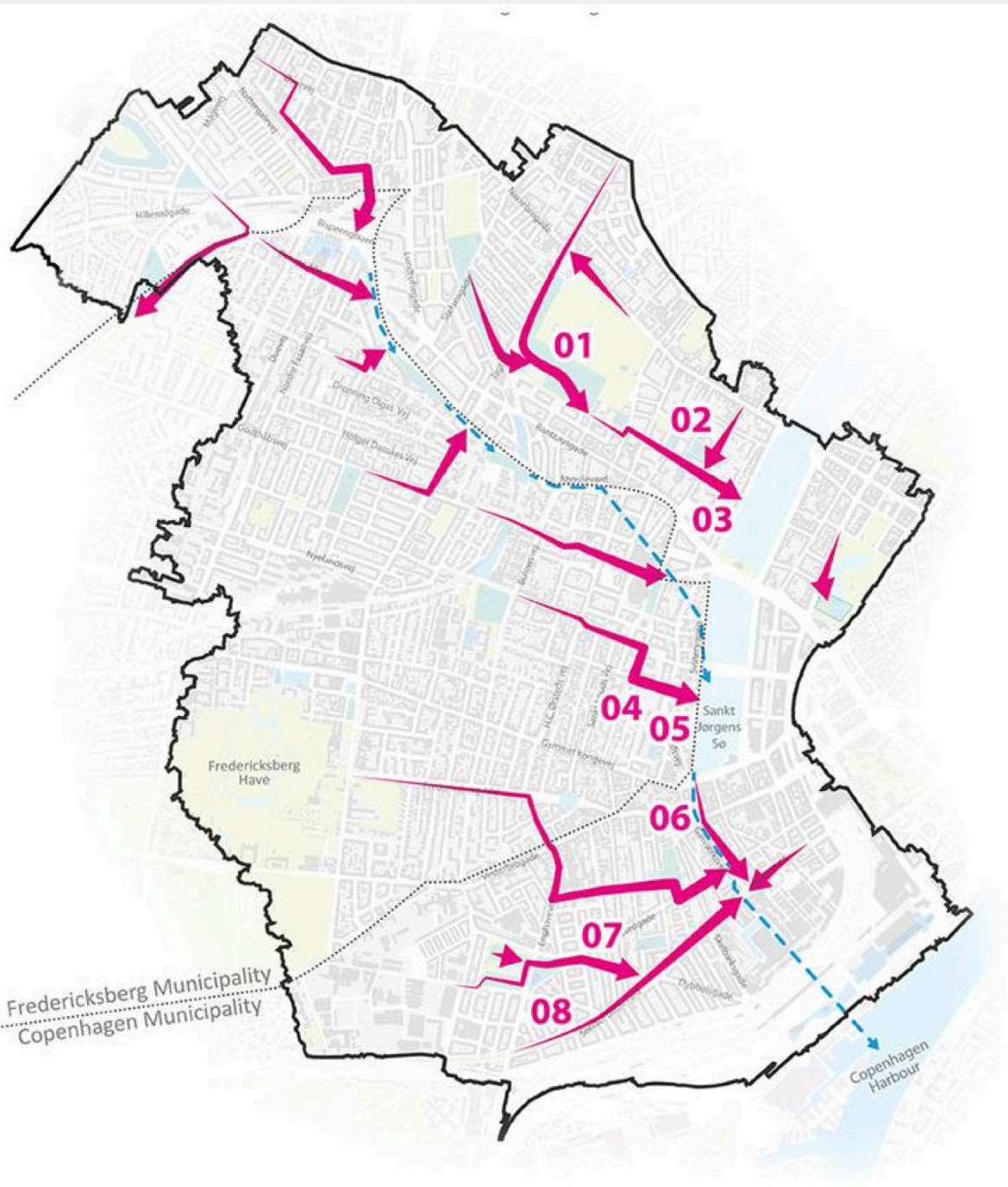
fazer visitas guiadas aos túneis e aos silos, conhecendo o sistema por dentro.





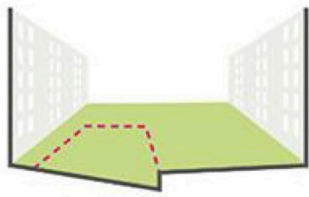
Plano de Gerenciamento de Cloudburst

Copenhaga

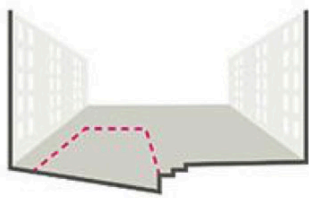


CLOUDBURST TOOLBOX

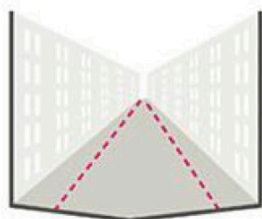
01 Park



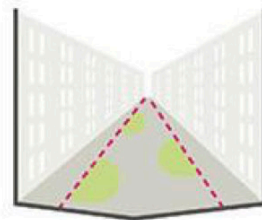
02 Plaza



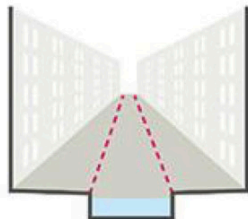
03 Street



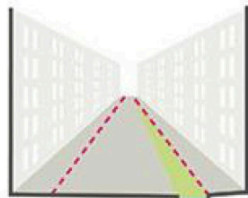
04 Green Street



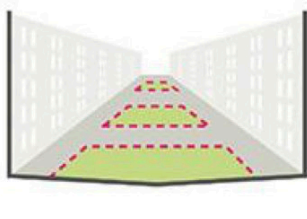
05 Urban Canal



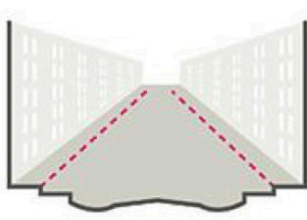
06 Urban Creek



07 Retention Boulevard



08 Boulevard



A associação de novos espaços verdes e superfícies de absorção de água também é de extrema relevância. Em Copenhaga, um sistema de prevenção de inundações – o Cloudburst Management Plan – foi desenvolvido em 2014 para lidar com o risco de inundação devido a fortes tempestades na cidade (devido à sua geografia de baixa altitude e suscetibilidade a inundações costeiras). O plano, desenvolvido pelo consórcio Tredje Natur, COWI e Platant, incorporou estas mais valias em complemento da instalação de bombas de água, bacias de retenção e criação de

novas instalações subterrâneas de armazenamento de água. Foram ainda implementadas várias medidas de prevenção de inundações – como a construção de barreiras contra inundações, diques e paredões – bem como restaurados habitats naturais – como pântanos –, que podem ajudar a absorver e armazenar o excesso de água. Os resultados do Cloudburst criaram benefícios que vão para além da gestão das águas pluviais. O plano representa uma oportunidade para proteger Copenhaga, lançando simultaneamente as bases para um ambiente

urbano melhor. As paisagens aquáticas ecológicas urbanas robustas servem de base para áreas públicas animadas com significado cultural e social, melhorando, em última análise, a sustentabilidade económica, a qualidade de vida e o bem-estar das comunidades urbanas.

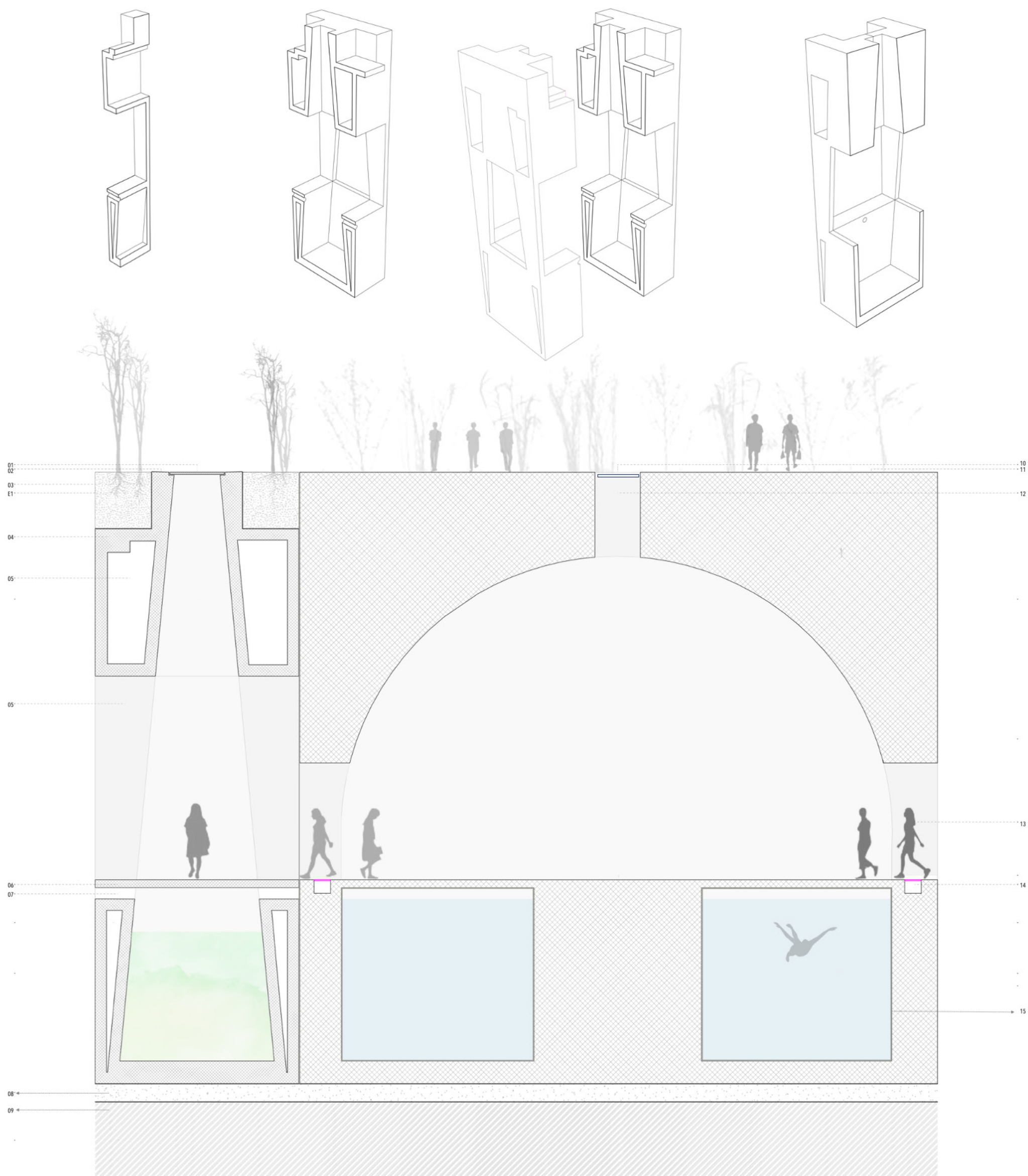
Imagens : Jan Rasmussen, 2013

Estratégia Hídrica

A hipótese enunciada nesta tese parte da relação entre a estrutura urbana e os elementos naturais – em particular com a água, que passa a servir, no Fundo do Vale de Alcântara, como sangue vital, metafórico, e a estabelecer uma conexão sólida com a estrutura urbana. A particularidade de abrigar três contrastes diferentes de água – natural (Aqueduto), pluvial (Caneiro) e fluvial (Rio Tejo) – faz deste território único um constante receptor de recursos hídricos.





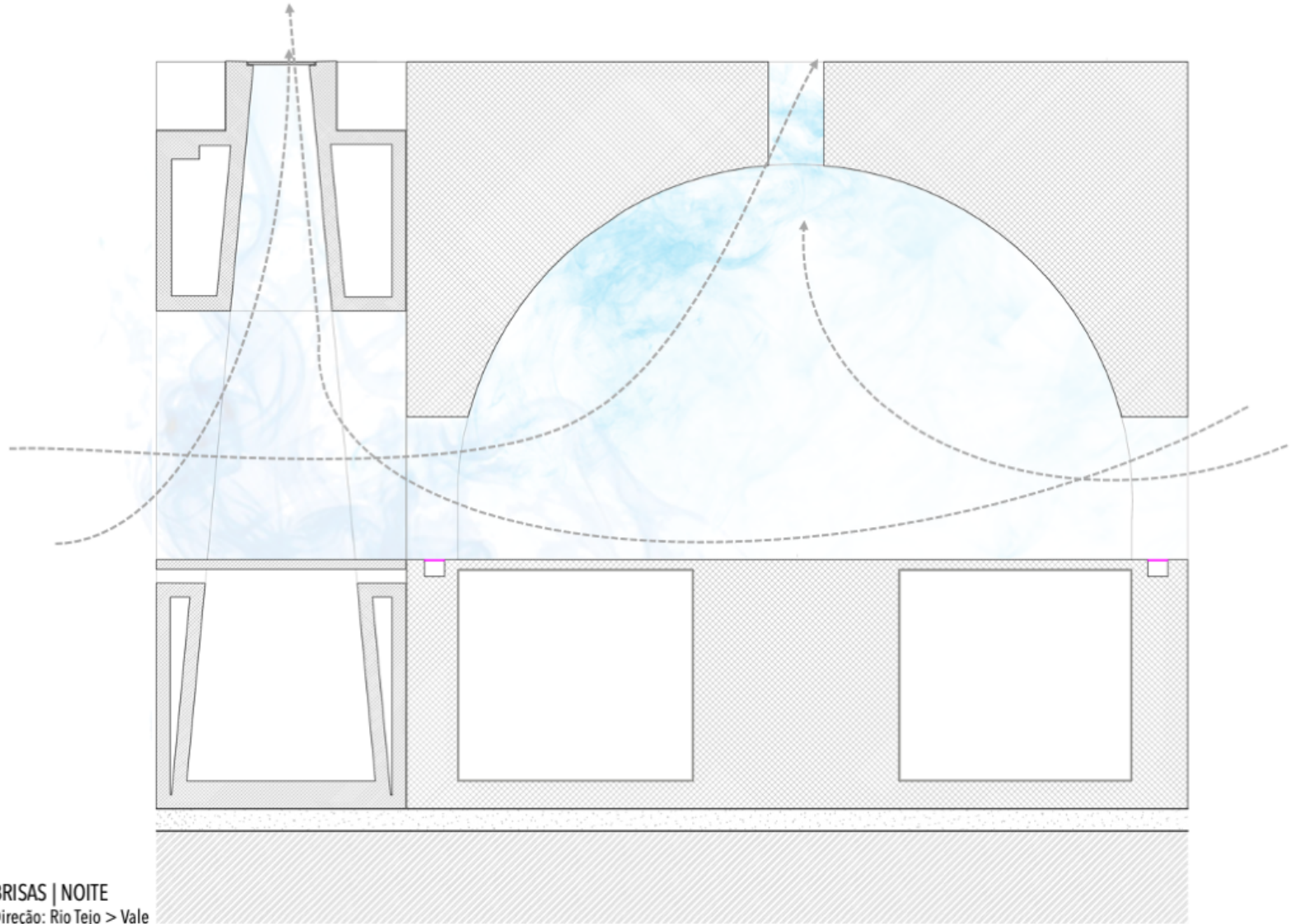


Tendo em consideração os valores do caudal atingido durante as cheias de Outubro de 2022, que foram superiores aos valores de 2014 (PGDL) – 100 m³/s a 130 m³/s – propõe-se a criação de uma grande cisterna capaz de recolher este máximo. Ao desenhar um elemento que, replicado, cria um sistema, é possível ter uma perfeita integração de componentes pré-fabricados, simplificando significativamente o processo de construção. Com isso, a eficiência da construção é elevada. Com isso, a eficiência da construção é elevada. A peça standard – que permite

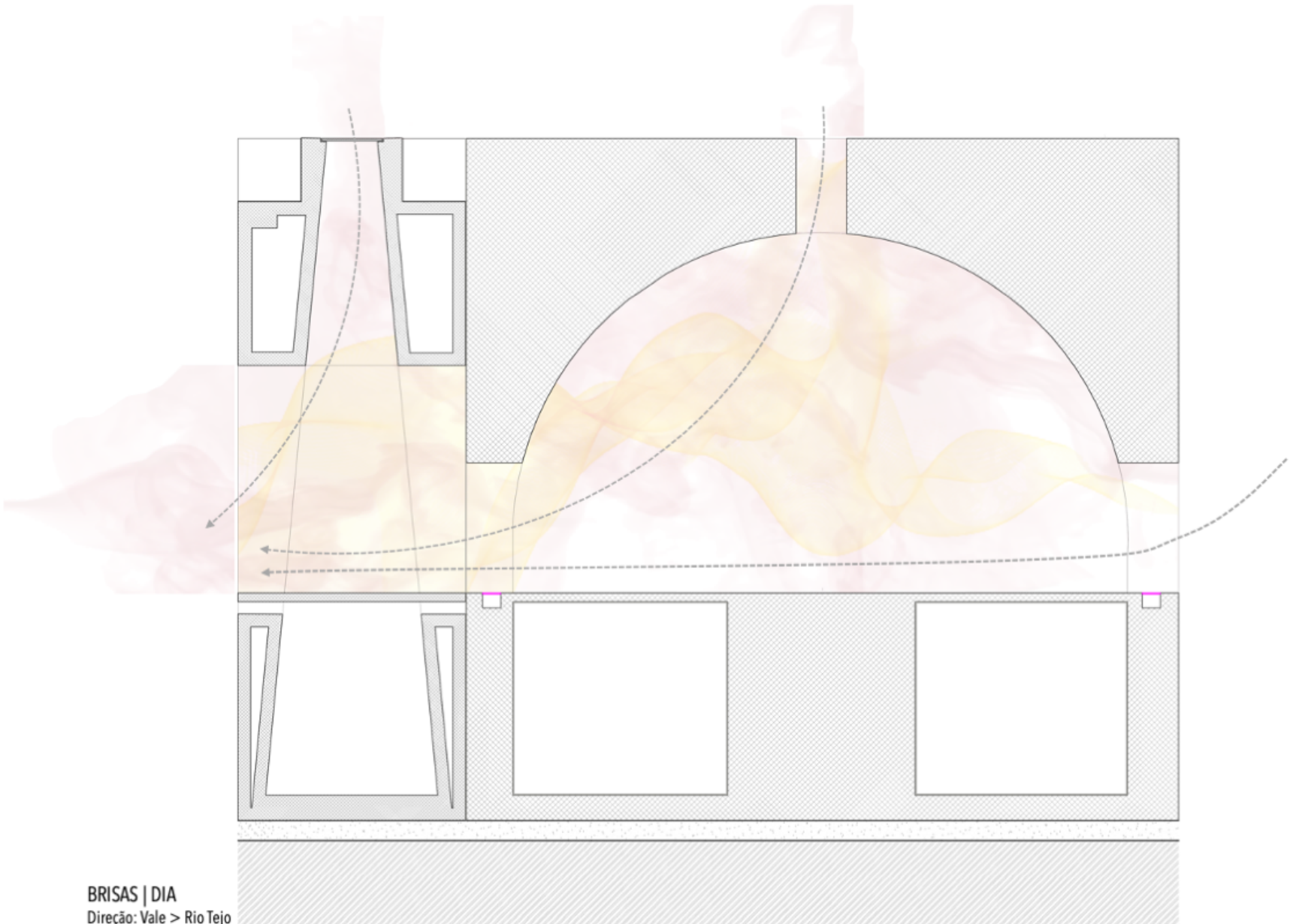
a recolha de 100 m³/s –, com uma base de 4,50 m x 4,50 m e 13,50 m de altura, cria uma matriz em que a altura é 3 vezes a medida da base. O objetivo, ao produzir esta peça, é reduzir o desperdício de materiais, minimizar o consumo de energia e otimizar a atribuição de recursos. Ao defender a utilização de materiais de origem local e sustentáveis, o resultado é um elemento modular de rápida montagem, mas também com reduzido impacto no ambiente, a longo prazo, uma vez que pode ser desmontado ou, simplesmente, reincorporado na paisagem.

Os ensaios iniciais em impressão 3D, à escala 1:100, revelaram uma peça complexa – apesar da sua geometria leve –, e com uma resistência superior às expectativas. No ensaio seguinte, em betão, à escala 1:50, percebe-se a função da peça, quando criamos um sistema de captação e a necessidade da sua pré-fabricação. As soluções pré-fabricadas, quando comparadas com soluções betonadas in situ, apresentam diversas vantagens, entre as quais se distinguem: (1) a possibilidade da redução global dos custos, devido ao menor número de operações em obra,

(2) menores necessidades de cofragem e escoramentos no processo construtivo, (3) segurança durante a construção e (4) menor impacto ambiental. Devido à necessidade de aumentar a velocidade da produção em fábrica, são utilizados betões com características mecânicas e durabilidade superiores aos utilizados nas construções tradicionais, o que permite uma maior qualidade e longevidade.

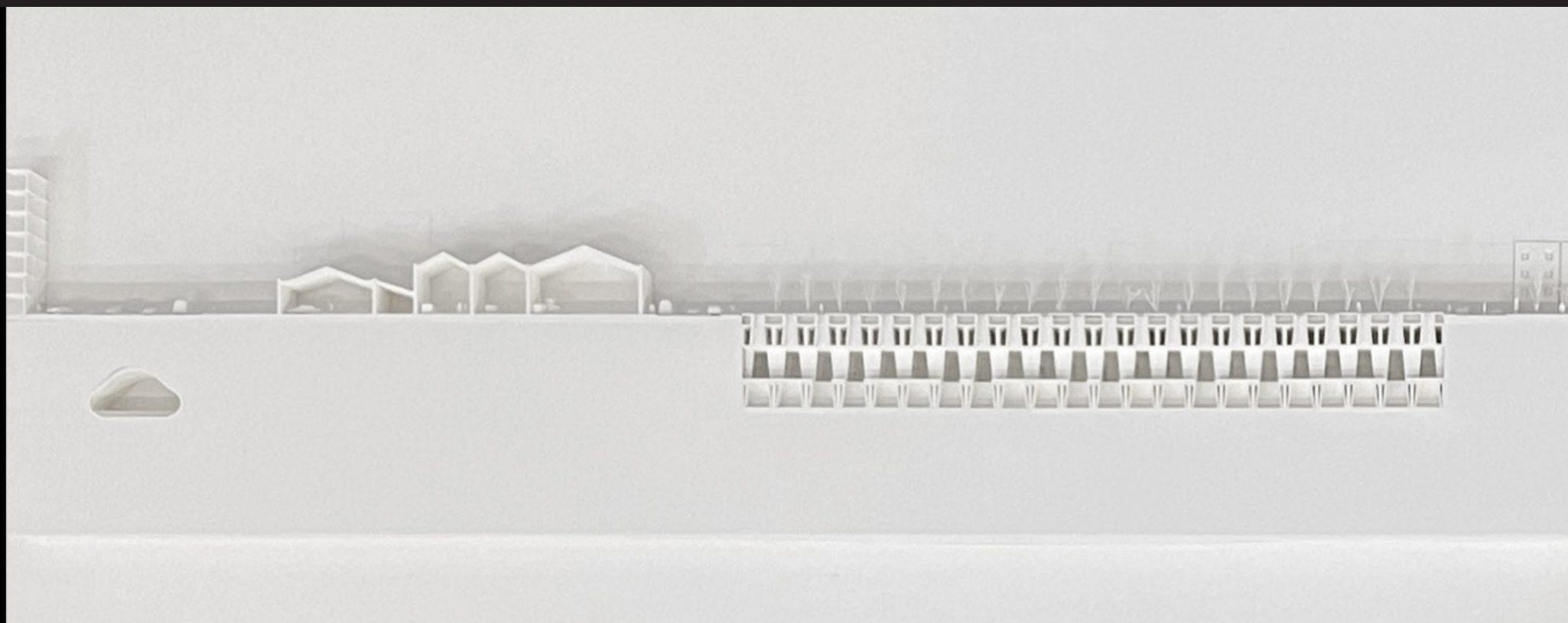


BRISAS | NOITE
Direção: Rio Tejo > Vale

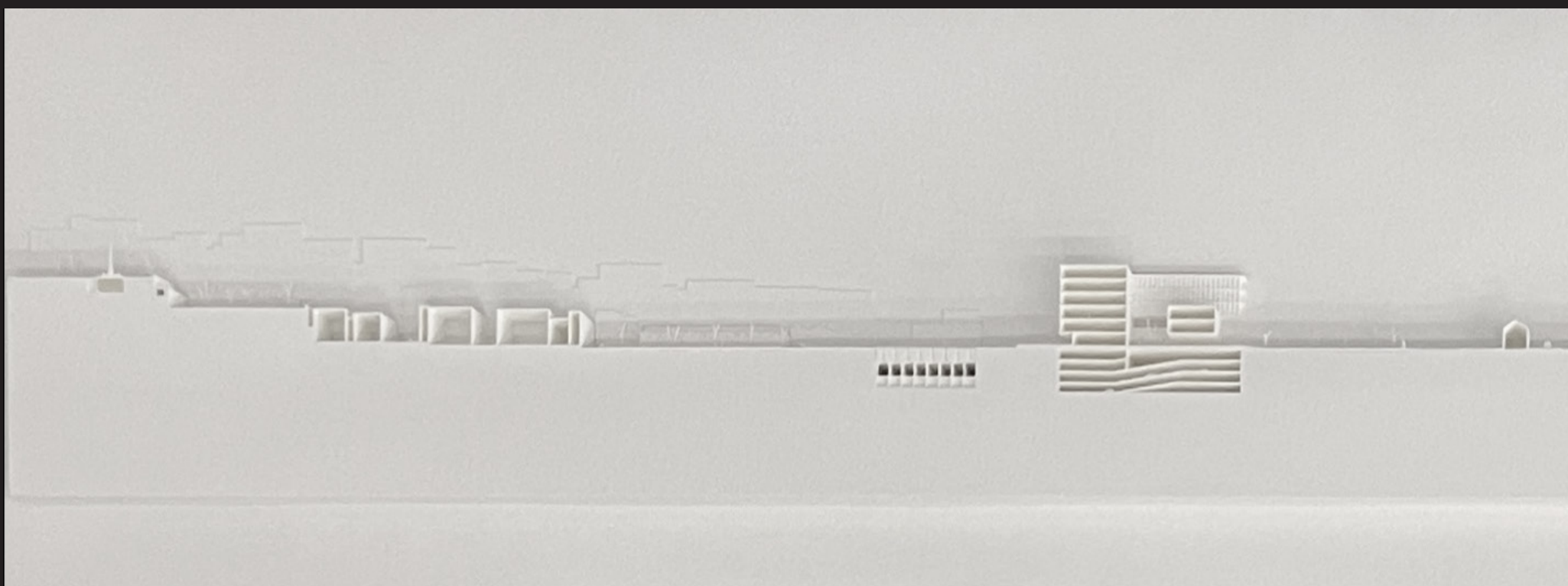


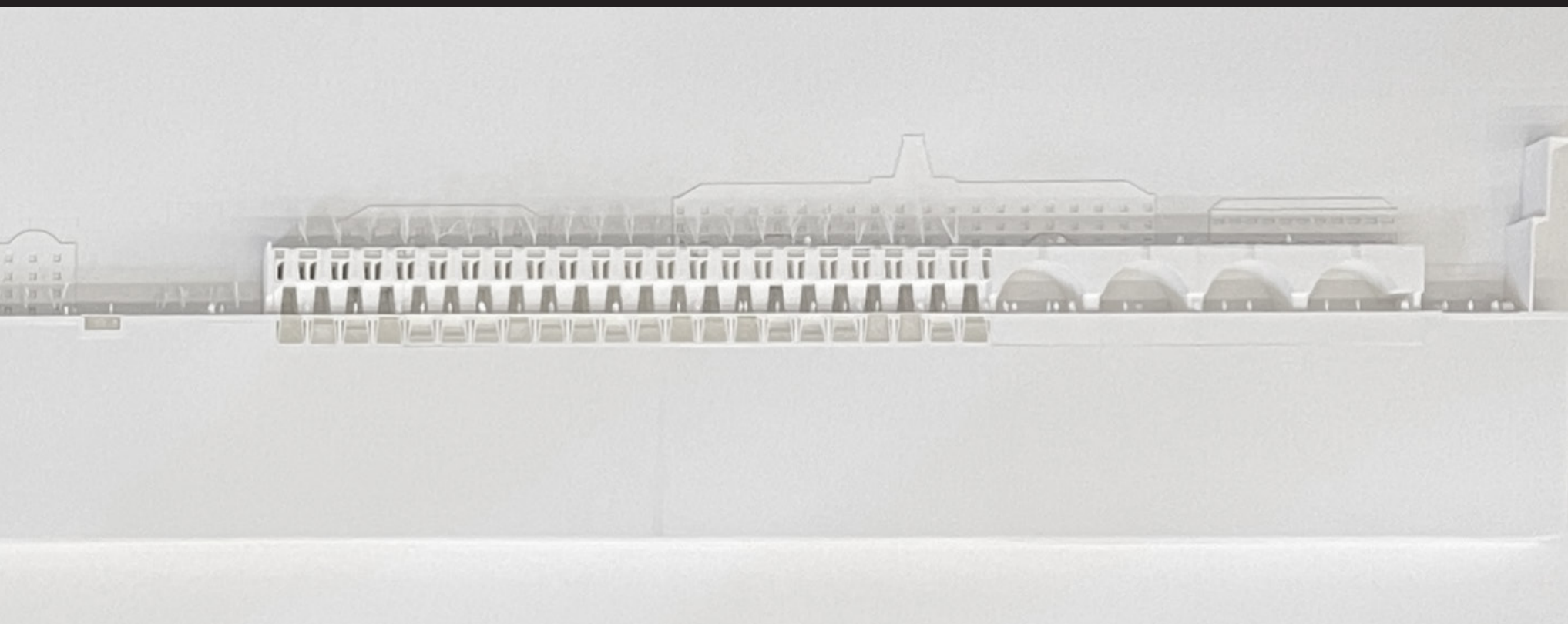
BRISAS | DIA
Direção: Vale > Rio Tejo

- 01 Óculo em Aço: 1000 x 1000mm | Aro em Tubo 50x50mm com grelha (PIMACON)
- 02 Betão UNIDÉCOR® Desativado Antiderrapante | 2mm - Pendente 2% (SECIL)
- 03 Membrana Isolante 2mm | Poliolefinaflexível(FPO)-SikaProof®A+12 (SIKA)
- E1 Terra Jardim
- 04 Elemento "Cisterna.01- Captar" pré-fabricado em Betão 250mm (in situ) com elementos de ligação "captar - pilar" - (SECIL)
- 05 Elemento "Cisterna.02 - Pilar" pré-fabricado em Betão 250mm (in situ) com elementos de ligação "pilar - captar" - (SECIL)
- 06 Elemento "Cisterna.03 - Laje" pré-fabricado em Betão 150mm(in situ) Transição entre módulos - (SECIL)
- 07 Escoamento entre Módulos - águas pluviais | Cofrado na peça (SECIL)
- 08 Enrocamento 400mm
- 09 Terreno Compactado
- 10 Óculo em Aço: 600 x 600mm | Aro em Tubo 30x30mm com grelha (PIMACON)
- 11 Betão UNIDÉCOR® Desativado Antiderrapante | 2mm -pendente 2% (SECIL)
- 12 Betão Armado | pré-existência "Docas de Manutenção" - Quartel dos Marinheiros
- 13 Escotilha de Transição entre módulos "Piscina" com acesso ao espaço Cisterna
- 14 Calha de escoamento anti transbordo em Betão (SECIL) com grelha linear em PVC rígido de alta qualidade e com elementos paralelos (Lusomatec)
- 15 Microbetão AQUA 2mm - Nanotecnológico . (CimentArt)

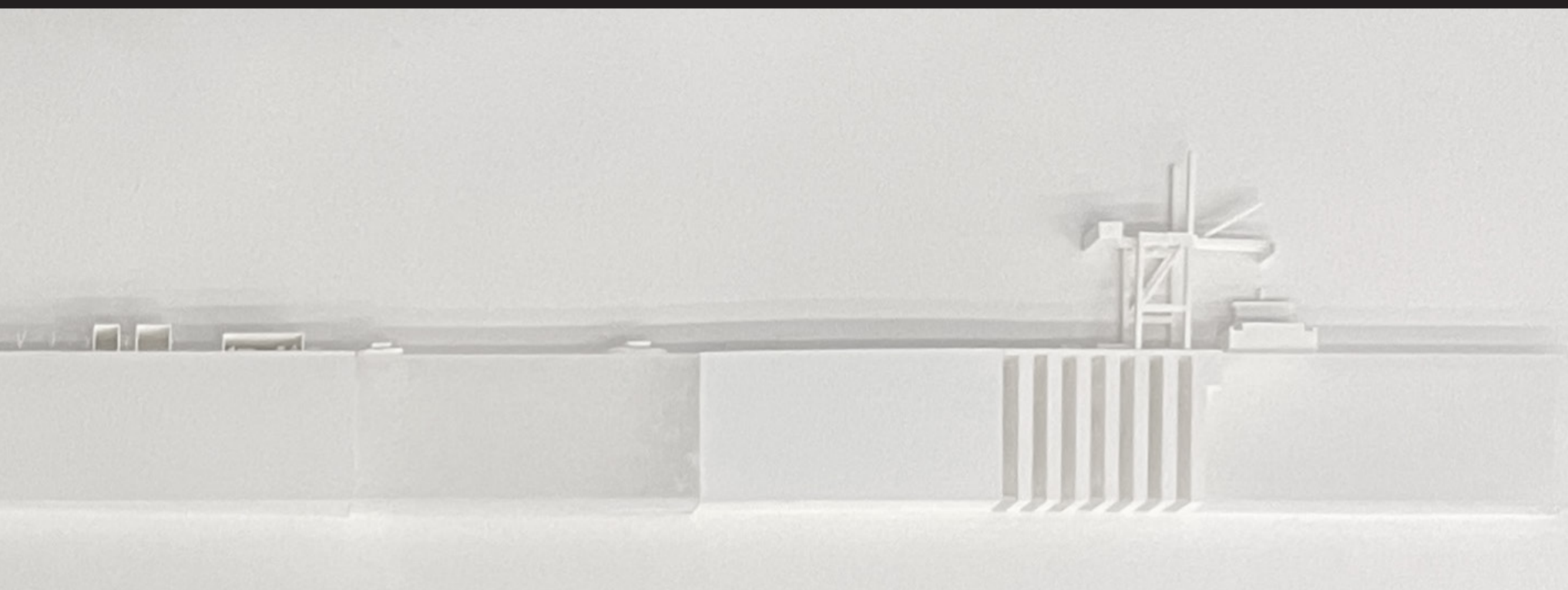


Cada elemento contém uma capacidade de armazenamento idêntica à de seis camiões-cisterna por segundo – 22 000 l cada – que, por adição, se transforma num sistema complexo de captação, armazenamento e, posteriormente, redistribuição da recolha pluvial.





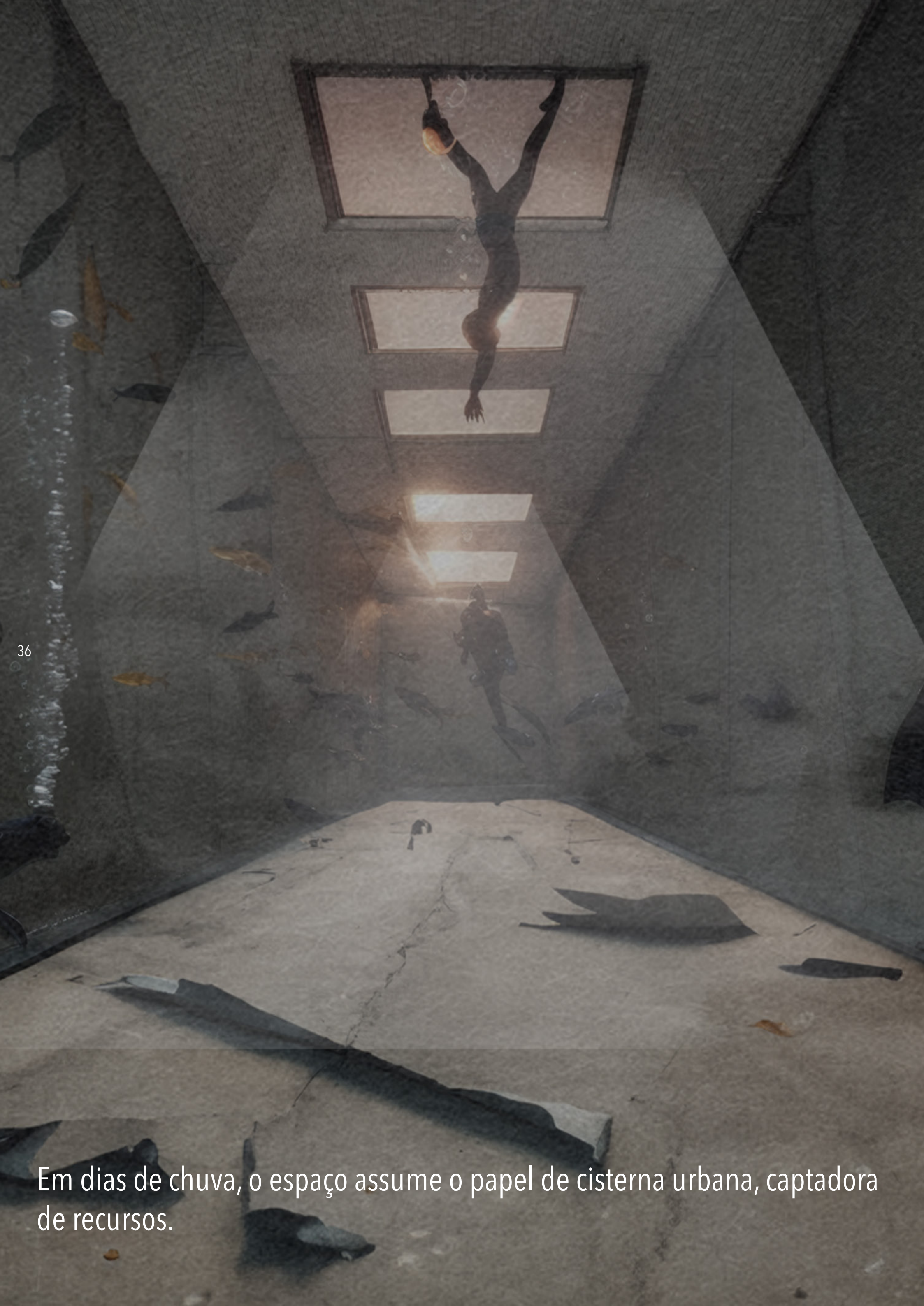
Trata-se, assim, de aproveitar a proximidade com a frente ribeirinha e criar uma relação efectiva entre a cidade e a água.



Espaço Público

O objetivo é apontar para uma solução sustentável, de longo prazo, que permitirá cerzir a comunidade com a água e erguer uma cidade interligada, com sistemas de recolha instalados em zonas críticas e adaptáveis, à medida. A partir desta solução, e da sua integração no espaço público, residentes, comerciantes, industriais e governantes passam a ser partes interessadas, contribuindo para uma profunda valorização da importância da água e participando ativamente nos esforços de prevenção das cheias nesta zona da marginal e cultivando uma comunidade em rede que considera a água um bem valioso.

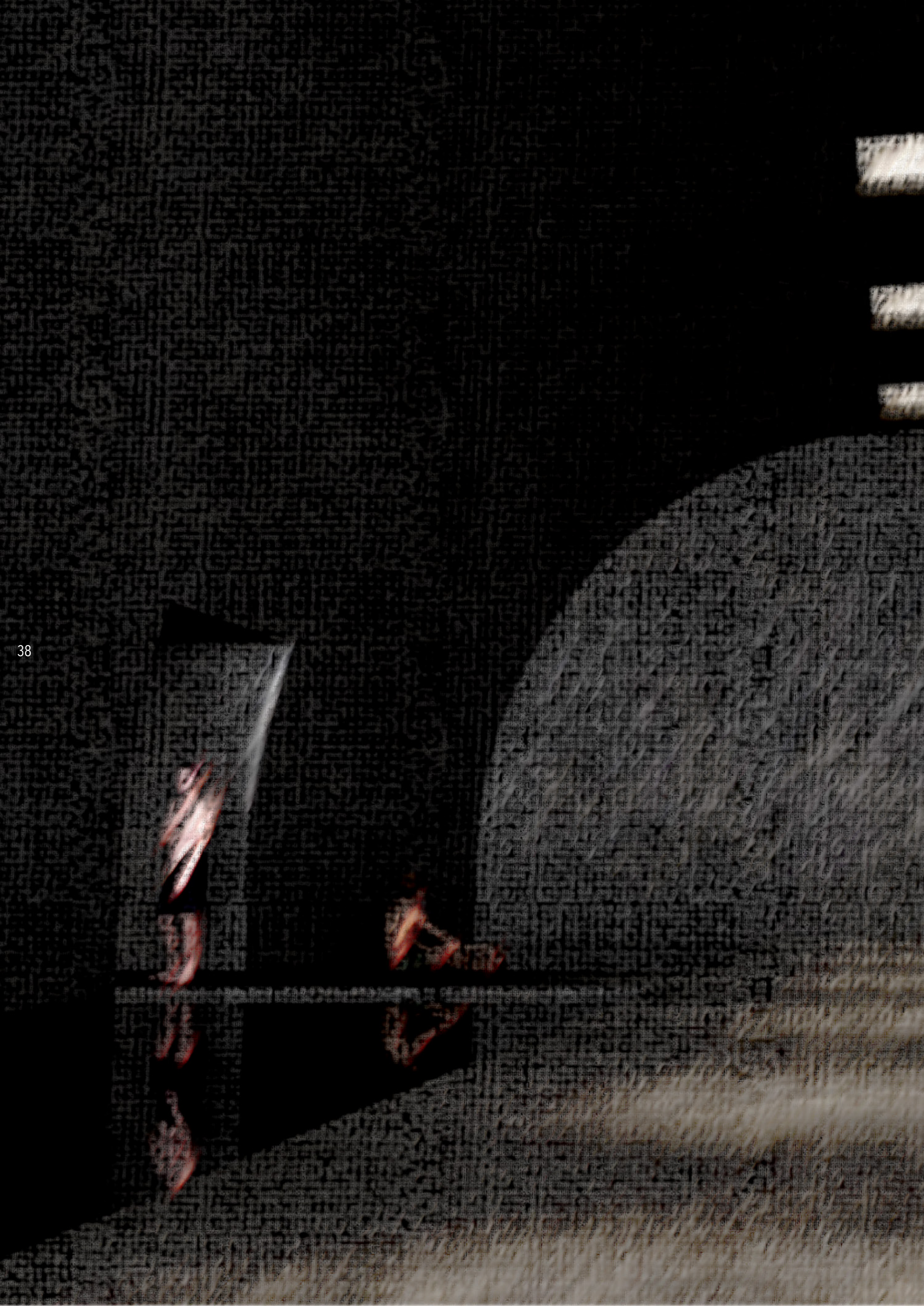


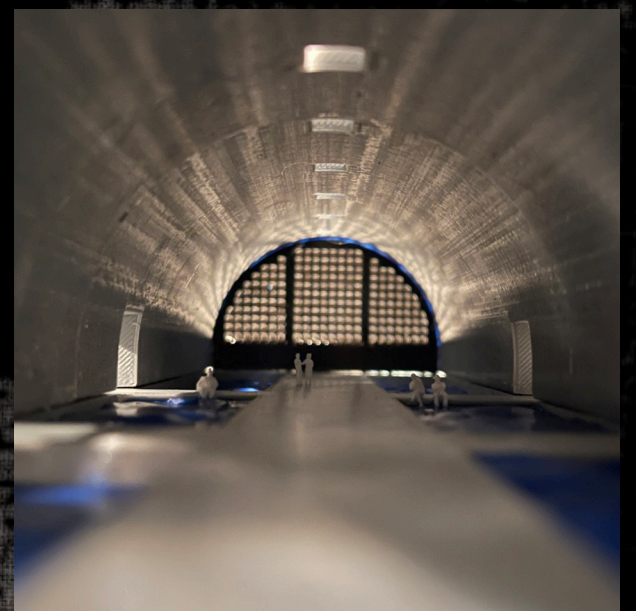
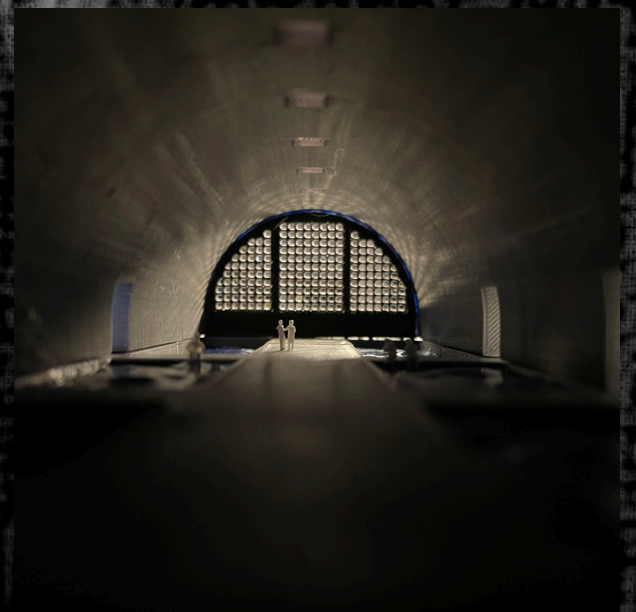
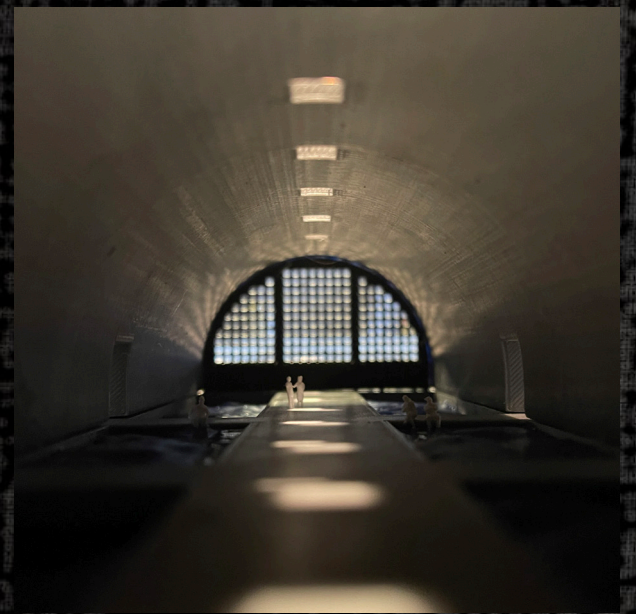


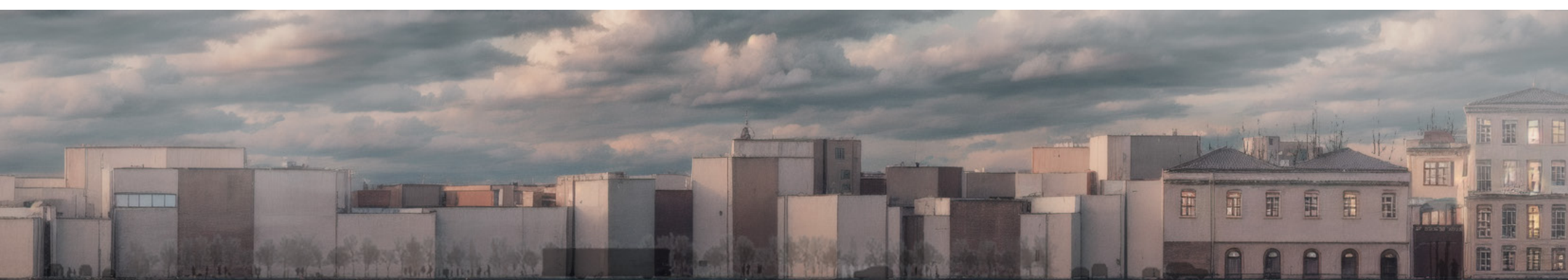
Em dias de chuva, o espaço assume o papel de cisterna urbana, captadora de recursos.



No entanto, quando em repouso – sem cheias, entre os meses de Junho a Setembro –, este sistema de recolha e armazenamento transforma-se em espaço público, partilhado, gerando atravessamentos que ligam as diversas cotas da marginal e da Praça da Armada.

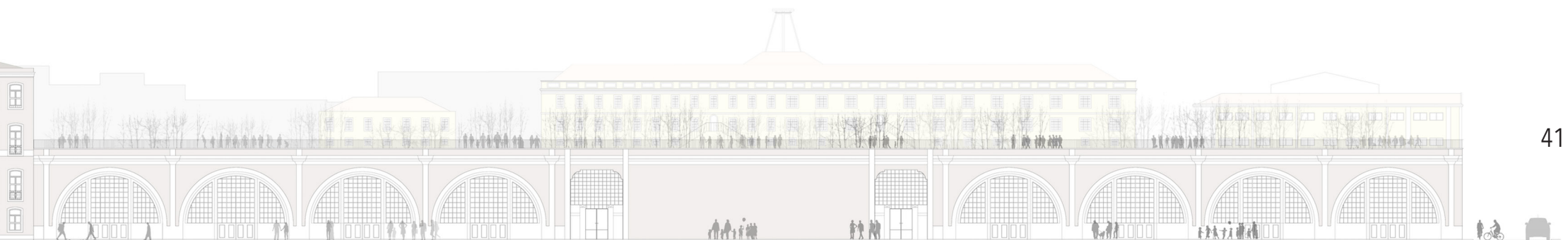






O resultado atua como um catalisador do envolvimento da comunidade no espaço coletivo, com diversas áreas de sombra – que melhoram o ambiente, durante o tempo quente, devido ao contato com os reservatórios de águas pluviais abastecidos durante os meses de chuva –, permitindo que as pessoas continuem as suas atividades diárias – trabalhar, socializar ou simplesmente desfrutar de espaços interiores –, sem serem excessivamente afetadas pelo calor. Desde as grandes piscinas adaptadas nas antigas docas de manutenção da

Marinha até ao pátio da antiga Fábrica Sol, a água comporta-se de forma diferente, passando do estado bruto, estrutural, para uma função recreativa e de lazer, voltando ainda, mais tarde, a ser reciclada, abastecendo os reservatórios das cisternas.



Ainda que a infra-estrutura proposta mitigue as cheias, não as evita por completo. Assim, há que pensar igualmente que, quando uma cheia assola uma zona urbana, a primeira ação de proteção é deslocar os afetados para uma zona segura. É, nesse momento, preciso uma resposta rápida e criar condições de habitar, através de abrigos temporários. Este processo – essencialmente provisório – gera situações de superlotação, condições de vida precárias e exploração potencial, sem soluções habitacionais acessíveis e inclusivas para atender às necessidades.

É, assim, quase automático que o desenho de um modelo de habitação deste tipo esteja sensivelmente próximo a locais suscetíveis às cheias, como Alcântara, e que parta da agregação de módulos habitacionais a antigas instalações industriais, criando ambientes residenciais de qualidade, de baixo custo e reaproveitando alguns pavilhões industriais na zona de Alcântara e dando-lhes uma nova oportunidade, preservando o património histórico e arquitetónico do bairro. Esta relação entre o espaço público e a habitação reforça a ideia de resolução.

E, na mesma estratégia, de criação de elementos únicos e de fácil adaptação ao existente, revisita-se a pré-fabricação.



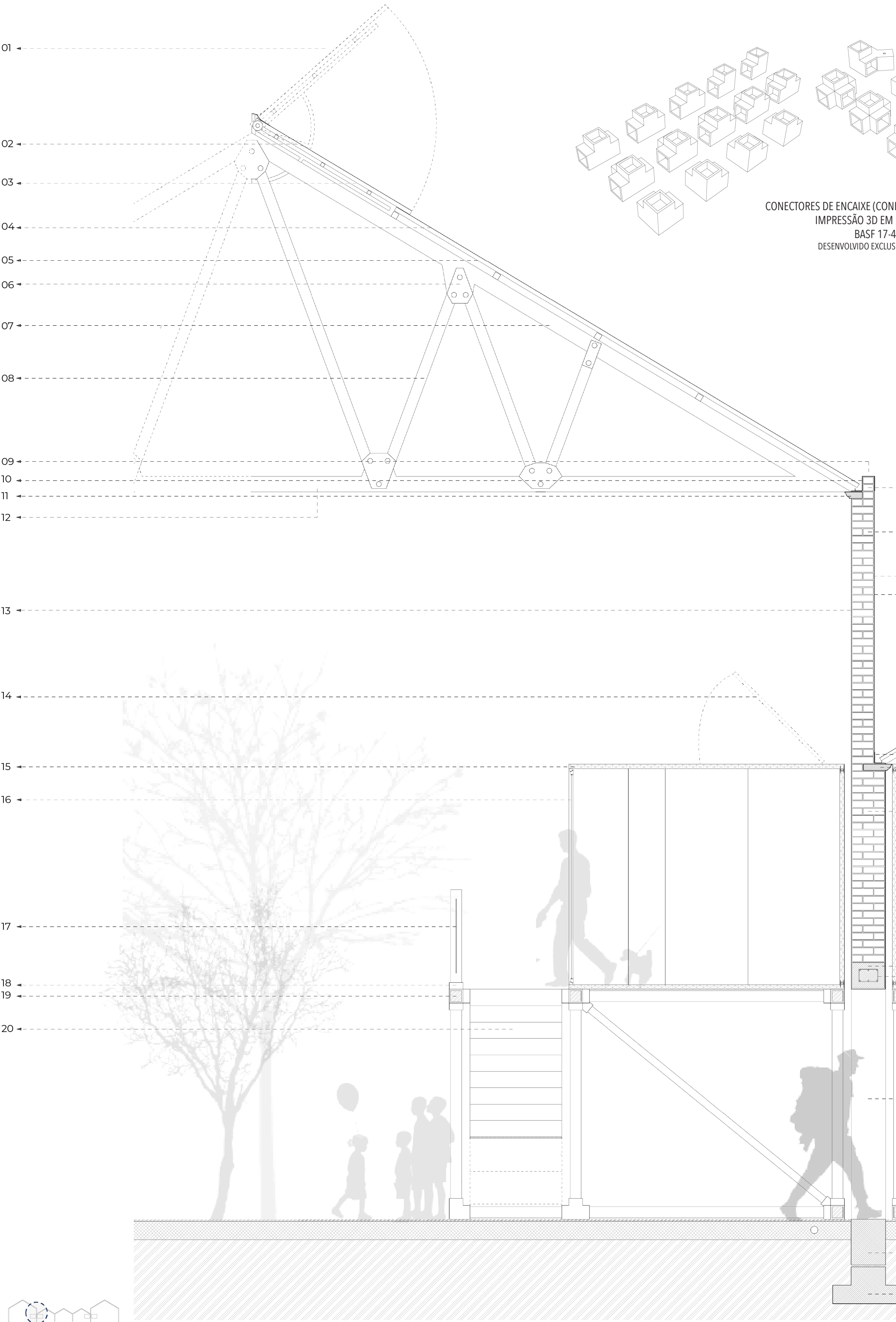


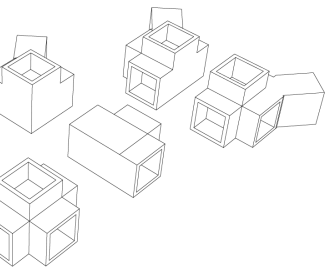
Neste processo, a madeira desempenha um papel fundamental. A madeira CLT provém de florestas geridas de forma sustentável, o que a torna uma escolha ecológica para a construção de habitações, gerando menos emissões de gases com efeito de estufa, contribuindo para uma indústria de construção mais ecológica e com um nível de rapidez e eficiência superiores aos que os métodos de construção tradicionais têm dificuldade em igualar. E a precisão dos painéis CLT, controlada em fábrica, permite uma montagem rápida no local. A versatilidade de design do CLT

permite criar um elemento modular com a proporção 1 x 3, altamente adaptável, permitindo a fácil expansão ou reconfiguração de espaços de convivência no limite dos 18 m² – 2 m x 6 m. Estes módulos podem ser modificados ou expandidos para acomodar famílias em crescimento, novas famílias ou conjuntos de pessoas em simples co-habitação. Permitem disposições flexíveis, tornando-se adaptáveis.

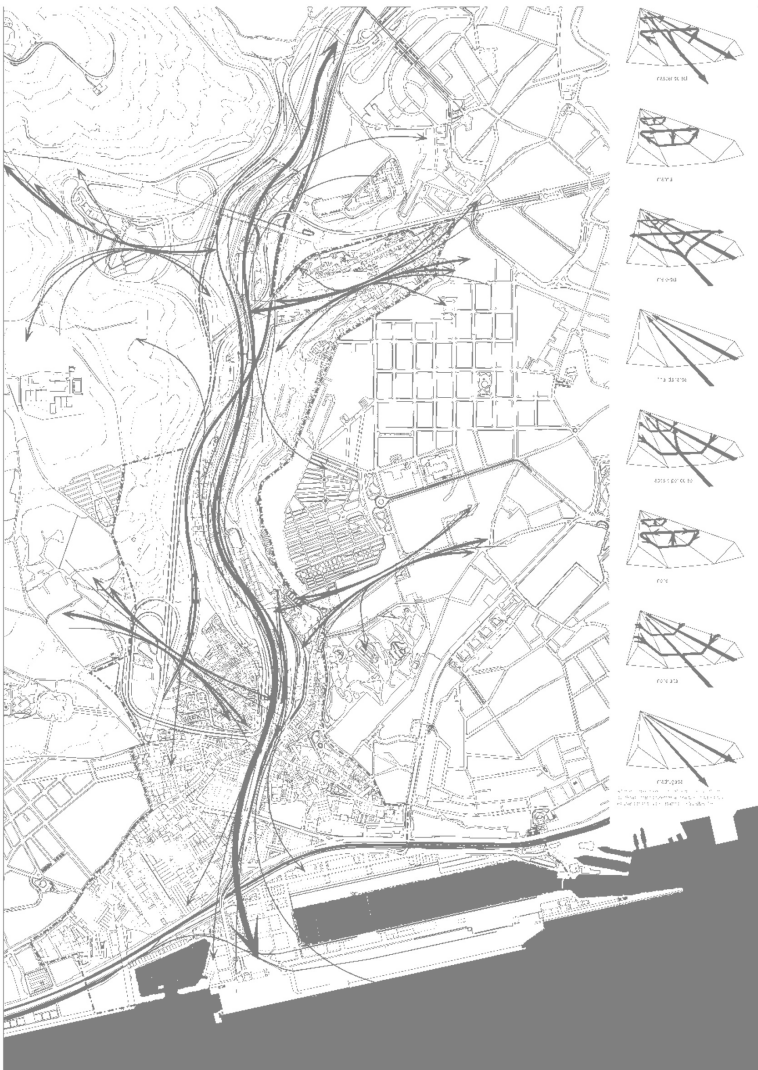
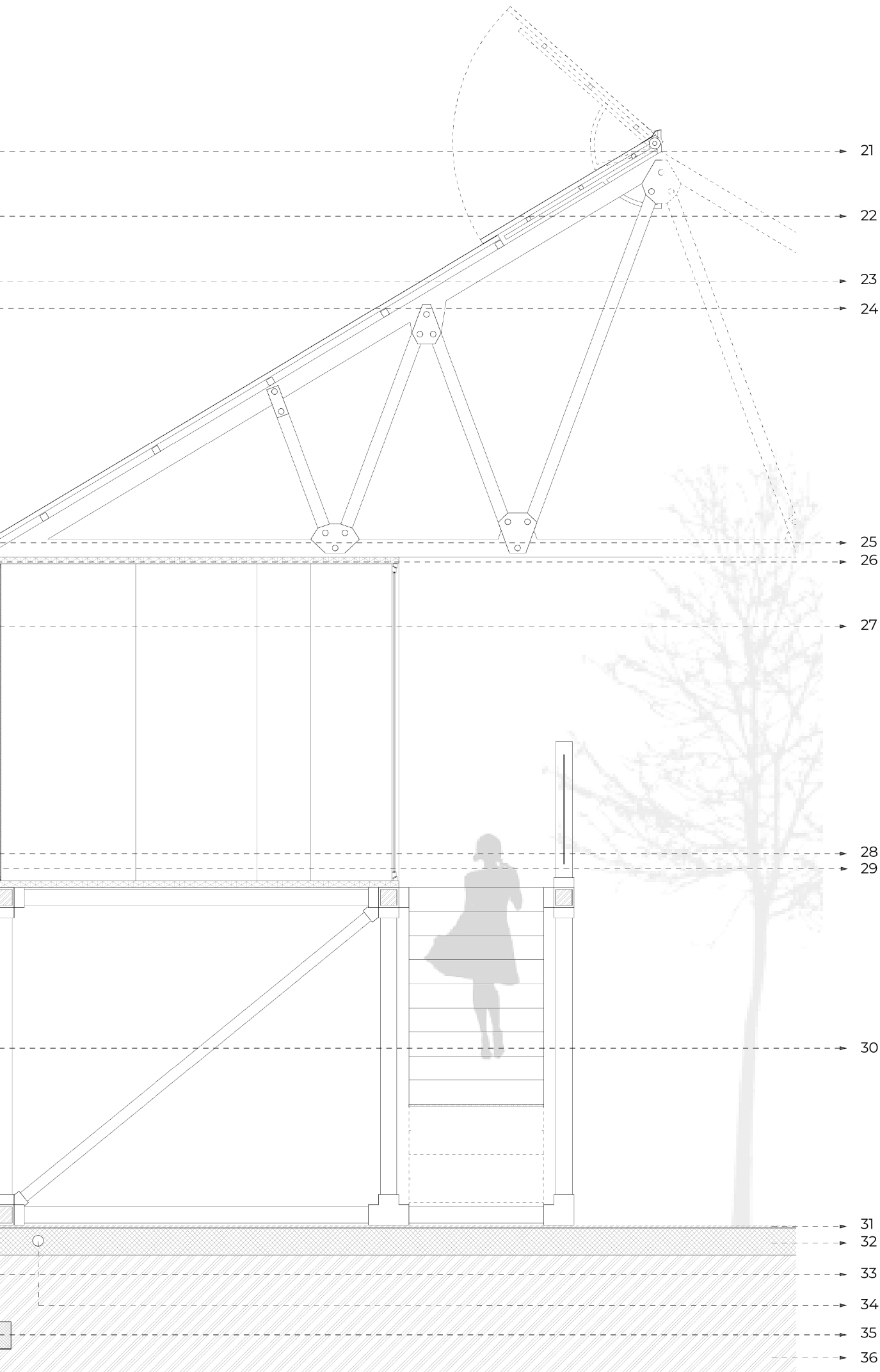


CONECTORES DE ENCAIXE (CONJUNTO)
IMPRESSÃO 3D EM
BASF 17-4
DESENVOLVIDO EXCLUSIVAMENTE



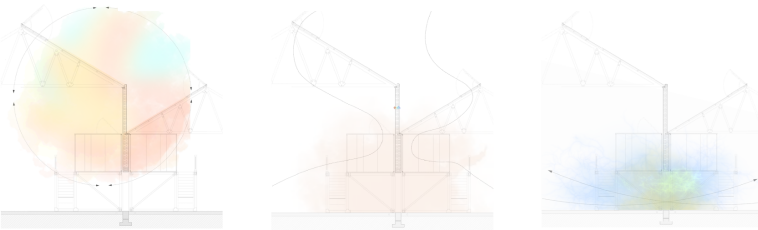


EXÕES)PARA TUBO METÁLICO 120MM
FILAMENTO 3D DE METAL
PH ULTRAFUSE
IVAMENTE PARA ESTE MODELO



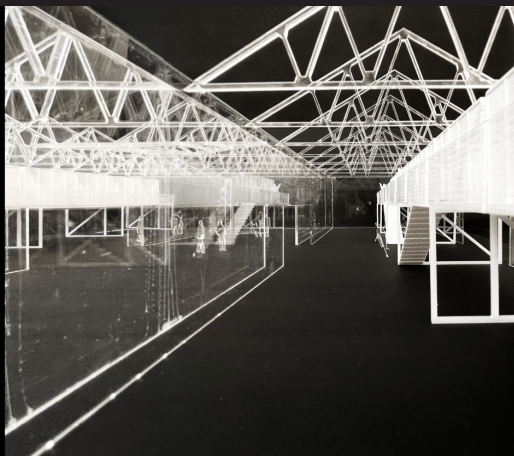
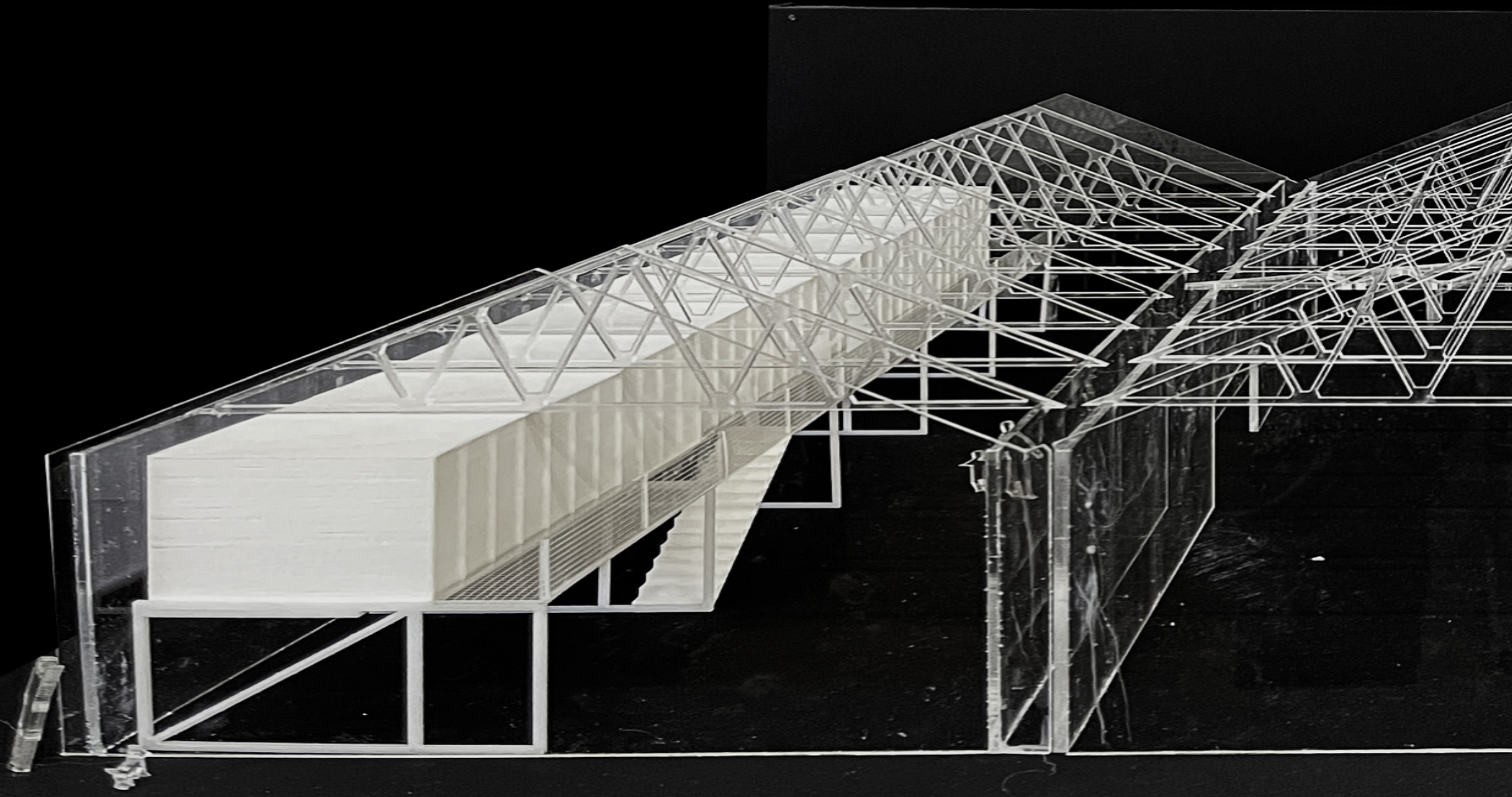
ESQUERDA DE DRENAGEM ATROOF TR CA
ARREDO DO SOLO V HO
ESTABILIZACAO EM MASSA DE ARE

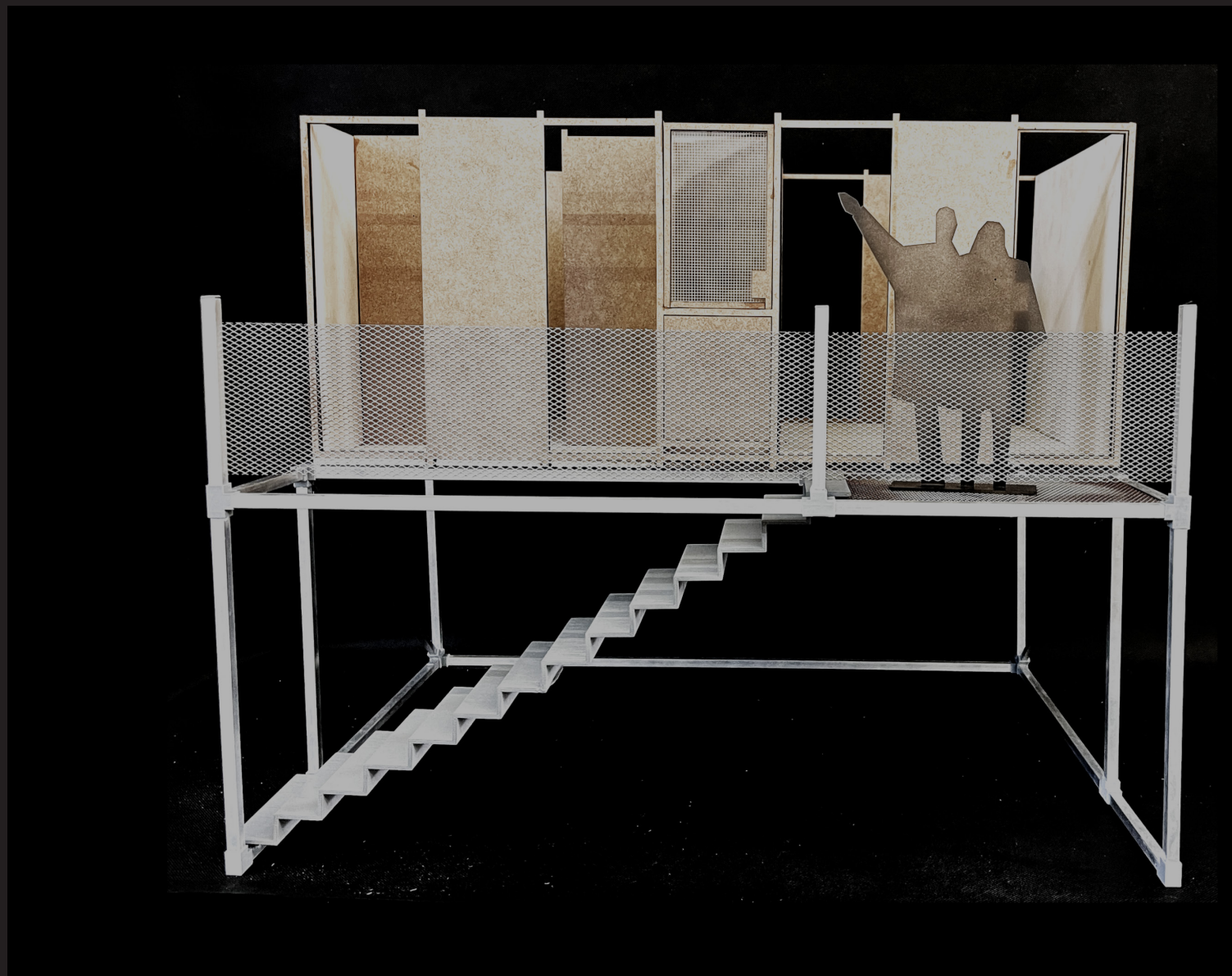
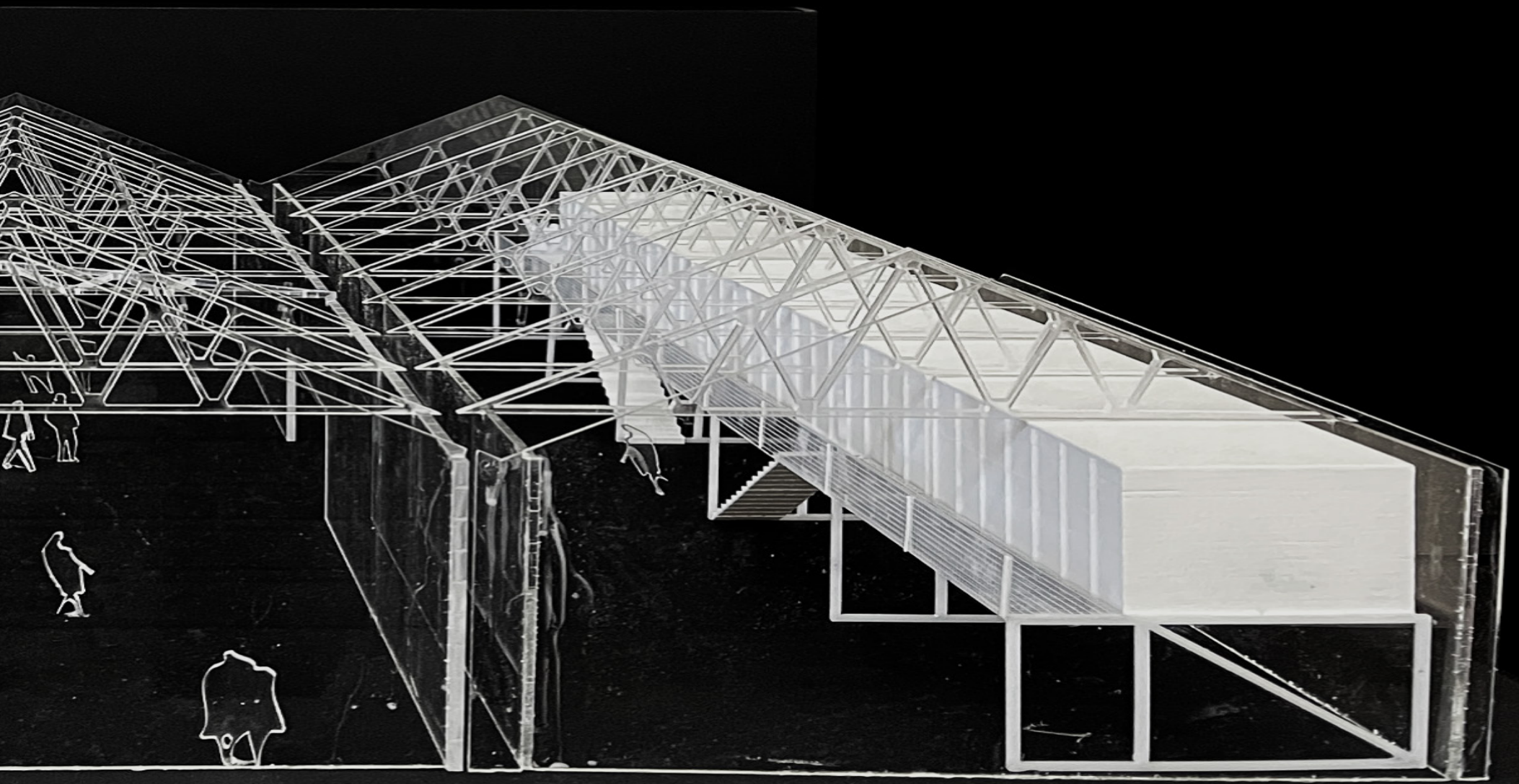
ALTERNÂNCIA DAS BRISAS DE ENCOSTA



47

- 01 Escotilha de ventilação de topo - PERFISA, S.A
- 02 Telha ondulada em Policarbonato 2m | 1,0 mm ONDUCLAIR® PC
- 03 Estrutura em Tubo de aço 30x30 mm | abertura e fecho automatizada - PERFISA, S.A.
- 04 Telha ondulada em Policarbonato 4m | 1,0 mm ONDUCLAIR® PC
- 05 Estrutura em Tubo de aço 50x50 mm - PERFISA, S.A.
- 06 Elemento em Aço | União em "V" com rebites metálicos - PERFISA, S.A.
- 07 ASNA | Perna em tubo de aço 100x50mm - PERFISA, S.A.
- 08 ASNA | Escora em tubo de aço 70x50mm - PERFISA, S.A.
- 09 Rufo em Chapa metálica 2 mm com pingadeira simples - Caleiratorres, Lda.
- 10 Caleira em "J" - chapa metálica 1 mm - Caleiratorres, Lda.
- 11 Cachorro de Cantaria 70mm - Manuel & Cardoso, Lda.
- 12 ASNA | Linha em tubo de aço 100x50mm - PERFISA, S.A.
- 13 Parede de Tijolo Duplo 70x225x225- Cerâmica Vale da Gândara, S.A.
- 14 Escotilha em CLT 51mm - Jular Madeiras, Lda
- 15 Pannel CLT | Cobertura 51mm - Jular Madeiras, Lda.
- 16 Janelas de abrir | Madeira 800x2300mm DJ68 - Soldevila
- 17 Guarda Malha metálica ALPHA Ab: 40% | 7.2 kgs/m2 - Thomé,Lda.
- 18 Conector de encaixe de conexão em T para tubo metálico 120mm - o próprio | Impressão 3D em Carbono
- 19 Tubo metálico quadrado 120x120 mm - NORDESFER Lda.
- 20 Escada em Chapa Metálica 1200 x 5mm - Serralharia Ferral, Lda.
- 21 Parede de Tijolo Simples 70x105x225 - Cerâmica Vale da Gândara, S.A.
- 22 Tijolo Maciço Vermelho Vulcânico 70x105x225 - Cerâmica Vale da Gândara, S.A.
- 23 Argamassa para paredes Exteriores 2mm- SikaWall®-200 Standard 24 Reboco Ceresitado 10mm
- 25 Caleira em "J" - chapa metálica 1 mm - Caleiratorres, Lda.
- 26 Cachorro de Cantaria 230mm - Manuel & Cardoso, Lda.
- 27 Parede de Tijolo e meio 70x225x295- Cerâmica Vale da Gândara, S.A. 28 Viga em Betão
- 29 Armação em Varão riscado 12mm
- 30 Vão de Transposição entre Armazéns
- 31 Piso em Saibro 5-10mm - SOBRITAS, Lda.
- 32 Terreno compactado com adição de cimento 3% - 200mm 33 Lintel | Fundação (existente)
- 34 Tubo Geodreno 60mm
- 35 Fundação (existente)
- 36 Terreno





Bibliografia

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE – Cartas de Zonas Inundáveis de Riscos de Inundações da RH5A – Tejo e Ribeiras do Oeste, Lisboa: Departamento de Recursos Hídricos, I.P., 2020. Disponível em: https://apambiente.pt/sites/default/files/_Agua/DRH/ParticipacaoPublica/PGRI/2022-2027/2_Fase/PGRI_2_RH5A_Relatorio_Cartografia.pdf [Consult. em 07-04-2023]

ALBUQUERQUE, Leonor – Estudo da paisagem do Vale de Alcântara, Évora: Departamento de Paisagem, Ambiente e Ordenamento | Universidade de Évora, 2014. Disponível em: <https://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/12109> [Consult. em 22-05-2023]

AZEVEDO, José P. A. L. – A memória na cidade e os baluartes de Alcântara: reabilitação e restauro no espaço da cidade: valores e contributos da Lisboa do passado para uma conceção da Lisboa do presente e futuro, Lisboa: DPAUD / Departamento de Projecto de Arquitectura, Urbanismo e Design, UL -FA, 2014.

50 AZEVEDO, Paula; SOUSA, Ana – Estação Ferroviária de Alcântara Terra, Lisboa: SIPA – Sistema de Informação para o Património Arquitectónico, 2008 Disponível em: http://www.monumentos.gov.pt/Site/APP_PagesUser/SIPA.aspx?id=26911 [Consult. em 17-05-2023].

BAYKAL, Ayfer – The City of Copenhagen: Cloudburst Management Plan 2012, Copenhaga: Administração Técnica e Ambiental, 2012. Disponível em: https://en.klimatilpasning.dk/media/665626/cph_-_cloudburst_management_plan.pdf [Consult. em 02-04-2023].

BOCHECHAS, Miguel Torroaes Valente – Recursos hídricos urbanos. Gestão pela renaturalização e serviços dos ecossistemas. Análise de casos, Lisboa: Departamento de Engenharia Civil – IST, 2019.

COSTA, Ana Cristina Martins – Águas Pluviais em Meio Urbano: Contribuição de Lisboa para o seu Uso Sustentável, Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia: Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente – UL, 2010.

CROW, James – The Water Supply of Byzantine Constantinople, Istambul: Center for Islamic Studies (ISAM), 2015.

DAVID, Maria – Guia Técnico: Afluências Indevidas em Sistemas de Drenagem Urbana – Aspetos Gerais e Metodológicos, Grupo de Trabalho de Infraestruturas de Águas, EPAL PPA | PTPC, Lisboa: Empresa Portuguesa de Águas Livres, S.A., 2017.

DEL DEBBIO, Flora – Agricultura urbana em Lisboa: uma leitura histórica e uma perspetiva de futuro. Estudo Prévio 18. Lisboa: CEAAT/UAL – Centro de Estudos de Arquitetura, Cidade e Território da Universidade Autónoma de Lisboa, 2020, pp. 37-56. ISSN: 2182-4339 [Disponível em: www.estudoprevio.net]. DOI: <https://doi.org/10.26619/2182-4339/18.5>.

FERREIRA, Filipa; MATOS, José S. – Qualidade de águas pluviais: A zona baixa de Alcântara, em Lisboa, Lisboa: Departamento de Engenharia Civil | IST, 2005.

FREIRE, João Paulo – Alcântara. Apontamentos para uma monografia, Lisboa: Universidade de Coimbra, 1929.

GRUPO AMIGOS DE LISBOA – Evolução e Perspetivas dos Estudos Olissiponenses, Lisboa: Oficinas Gráficas, C.M.L., 1945.

GUERREIRO, Ana; et al. – Plano Geral de Lisboa 2016-2030, Lisboa: CML, 2015. Disponível em: <https://www.planodrenagem.lisboa.pt> [Consult. em 13-11-2022].

GUIMARÃES, Ana – A obra de João Figueiras Lima no contexto da Cultura Arquitectónica Contemporânea, São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – USP, 2010.

JR, Edward S. Y.; SHARPE, William E. – Rainwater Cisterns: Design, Construction, and Treatment, Pennsylvania: College of Agricultural Sciences | The Pennsylvania State University, 2016. Disponível em: <https://extension.psu.edu/rainwater-cisterns-design-construction-and-treatment> [Consult. em 16-04-2023].

KAWA, Sairyu – The Metropolitan Outer Area Underground Discharge Channel, Tokyo : Edogawa River Office, Kanto Regional Development Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transportation and Tourism, 2020. Disponível em: https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000812778.pdf [Consult. em 28-03-2023].

LACASTA, Nuno; MACHADO, José Pimenta – Plano de Gestão dos Riscos de Inundações da Rh5a – Tejo e das Ribeiras do Oeste, Lisboa : Agência Portuguesa do Ambiente, 2022.

LAGO, Pedro M. C. – A Desindustrialização em Alcântara – consequências sociais e urbanas, Lisboa: Departamento de Sociologia / ISCTE, 2015 Disponível em: https://repositorio.iscte-iul.pt/bitstream/10071/11200/1/Dissertação_Final%20_PedroLago_Sociologia.pdf [Consult. em 09-06-2023].

LEITE, José – Companhia União Fabril – CUF, Lisboa: Restos de Coleção, 2012. Disponível em: <https://restosdecoleccion.blogspot.com/2012/06/cuf-companhia-uniao-fabril.html> [Consult. em 06-03-2023].

LOBO, Inês; et al. – Lisbon Ground, Lisboa: Direcção-Geral das Artes, 2012.

MARQUES, André dos Santos – (Re) Habitar o Espaço Mínimo: A multifuncionalidade como estratégia de reabilitação, Covilhã: Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura, Universidade da Beira Interior, 2009.

NAKAMURA, H; OOSAWA, M – Effects of the underground discharge channel/reservoir for small urban rivers in the Tokyo area, Tokyo: Department of Civil Engineering, College of Science and Technology, Nihon University, 2020. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/703/1/012029/pdf> [Consult. em 28-03-2023].

OLIVEIRA, Fedra T. A. – Aproveitamento de água pluvial em usos urbanos em Portugal Continental – Simulador para avaliação da viabilidade, Lisboa: Departamento de Engenharia do Ambiente | IST, 2008.

OLIVEIRA, P.; RAMOS, C. – Inundações na Cidade de Lisboa durante o Século XX e os seus factores agravantes, Lisboa: Finisterra, 2017, pp. 33-54. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/finisterra/article/view/1589> [Consult. em 18-06-2023].

PAULINO, Diogo – Adaptação de património industrial a espaços expositivos informais: O caso da Lx Factory, Lisboa: Faculdade de Arquitetura, IST, 2009.

PINHEIRO, César; et al. – Disponibilidade de água doce: A vulnerabilidade e a escassez de água doce são reais em Portugal, Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2009. Disponível em: <https://docplayer.com.br/14972902-Disponibilidade-de-agua-doce.html> [Consult. em 22-03-2023].

PINHO, Manuel – Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado, Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas – UNL, 2009.

PISTOLA, Renato – Alcântara, a Evolução Industrial de Meados do Século XIX ao Final da 1ª. República, Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas – UNL, 2009.

QUERELLE, Jean – Istanbul's famous Basilica Cistern reopens after five years of restoration: more art, less earthquakes, Turquia: Hürriyet Daily News, 2022. Disponível em: <https://heritagetribune.eu/turkey/istanbuls-famous-basilica-cistern-reopens-after-five-years-of-restoration-more-art-less-earthquakes/> [Consult. em 04-04-2023].

RAMIRES, Vera A. R. – Revitalização do porto de Lisboa: miradouro sobre um terminal de carga, Lisboa: Departamento de Arquitectura, Universidade Autónoma de Lisboa, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ual.pt/handle/11144/608826911> [Consult. em 01-08-2023].

RASMUSSEN, Jan – The economics of managing heavy rains and stormwater in Copenhagen – The Cloudburst Management Plan, Copenhaga: Administração Técnica e Ambiental, 2016.

SÁ, Manuel Fernandes – Plano de Urbanização de Lisboa | Volume I, Lisboa: Câmara Municipal de Lisboa, 2011.

SARAIVA, Sandra – Potencial económico do aproveitamento das águas pluviais para uso doméstico na região de Lisboa, Lisboa: Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa, 2015.

SOUSA, Pedro J. A. – Drenagem Urbana Sustentável e o Regime de Precipitação em Portugal, Lisboa: FCT/UNL, UNL, 2010.

TAVARES, Alexandre; et al. – Gestão do Risco de Inundação: Documento de apoio as boas práticas, Lisboa: Autoridade Nacional de Proteção Civil / Plataforma Nacional para a Redução do Risco de Catástrofes, 2016.

TENEDÓRIO, José António; et al. – Classificação de uso do solo urbano através da análise linear de mistura espectral em imagens de satélite, Lisboa: Centro de Estudos de Geografia e Planeamento Regional – UNL, 2009. Disponível em: https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/58173/1/C2_3_2_14Out_Tenedorio_Rocha_Analise_Linear.pdf [Consult. em 02-04-2023]

TOJO, Ana Margarida Vieira Fialho – Viver em espaços pequenos, pré-fabricados e eco sustentáveis: redesenhar o lugar informal, o bairro do Barruncho, Odivelas. Lisboa : Faculdade de Arquitetura – UL, 2013. Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/12271?locale=en> [Consult. em 12-05-2023]

VALENTIM, Miguel A. V. – Habitar Com a Natureza: Renaturalização do Vale de Alcântara como Parque Natural Qualificado, Lisboa: Faculdade de Arquitetura, UL, 2020.

WARD, Kate; et al – The Byzantine Cisterns of Constantinople. Water Science and Technology : Water Supply, Newcastle: Universidade de North Umbria, 2017. Disponível em: <http://nrl.northumbria.ac.uk/id/eprint/30139/1/The%20Byzantine%20Cisterns%20of%20Constantinople%20Post%20Print.pdf> [Consult. em 04-04-2023]

