



**Proposta de Cobogó em
Microbetão de Alto
Desempenho**



**Escola de Tecnologias e Arquitetura
Departamento de Arquitetura e Urbanismo
Mestrado Integrado em Arquitetura**

Pedro Tavares de Melo Gaspar

VERTENTE PROJETUAL

trabalho prático submetido como requisito parcial para a obtenção de grau de Mestre em Arquitetura

ORIENTADOR

Prof. Pedro Botelho - Prof. Auxiliar do ISCTE-IUL

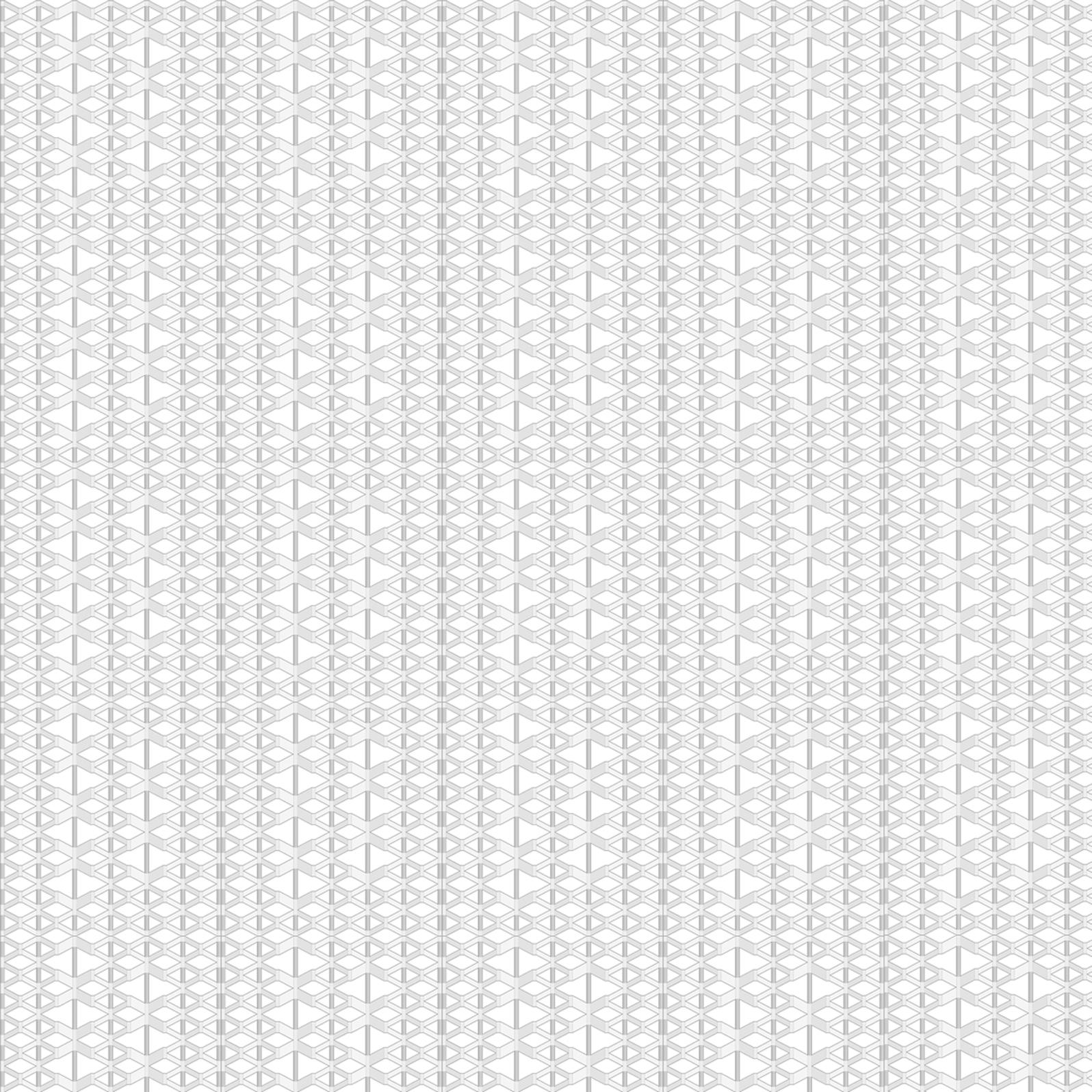
VERTENTE TEÓRICA

trabalho teórico submetido como requisito parcial para a obtenção de grau de Mestre em Arquitetura

COORDENADOR

Prof. Vasco Rato - Prof. Auxiliar do ISCTE-IUL

30 de Outubro de 2016



Agradecimentos

Gostaria de manifestar o meu agradecimento a todos aqueles que, através da sua maior ou menor colaboração tornaram possível a realização deste trabalho.

Aos meus orientadores,

ao professor Doutor Vasco Rato dirijo um especial agradecimento pela orientação, entusiasmo inabalável e conhecimento transmitido no presente trabalho, e ao longo do meu percurso académico.

ao professor Pedro Botelho, pelas conversas que possibilitaram o desenvolvimento da vertente prática do presente trabalho, e o amadurecimento do meu pensamento arquitetónico.

Aos meus amigos e colegas, em especial ao Francisco Alves, companheiro nesta última fase, à Sofia Veludo, Sara Baião, Ricardo Carvalho e João Louro pela camaradagem, amizade e apoio prestados, pelas conversas e noitadas de trabalho.

À Rita, o meu profundo agradecimento pelo carinho, incentivo, ajuda e companheirismo que em muito contribuíram para o cumprimento deste meu objectivo.

Finalmente, aos meus pais agradeço a ajuda, sempre disponível, a paciência e a confiança, em todos os momentos.

A todos, um sincero agradecimento,

Pedro Tavares de Melo Gaspar



Índice Geral

10	1	VERTENTE PROJECTUAL Proposta Urbana Proposta Individual
----	---	--

104	2	VERTENTE TEÓRICA Resumo Introdução História dos Cobogós Microbetão de Alto Desempenho Aplicação de Cobogó em Mbad Conclusão Bibliografia
-----	---	--

Introdução

O presente trabalho é elaborado no âmbito da cadeira de Projecto Final de Arquitectura (PFA), a qual se divide em duas vertentes: a projetual e teórica.

A vertente projetual incide sobre a cidade de Sines, mais especificamente, no limite sul da cidade, aonde a cidade se aproxima da pedreira.

Esta vertente é constituída por duas fases: estratégia geral e proposta individual.

Em grupo, foi elaborada uma análise à cidade, que procurou entender através do estudo do crescimento urbano de Sines, e do desenvolvimento industrial aqui verificado, o território, os seus pontos fortes e os pontos fracos, para melhor responder à circunstância do local.

É então proposto o desenvolvimento de uma estratégia de intervenção em que o espaço público, edificado e não edificado, cumpra a sua função eminentemente estruturante. Resultando numa proposta de expansão da cidade, através da criação de um sistema de eixos estruturantes que guiam a expansão para sul, em direcção à pedreira, e com o objectivo de redefinir os limites difusos entre cidade e porto.

Na estratégia urbana de grupo, são propostos equipamentos públicos e de habitação, situados de forma estratégica, novos acessos e espaços públicos de forma a requalificar a zona, e impulsionar um novo bairro no sul de Sines.

Na parte individual do exercício, foi elaborada uma proposta de novas instalações, numa nova localização, para a Escola Tecnológica do Litoral Alentejano.

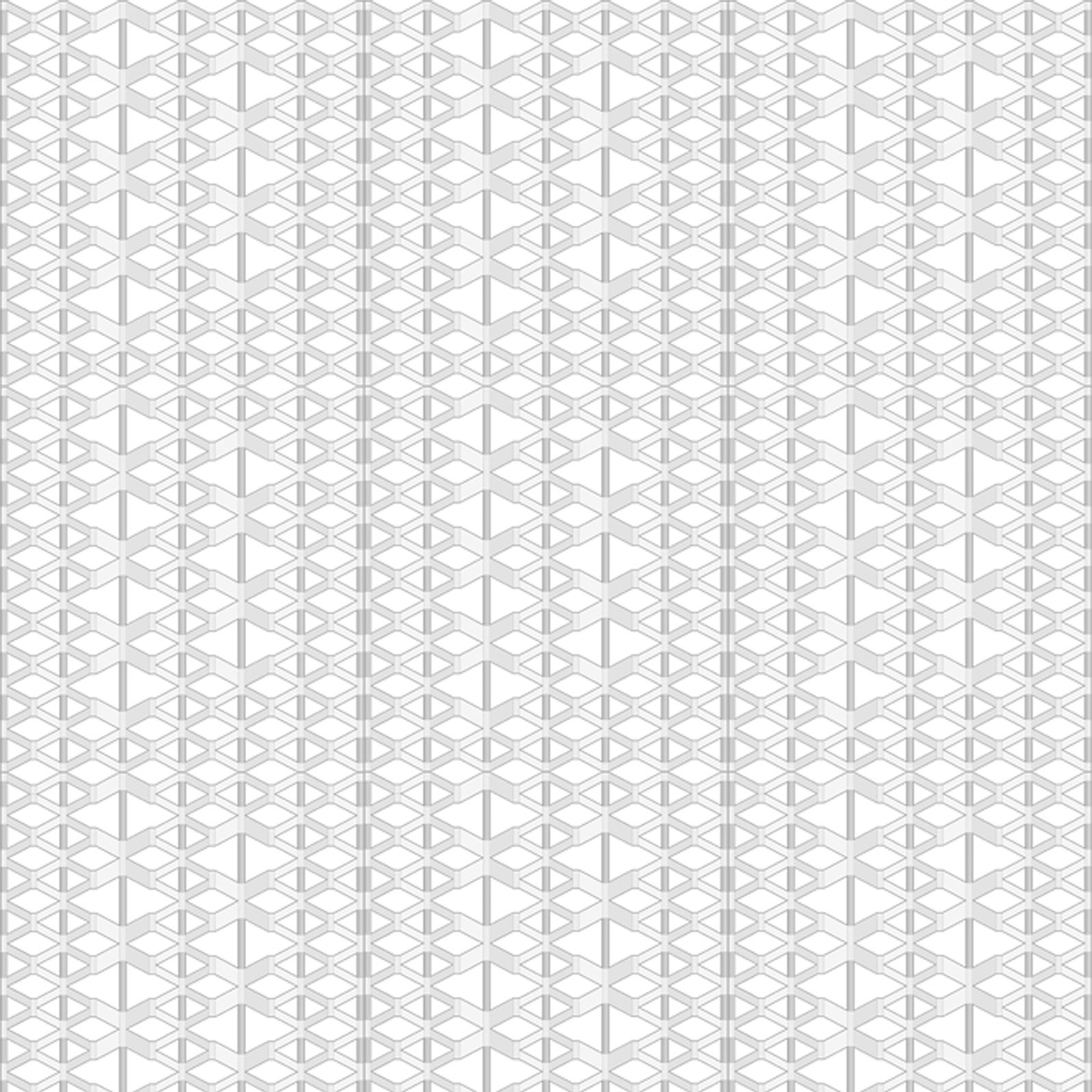
A ETLA é uma escola profissional, que tem tido um crescente número de alunos e, cujas instalações atuais, já não são adequadas ao seu funcionamento. Localiza-se atualmente num conjunto de edifícios adaptados para o efeito, no complexo da ZIL-norte, uma localização estratégica pela ligação com a indústria, que na prática, tem desvantagens relevantes, sobretudo pelo constrangimento de espaço e qualidade de ar que se tornaram problemáticos.

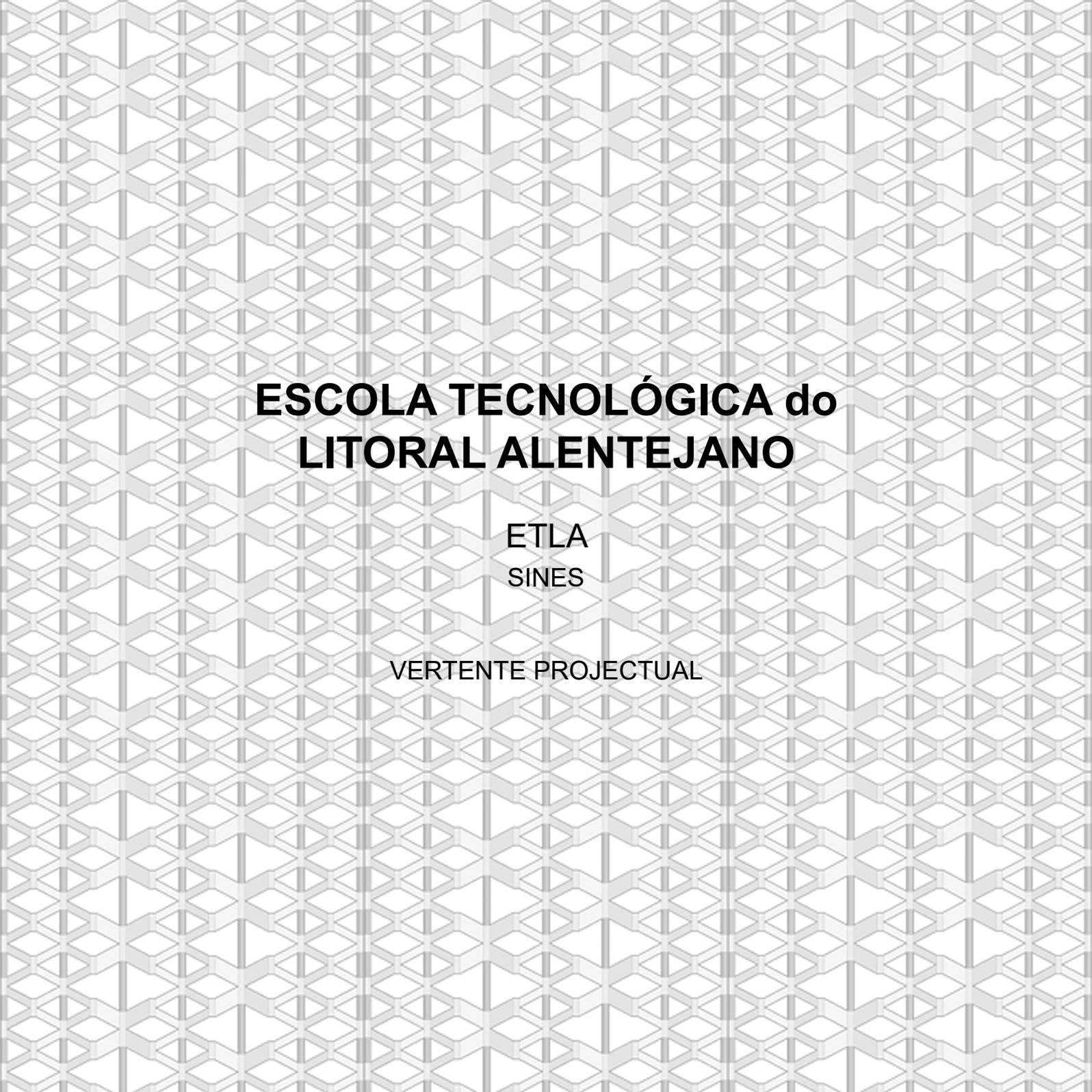
Neste sentido, propôs-se na proposta urbana de expansão de Sines, um local estratégico que define um quarteirão dedicado à educação, e que já conta com um liceu de ensino geral e um infantário, na qual se implanta a nova ETLA.

Na vertente teórica de PFA, foi elaborada uma proposta de desenho de um sistema de cobogó produzido em microbetão de alto desempenho, com o principal objectivo de propor um novo sistema de cobogó, inspirado nos muxarabis que originaram esta tradição de elemento arquitetónico, e que faça uso das características próprias do Mbad.

A utilização do Mbad nesta proposta, torna-se necessário pelas características de resistência do material, e pela espessura diminuta que se consegue obter nas peças fabricadas, atributos que eram necessários para esta proposta de sistema de sombreamento.

O interesse por este tipo de sistema, passa pela preocupação atual com um gasto de recursos muito significativo no património construído, que justifica a procura de novas maneiras de atingir metas de poupança de recursos, muitas vezes aproveitando soluções antigas de ventilação, adaptando-as a um estilo contemporâneo.





ESCOLA TECNOLÓGICA do LITORAL ALENTEJANO

ETLA
SINES

VERTENTE PROJECTUAL



12



Índice

16	1.1	Proposta Urbana 1. Localização da cidade de Setúbal 2. Evolução histórica da cidade 3. Análise do território 4. Estratégia de Intervenção
46	1.2	Proposta Individual 1. Localização 2. Programa 3. Proposta de Intervenção 4. Desenhos Técnicos 5. Renders

Índice de Figuras - Vertente Projectual

- 16 **Figura 1** - Maqueta da proposta de urbana
19 **Figura 2** - Localização da cidade de Sines
20 **Figura 3** - Fotografia de Arquivo de Sines
22 **Figura 4** - Figura do plano de desenvolvimento da região Sines 1970
24 **Figura 5** - Pescadores na Praia Vasco da Gama
24 **Figura 6** - Fotografia da cidade de Sines
25 **Figura 7** - Fotografia da Antiga Calheta
25 **Figura 8** - Fotografia do horizonte da cidade Sines
26 **Figura 9** - Evolução Urbana de Sines
28 **Figura 10** - Plano de Expansão do Porto de Sines - Fonte: Francisco Alves
30 **Figura 11** - Fotografia do Porto de Sines - Fonte: Trienal de Arquitectura
32 **Figura 12** - Centro de Artes de Sines
32 **Figura 13** - Castelo de Sines
33 **Figura 14** - Antiga Calheta - Fonte: fotografia de Arquivo
33 **Figura 15** - Pedreira de Sines
34 **Figura 16** - Panorâmica da cidade de Sines
37 **Figura 17** - Plano de Expansão do Porto de Sines - Fonte: Francisco Alves
39 **Figura 18** - Planta base da Intervenção - Fonte: Francisco Alves
41 **Figura 19** - Esquisto de análise do território
41 **Figura 20** - Esquisto de análise do território
43 **Figura 21** - Proposta de Reconciliação - Fonte: Francisco Alves
44 **Figura 22** - Proposta Urbana - Fonte: Francisco Alves
46 **Figura 23** - Maqueta da proposta de urbana
49 **Figura 24** - Implantação da ETLA
51 **Figura 25** - Oficina de Mecatrónica
52 **Figura 26** - Sala de aulas teóricas
53 **Figura 27** - Oficina de PAP
53 **Figura 28** - Oficina de Instrumentação
54 **Figura 29** - Organigrama da ETLA e caminho
54 **Figura 30** - Esquisto de estudo da implantação
56 **Figura 31** - Esquisto de estudo da implantação
58 **Figura 32** - Planta de Localização 1/10000

60	Figura 33 - Planta de Localização 1/2000
62	Figura 34 - Planta Piso 1
64	Figura 35 - Planta Piso 2
66	Figura 36 - Planta Alçado Oeste
68	Figura 37 - Planta Alçado Este
70	Figura 38 - Planta Alçado Norte
72	Figura 39 - Planta Alçado Sul
74	Figura 40 - Corte 1
76	Figura 41 - Corte 2
78	Figura 42 - Corte 3
80	Figura 43 - Corte 4
82	Figura 44 - Corte Construtivo
84	Figura 45 - Render do Exterior da Entrada
86	Figura 46 - Render do Interior da Entrada
88	Figura 47 - Render do Corredor das Salas Teóricas
90	Figura 48 - Render do Corredor do Refeitório
92	Figura 49 - Render do Refeitório
94	Figura 50 - Render do Corredor Exterior
96	Figura 51 - Render do Exterior do Auditório
98	Figura 52 - Render do Auditório
100	Figura 53 - Render do Recreio
102	Figura 54 - Render do Caminho entre Escolas



Proposta Urbana para a cidade de Sines

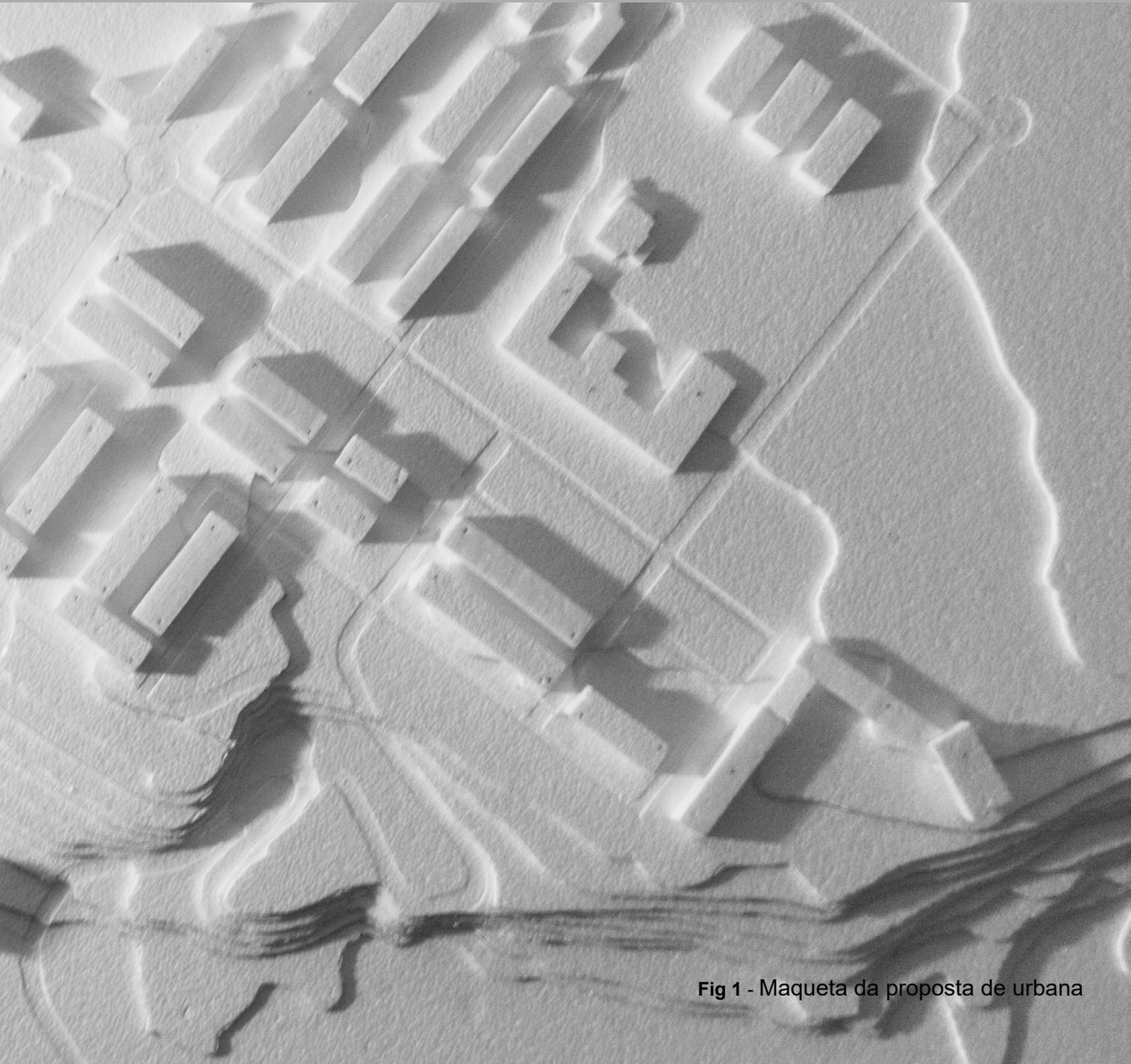
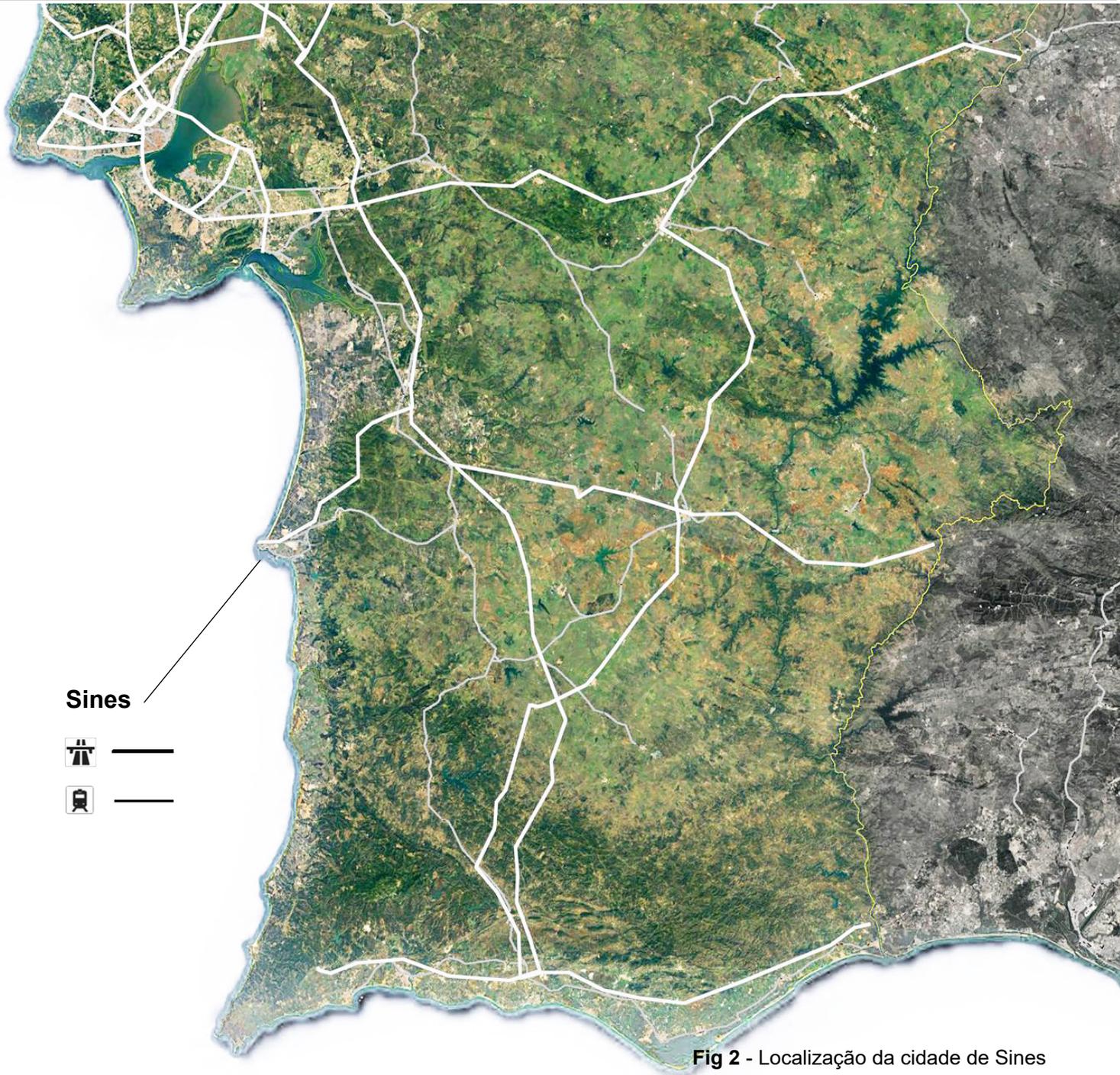


Fig 1 - Maqueta da proposta de urbana

1. Localização da cidade de Sines

18

A cidade de Sines, sede de freguesia e do concelho de Sines, pertence ao distrito de Setúbal, e dista aproximadamente 160 km de Lisboa, e 100 km de Beja. Está enquadrada pela Ribeira de Morgavel a sul, pelo maciço da Serra do Cercal a este e pela ribeira de Santo André a norte. O desenvolvimento dos primeiros aglomerados urbanos ocorreu ainda na Pré-História, fruto de uma relação privilegiada que a região tem com oceano.



Sines



Fig 2 - Localização da cidade de Sines



Fig. 3 - Fotografia de Arquivo de Sines

2. Evolução Histórica da Cidade

Terra de Vasco da Gama, uma cidade portuária por natureza

Existem vestígios de ocupação humana, em Sines, desde a Pré-História, consequência da sua localização geográfica dotada de factores excepcionais para a existência de um porto, que justificou a criação da cidade que se desenvolveu acompanhando o crescer do porto, numa relação simbiótica.

No período de ocupação romana, a baía de Sines cresceu com instalação de indústria de salgas de peixe, tornando-se no principal porto da cidade de Miróbriga.

Após a reconquista cristã, Sines passa a fazer parte dos domínios da Ordem de Sant'Iago de Espada, período que viu a elevação a vila por D. Pedro I, e a construção do castelo para defesa da costa.

Quando em 1855, passa a ser parte do concelho de Santiago do Cacém instalação de fábricas de cortiça e de conservas, através de investimentos de industriais ingleses, como Pidwell, e catalães, como Pratz, provocam novo crescimento com a migração de pessoas do Alentejo e do Algarve, que vêm em busca de trabalho.

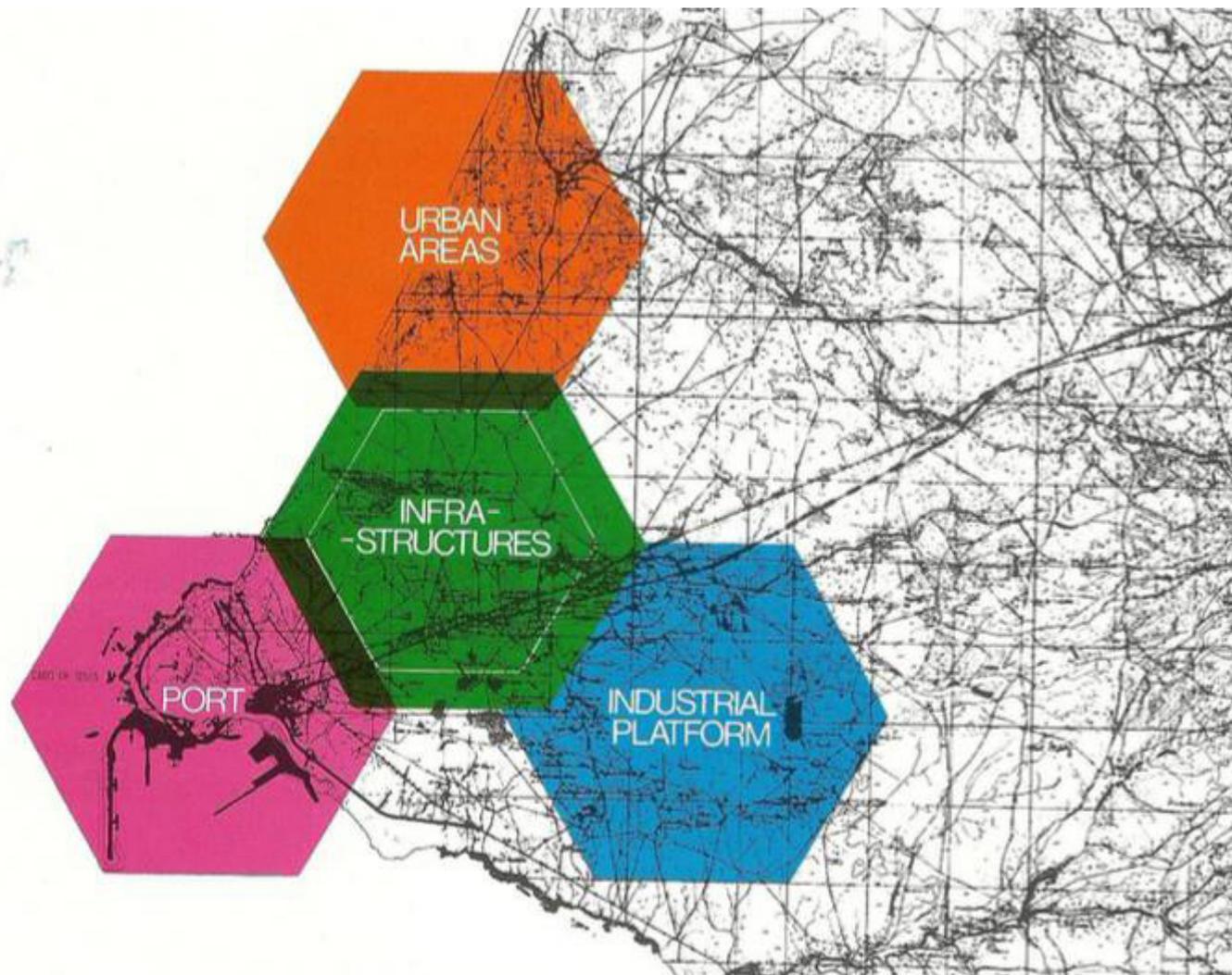


Fig. 4 - Figura do plano de desenvolvimento da região

Na década de 60, “o governo de Marcello Caetano resolve criar um grande complexo portuário e industrial, com a intenção de dotar Portugal de autonomia em sectores fundamentais como a energia e a transformação de matérias-primas. Sines é a localização escolhida, sobretudo devido às águas profundas que detinha, ideais para a atracagem de barcos de grande calado.” (C.M. Sines)

O plano gerido pelo Gabinete da Área de Sines (criado em 1971 e extinto em 1988), não se consegue concluir à escala prevista, principalmente pelo surgimento da crise do petróleo de 1973 .

“A instalação do complexo muda a paisagem humana do concelho. Entre 1972 e 1981, a população da área de Sines cresce 92 por cento, recebendo famílias de todo o país e de portugueses regressados das ex-colónias de África. A cidade sofre intensa pressão urbanística e sobre as infraestruturas, que o poder local democrático enfrenta a partir de 1976. O nível médio de rendimentos cresce significativamente, mas os pescadores (pela pressão ambiental sobre os recursos marinhos) e pequenos e médios proprietários agrícolas (pelas expropriações) são prejudicados. Vários episódios de poluição industrial mobilizam a população. Em 1982, Sines realiza a primeira “Greve Verde” do país, na sequência de descargas de efluentes na costa norte de Sines.

Desde o final dos anos 90 e início do século XXI assiste-se a um relançamento do complexo, em especial, na componente portuária, fase que ainda hoje se vive, marcada pelo crescimento do porto de Sines na sua componente comercial.” (C.M. Sines)



Fig. 5 Pescadores na Praia Vasco da Gama



Fig. 6 Fotografia da cidade de Sines



Fig. 7 Fotografia da Antiga Calheta



Fig. 8 Fotografia do horizonte da cidade Sines

1.1 PROPOSTA URBANA

Fig. 9 Evolução da cidade de Sines

1960



1988



2005



26

É possível observar, através das plantas históricas, a expansão recente da cidade, e perceber o impacto que a atividade portuária, e as mutações a nível de território feitas para a servir, tem exercido na cidade ao longo dos anos, impactando profundamente a paisagem de Sines.

Em primeiro plano, as expansões da cota baixa da cidade, para construir os vários cais do porto, em segundo plano, a exploração da pedra para alimentar esta conquista de espaço ao mar, e por fim, na periferia da cidade, as Zonas Industriais e Logísticas (ZIL) e a Central Termoelétrica marcam o território.

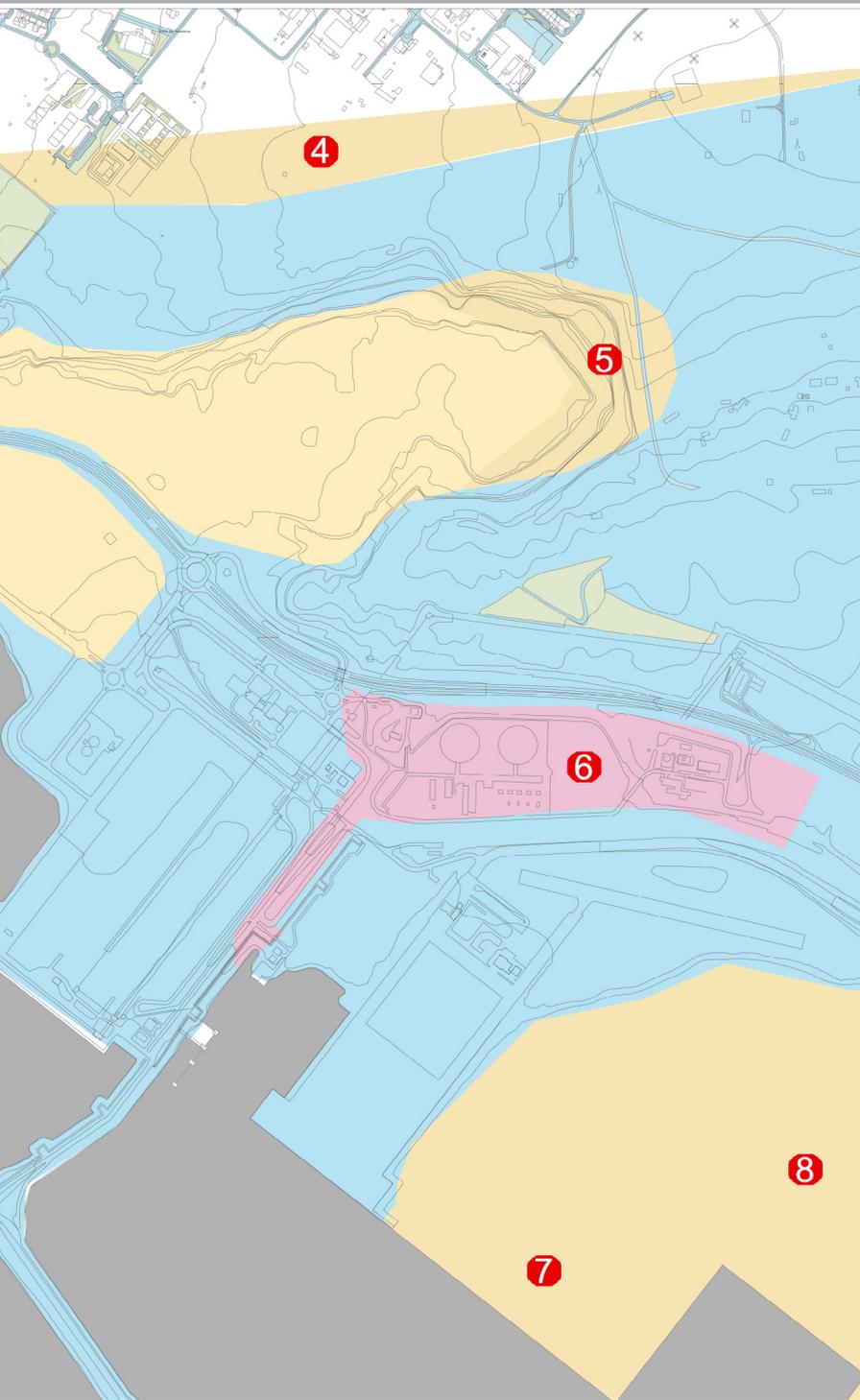
Esta expansão do porto é um processo que continua presente, sendo focado correntemente, na ampliação do terminal de contentores (Terminal XXI), o mais a sul, estando já planeada a construção de mais um terminal de contentores (Terminal Vasco da Gama) em sequência.

Com esta expansão, prevê-se que Sines se tornará num importante porto de transbordo à escala mundial, o que servirá de mote para a eventual construção de novas ZILs, nos terrenos adjacentes ao porto, ampliando o impacto do porto no conselho de Sines, e na cidade propriamente dita.

1.1 PROPOSTA URBANA



Fig. 10 Plano de Expansão do Porto de Sines



Sines XXI

- ① Expansão do Terminal de G.Líquidos
- ② Expansão do Molho
- ③ Expansão do Terminal Multipropósito
- ④ Expansão da Juritição Terrestre
- ⑤ Exploração da Pedreira
- ⑥ Expansão do Armazenamento
- ⑦ Alargamento da Plataforma
- ⑧ Expansão da Área de Contentores

- Juritição Terrestre do Porto
- Zona de Armazenamento
- Zona de Logística
- Zona de Expansão

1.1 PROPOSTA URBANA



3. Análise do Território

Ao contrário da maioria das cidades ribeirinhas, que têm sido vítimas da desindustrialização durante as últimas décadas, a cidade de Sines, é uma vítima do processo contrário. Desde o início da sua construção, que o porto de Sines é responsável por um nível de industrialização fora do comum, que não mostra sinais de abrandar. O porto tem sobre o seu domínio, além dos terrenos da zona costeira, a pedreira no limite sul da cidade, e alimenta ainda as duas ZILs na periferia e a central eléctrica a sul, tornando-se a indústria, numa presença constante no horizonte de Sines.

A pedreira que foi aberta para construir o território costeiro do porto, os vários pontões e os múltiplos cais de carga e descarga, é considerada por muitos uma 'ferida imensa no território', que limita o desenvolvimento da cidade para sul em favor do desenvolvimento do porto, e que vai continuar a ser escavada para servir as obras de ampliação e construção do terminal de contentores.

A recente reorganização da frente ribeirinha de Sines, segue uma vontade lógica de a resgatar para a população, criando novos tecidos urbanos e espaços públicos de qualidade.

A vontade de integrar e devolver a zona ribeirinha à cidade, tem de ser conciliada com a necessidade de manter a funcionalidade de determinadas infraestruturas, assumindo que estes dois parâmetros não são incompatíveis, sendo o objectivo, encontrar o equilíbrio certo entre uma frente portuária funcional e, espaços públicos de lazer para a população.

Fig. 11 Fotografia do Porto de Sines



Fig.12 Centro de Artes de Sines



Centro de Artes de Sines
Este espaço polivalente foi construído em 2005, no âmbito do Programa de Regeneração Urbana de Sines, desenhado pelos arquitetos Aires Mateus, com o intuito de acelerar o desenvolvimento da cultura e das Artes, em Sines.



Fig.13 Castelo de Sines

Castelo
D. Pedro I elevou Sines a vila em 1362, na condição de que se construísse um Castelo, para assegurar a defesa da cidade.

Antiga Calheta

O conjunto de armazéns, muros de suporte e rampas, que serviu o porto de pesca, até à construção do actual porto.



Fig.14 Antiga Calheta, fotografia de Arquivo

Pedreira

É explorada pela Autoridade Portuária, para uso na construção aterros, pontões e cais de descarga do porto de Sines.



Fig.15 Pedreira de Sines



Fig.16 Panorâmica da Cidade de Sines

No centro histórico podem ver-se vários edifícios abandonados e devolutos, mas também uma cidade que se quer modernizar no plano cultural e artístico. Com diversos museus e uma programação sazonal particularmente ativa. Sines tem apostado continuamente, na renovação do centro histórico e na zona ribeirinha que foi renovada à pouco tempo, com melhoria de acessos entre a cota superior da cidade e a marginal.





Oce

Durante a análise do território mais próximo da pedreira, descobrimos o Plano de Pormenor da zona de Expansão Sul-Nascente da Cidade, que entrou em vigor em Janeiro de 2008. Em que, uma primeira fase de construção, de habitações unifamiliares, e geminadas já foi terminada (zona 1 da fig.17).

O plano abrange uma das áreas consideradas prioritárias para o crescimento da cidade, sendo 80% da área designada, para uso habitacional.

Este plano foi posteriormente analisado e criticado em grupo, para se perceber que passos poderiam ser dados, no sentido de o melhorar, e adaptar a uma estratégia mais holística da zona sul e da própria cidade de Sines.

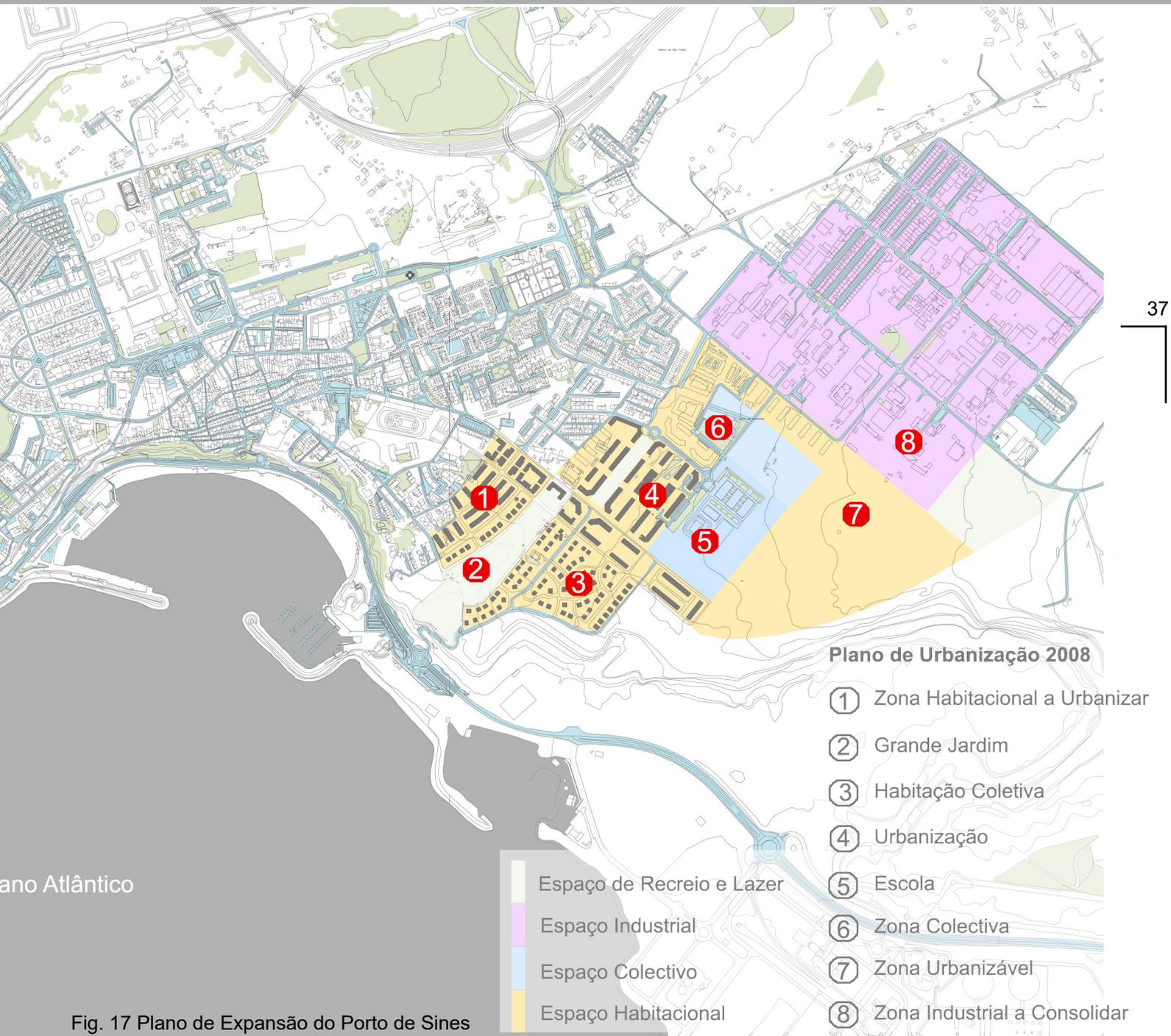


Fig. 17 Plano de Expansão do Porto de Sines

4. Estratégia de Intervenção

Fruto da análise feita em turma, foi possível entender, entre outras coisas, a maneira como a evolução do porto de Sines foi determinante no crescimento da cidade

Pareceu-nos então, relevante para o exercício de Projeto, definir mais precisamente, os limites das concessões, e esclarecer o que deveria ser cidade, e o que deveria ser aproveitado para indústria.

Sendo a pedreira o elemento comum entre as duas partes, grande parte do exercício passou por perceber, de que forma, se conseguiria aproximar os limites da cidade à pedreira, e como se poderia dominar o local, no sentido de lhe dar uma escala humana.

Na sequência do estudo inicial, elaborou-se uma proposta que ocupava todo limite superior da pedreira, e tentava ocupar o espaço da pedreira e reclamá-la para a cidade. (Fig.18) Esta ideia serve de base à proposta final, mas abandonou-se, por se perceber que dificilmente se poderia regenerar a pedreira para uma situação mais favorável do que aquela em que se encontra, sem antes ter sido feita a expansão da cidade pelo limite superior, criando pontos fortes de onde poderão partir ligações relevantes entre as cotas acentuadas do local.

A proposta final pode ser vista como uma solução equilibrada, que se concentra em expandir os limites da cidade no sentido da pedreira, dando um importante primeiro passo, no sentido de começar a utilizar a zona elevada da pedreira, tentando recuperar este valioso local para o uso da cidade e seus habitantes.





Fig. 18 Planta base da Intervenção

Numa primeira observação, foi estudado o tecido urbano da cidade, identificando os vários períodos de construção e, procurando entender, a organização dos bairros que compõem a cidade.

Este processo permitiu perceber, quais são os eixos que compõem a estrutura urbana principal na cidade de Sines, mostrando quais são os principais percursos de articulação do centro, com os limites da cidade a sul e com a sua frente ribeirinha, zonas em que escolhemos intervir diretamente.

De seguida, foram estudados os eixos fortes que unem o centro histórico da cidade, ao seu limite sul, antes da pedreira.

No sentido de guiar uma futura expansão pela cota mais alta da cidade, várias alternativas foram ponderadas, tendo-se determinado ser vantajoso, que estes eixos fossem corredores verdes que permitam o acesso das pessoas até ao limite da pedreira, dotando esta borda superior com equipamentos pontuais. Em simultâneo, a intervenção guia a construção de um novo bairro, que integra e expande a estrutura urbana envolvente.



Fig. 19 Esquisso de análise do território



Fig. 20 Esquisso de análise do território

Fig. 21 Proposta de Reconciliação

Na fase final do trabalho, propõe-se o desenvolvimento mais pormenorizado, do eixo mais oeste, com a intenção de que o seu desenvolvimento e ocupação, motive a conseqüente expansão dos eixos interiores.

Nesta fase inicial da expansão, propomos a localização de 3 edifícios principais que orientam e guiam a estratégia urbana, nomeadamente,

- Um Hotel equipado para servir as necessidades da indústria,
- Uma Escola de dança e artes, que continua a aposta cultural de Sines,
- Uma Escola Profissional, que prepara alunos para carreiras relacionadas com a indústria e atividade portuária.

Além destes edifícios de carácter especial, o plano urbano estabelece, novas áreas para habitação colectiva e espaços verdes públicos, enquadradas num desenho urbano pensado, que concilia duas grelhas presentes, a do centro histórico e da Zona de Atividades Logísticas (ZAL), e as unifica entre si.



Proposta de Reconciliação

- ① Finalização do Tecido Urbano Antigo
- ② Requalificação da Zona Verde
- ③ Construção de Habitações Coletivas
- ④ Nova Escola de Música e Dança
- ⑤ Nova Escola Profissional
- ⑥ Expansão da Zona Empresarial
- ⑦ Cedência de Novo Hotel de Negócios
- ⑧ Cedência do Porto de Serviços

Jurisdição Terrestre da Cidade

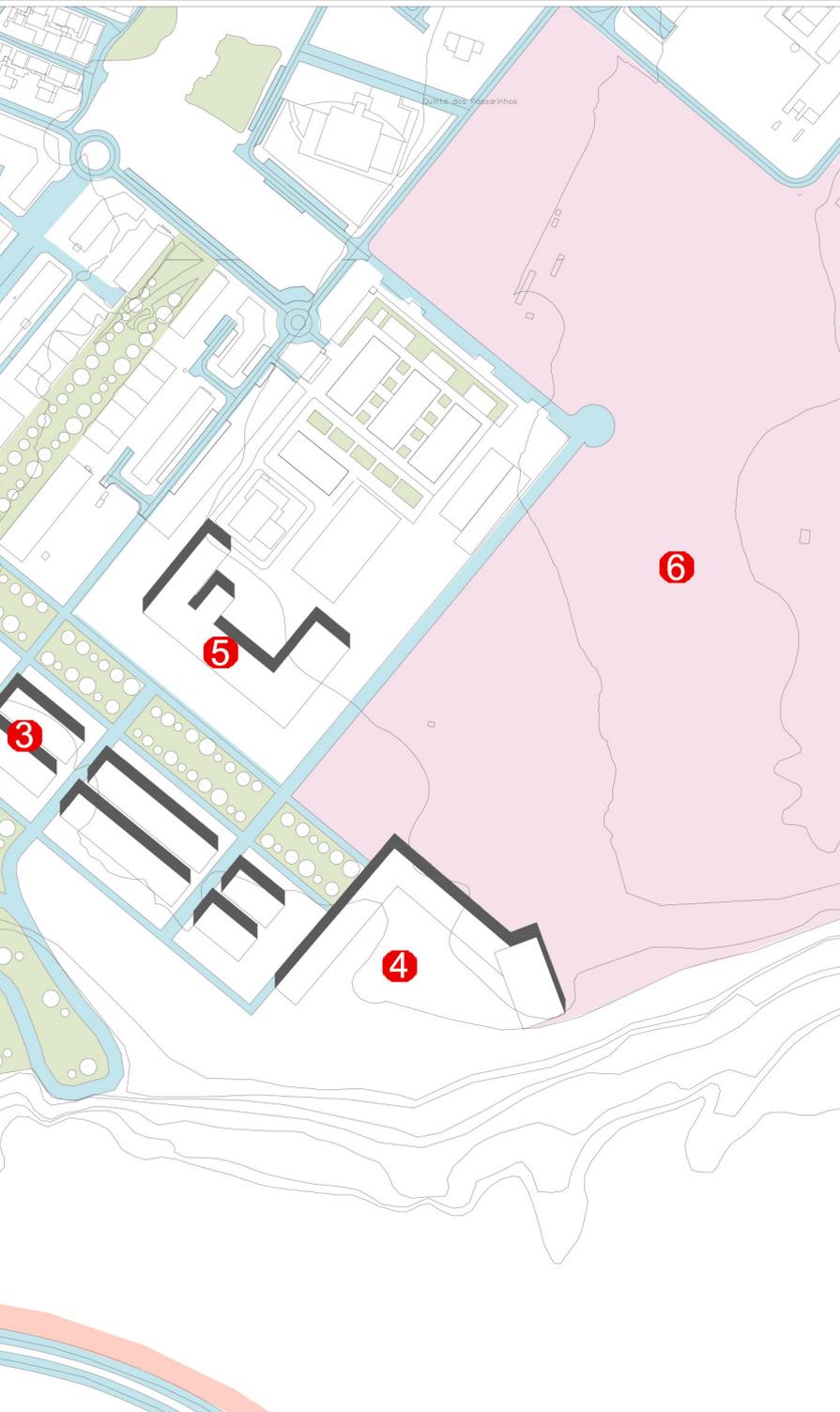
Jurisdição Terrestre do Porto

1.1 PROPOSTA URBANA

44



Fig. 22 Proposta Urbana



Proposta Urbana

- ① Finalização do Tecido Urbano Antigo
- ② Requalificação da Zona Verde
- ③ Construção de Habitações Coletivas
- ④ Nova Escola de Música e Dança
- ⑤ Nova Escola Profissional
- ⑥ Expansão da Zona Empresarial
- ⑦ Novo Hotel de Negócios
- ⑧ Jardim



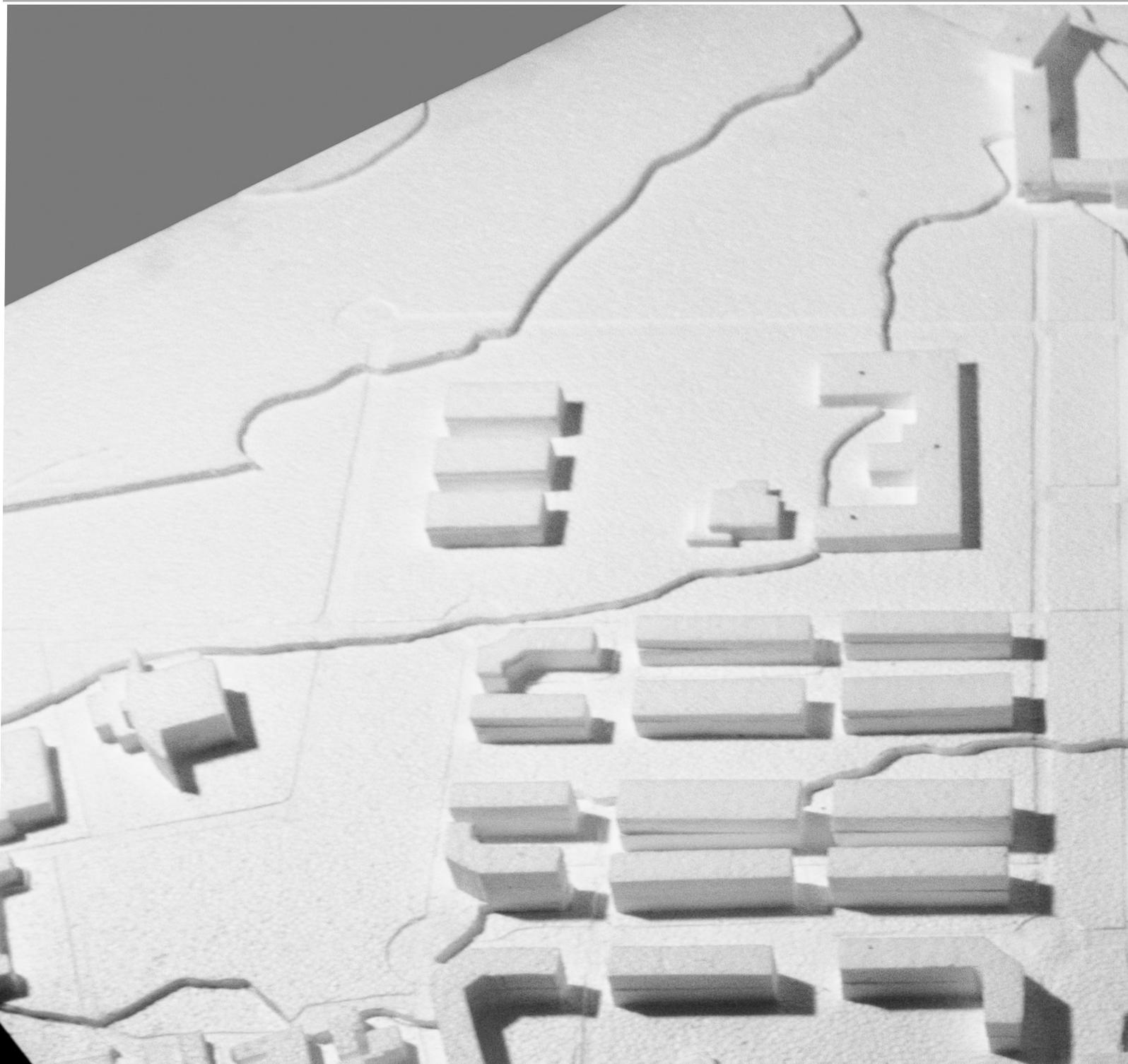
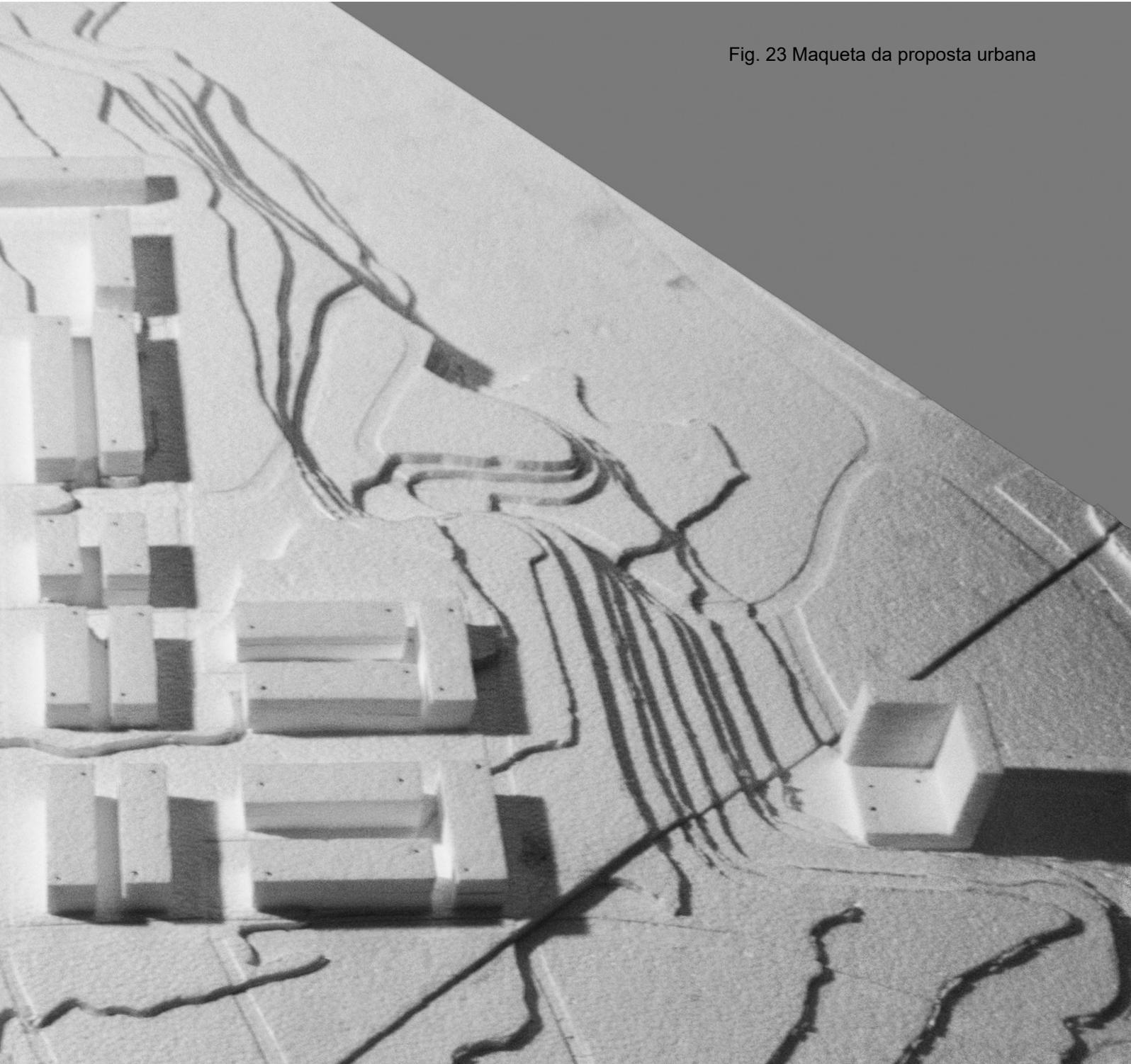


Fig. 23 Maqueta da proposta urbana



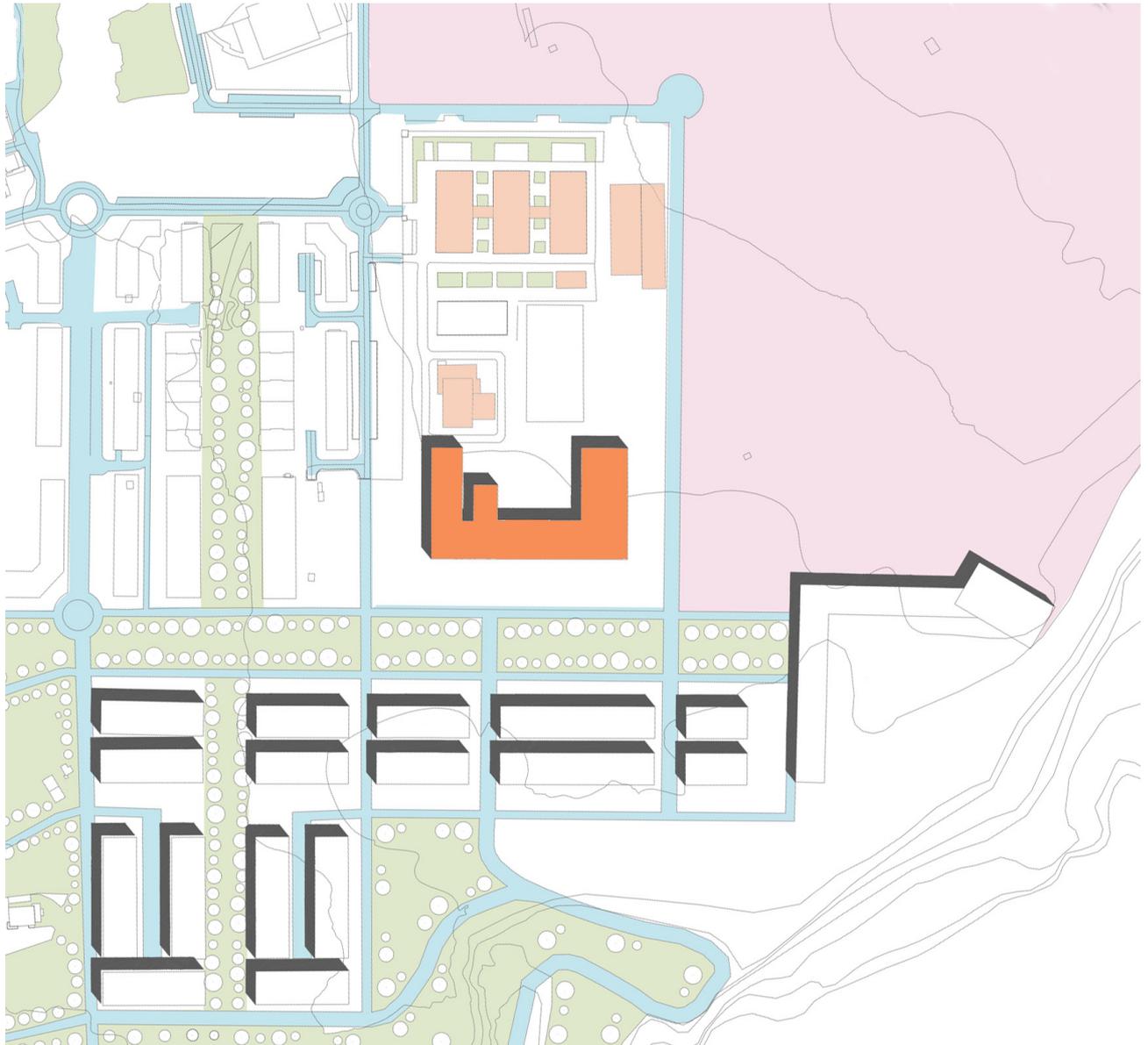
1. Localização

48

Na proposta de grupo foram determinados 3 pontos fundamentais para fixar os eixos de expansão da cidade, e iniciar o processo de ocupação deste novo bairro, são eles os pontos limites dos eixos rodoviários e o fecho de um quarteirão dedicado à educação.

O terreno dedicado à educação situa-se no eixo principal, que se liga ao centro histórico de Sines.

Fig. 24 Implantação da ETLA



2. Programa

50

A necessidade de novas instalações para a Escola Tecnológica do Litoral Alentejano (ETLA), é uma preocupação à já alguns anos. A escola tem tido um „aumento muito significativo da procura de cursos de base tecnológica devido à instalação de novas unidades industriais e atividades logísticas.”(Carta Educativa de Sines) e já atingiu a capacidade máxima nas instalações atuais.

Atualmente, a ETLA está localizada na ZIL-Norte, da Repsol uma localização estratégica, mas que na prática significa constrangimentos de acessibilidade, e riscos de saúde pela exposição continuada à poluição atmosférica do parque industrial.

A vontade de realocar a ETLA no novo bairro de Sines, resolve vários problemas atuais como, o isolamento da escola, longe da cidade, facilita deslocação dos alunos à escola, significa também uma melhoria da qualidade do ar, e a possibilidade de um aumento da capacidade total de alunos para satisfazer a procura atual e futura.

A sua implantação, junto da Escola Secundária Poeta Al Berto e Jardim de Infância Nº3, a fechar o quarteirão do ensino é estratégica, e para se reforçar mais acentuadamente a integração da escola, foi pensado desde o início, um percurso marcado no território, que unisse a ETLA e as outras escolas.

A vocação profissional da escola, exigiu uma reflexão focada na relação entre os espaços comuns de uma escola secundária e os espaços necessários para lhe conferir o carácter procurado.



Fig. 25 Oficina de Mecatrónica

Pontos importantes sobre o Programa da nova ETLA

Na sua situação actual, a ETLA tem um conjunto de oficinas e laboratórios, em que são leccionados os conteúdos relacionados com a prática industrial, e um conjunto de salas teóricas, para o ensino geral.

As duas principais questões que era necessário colmatar no edifício proposto eram, a falta de espaço, especialmente nas oficinas, e a necessidade de modernização dos espaços da escola em geral, oferecendo mais qualidade no edifício e nos espaços exteriores para os alunos.

Existia também a necessidade de melhorar a oferta de infraestruturas desportivas, que por falta de espaço e local adequado, tinham condições muito inferiores ao necessário. A solução para este problema em particular, passou pela partilha dos campos desportivos e ginásio interior da Escola Secundária Poeta Al Berto.



Fig. 26 Fotografia das Salas Teóricas - ETLA

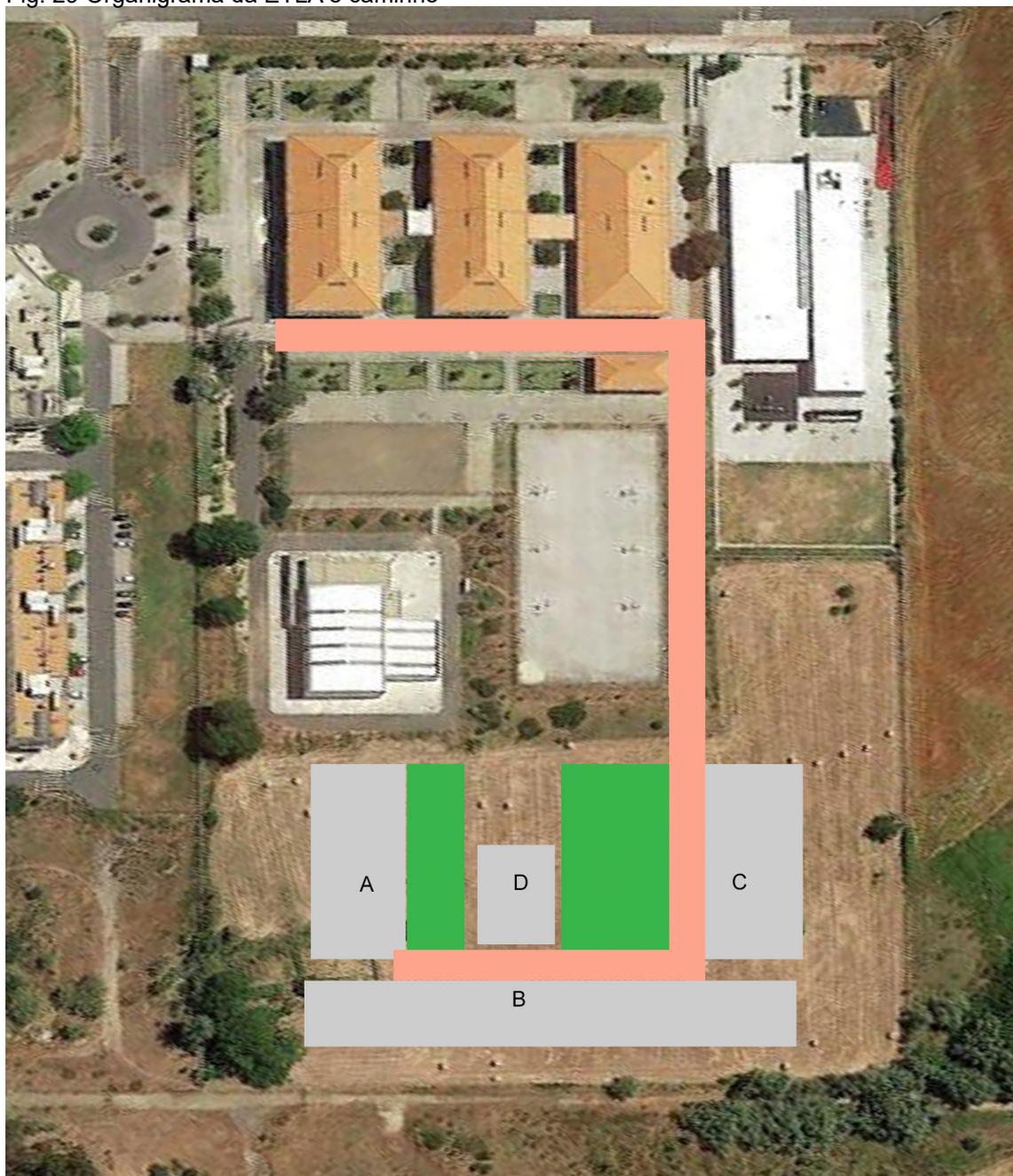


Fig. 27 Fotografia da Oficina de Projecto de Aptidão Profissional



Fig. 28 Fotografia da Oficina de Instrumentação e Regulação - ETLA

Fig. 29 Organigrama da ETLA e caminho



A vocação profissional da escola, exigiu uma organização dos espaços que tomasse em consideração as características e necessidades específicas das oficinas, no sentido de poder garantir o correcto funcionamento dos outros tipos de aula, em simultâneo.

Os espaços do programa foram agrupados em 4 blocos principais, consoante as suas relações entre si.

Programa para escola com 600 alunos:

Bloco A

Laboratórios de Informática	50 m ² x6
Salas Teóricas	50 m ² x12

Bloco B

Direção	5 m ²
Gabinetes de Professores	6 m ² x12
Sala de Professores	100 m ²
Sala de Reuniões	80 m ²
Arquivo	10 m ²
Reprografia	50 m ²
Biblioteca/Sala de Estudo	600 m ²
Secretaria	100m ²

Bloco C

Refeitório/Cafeteria	250 m ²
Oficina de PAP	150 m ²
Oficina de Manutenção Industrial e Mecatrónica	250 m ²
Laboratório de Placas de Circuito Impresso	80 m ²
Oficina de Instalações Eléctricas	80 m ²
Oficina de Instrumentação e Regulação	120 m ²
Laboratório de Química	80 m ²
Laboratório de Analisadores e Cromatógrafos	80 m ²

Bloco D

Auditório	500 m ²
-----------	--------------------

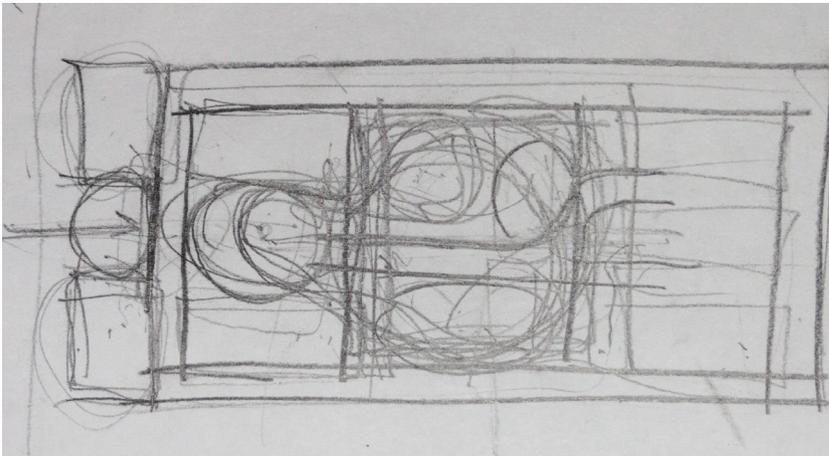


Fig.30 Esquisso de estudo da implantação

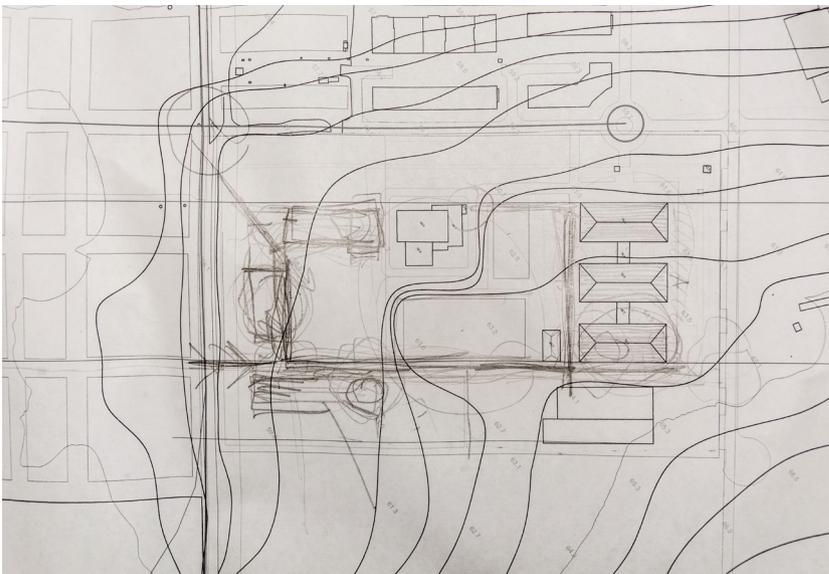


Fig.31 Esquisso de estudo da implantação

3. Proposta de Intervenção

A ideia de construir novas instalações para a ETLA, possibilita o aumento de qualidade do ensino profissional, direcionado para a indústria local. Visto que, o desenvolvimento do porto de Sines, é um processo que está planeado continuar a grande ritmo durante a próxima década, e nesta expansão se prevê a fixação de mais indústrias na zona, torna-se necessário e vantajoso, o investimento na educação de cariz profissional.

A construção de novas instalações num terreno com valor estratégico, com uma solução arquitetónica que procura maior integração ao nível da cidade e do quarteirão, ajuda a marcar esta vontade de progresso num compromisso com o futuro de Sines.

Utilização do Cobogó de MBAD

Na componente teórica foi desenvolvido um sistema de cobogó em microbetão de alto desempenho (MBAD), que foi incorporado no projeto da ETLA, introduzindo uma aplicação prática do conceito proposto no trabalho teórico.

O cobogó é um elemento arquitetónico inventado no Brasil, com origens portuguesas e árabes, que permite o sombreamento e a criação de divisórias nos espaços, mantendo a ventilação natural.

Foram consideradas duas aplicações do módulo idealizado, no trabalho prático, uma na nova escola e outra no caminho entre as escolas.

Na primeira, pretende-se o sombreamento dos vãos e aberturas, o que cria um efeito visual marcante que envolve o edifício da escola.

Na segunda, o módulo é aplicado horizontalmente, para sombrear e marcar o caminho criado entre as duas escolas.

1.2 PROPOSTA INDIVIDUAL





Fig. 32 Planta de Localização 1/10000

1.2 PROPOSTA INDIVIDUAL



Fig. 33 Planta de Localização 1/2000



Fig. 34 Planta do Piso 1

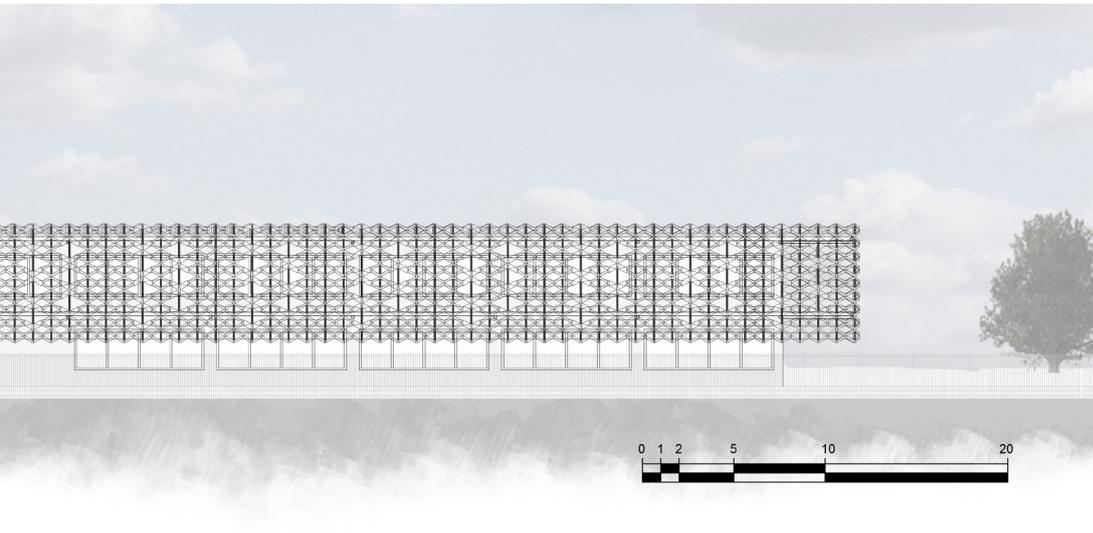


Fig. 35 Planta do Piso 2





Fig. 36 Alçado Oeste



68

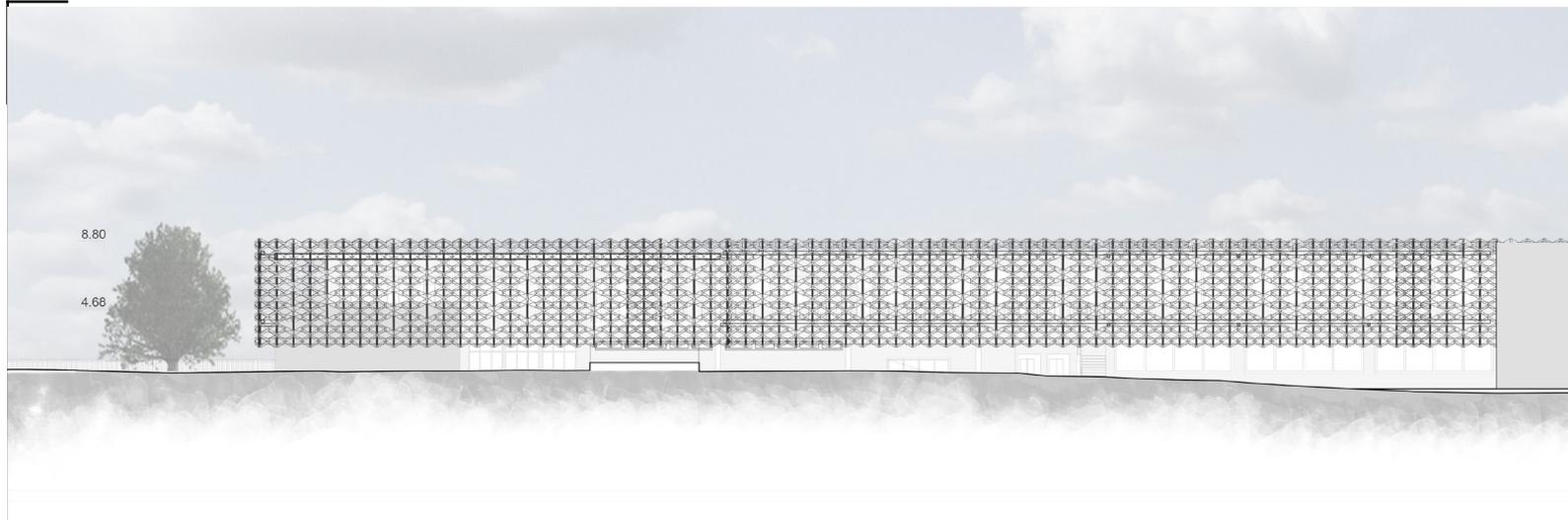
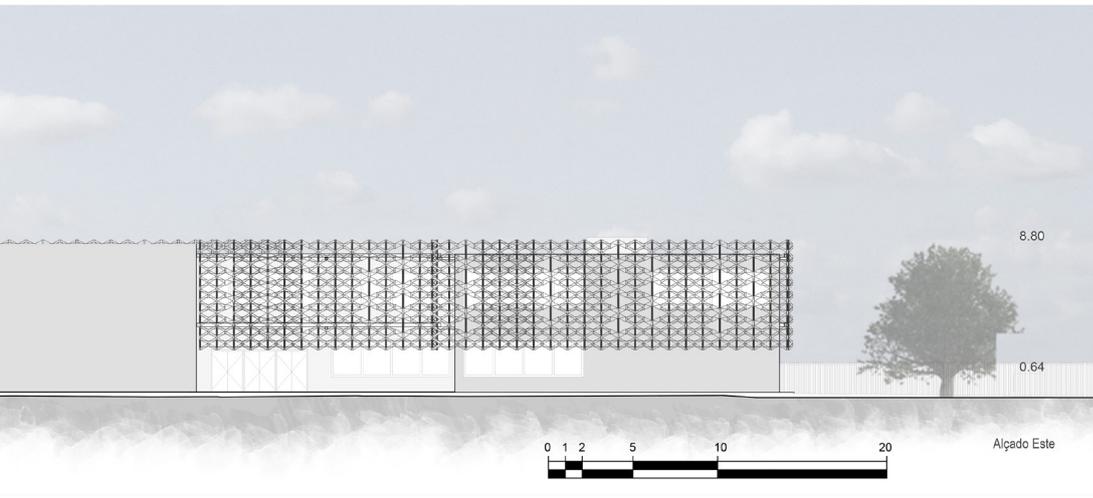


Fig. 37 Alçado Este



70

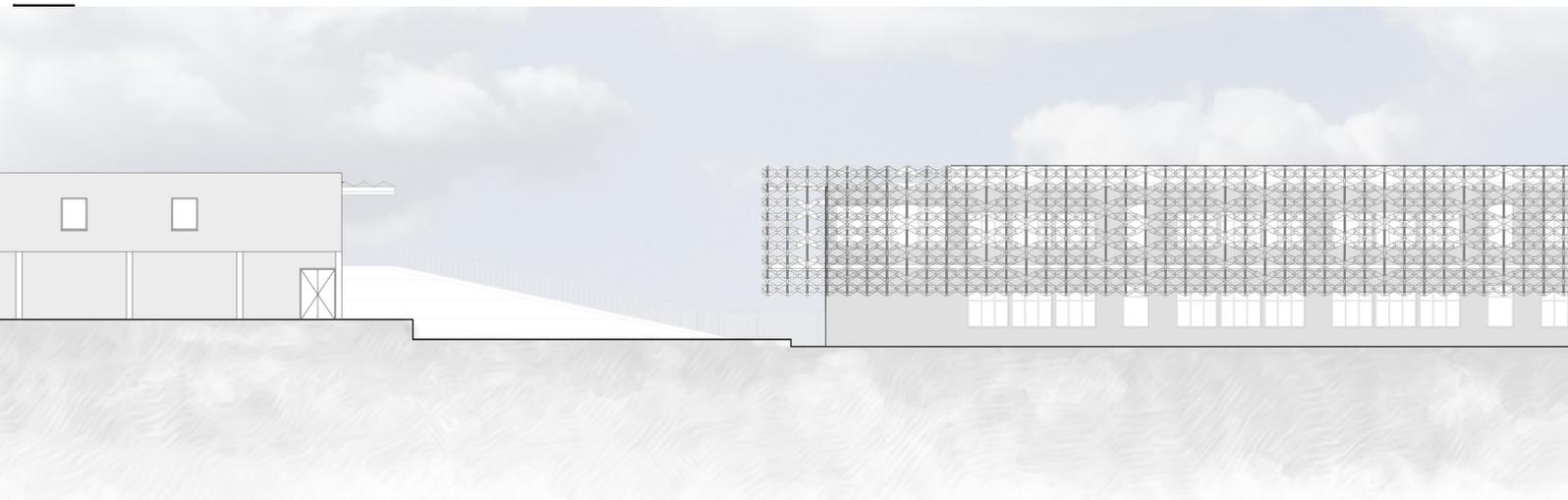
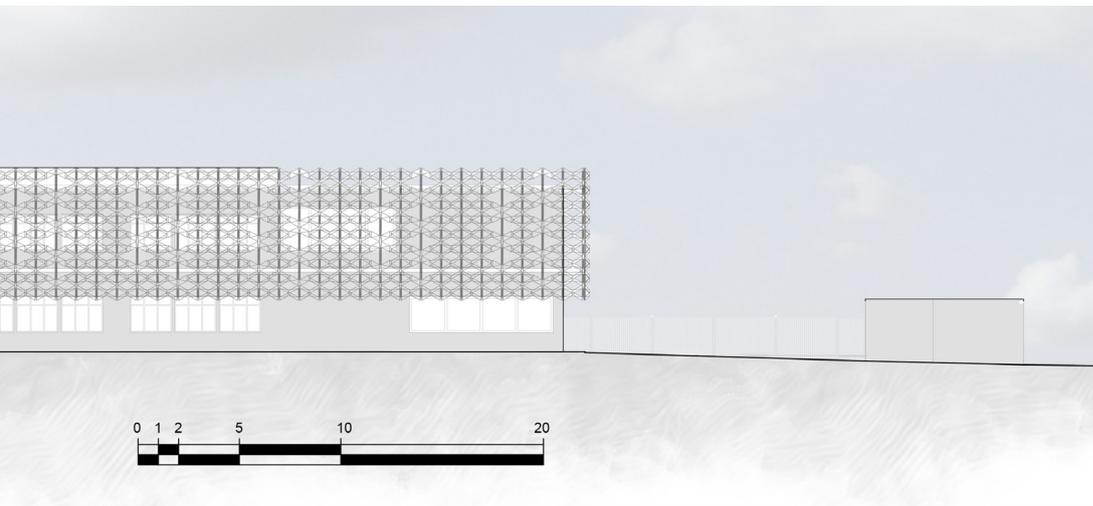


Fig. 38 Alçado Norte



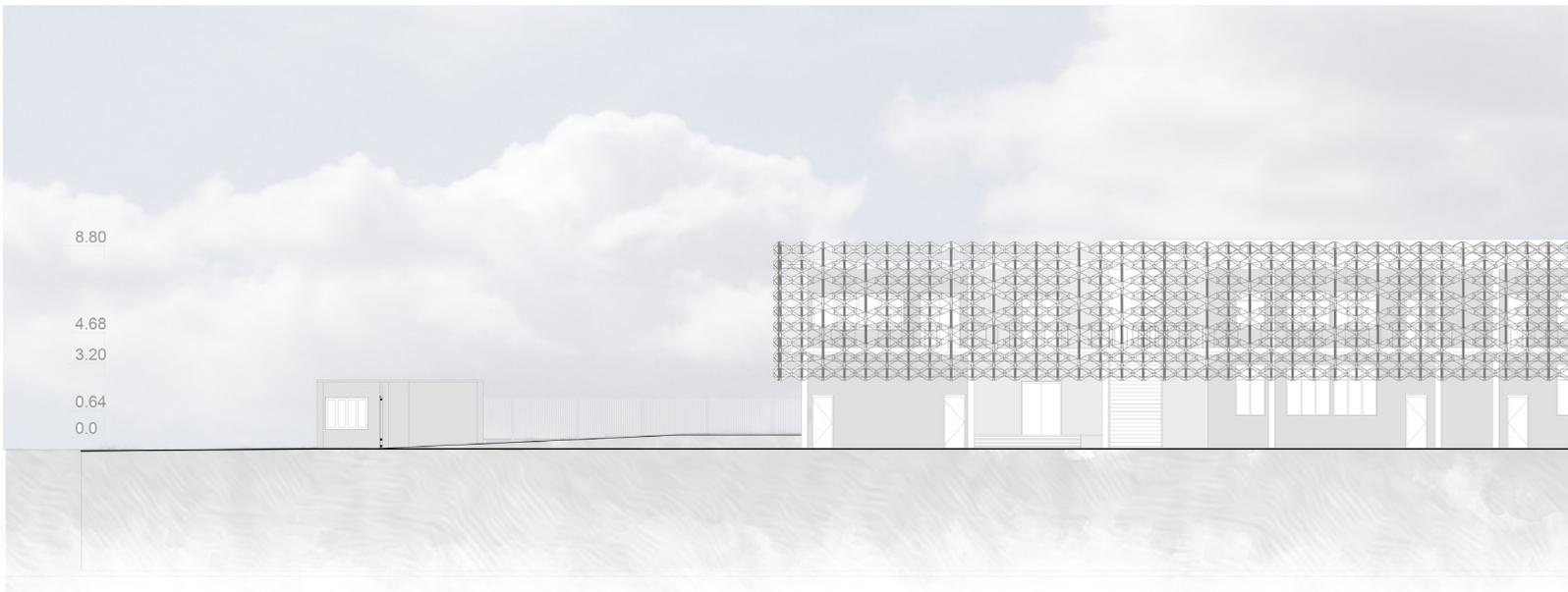
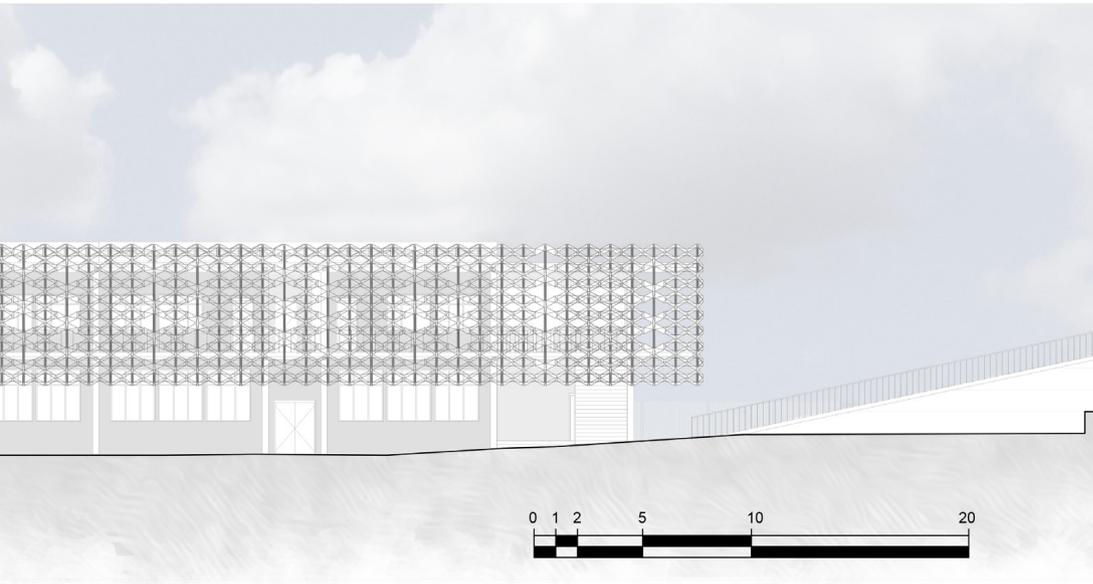


Fig. 39 Alçado Sul



74

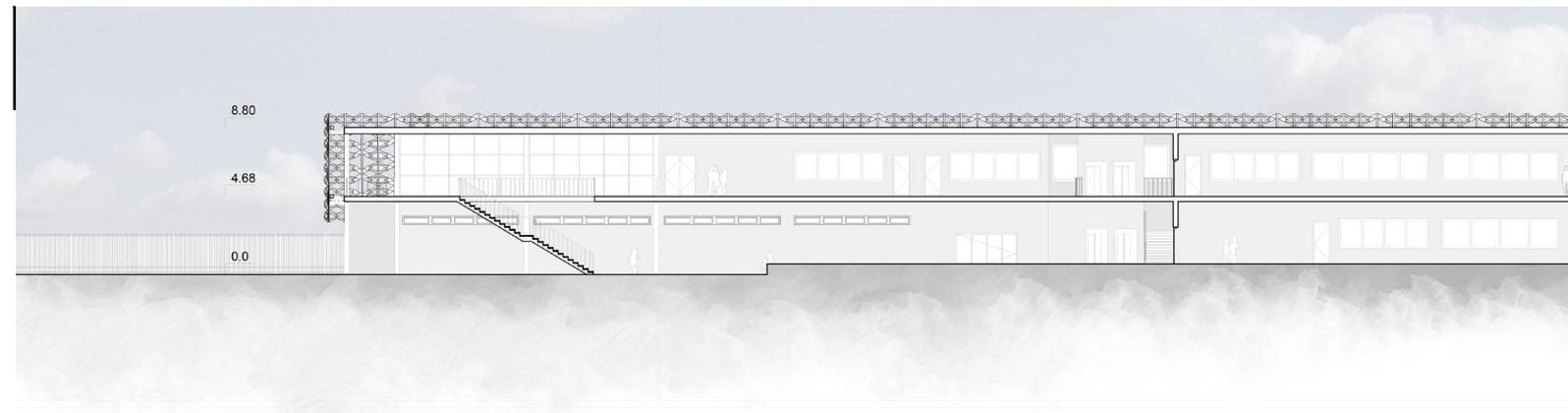
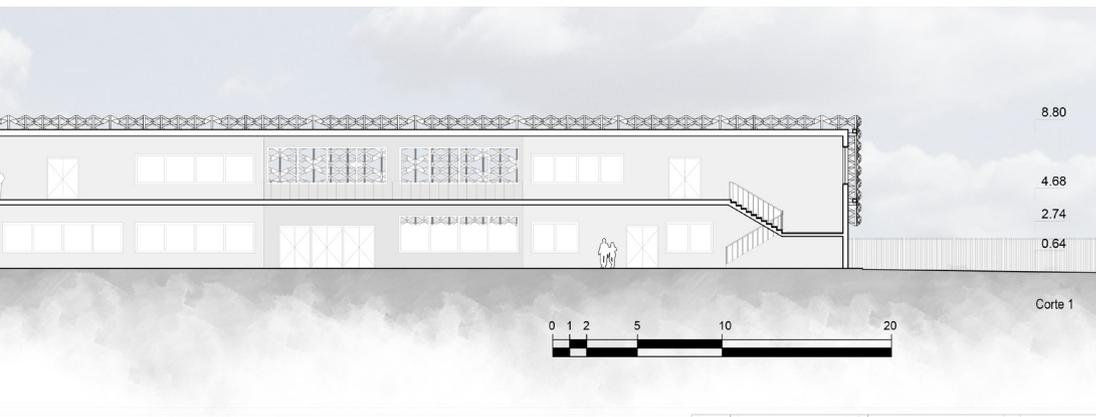


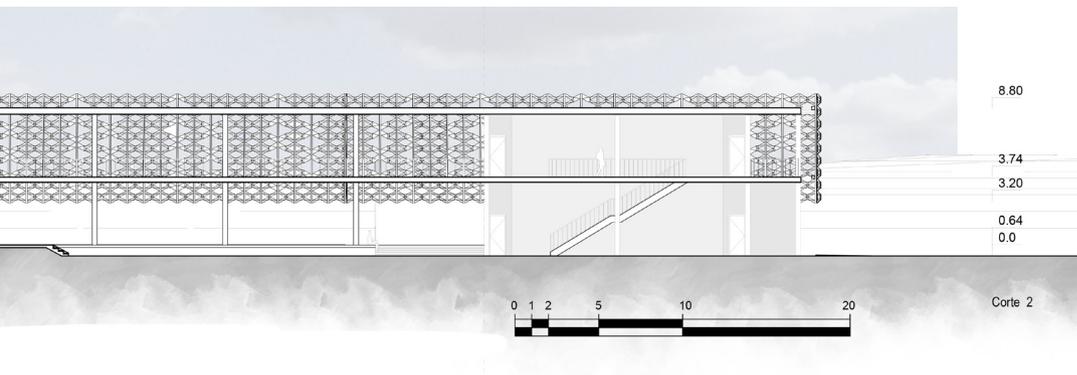
Fig. 40 Corte 1



76



Fig. 41 Corte 2



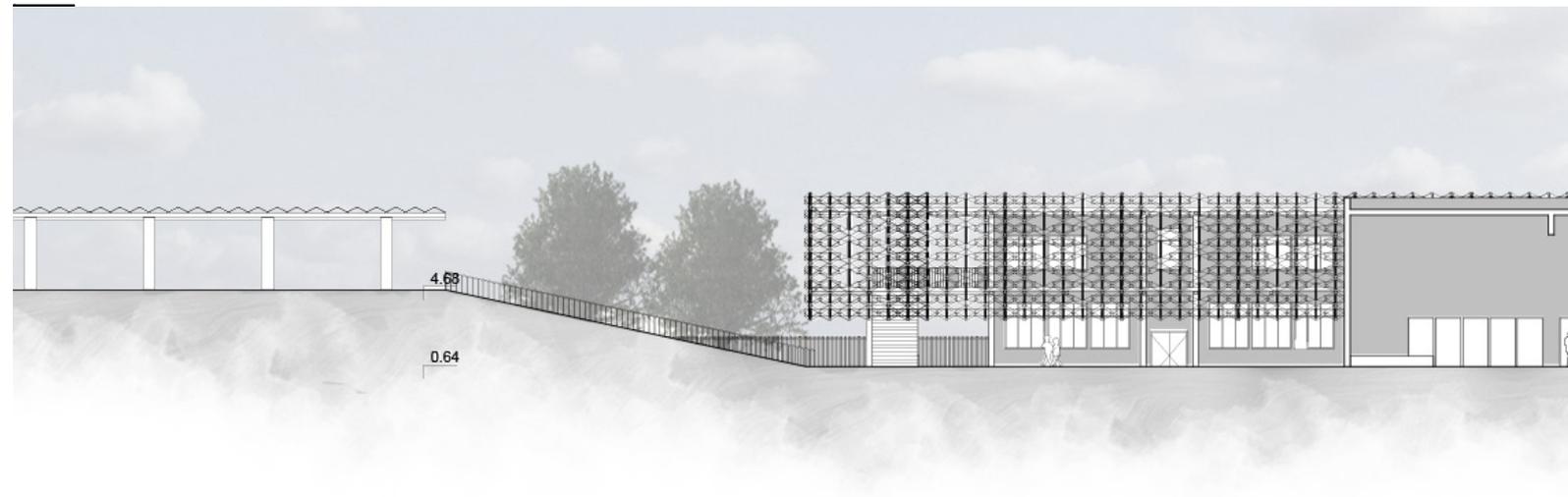


Fig. 42 Corte 3

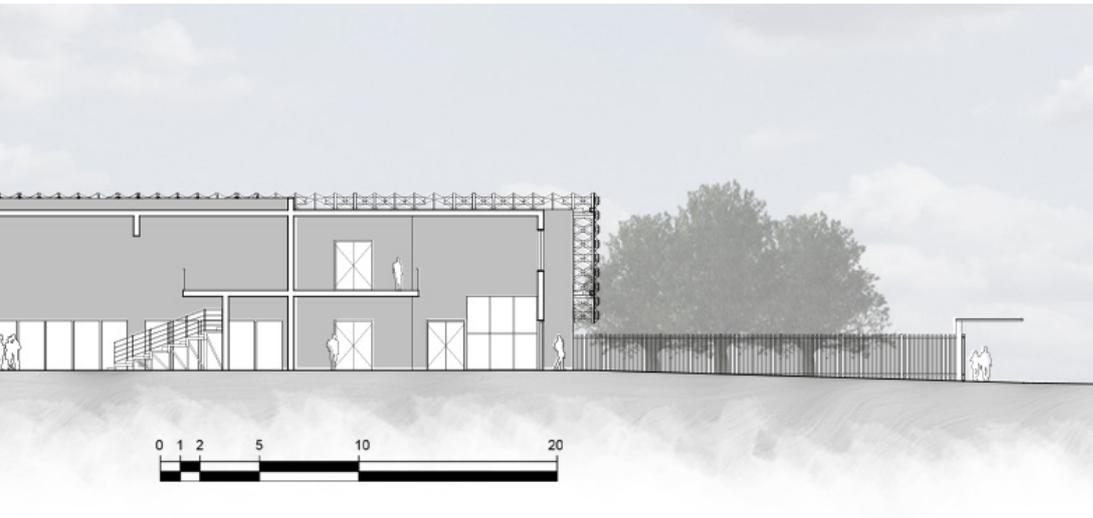
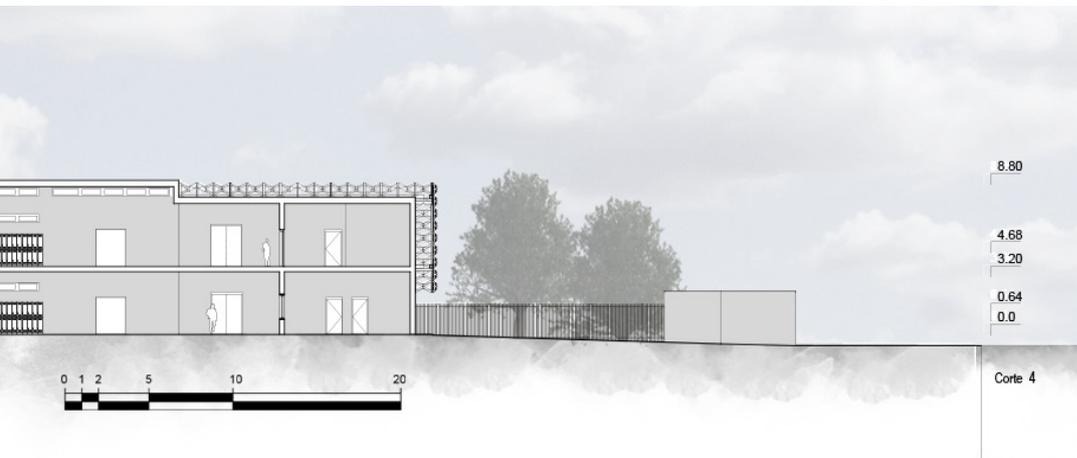
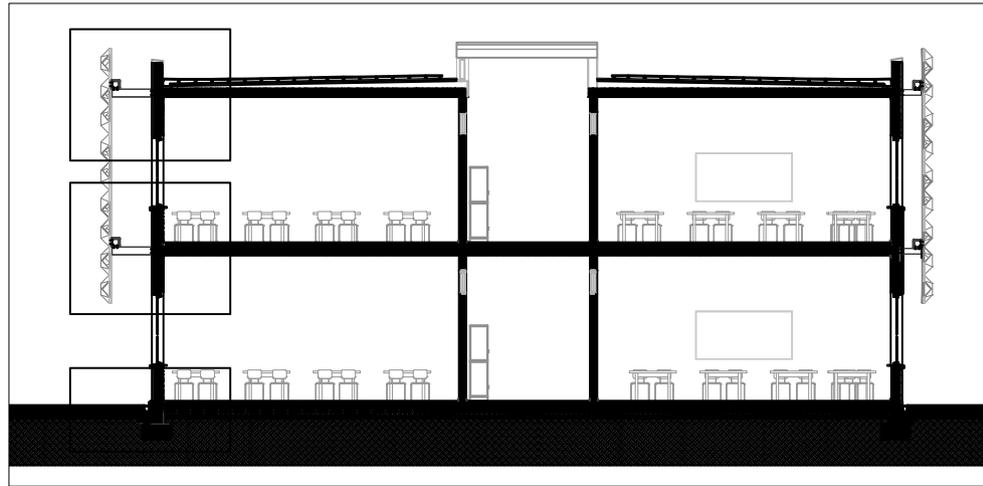




Fig. 43 Corte 4





1. Capeamento de Pedra
2. Betonilha de regularização
3. Lajetas de betão
4. Cimento cola
5. Tela de Impermeabilização
6. Isolamento Térmico
7. Camada de Forma, 1% inclinação
8. Módulo de Cobogó
9. Viga de aço
10. Laje de betão armado
11. Reboco areado interior - 2 cm
12. Parede de betão armado - 20 cm
13. Isolamento térmico - 6 cm
14. Reboco areado exterior - 2 cm
15. Soalho de madeira - 3 cm
16. Cimento cola
17. Isolamento térmico - 5 cm
18. Rodapé em madeira
19. Viga de betão armado
20. Sanca de gesso
21. Reboco areado - 1 cm
22. Enrocamento
23. Grelha metálica aço inox
24. Betão de limpeza - 10 cm
25. Tout-venant compactado 20 cm
26. Camada de enrocamento grosso
27. Manta geotêxtil
28. Aterro compactado
29. Sapata de betão armado
30. Betão de Limpeza

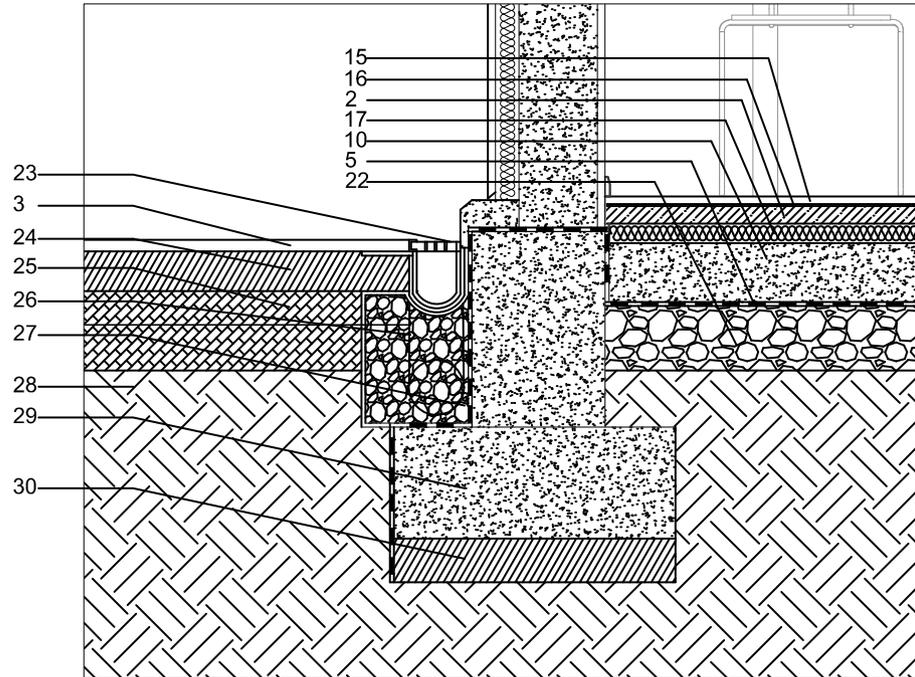
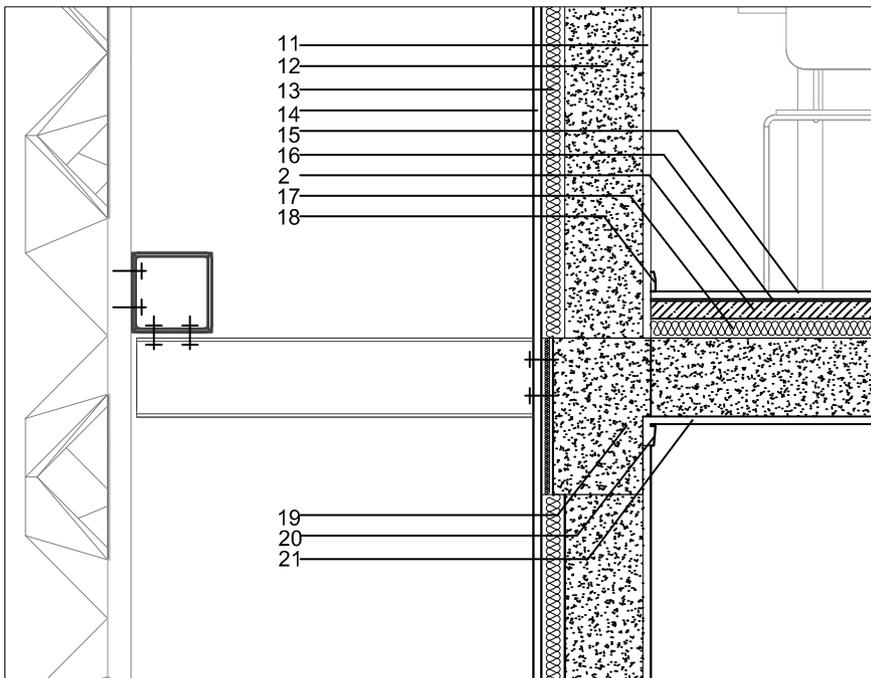
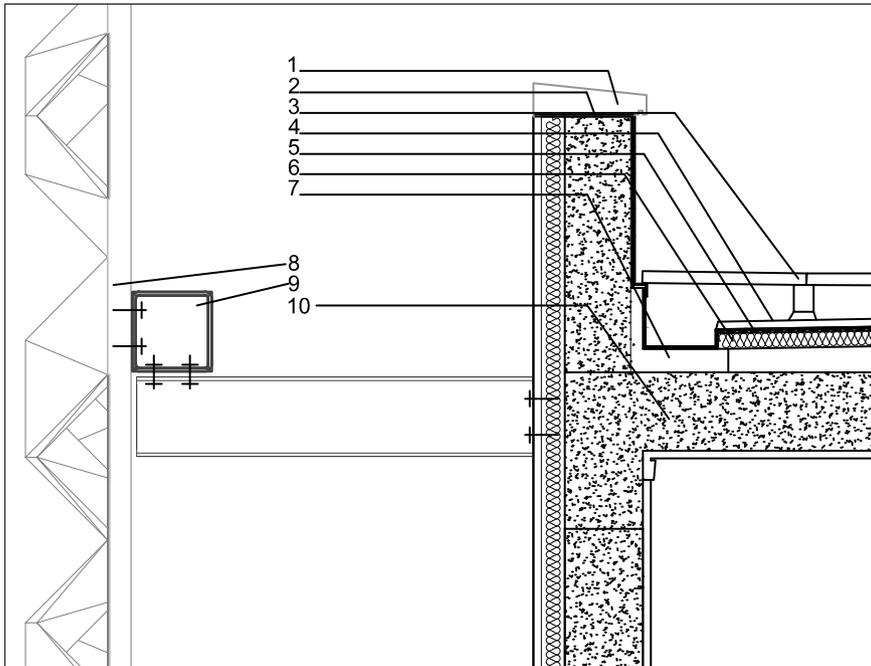


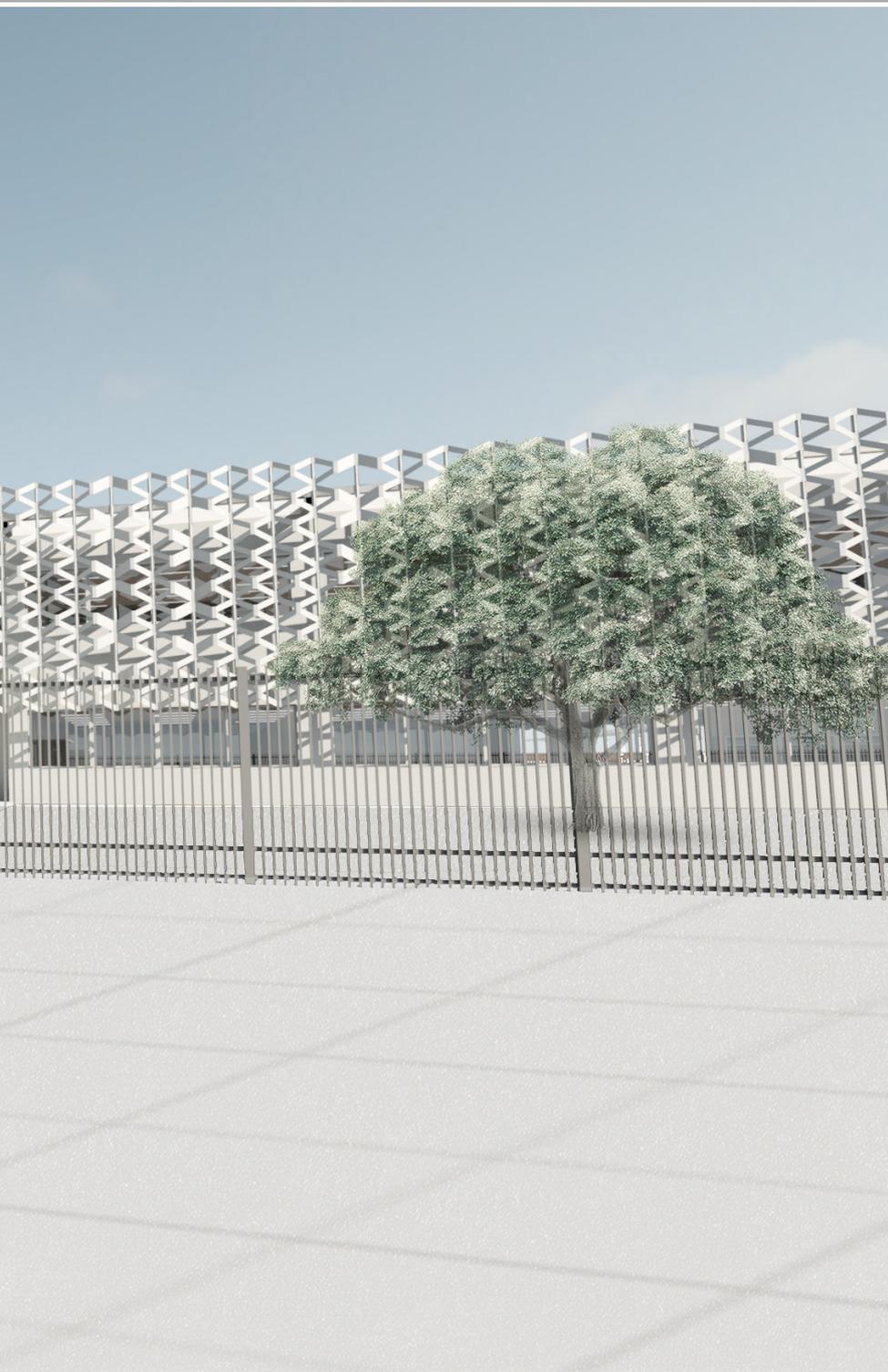
Fig. 44 Corte Construtivo



1.2 PROPOSTA INDIVIDUAL



Fig. 45 Render do Exterior da Entrada



1.2 PROPOSTA INDIVIDUAL





Fig. 46 Render do Interior da Entrada

1.2 PROPOSTA INDIVIDUAL





Fig. 47 Render do Corredor das Salas Teóricas

1.2 PROPOSTA INDIVIDUAL



Fig. 48 Render do Corredor do Refeitório



1.2 PROPOSTA INDIVIDUAL





Fig. 49 Render do Refeitório

1.2 PROPOSTA INDIVIDUAL



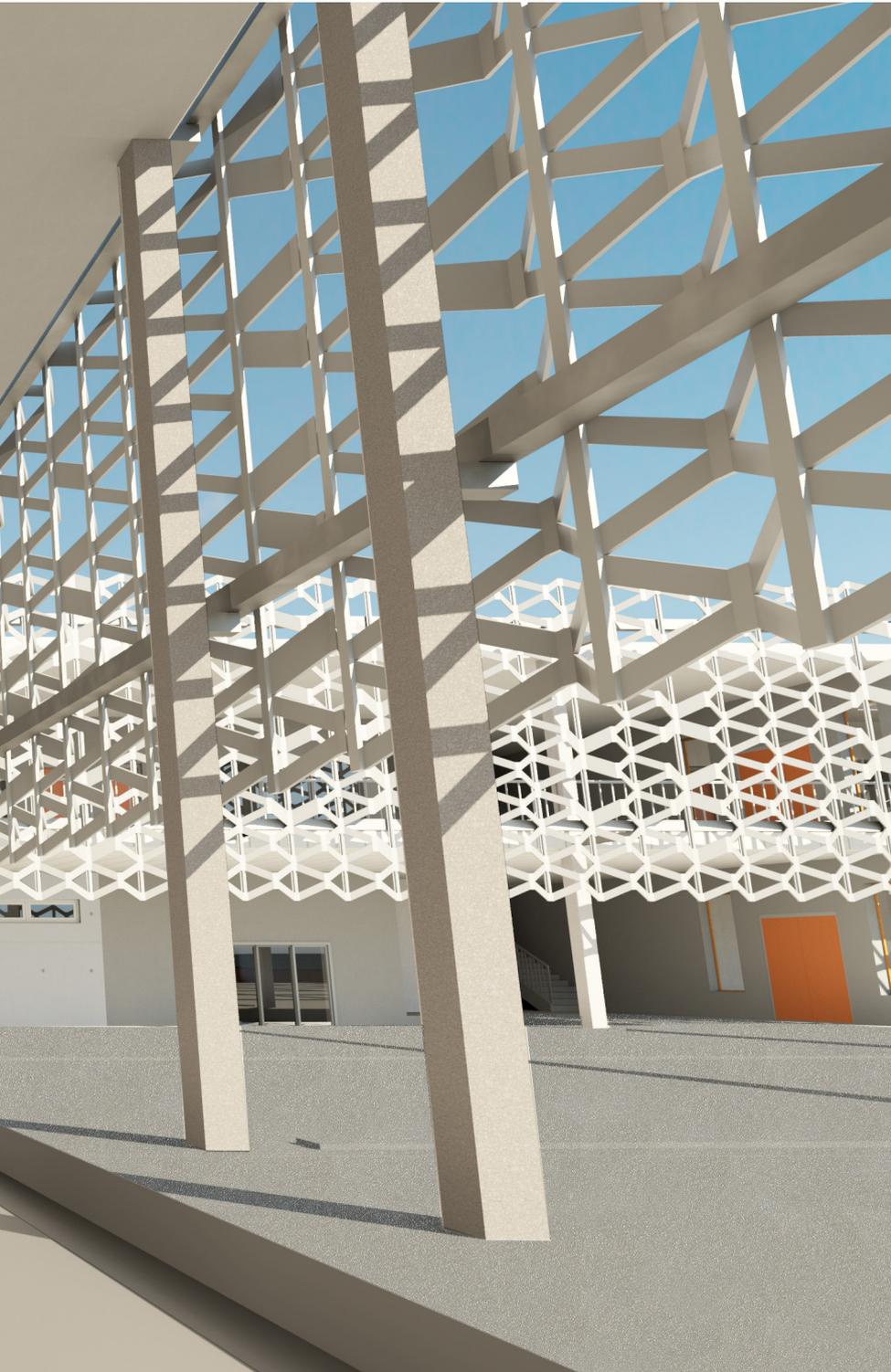


Fig. 50 Render do Corredor Exterior

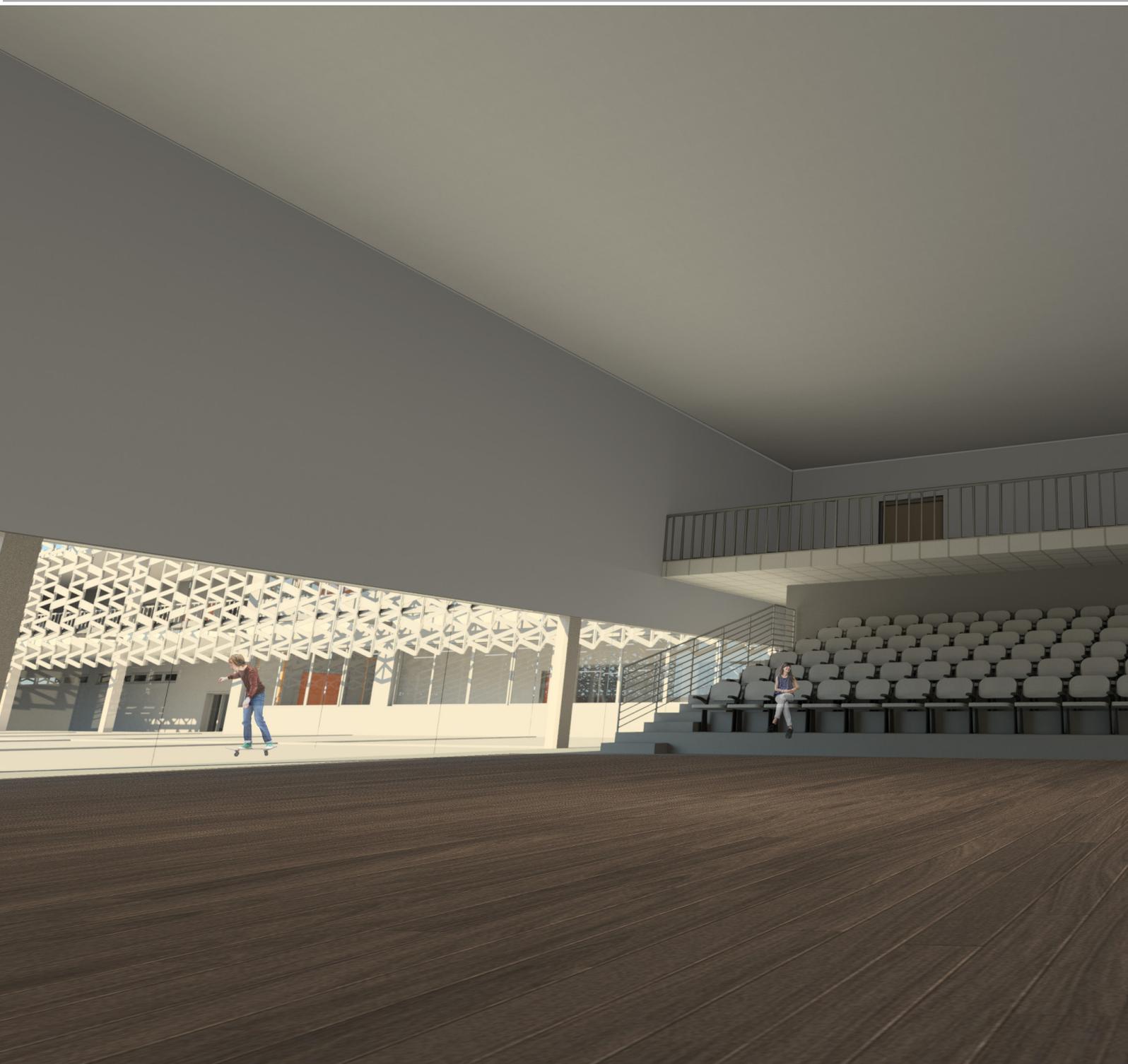
1.2 PROPOSTA INDIVIDUAL





Fig. 51 Render do Exterior do Auditório

1.2 PROPOSTA INDIVIDUAL



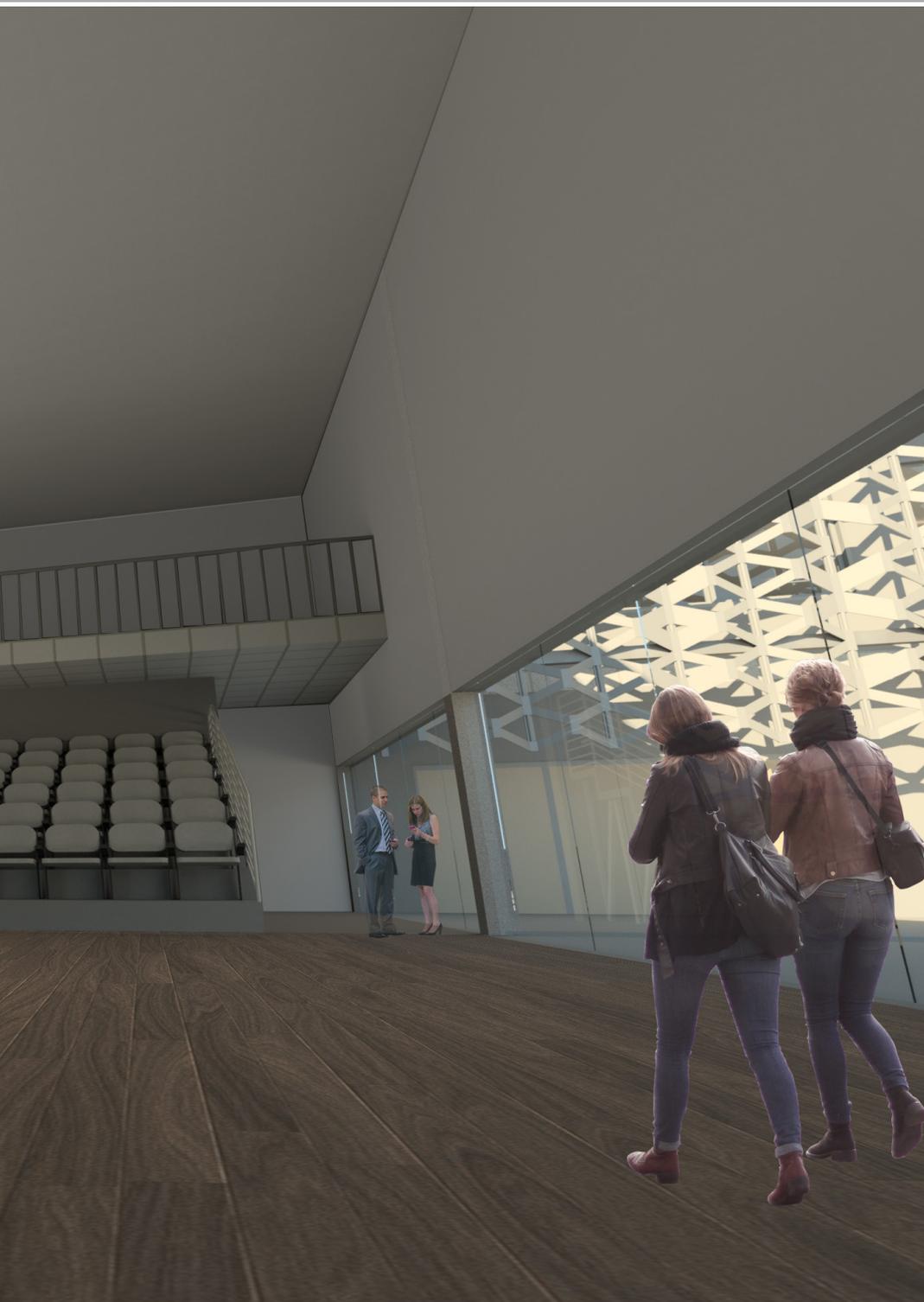


Fig. 52 Render do Auditório

1.2 PROPOSTA INDIVIDUAL





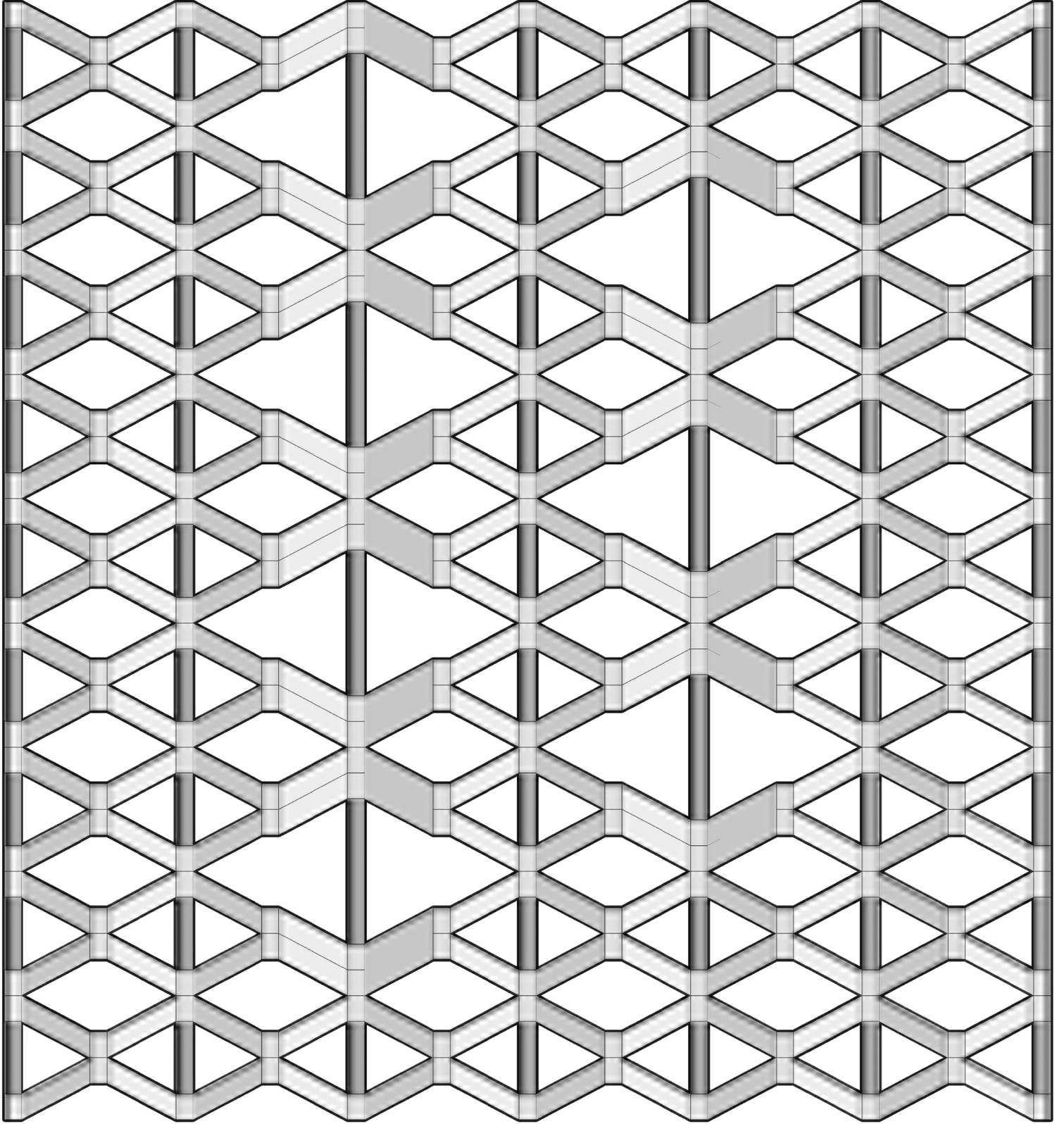
Fig. 53 Render do Recreio Exterior

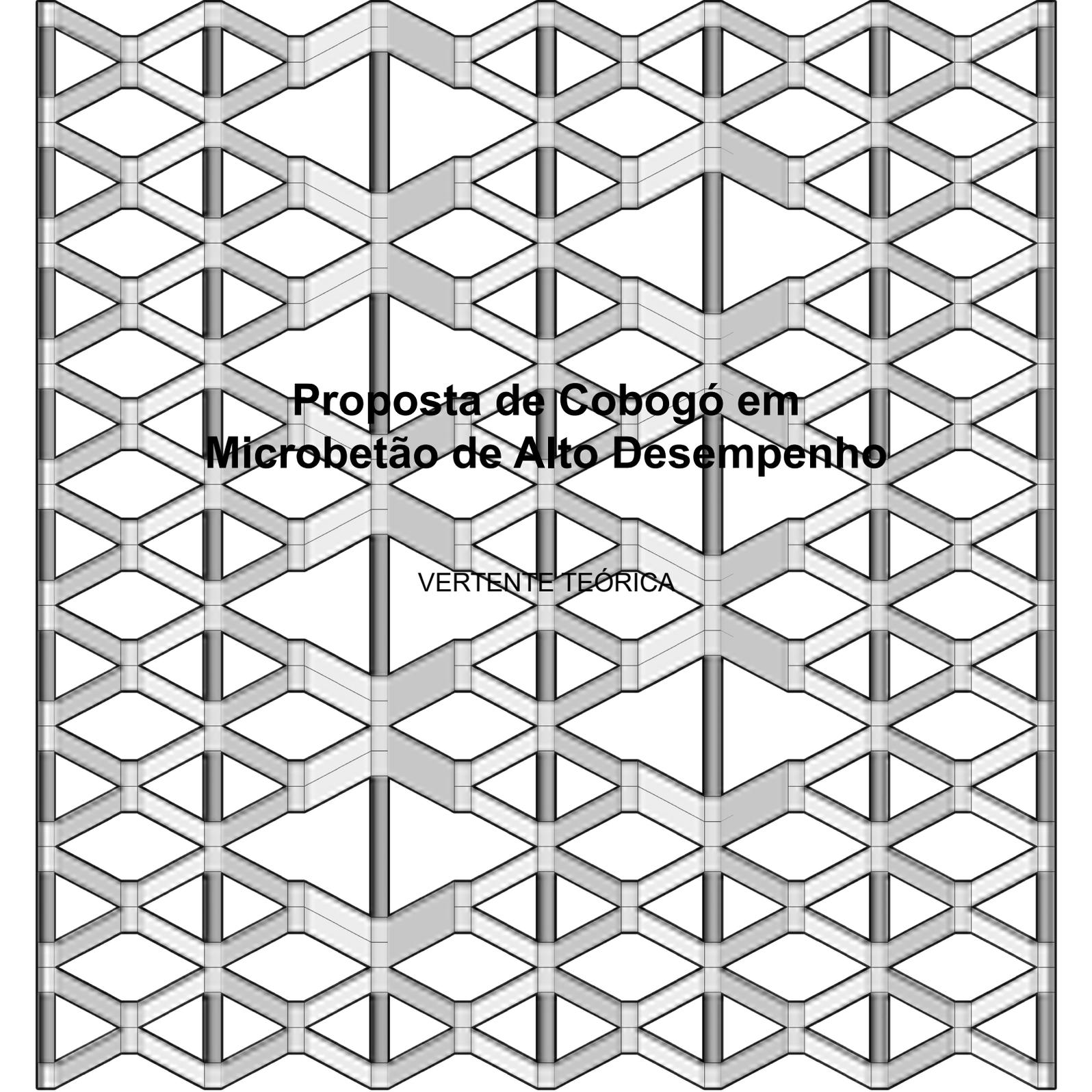
1.2 PROPOSTA INDIVIDUAL





Fig. 54 Render do Caminho
entre Escolas





Proposta de Cobogó em Microbetão de Alto Desempenho

VERTENTE TEÓRICA



Resumo

O *zeitgeist* no campo da arquitetura tem sido muito influenciado pela procura de alternativas que buscam uma redução no uso de recursos e tentam minorar o custo ambiental do sector construtivo. Neste sentido, o desenvolvimento de soluções construtivas menos ambientalmente custosas torna-se num campo relevante, que deve ser estudado, com o objectivo de oferecer maior e melhor seleção de alternativas, em linha com o pensamento atual.

Em climas quentes, como o português, com grande quantidade de horas de sol, a atenção foca-se, naturalmente, no sentido de soluções de sombreamento que permitam a proteção solar e ventilação natural como o cobogó. No campo dos materiais de construção, esta linha de pensamento, favorece o uso de materiais como o microbetão de alto desempenho, que permitem a redução da quantidade de matéria prima usada, sem afetar o desempenho do material, tornando possível o desenho de soluções construtivas pré-fabricadas, muito delgadas que fazem uso da sua geometria para atingir resistência.

Apesar do uso de cobogós e dos seus antecessores - as gelosias e muxarabis - formarem uma tradição rica com séculos de uso em várias partes do globo, a sua popularidade entrou em declínio na segunda metade do século XX. Só recentemente uma nova vaga de arquitetos, influenciados por estas questões ambientais e por obras de referência do movimento moderno brasileiro, voltou a olhar para o cobogó como uma solução potencial, pelas suas características passivas de controlo ambiental e beleza dos padrões conseguidos.

O presente trabalho tem como objectivo, a proposta de um novo desenho de cobogó, que une a sua longa tradição e potencial, como elemento passivo, com o microbetão de alto desempenho para formar uma solução modular, resistente, e leve que se 'suspende' no edifício como segunda fachada.

Palavras-chave: Fachada, Sombreamento, Microbetão de alto desempenho

Abstract

The *zeitgeist* in the architecture field, has been influenced very much by the search of new alternatives, that look for the decrease in resource use and try to reduce the environmental cost of the construction field. The development of environmental conscientious construction solutions, that have a lesser impact in the environment, has become a very relevant field, that should be studied and advanced, with the objective of offering a bigger and better selection of solutions, in line with the present way of thinking.

In hot climates, like the Portuguese climate, that have a great amount of sun hours, the attention focuses, naturally, on shading solutions, that achieve solar protection and allow for the natural ventilation of spaces, like the cobogó. in the construction materials field, this line of thinking favours the use of materials like high performance microconcrete, which allow the reduction of prime mater use, without affecting the material's performance, making possible the design of very thin, pre-fabricated solutions, that use their geometry to achieve resistance.

Even though, cobogós and their ancestors - gelosias and muxarabis – have a rich tradition with centuries of use in various parts of the globe, their popularity has declined during the 2nd half of the twentieth century. Only recently, a new wave of architects, influenced by these environmental questions, and the works of reference of the Brazilian modern movement, started looking at them in new way, as a potential solution, with its passive characteristics for ambient control and the beauty of the patterns possible.

This work has the objective, of the developing a new design of cobogó, that unites the long tradition and potential, has a passive element, with the high performance microconcrete, to form a modular solution, resistant, and light that can be 'suspended' on the building as second facade.

Keywords: Facade, Shading, High Performance Microconcrete

114		Resumo	
		Introdução	
117	2.2	História dos Cobogós	
		1. Muxarabis e Gelasias: a origem dos cobogós	
		2. Cobogó no Brasil	
		3. Desenhos de Cobogós	
131	2.3	3. Microbetão de Alto Desempenho	
		1. Perspectiva Histórica	
		2. Precursores do Microbetão de alto desempenho	
		3. Influência do arquitecto João Filgueiras Lima (Lelé)	
		4. Microbetão de Alto Desempenho	
156	2.4	4. Aplicação de Cobogó em MBAD	
		1. Desenho do Cobogó	
		2. Utilização na Componente Prática – projeto de Sines	
167		Conclusão	
169		Referências Bibliográficas	

Índice de Figuras - Vertente Teórica

- 118 **Figura 1** Muxarabi no Egpto (Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2374158>)
- 120 **Figura 2** Casa dos Crivos, em Braga, Portugal (José Gonçalves)
- 120 **Figura 3** Janela de Reixa em Tavira, Portugal (Paulo Gonçalves)
- 124 **Figura 4** Caixa D'Água de Olinda de Luiz Nunes (Josivan Rodrigues)
- 124 **Figura 5** Cobogó da Caixa d'Água (Josivan Rodrigues)
- 126 **Figura 6** Conjunto Residencial Prefeito Mendes de Moraes (1947) / Affonso Eduardo Reidy (Nabil Bonduki)
- 126 **Figura 7** Conjunto Residencial Prefeito Mendes de Moraes (1947) / Affonso Eduardo Reidy (Pedro Vannucchi)
- 126 **Figura 8** Conjunto Residencial Prefeito Mendes de Moraes (1947) / Affonso Eduardo Reidy (Nabil Bonduki)
- 127 **Figura 9** Parque Eduardo Guinle (1954) / Lúcio Costa (Nelson Kon)
- 127 **Figura 10** Parque Eduardo Guinle (1954) / Lúcio Costa (Nelson Kon)
- 127 **Figura 11** Parque Eduardo Guinle (1954) / Lúcio Costa (Nelson Kon)
- 128 **Figura 12** Pavilhão de Nova York (1939) / Lúcio Costa e Oscar Niemeyer (Carlos Eduardo Comas, via revista ArqTexto n.16)
- 128 **Figura 13** Pavilhão de Nova York (1939) / Lúcio Costa e Oscar Niemeyer (Carlos Eduardo Comas, via revista ArqTexto n.16)
- 129 **Figura 14** Casa Cobogó / Marcio Kogan (Nelson Kon)
- 129 **Figura 15** Casa Cobogó / Marcio Kogan (Nelson Kon)
- 130 **Figura 16** FDE - Escola Várzea Paulista / FGMF (FGMF)
- 130 **Figura 17** Casa B+B / Studio mk27+ Galeria Arquitetos (Fernando Guerra)
- 131 **Figura 18** Los Limoneros / Gus Wüstemann (Bruno Helbling)
- 131 **Figura 19** La Tallera / Frida Escobedo (Rafael Gamó)
- 131 **Figura 20** La Tallera / Frida Escobedo (Rafael Gamó)
- 138 **Figura 21** Palacete do desporto (1957) / Pier Luigi Nervi (Archivio Pier Luigi Nervi. Fondazione MAXXI)

- 140 **Figura 22** Frontón de Recoletos (1935) / Eduardo Torroja (Foto D.R.)
- 141 **Figura 23** Los Manantiales (1958) / Félix Candela (via rkett.com)
- 143 **Figura 24** Esquisso do sistema do Canal principal (Ferraz, M. C. (2000))
- 143 **Figura 25** Esquisso do sistema de canais secundários (Ferraz, M. C. (2000))
- 144 **Figura 26** Fabricação das peças na fábrica (Ferraz, M. C. (2000))
- 144 **Figura 27** Canal principal de escoamento (Ferraz, M. C. (2000))
- 145 **Figura 28** Peças de contenção (Ferraz, M. C. (2000))
- 146 **Figura 29** Esquisso de Escola para 50 alunos (Ferraz, M. C. (2000))
- 146 **Figura 30** Esquisso de escola para 70 alunos (Ferraz, M. C. (2000))
- 146 **Figura 31** Esquisso de Escola para 120 alunos com Posto de Saúde (Ferraz, M. C. (2000))
- 147 **Figura 32** Escola em Abadiânia (Ferraz, M. C. (2000))
- 148 **Figura 33** Casa da Criança Engenho da Rainha (Ferraz, M. C. (2000))
- 148 **Figura 34** Escola isolada Rua Camitar (Ferraz, M. C. (2000))
- 149 **Figura 35** Casa da Criança em Acari (Ferraz, M. C. (2000))
- 150 **Figura 36** Banco Simples e com Banco Encosto (Ferraz, M. C. (2000))
- 150 **Figura 37** Passagens aéreas (Ferraz, M. C. (2000))
- 151 **Figura 38** Abrigos de Autocarro (Ferraz, M. C. (2000))
- 152 **Figura 39** Maqueta dos CIAC's (Ferraz, M. C. (2000))
- 152 **Figura 40** 1º CIAC (Ferraz, M. C. (2000))
- 153 **Figura 41** CTRS - Salvador, Bahia (Ferraz, M. C. (2000))
- 154 **Figura 42** Estudo para peças dos CTRS (Ferraz, M. C. (2000))
- 155 **Figura 43** CTRS - Fortaleza, Ceará (Ferraz, M. C. (2000))
- 160 **Figura 44** Versão 1

160 **Figura 45** Versão 2

161 **Figura 46** Versão 3

161 **Figura 47** Versão 4

162 **Figura 48** Versão 5

163 **Figura 49** Sistema de encaixe em série

164 **Figura 50** Render do Cobogó

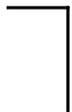
165 **Figura 51** Corte Construtivo

166 **Figura 52** Abrigos de Autocarro de Lelé (Ferraz, M. C. (2000))

166 **Figura 53** Caminho Coberto pelo Cobogó

167 **Figura 54** Corte Construtivo da Aplicação Horizontal

167 **Figura 55** Esquisso dos Abrigos de Autocarro (Ferraz, M. C. (2000))



1 Introdução

116

No mundo contemporâneo, as alternativas mais ambientalmente conscienciosas têm sido um elemento fulcral do *zeitgeist* contemporâneo, influenciando vários aspectos da sociedade incluindo a maneira como vemos o campo da arquitetura.

O aparecimento de correntes de pensamento como a arquitetura bioclimática, que procuram a „interação de vários elementos como o climático, do lugar, de uma cultura, com a finalidade de criar ambientes, onde o próprio ambiente construído atua como mecanismo de controle das variáveis do meio” (Araújo, 2010), são exemplo disso, e justificam a procura de novas maneiras de atingir metas de poupança de recursos, muitas vezes aproveitando soluções antigas, como por exemplo as de ventilação natural, adaptando-as a um estilo contemporâneo.

Na paisagem construída observa-se um gasto de recursos muito significativo, sendo que, no ciclo de vida global, os edifícios usam cerca de metade da energia consumida na União Europeia (.). Neste sentido, alternativas que permitam reduzir o consumo dos edifícios tanto na sua construção, como durante a sua vida útil, tornam-se num tema relevante de estudar e aprofundar.

Num esforço de ajudar a poupar em gastos energéticos operacionais, devem ser estudadas aplicações passivas de controlo ambiental, especialmente durante as fases iniciais de projeto, visto que „a construção de edificações adequadas ao clima local pode resultar (...) [num]consumo de energia substancialmente menor” (Araújo, 2010), e nas fases iniciais é possível atingir um nível de integração com o projeto mais natural e orgânico. Este tipo de pensamento já se começa a generalizar, e começam a surgir alguns projetos, a pequena e grande escala, que tentam minimizar ou otimizar o consumo energético dos edifícios, como é exemplo o padrão Passivhaus , um conceito que procura a maior eficiência energética sem comprometer o conforto. O tipo de estratégias passivas promovidas neste padrão, como, a minimização das pontes térmicas, sistemas de ventilação com recuperação de calor, melhor sombreamento, entre outros, permitem um uso mais consciente dos recursos, sem sacrificar os níveis de conforto no interior do edifício.

Seguindo esta preocupação de estratégias passivas, neste trabalho optou-se por estudar as vantagens de elementos de sombreamento vazados ou cobogó. O cobogó é um elemento passivo que permite a ventilação natural e controlo de incidência de luz solar, e aqui tentou perceber-se de que forma se poderia inovar no seu desenho e aplicação, adequando ao clima local, prevendo a sua fabricação em microbetão de alto desempenho.

O Microbetão de alto desempenho (MBAD), é um material recente, descendente da argamassa armada e ferrocimento, que alia um sistema de armadura distribuída da argamassa armada ao betão de alto desempenho, resultando num material delgado, mas muito resistente, e que é a epítome da “substituição da quantidade pela qualidade”. Propõe-se então a aplicação deste material a um novo desenho de cobogó que faz uso dos atributos específicos do MBAD, num esforço de criar uma solução modular que possa ser aplicada e adaptada a vários tipos de programa e edifício.



Fig. 1 Muxarabi no Egipto

2 História dos Cobogós

Os cobogós são elementos perfurados usados tanto em fachadas como divisórias interiores. Foram inventados no nordeste brasileiro e são fruto da evolução de elementos da arquitetura árabe e portuguesa. Pode-se caracterizar o cobogó como um elemento passivo de sombreamento que permite também a ventilação constante entre espaços, e que serve um papel no embelezamento da construção. São construídos à base de uma célula ou módulo, que é repetido várias vezes, formando padrões diferentes consoante a base inicial.

São comuns no Brasil, aonde foram criados e onde existe uma larga tradição iniciada durante o Movimento Moderno Brasileiro. Após um período com menor proeminência, têm tido uma ressurgência de popularidade através de uma nova geração de arquitetos, que cria usos diferentes do cobogó e recorre a técnicas de fabricação novas para criar designs mais complexos.



Fig. 2 Casa dos Crivos, em Braga, Portugal



Fig. 3 Janela de reixa em Tavira, Portugal

2.1 Muxarabis e Gelosias: a origem dos Cobogós

As condicionantes meteorológicas foram as grandes influenciadoras da arquitetura árabe e motivaram a criação de estratégias e elementos arquitetónicos que fossem capazes de lidar com o clima quente do deserto. Um elemento importante da arquitetura árabe que nasce desta necessidade de fazer face ao calor é o muxarabi, que consiste numa repetição de pequenas treliças de peças de madeira que, dispostas de uma maneira cruzada, criam pequenos orifícios que permitem a passagem da luz e do ar.

A sua utilização permite o sombreamento com ventilação de ar constante, a iluminação controlada nos espaços e a criação de divisórias que limitam espaços interiores, sendo também utilizados por razões religiosas/tradicionais, para separar as mulheres dos homens. As aberturas permitem, através da diferença de luz entre interior e exterior, ver sem ser visto, preservando a privacidade das habitações, garantindo esta separação dos espaços e dos sexos.

A arquitetura árabe do norte de África teve, como é conhecido, uma grande influência na arquitetura da Península Ibérica; durante a sua ocupação, os povos árabes deixaram muitas influências, não só de costumes e língua mas também métodos de construção. Naturalmente, existem alguns elementos que, pelas suas qualidades, continuaram a ser usados na arquitetura portuguesa. No norte de Portugal, os muxarabis passaram a ser denominados de gelosias, e ainda se podem ver na Casa dos Crivos em Braga, um edifício do século XVII. Neste caso, serviam um propósito mais relacionado com a privacidade da habitação, permitindo observar a rua sem se ser visto. Enquanto no sul passaram a chamar-se janelas de reixa ou de rótula, como nos exemplos em Beja e Tavira, onde serviam propósitos mais relacionados com o clima.

(Fig. 2 e 3)

2.2 Cobogó no Brasil

Aquando da colonização do Brasil, estes elementos arquitetónicos, que se adequam ao clima tropical de várias regiões do país, foram exportados pelos portugueses tornando-se parte da cultura arquitetónica brasileira. O cobogó surge como uma nova interpretação ou adaptação dos muxarabis e gelsias, que mantém os mesmos objetivos, mas utiliza outros materiais além da madeira, como o vidro, a cerâmica e o betão.

O cobogó nasceu em 1929, na zona nordeste do Brasil, em Pernambuco, uma zona caracterizada por um clima tropical atlântico no litoral e semiárido no interior. Estas condições motivaram os seus criadores, os engenheiros Amadeu Oliveira Coimbra, Ernest August Boeckmann e António de Góis (o nome deriva da 1ª sílaba dos seus apelidos), a adaptar as gelsias utilizando elementos vazados com os mesmos objetivos de garantir a ventilação, iluminação e a visão para o exterior mantendo a privacidade no espaço interior.

A sua utilidade para fazer face a um clima muito quente, permitindo ventilação constante, e a sua diversidade de formas, materiais e estilos deram ao cobogó uma grande proeminência e popularidade na arquitetura moderna brasileira das décadas de 1940 e 50.

„Os volumes e superfícies vazadas que antigamente eram resolvidos com as venezianas, foram criados agora com o emprego justo e adequado de um material pernambucano por excelência e que conserva a mesma simplicidade de linhas de certas grades e esquadrias: o cobogó”(…) “Estas superfícies de cobogó atuando nas fachadas muito ensolaradas como verdadeiro “brise-soleil”, produzem desenhos caprichosos de sombra e luz, de bom efeito decorativo” (sic) (CARDOZO, Joaquim, 1939; Marques & Naslavsky, 2011)

A primeira utilização de relevância do cobogó na arquitetura moderna brasileira chega em 1934, quando o arquiteto Luiz Nunes constrói a Caixa D'Água de Olinda. (Fig.4) É um edifício caracterizado por ter a forma de um paralelepípedo assente em pilotis, com uma frente cega, mas, em que as laterais são compostas por elementos vazados. O tipo de cobogó utilizado tem um desenho simples, consiste num quadrado com uma grelha de vazamentos de 8x8 sobreposta. (Fig.5) Um desenho simples, mas muito eficaz que, ainda assim, permite efeitos de luz no interior de grande beleza, e que foi o precursor de outras utilizações do cobogó e de outros desenhos mais complexos.

„A importância da utilização do cobogó, nesta obra de Nunes é incontestável. Invenção pernambucana adequada ao calor de nosso clima, permitindo a aeração constante, o cobogó desempenhou um importante papel na arquitetura regional e foi largamente utilizado, tornando-se, na verdade, o elemento vazado mais difundido entre nós, símbolo da modernização e substituto do brise-soleil”(Em pesquisa elaborada no Arquivo da Prefeitura Municipal do Recife, encontramos o cobogó utilizado como fechamento de vãos mesmo antes da Diretoria de Arquitetura e Construções que difundiu seu uso.) (Marques & Naslavsky, 2011)



Fig. 4 Caixa D'Água de Olinda de Luiz Nunes

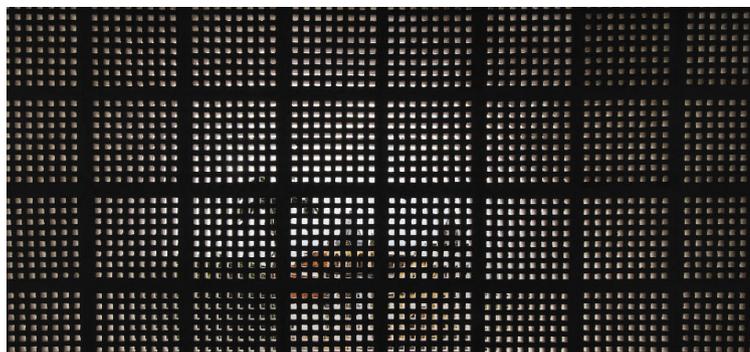


Fig. 5 Cobogó da Caixa d'Água

„Do ponto de vista estético, os cobogós representaram, junto com os pergulados, as treliças e os brises, uma solução expressiva ao traduzir a porosidade existente nos painéis vazados do período colonial, que a arquitetura modernista brasileira tentava resgatar. Projetistas renomados, como Lúcio Costa e Luís Nunes, utilizaram os cobogós como solução estética para residências e prédios públicos, produzindo-os com variadas configurações em material cerâmico, louça e vidro.” (TECNOLOGIA..., 2005, p.1). (Araújo, 2010)

Esta capacidade do cobogó de criar efeitos de luz diversos, consoante o seu formato, orientação solar e hora do dia, serviu para tornar apelativo o uso da solução. Outro fator que ajudou a disseminar o uso dos cobogós na arquitetura moderna brasileira, foi a exigência do seu uso como previsto no código de obras de 1960 de Brasília, com o objectivo de „ocultar os compartimentos menos nobres das edificações”.

2.3 Desenhos de Cobogós

O desenho dos cobogós tem evoluído ao longo do tempo. Começou , como já foi descrito, com uma simples grelha com 8x8 vazamentos (Figura 4), mas rapidamente os desenhos e padrões se tornaram mais complexos à medida que o seu uso se tornava mais disseminado. Esta variedade pode ser atribuída à caracterização do cobogó, como um elemento de embelezamento que não é sujeito a cargas estruturais e que pode, por isso, ser desenhado com poucas restrições, permitindo a grande variedade de designs e padrões que continuam a surgir na arquitetura contemporânea.

Os arquitetos modernistas da altura, como Lúcio Costa e Oscar Niemeyer, apropriaram-se destes elementos e desenvolveram „novas linguagens com o uso de cores nos elementos vazados” tornando o cobogó num elemento característico da arquitetura moderna brasileira, que, pela sua tangibilidade e presença visual, contrasta vivamente quando comparado à imaterialidade tão procurada na arquitetura contemporânea.

„Por outro lado, nada mais contrastante em relação à imaterialidade da arquitetura contemporânea, exemplificada nas peles de vidro de Jean Nouvel, do que a presença tátil e cromática dessa cerâmica recortada e multiplicada.” (WISNIK, 2001; Araújo, 2010)

Alguns exemplos mais emblemáticos da utilização desta solução na arquitetura brasileira são:

Conjunto Residencial Prefeito Mendes de Moraes (Pedregulho) em 1947, / Affonso Eduardo Reidy, que utiliza o cobogó para proteger as galerias públicas de acesso às habitações;

Parque Eduardo Guinle em 1954 / Lucio Costa, que possui a maior variedade de designs e faz uso do cobogó também em espaços interiores do edifício;

Pavilhão de Nova York em 1939 / Lucio Costa e Oscar Niemeyer, uma aplicação fora do Brasil com um cobogó mais profundo, adequado neste caso ao ângulo do sol numa latitude superior.



126



Fig. 6,7 e 8 Conjunto Residencial Prefeito Mendes de Moraes (1947) / Affonso Eduardo Reidy



127

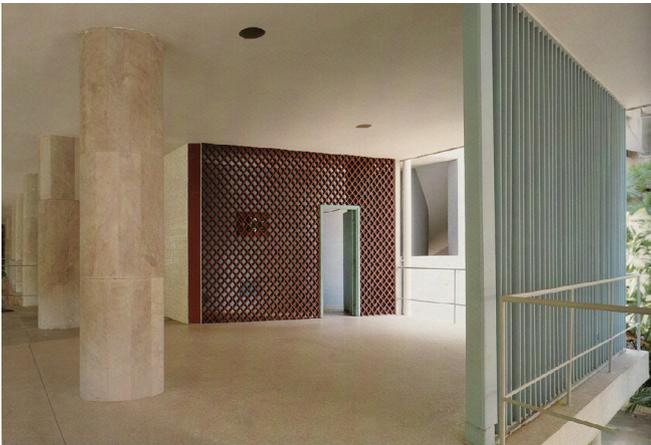


Fig. 9, 10 e 11 Parque Eduardo Guinle (1954) / Lúcio Costa



Fig. 12 e 13 Pavilhão de Nova York (1939) / Lúcio Costa e Oscar Niemeyer

Alguns exemplos mais recentes da utilização do cobogó na arquitectura contemporânea brasileira incluem:

Casa Cobogó / Marcio Kogan em 2011, com um cobogó de desenho mais complexo, conseguido através de painéis modulares, ao invés do padrão normal;

Casa B+B / Studio mk27+ Galeria Arquitetos em 2014, com um cobogó de vidro;

FDE - Escola Várzea Paulista / FGMF, em 2008.

Fora do Brasil, podem referir-se:

Los Limoneros / Gus Wüstemann em 2014, uma habitação particular em Espanha;

La Tallera / Frida Escobedo em 2010, um museu no México



Fig. 14 e 15 Casa Cobogó (2011) / Marcio Kogan

130

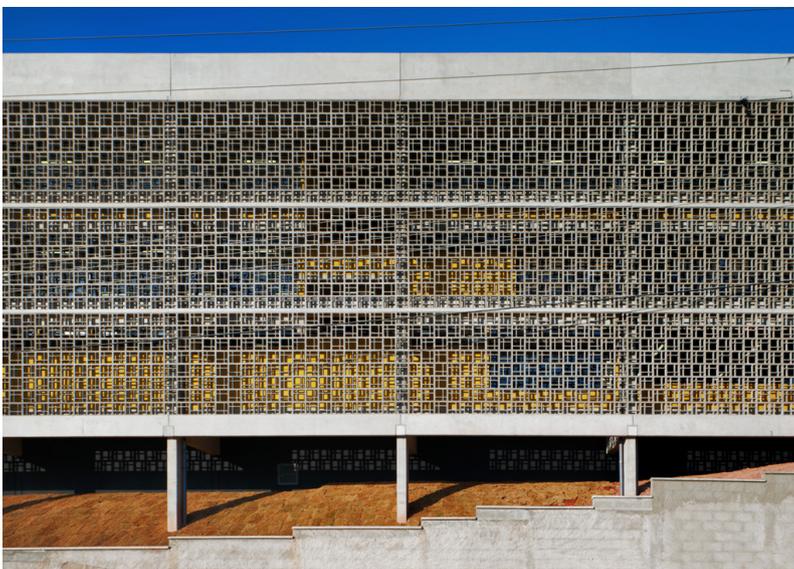


Fig. 16 FDE - Escola Várzea Paulista (2008) / FGMF



Fig. 17 Casa B+B (2014) / Studio mk27+ Galeria Arquitetos



Fig. 18 Los Limoneros (2014) / Gus Wüstemann

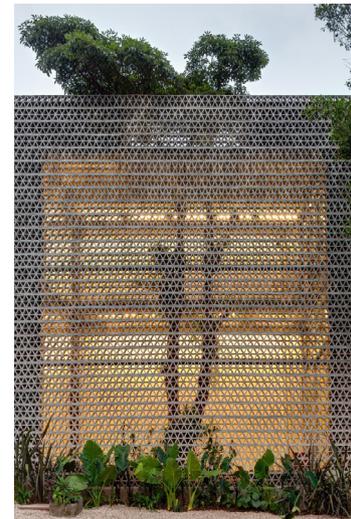
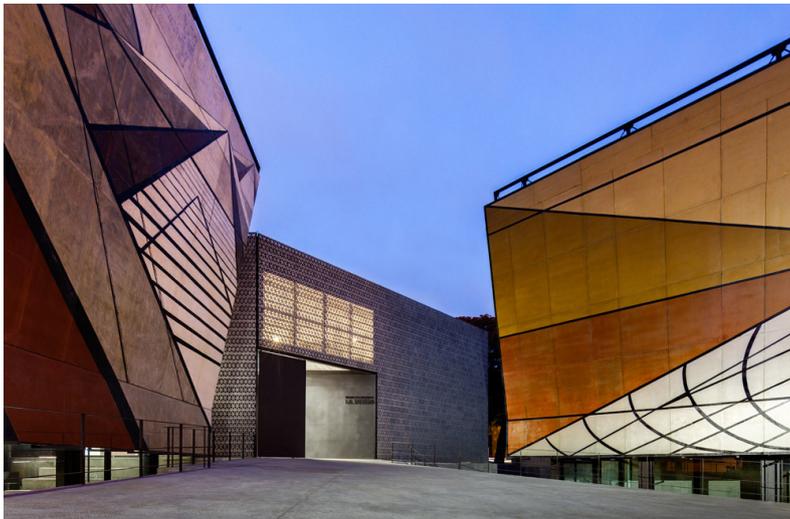


Fig. 19 e 20 La Tallera (2010) / Frida Escobedo

3 Microbetão de Alto Desempenho

O microbetão de alto desempenho é um tipo de betão que se inclui na categoria de betões estruturais e nasce na união entre um sistema de armadura que permite peças muito delgadas e matrizes cimentícias de alto desempenho que garantem uma maior durabilidade e resistência da peça. O desenvolvimento deste tipo de materiais, com capacidades de resistência superiores e maior durabilidade, começou para satisfazer a necessidade de betões estruturais mais resistentes, que pudessem substituir o aço na construção de arranha-céus e outras grandes construções. O MBAD é um recente avanço, no sentido da “substituição da quantidade pela qualidade”, como diz Paulo E. F. de Campos, que torna possível peças muito finas, sendo por isso ideal para a produção estruturas laminares, e neste trabalho tentou-se aproveitar esta aptidão na produção de um novo sistema de cobogó.

3.1 Perspectiva Histórica

Evolução dos betões de elevada resistência

Até meados dos anos 60 do século XX, a tecnologia do betão tinha atingido um patamar em que o material, tipicamente, não excedia resistências à compressão de 15 a 20 MPa. Esta limitação significava que, em arranha-céus, só se utilizava o material na construção de pavimentos, fundações ou como proteção para os elementos de aço estrutural, e não se consideravam outros possíveis usos. Esta situação começou a alterar-se em Chicago, onde produtores de betão começaram a desenvolver novas misturas com o intuito de melhorar a resistência do material.

„The conventional wisdom at that time was that concrete was only good for use in high-rise buildings for foundations and the construction of floors or to protect structural steel elements against fire. However, as in all fields of human endeavour, there are always a few individuals who are not frightened by traditional taboos and are willing to innovate” (Aitcin, 1998).

Para ultrapassar a barreira do senso comum da altura, e mostrar os avanços que os novos métodos representavam, os produtores de betão propunham aplicação de betões experimentais em alguns elementos estruturais de edifícios a construir, conseguindo assim experimentar e divulgar os novos limites do betão.

„Whenever a high-rise building was being planned, the concrete producer asked the permission of the owner to include (at no extra cost, of course) one or two columns made from experimental concretes having compressive strengths 10 to 15 MPa above those the designer had already selected for the main columns.”(Aitcin, 1998)

Esta maneira de testar novas misturas levou a um grande aumento da resistência média do betão utilizado, em relativamente pouco tempo. As principais mudanças que se fizeram ao processo de fabricação foram a introdução de um maior controlo de qualidade dos agregados utilizados, assim como a utilização de agregados mais finos e uma diminuição da percentagem de água na mistura.

Durante o desenvolvimento destas novas misturas, começou a perceber-se a relação e a importância que a quantidade de água usada na mistura tinha na resistência final do betão.

Nos finais dos anos 60 e início dos anos 70, a investigação e desenvolvimento do betão concentrou-se neste aspeto, tentando descobrir até onde seria possível chegar com a redução da quantidade de água usada. No entanto, a redução da quantidade de água na mistura do betão provoca efeitos secundários tais como a redução de trabalhabilidade da mistura e dificuldade de colocação nos moldes, entre outros. Para combater este efeito indesejado, introduziram-se os redutores de água à base de lignosulfatos, um género de aditivo que funciona atrasando, a nível molecular, a ligação entre partículas, garantindo maior fluidez, mantendo a trabalhabilidade por mais tempo.

Estes novos componentes tornaram possível a redução do rácio de água/ligante do intervalo comum na altura, de 0,6 a 0,4 para 0,4 a 0,3, e permitiram atingir resistências de 60 MPa a 28 dias, numa altura em que o betão normal atingia apenas 15 a 25 MPa. No entanto, uma preponderância cada vez maior de redutores na mistura resulta, por sua vez, em efeitos secundários negativos, como resultados piores no teste do Cone de Abrams (trabalhabilidade demasiado fluída), a criação de bolhas de ar na mistura e uma diminuição dos valores de resistência inicial, que obrigam a um maior tempo de cura impedindo o progresso da obra.

Tornou-se claro, nesta altura, que seria necessário encontrar um novo material que permitisse contrariar os efeitos secundários dos redutores de água, mantendo os benefícios e que facilitasse o contínuo desenvolvimento de novas e melhores misturas, continuando a aumentar a resistência à compressão do material, tanto nos primeiros dias como a longo prazo, sem sacrificar a trabalhabilidade e a facilidade de moldagem.

No fim dos anos 60, quase simultaneamente no Japão e na Alemanha, começam a ser utilizados, como aditivos, elementos superplastificantes, que agem como redutores de água. Mas a grande vantagem destes elementos é a sua variedade de composições químicas, que permite reações diferentes com os outros elementos da mistura, criando matrizes cimentícias diferentes, que se adaptam a situações específicas da construção. Torna-se possível obter outras vantagens ou características, em que o betão passa a ter desempenhos superiores ao normal.

Antes dos superplastificantes, o betão de elevada resistência conseguia ter resultados superiores ao betão normal em questões de durabilidade, devido à sua matriz menos porosa; tornava-se, no entanto, muito dispendioso especificar este tipo de betão apenas por uma questão de durabilidade (que era ainda uma preocupação secundária). Com o advento dos superplastificantes, tornou-se possível conferir ao betão características de elevada durabilidade específicas para cada ambiente, independentemente da elevada resistência. Surgem assim betões com capacidade de resistir a diversos tipos de agentes, como a água, químicos, cloretos, ciclos de gelo/degelo, entre outros... Passa então a ser necessário alterar a denominação destes novos betões, de betões de elevada resistência para betões de alto desempenho.

Apesar de se ter introduzido a possibilidade de produzir betões de elevado desempenho com diversas características, a resistência à compressão continuou a ser a principal procura no desenvolvimento de betões de elevado desempenho.

Os superplastificantes eram, no entanto, „usados de maneira a nunca reduzir a relação água/ligante abaixo da nova 'barreira psicológica' de 0.3" (Aitcin, 1998), isto até H.H. Bache, em 1981, fazer uma experiência em que, utilizando uma elevada percentagem de superplastificante e pó de silício como substituto de cimento, conseguir um rácio a/l de 0.16 e atingir uma resistência à compressão de 280 MPa. Esta experiência, apesar de feita em laboratório, com materiais especiais e processos de cura muito complicados, serviu para demonstrar a clara relação entre baixo teor de água e resistência, mas também o papel importante que o pó de silício poderia ter nas misturas de betões de alto desempenho.

O pó de silício é um subproduto que surge em processos produtivos à base de sílica. O pó é composto por partículas muito pequenas que tipicamente não excedem 1µm de diâmetro. Quando usadas na mistura de betão em quantidade suficiente, reduzem a porosidade da mistura, preenchendo os espaços entre as partículas de cimento hidratado. Esta maior compactação da matriz permite não só avanços na resistência à compressão, mas também menor porosidade, o que significa maior durabilidade e resistência contra agentes exteriores.

O pó de silício é o avanço recente mais relevante na ciência do betão, e para o microbetão de alto desempenho, por tornar possível um comportamento mais parecido com rocha natural, ao qual se alia a liberdade de formas possíveis, característica do betão.



Fig. 21 Palacete do desporto (1957) / Pier Luigi Nervi

3.2 Precursores do Microbetão de alto desempenho

Breve história do material - Os percursos do MBAD

O microbetão de alto desempenho é a última evolução de um processo que começou em França em 1848, por Joseph-Louis Lambot, com a criação de um novo material, o ferrocimento. Este novo material foi o precursor do betão armado, da argamassa armada moderna e do microbetão de alto desempenho, e caracterizava-se como „uma rede de arames ou barras metálicas cimentadas com cimento hidráulico de maneira a formar vigas e pranchas” (Teixeira, 1994). Apesar de criado por Lambot, o ferrocimento só teve um uso mais disseminado cerca de 100 anos depois, às mãos de Pier Luigi Nervi (1891-1979).

Nervi foi um engenheiro civil italiano que percebeu as possibilidades deste material inovador, que o desenvolveu, e que aperfeiçoou a sua aplicação em diversas obras com resultados espantosos.

Nervi investigou o efeito das armaduras no betão para entender a maneira como o betão armado se deforma consoante a distribuição da armadura pela massa de betão. Percebeu então a relação entre o posicionamento da armadura e as eventuais deformações da peça. A partir deste ponto, começou a estudar qual seria a espessura limite de uma laje se utilizasse um material com uma armadura mais distribuída e dividida, composta de várias malhas de aço mais finas sobrepostas, cobertas com argamassa, fazendo evoluir o ferrocimento. Sendo a espessura diminuta das peças a principal característica associada ao uso do material, a sua utilização em estruturas laminares é especialmente adequada, aplicação que Nervi e Eduardo Torroja na Europa, e Félix Candela no México, popularizaram.

„Pier Luigi Nervi y Eduardo Torroja en Europa, así como Félix Candela en México, anunciaban la “revolución” de las estructuras laminares de concreto armado a través de sus obras, llevando a límites impensables hasta entonces, la combinación de los conceptos de forma estructural y forma arquitectónica.” (Campos, et al., 2013)

O modo diferente de colocação da armadura traduz-se num material mais uniforme, o que tem como resultado uma capacidade de resistência mais homogénea e distribuída pela peça. Característica essa que permite uma maior resistência a deformações sem fissuração da argamassa, mas tem, no entanto, um custo elevado tanto a nível do processo de execução, como no consumo de materiais, com taxas de armadura e cimento na ordem dos 500 kg/m³ e 1000 kg/m³, respectivamente. E foi este custo elevado, numa altura em que a mão-de-obra em Itália começava a ficar mais cara, que impossibilitou uma utilização mais disseminada e comum deste material na Europa .

140 Alguns exemplos de obras que utilizaram e difundiram o uso do ferrocimento pelo mundo são o Palacete dos Desportos (1957), em Itália, por Nervi (Fig.21); o famoso Frontón de Recoletos (1935), em Espanha, de Eduardo Torroja (Fig 22); destruído pelos danos que sofreu durante a guerra; e Los Manantiales (1958), no México, de Felix Candela (Fig 23). Infelizmente o mesmo motivo económico também forçou estes arquitetos e engenheiros a abandonar o material.

O passo seguinte na evolução do material foi a sua importação para o Brasil. No início da década de 60, os professores Frederico Schiel e Dante Martinelli, da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, foram os primeiros difusores do ferrocimento no Brasil.

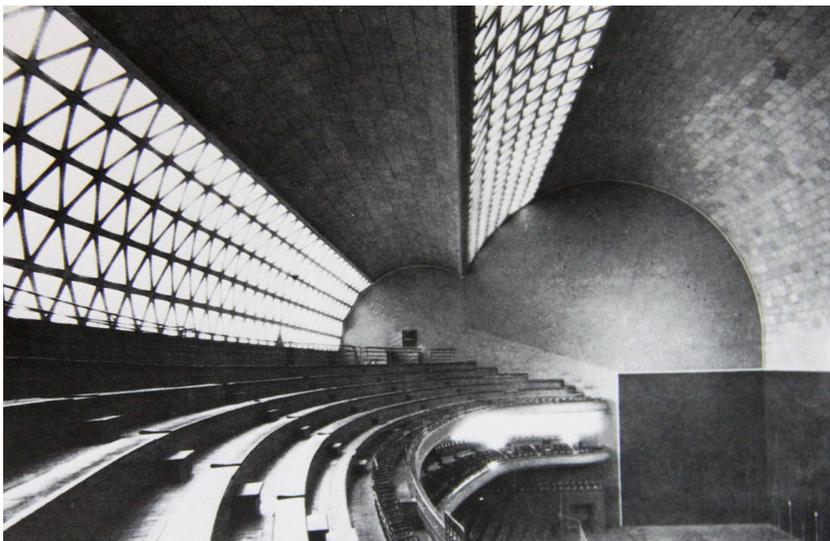


Fig. 22 Frontón de Recoletos (1935) / Eduardo Torroja

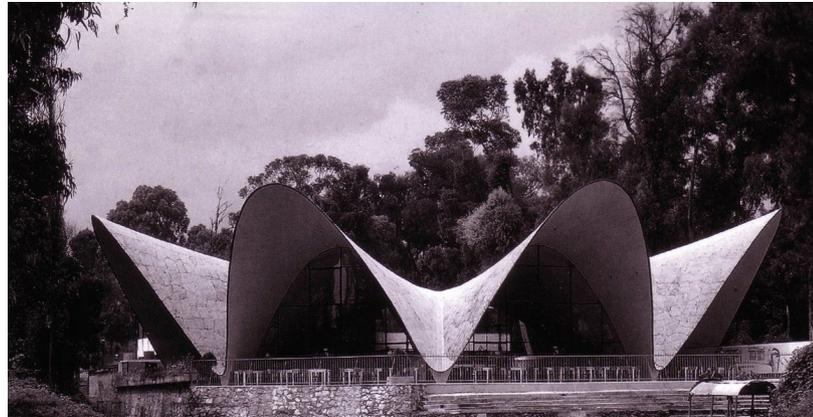


Fig. 23 Los Manantiales (1958) / Félix Candela

Era necessário, contudo, fazer uma adaptação às possibilidades locais, tanto a nível de execução como a nível de custo, começando pela quantidade de material necessário. Foram feitos testes e chegaram a novos valores de taxa de armadura - 250 a 300 kg/m³, e de consumo de cimento - 700 kg/m³, ao invés dos originais valores de 500 kg/m³ e 1000 kg/m³, respectivamente, tornando o material mais viável economicamente viável. Esta redução de material implica, no entanto, uma redução na qualidade final tendo como consequência a formação de fissuras por deformações na ordem de 1/1000.

Estas alterações feitas às proporções do material, e as mudanças que provocam nas características finais do material, são suficientemente significativas para se justificar a mudança de nome para argamassa armada, embora se considere que o material continua a pertencer à família de betões estruturais.

„Nesta “família” a argamassa armada pode ser diferenciada do concreto armado por algumas particularidades: pequenas espessuras das peças (máxima espessura convencional de 40mm); pequenos valores de cobrimento da armadura (4 a 6mm); qualidade da argamassa (máximo factor água/cimento de 0.45 e dimensão máxima do agregado, em geral, de 4.8mm); emprego de telas de aço soldadas, tecidas ou de metal expandido, com aberturas limitadas; e controle de execução mais rigoroso, principalmente com relação às espessuras e cobrimentos.” (Teixeira, 1994)

3.3 Influência do arquitecto João Filgueiras Lima (Lelé)

Como argamassa armada, o material tem uma ressurgência de popularidade, sobretudo através do trabalho do arquitecto João Filgueiras „Lelé” Lima, que procurou explorar as capacidades de pré-fabricação da arquitectura em geral, e do material em particular.

Lelé interessou-se pelos métodos de pré-fabricação quando ainda era estudante na Universidade do Brasil (UnB), e foi convidado a participar no processo de construção de Brasília. O seu papel principal no processo foi desenhar e construir habitações para os mais de 2000 operários que chegavam de todas as partes, num contexto em que a necessidade de rapidez obrigava a recorrer à pré-fabricação. Neste processo, Lelé aprendeu a lidar com condicionantes como o fornecimento dos materiais, visto que todos os materiais vinham de longe, por vezes de avião. Algumas peças foram projectadas para virem já prontas para montagem, considerando a necessidade de „industrialização” da obra, principalmente por razões de logística, mas também por razões económicas.

Em 1962, a universidade convidou Lelé a integrar o Centro de Planeamento da UnB, e patrocinou uma viagem ao leste europeu, para que Lelé pudesse conhecer e estudar os métodos e sistemas construtivos industrializados que surgiram, entre outras, da necessidade de grandes quantidades de habitações no pós-guerra. Todas estas experiências foram importantes formações, que mais tarde foi capaz de aplicar na sua arquitectura e na sua utilização das peças de argamassa armada pré-fabricada.

Fábricas de pré-fabricação de peças de argamassa armada

Em 1979, o prefeito da cidade de Salvador, Mário Kertész, criou a RENURB (Companhia de Renovação Urbana de Salvador), uma companhia de renovação urbana que tinha como objetivo inicial concretizar o projeto de transportes urbanos de Salvador. A iniciativa reuniu Lelé com alguns engenheiros e profissionais com que já tinha trabalhado em Brasília, e talvez o mais importante, engenheiros do Grupo de São Carlos, o que permitiu a exploração de possibilidades com o material, novas formas e métodos de produção.

Começaram por produzir abrigos para paragens de autocarro simples, que foram também adaptados para servirem outros tipos de programa como estações de polícia, postos de transbordo de transporte intermodais, bancas de jornaleros.

Neste ponto, a iniciativa da RENURB concentrou-se na reabilitação de saneamento básico da cidade, em especial nas favelas que se localizavam nas colinas inclinadas, e vales com problemas de drenagem causados pelo aumento de população e a ocupação desregulada de terrenos. O projeto procurou resolver estes problemas utilizando peças pré-fabricadas para canais de drenagem, escadas e contenções do terreno. As dificuldades de acesso às colinas inclinadas, associadas ao facto de se tratar de uma favela, pediam componentes leves, fáceis de manejar e transportar, mas que fossem resistentes e duráveis, e por natureza do seu desenho fossem fáceis de instalar, sendo possível utilizar mão-de-obra pouco qualificada. (Fig 24 e 25)

Foram construídos canais de drenagem principal com peças simples que se encaixavam no local e eram unidas apenas com uma viga moldada no local; drenagens secundárias sob escadas, caminhos e contenções de terreno nas encostas completavam o sistema desaguando no canal principal. (Fig 26, 27 e 28)

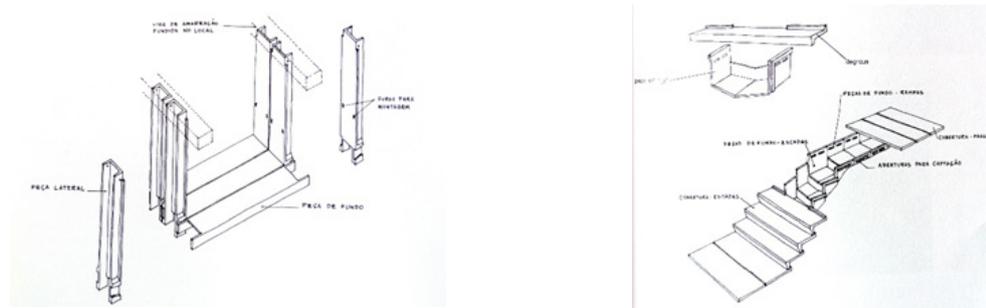


Fig. 24 e 25 Esquissos do sistema do canais de drenagem



Fig. 26 Fabricação das peças na fábrica



Fig. 27 Canal principal de escoamento

A iniciativa da RENURB foi interrompida em 1981 aquando da demissão do prefeito Mário Kertész, voltando na forma de FAEC em 1986, quando o prefeito é reeleito.

Os sucessivos trabalhos com o material foram aumentando em complexidade e variedade de peças necessárias, em que cada experiência informava a seguinte. Distinguem-se cinco outras fases após a RENURB: Abadiânia (1982-84) menos de 20 peças, Fábrica de Escolas do Rio de Janeiro (1984-86) cerca de 50 peças, Fábrica de Equipamentos Comunitários de Salvador (FAEC), com mais de 100 peças (1985-89) e nos Centros Integrados de Ensino (CIAC) mais de 200 peças (1990) e por fim, a iniciativa dos Centro de Tecnologia Rede Sarah (CTRS) que começou 1991, e dura até aos dias de hoje. O aumento de complexidade e a necessidade de flexibilidade nos projetos por questões de tipologia de implantação no terreno, geografia e clima foram motivando o desenvolvimento de novas soluções e de peças distintas, ao longo de cada fase.



Fig. 28 Peças de contenção

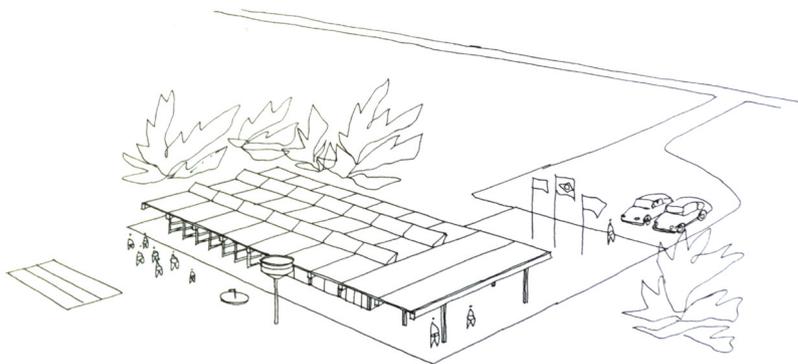


Fig. 29 Esquisso de Escola para 50 alunos

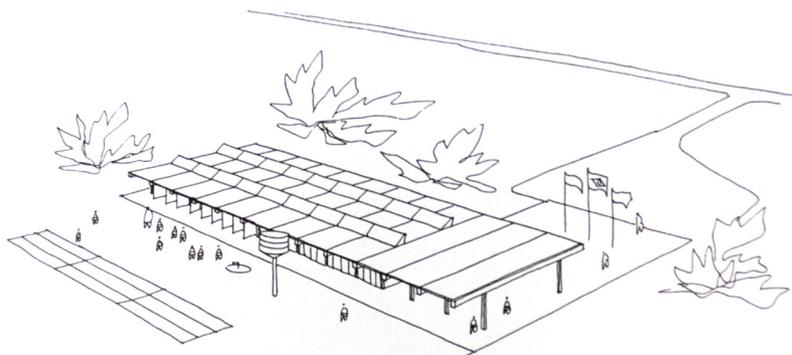


Fig. 30 Esquisso de Escola para 70 alunos

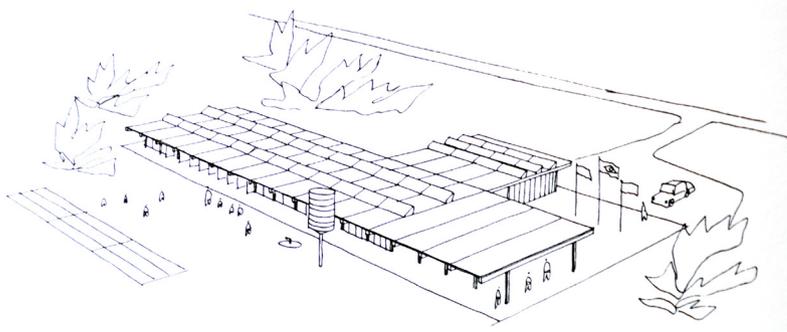


Fig. 31 Esquisso de Escola para 120 alunos com Posto de Saúde

Durante o tempo que passou na RENURB, Lelé fez vários contatos com investigadores da EESC-USP e aprendeu a dominar a argamassa armada. Foi este contacto que lhe deu os conhecimentos e o entendimento do material que permitiram desenvolver, em Abadiânia, soluções para pequenas pontes de betão, entre terrenos agrícolas muito irrigados, e escolas transitórias extensíveis e desmontáveis com industrialização simples.

O projeto das escolas transitórias nasce da necessidade de um município pequeno, muito voltado para a produção agrícola, conseguir manter uma rede de ensino básico acessível com várias escolas mais pequenas, que não necessitassem de grandes investimentos, e que podiam ser desmontadas e montadas de acordo com a migração do trabalho agrícola. (Fig. 29, 30 e 31)

Estas condicionantes motivam o uso da pré-fabricação e da utilização de soluções tipológicas básicas, que permitam grande variabilidade de espaços, rapidez de construção e que não necessitem de mão-de-obra especializada. Nesse sentido foram utilizados materiais industrializados e um desenho que possibilita a expansão futura. Surge então o projeto de uma escola, com uma orientação N-S em que as divisórias entre espaços são feitas com os quadros de giz, possibilitando o rearranjo das salas consoante a necessidade do momento. (Fig.32)



Fig. 32 Escola em Abadiânia



Fig. 33 Casa da Criança Engenho da Rainha

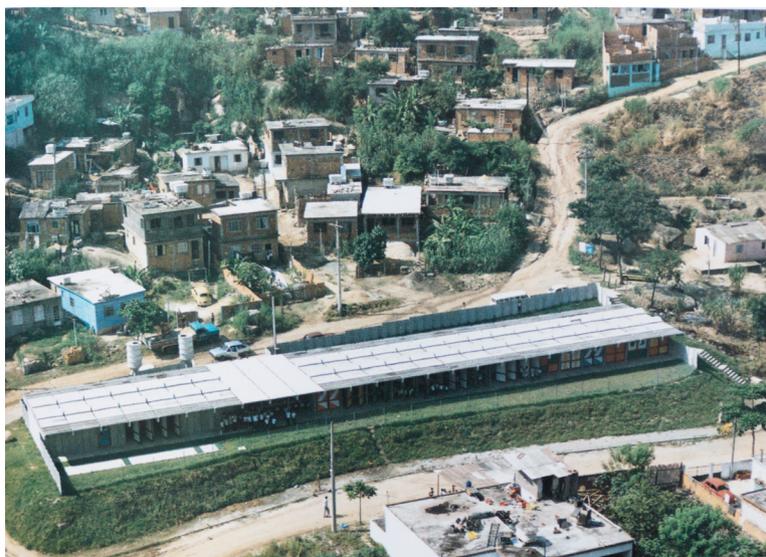


Fig. 34 Escola isolada Rua Camitar

Depois desta experiência bem-sucedida, Lelé tentou difundir o novo material e respetivo meio de produção pelo estado de Goiás, através da criação de cinco pequenas fábricas de pré-produção que dariam resposta à necessidade de escolas de todo o estado, mas, por falta de apoio político após as eleições de 1984, não lhe foi possível continuar este projeto em Goiás. No entanto, as eleições no Rio de Janeiro foram mais favoráveis e surgiu a oportunidade de coordenar uma nova Fábrica de Equipamentos Comunitários no Rio de Janeiro, que lhe permitiu continuar a desenvolver esta visão.

A experiência adquirida em Goiás foi levada para a Fábrica de Escolas do Rio de Janeiro, onde Lelé desenvolveu e continuou a expandir o leque de peças pré-fabricadas utilizadas, e participou na construção mais de 200 escolas em dois anos, desde 1984 até às eleições de 1986, altura em que a iniciativa foi terminada. (Fig. 33, 34 e 35)

149



Fig. 35 Casa da Criança em Acari

http://paginas.fe.up.pt/~fca/teoria/ergonomia/ergonomia.htm

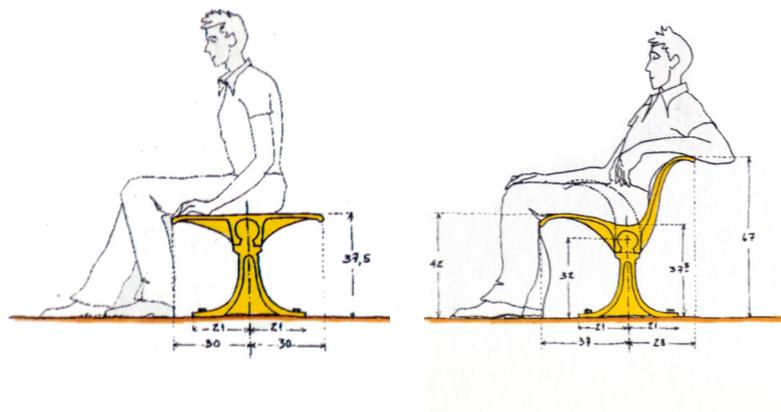


Fig. 36 Desenhos de Banco Simples e com Banco Encosto



Fig. 37 Passagens aéreas

Como já foi referido, Mário Kertész voltou a assumir a prefeitura de Salvador e cria a FAEC - Fábrica de Equipamentos Comunitários, que Lelé chefia entre 1986 e 1989. Esta foi a „experiência mais frutífera de todas, não só pelos benefícios que proporcionou à população da cidade, mas também pelas pesquisas tecnológicas que serviram de base para as experiências subsequentes dos CIACs e sobretudo para as do CTRS” (Ferraz, 2000).

Em Salvador, a fábrica tinha, além da parte de produção industrial, um escritório de projectos que permitiu a Lelé trabalhar a cidade como um todo, e responder a vários problemas urbanos, tanto de circulação pedonal, com passagens aéreas, como embelezamento paisagístico, canteiros e bancos de argamassa armada; no campo das escolas, foi possível testar outras organizações tipológicas mais complexas, com vários andares e mais programa. (Fig. 36, 37 e 38)

Esta crescente quantidade dos projectos e complexidade dos programas motivou o aumento e desenvolvimento da própria fábrica que passou a contar com um departamento de metalurgia especializado tanto em moldes metálicos para a argamassa armada, como para a produção de estruturas, tais como as que se vêem nas passarelas pedonais elevadas. Durante este período a fábrica produziu bancos públicos, contenções de jardim, creches e escolas, um centro comunitário, um hospital psiquiátrico, participou na recuperação do centro histórico da cidade, criou as passagens aéreas pedonais, a sede da prefeitura, entre outros projectos.



Fig. 38 Abrigos de Autocarro



Fig. 39 Maqueta dos CIAC's



Fig. 40 1º CIAC

A fase seguinte, dos Centros Integrados de Ensino – CIAC, foi uma iniciativa iniciada pelo então presidente da república Fernando Collor de Mello, que consistia na produção de 5000 centros de ensino distribuídos por todo o país. Para esta iniciativa, muitos dos especialistas que tinham participado no FAEC foram chamados para fazer face à complexidade e à variedade que os projetos teriam de ter para se adaptarem aos vários climas e territórios do país. Foram desenhadas mais de 200 peças para o projeto, e em apenas cinco meses um protótipo foi construído em Brasília. Infelizmente, devido a complicações da esfera política, a iniciativa nunca avançou e limitou-se à „execução de dois protótipos e da elaboração dos projetos, que foram posteriormente modificados, descaracterizando inclusive a concepção básica” (Ferraz, 2000). (Fig. 39 e 40)



Fig. 41 CTRS - Salvador, Bahia

Lelé continuou a trabalhar com a argamassa armada e a utilizar o que tinha aprendido de metalurgia para o que viriam a ser os seus projectos mais reconhecidos, os Hospitais da Rede Sarah Kubitschek através do Centro de Tecnologia Rede Sarah - CTRS. Esta iniciativa consistia na criação de uma rede de hospitais espalhados pelo país, focados em terapia locomotora, e começou com a construção do CTRS em Salvador, sendo a partir daí que seriam projectados e fabricados os vários hospitais da rede nacional. Esta fábrica ainda se encontra em funcionamento, com o objectivo de oferecer manutenção aos hospitais, com produção de peças de substituição para os vários edifícios. (Fig. 41, 42 e 43)

Estes hospitais caracterizam-se pelo facto de „O sistema construtivo estabelecido se [basear] no emprego, em grande escala, de componentes pré-fabricados produzidos fora do canteiro de obras, de modo a permitir uma execução disciplinada rápida. Os principais elementos da estrutura (pilares e vigas) serão metálicos e as lajes de piso pré-fabricadas em argamassa armada. As coberturas, também metálicas, formarão os sheds para iluminação e ventilação zenitais. Uma grande cobertura em arco metálico abriga o hall principal e a espera do ambulatório. No lado correspondente à fachada do edifício é vazada, produzindo sombreamento nos jardins em dois níveis que se integram, respectivamente, às esperas do ambulatório e do R.X.“ (Ferraz, 2000)

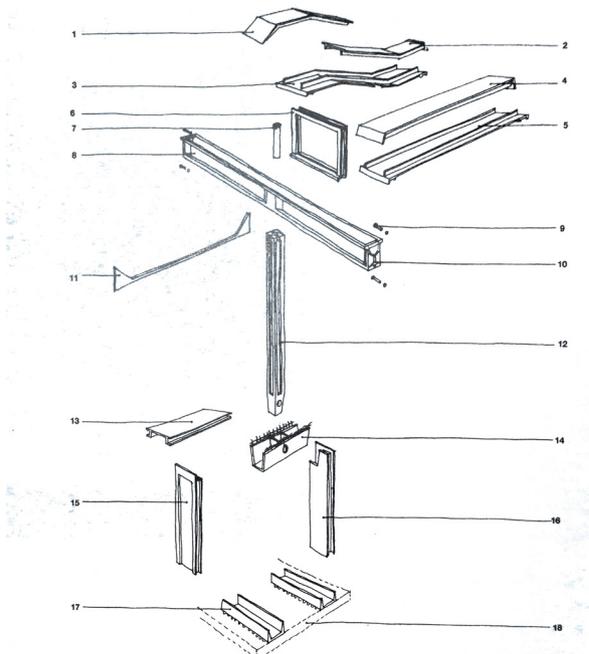


Fig. 42 Estudo para peças dos CTRS

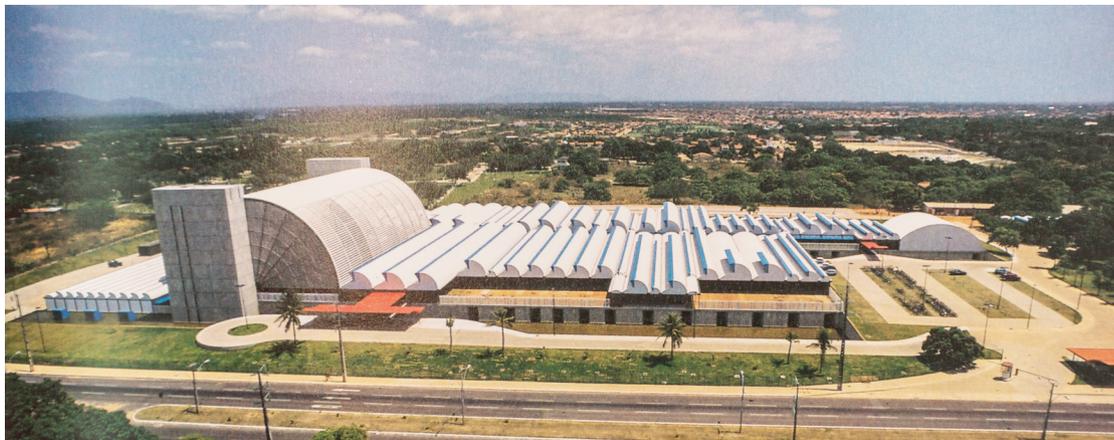


Fig. 43 CTRS - Fortaleza, Ceará

A contínua utilização e desenvolvimento das aplicações da argamassa armada justificou o seu estudo e evolução. Pelo que, em determinado momento, surgiu uma nova iteração do material que substitui a argamassa por betão de alto desempenho, possibilitando a aliança entre o desenho de peças delgadas da argamassa armada e os valores de resistência e durabilidade superiores ao normal, característicos do betão de alto desempenho.

Em 1989 foi publicada no Brasil a norma de „Projeto e Execução de argamassa armada” - NBR-11173, que regula os processos de fabricação de argamassa armada no sector da construção. Um dos principais factores que determinam se o resultado se pode considerar argamassa armada é um fator água/cimento máximo de 0.45. Embora 0.45 fosse o máximo permitido, em fábricas como o Centro de Desenvolvimento de Equipamentos Urbanos e Comunitários da Empresa Municipal de Urbanização de São Paulo-EMURB, utilizava-se um fator médio de 0.42. Esta matriz da argamassa armada foi posteriormente testada por Paulo Eduardo Fonseca de Campos no âmbito da sua tese de doutoramento, e atingiu valores de resistência à compressão de 57 MPa a 28 dias com um fator de água/cimento de 0.413, „podendo ser classificada como um concreto de alto desempenho Classe I (resistência à compressão entre 50 e 75 MPa)” (Campos, 2002) segundo a tabela proposta por Aitcin em 1998. A partir deste ponto, atingir factores de a/c mais baixos deixa de trazer benefícios de resistência à compressão tão relevantes. A grande diferença entre uma matriz de betão comum com factor a/c de 0.413 e uma matriz de betão de alto desempenho com fator a/c de 0.38 passa pela microestrutura completamente distinta, que resulta num comportamento geral da matriz muito diferente, como baixos níveis de permeabilidade que garantem maior resistência a agentes exteriores e permitem maior durabilidade do resultado final.

3.4 Microbetão de Alto Desempenho

156

3.4.1 O que é?

O microbetão de alto desempenho (MBAD) é o nome que se convencionou chamar ao material para o associar mais claramente à categoria dos betões estruturais, e separá-lo das argamassas. As peças de MBAD caracterizam-se pela sua forma laminar, de espessura reduzida, e pelo uso do desenho e da geometria para atingir resistência pela forma. O material utiliza matrizes cimentícias de alto desempenho que funcionam em conjunto com armaduras de malhas de fios finos pouco espaçados, distribuídas e subdivididas com agregados de grão fino e médio.

Caracteriza-se, segundo Paulo E. F. Campos, como um tipo de betão armado, composto de armadura mais matriz cimentícia que tem uma taxa de armadura entre 100 e 200 kg/m³, um comportamento físico e mecânico próximos do betão armado, mas com propriedades particulares de desempenho, e cujo campo principal de aplicação são os elementos delgados pré-fabricados leves.

3.4.2 Características/Propriedades

A principal característica das peças de microbetão de alto desempenho é a sua forma laminar com uma espessura muito diminuta, que varia entre os 20 e 30mm; o atributo „alto desempenho” deve-se à necessária utilização de betões de alto desempenho, para se conseguir atingir padrões elevados de resistência à compressão e durabilidade, assim como assegurar a adequada proteção da armadura subjacente. A granulometria dos agregados na mistura não ultrapassa os 4mm porque seria impossível conciliar a espessura reduzida das peças, e a proteção da armadura integrante, com agregados de maiores dimensões. A armadura utilizada é uma armadura característica que, ao invés da mais comum ‘discreta’, é composta por malhas de fios finos ou fibras de alto desempenho, que garante a resistência homogénea das peças.

3.4.3 Vantagens e Desvantagens

A principal vantagem do microbetão é a redução no uso de material e peso total da estrutura. As peças pré-fabricadas são tão delgadas e leves que se torna possível a montagem manual da estrutura. Apesar da espessura diminuta e leveza do material, quando produzidas com materiais de qualidade, as peças de microbetão conseguem atingir valores de resistência à compressão na ordem dos 110 MPa. A baixa relação água/ligante das matrizes cimentícias utilizadas tem um papel importante nestes resultados, mas serve sobretudo o propósito de aumentar a durabilidade das peças através da redução da permeabilidade da matriz. No caso das estruturas laminares, a geometria da peça e a maneira como distribui as cargas, para conseguir resistência através da forma, é o fator mais importante, e o que permite ao MBAD distinguir-se das aplicações normais de betão.

A principal desvantagem do material é o seu preço, mais elevado quando comparado com o betão comum, o que resulta da necessidade de um maior controlo durante a fabricação e do uso de materiais mais dispendiosos. É especialmente importante garantir a correta aplicação das malhas de armadura nas peças, no sentido de garantir o recobrimento mínimo de 4mm, que protege a armadura da corrosão.

É, no entanto, possível e preferível recorrer à pré-fabricação para reduzir o preço final das peças, tal como fez Lélé com a argamassa armada, com as iniciativas fabris que realizou durante a sua carreira. A facilidade e rapidez na montagem das peças, pelo seu peso reduzido, é também um fator a ter em consideração e que ajuda a poupar em custos de obra, nomeadamente pela possibilidade de utilização de mão-de-obra não especializada. Recorrer à produção pré-fabricada de peças ajuda a garantir a correta fabricação das peças, garantindo a correta espessura do recobrimento da armadura e os processos de cura necessários para o material sendo, por isso, o método preferível de produção de microbetão de alto desempenho.

4. Aplicação de Cobogó em MBAD

158

Para esta proposta de cobogó, foi importante definir algumas intenções principais que se deveria atingir para o sucesso da proposta, nomeadamente, a leveza do sistema, de maneira a permitir, além da aplicação em novas construções, a aplicação em estruturas em funcionamento. A modularidade do sistema, foi também uma consideração importante, de forma a possibilitar duas aplicações distintas: verticalmente, como o sistema de cobogó comum, mas como segunda fachada; horizontalmente, como possível cobertura.

4.1 Desenho do Cobogó

O desenho do cobogó desenvolveu-se ao longo de vários passos de modelação sobre uma forma inicial, até chegar à sua forma final. O processo partiu da forma mais usual de sistemas de cobogós, um padrão de células quadrangulares, evoluindo até um desenho mais baseado no sistema de treliças com variações de profundidade, reinterpretando os muxarabis e gelosias que são a base dos cobogós, pensado como um painel modular. Assim, a partir de uma base geometricamente simples, foram sendo feitos passos também eles simples, que foram modificando a peça final até se atingir um desenho complexo com variações de espessura, dimensão e dinamismo. Começou-se, com um sistema de cobogós comum, composto por uma grelha de quadrados que formam um padrão, o sistema mais normalizado e semelhante aos cobogós brasileiros.

O primeiro passo de modificação foi reduzir a espessura das peças, especificando o MBAD como material; isto permite desenhar peças muito delgadas, mas torna necessária a introdução de um sistema estrutural composto por uma sucessão de suportes verticais (Fig. 44).

A segunda variação simples alterou a forma do padrão, rodando os elementos quadrangulares e alongando-os para continuarem apoiados na estrutura, formando um novo padrão de losangos. Desta forma, cria-se um jogo de luz diferente do cobogó usual, permitindo ainda a maior aproximação ao desenho, composto por treliças de madeira, dos muxarabis e gelosias (Fig. 45).

No passo seguinte, quebra-se a monotonia do padrão através da subtração de alguns elementos de sombreamento, introduzindo uma variedade ao módulo que permite maior visibilidade do interior para fora, tornando o módulo menos constante e previsível (Fig. 46).

Num novo processo, responde-se à redução de espessura das peças, uma vez que o sistema comum depende da sua profundidade para travar a luz solar, com variações de profundidade no afastamento dos elementos verticais entre si.

As peças de sombreamento, ligadas à estrutura que as suporta, unem estes dois planos paralelos, que a peça define, adicionando um maior dinamismo no módulo, que modifica o jogo de luz resultante, o torna mais eficaz. Este acrescento de profundidade ao módulo adequa o cobogó para uso em latitudes maiores, em que o sol atinge ângulos de incidência mais baixos em relação às latitudes tropicais (Fig. 47).

Obteve-se, assim, um design enraizado na tradição dos muxarabis e gelosias originais, tanto pela forma como pela espessura, adequado a latitudes maiores, e possível através da utilização do microbetão de alto desempenho.

160

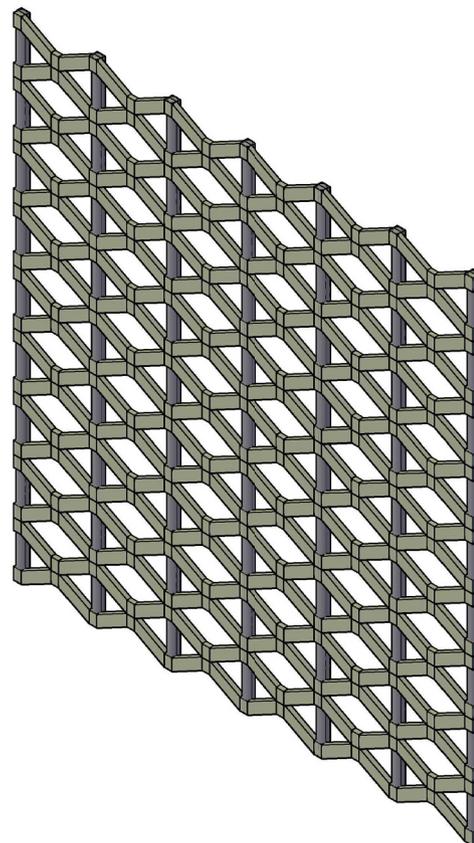
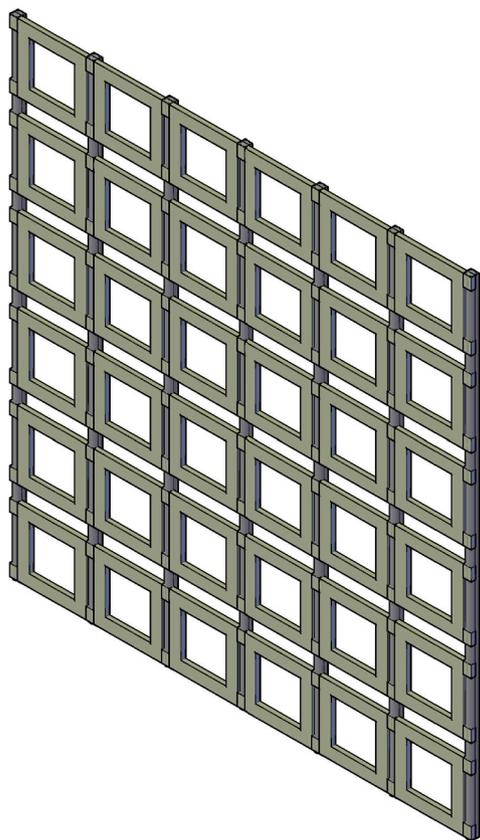


Fig. 44 e 45 Versão 1 e Versão 2

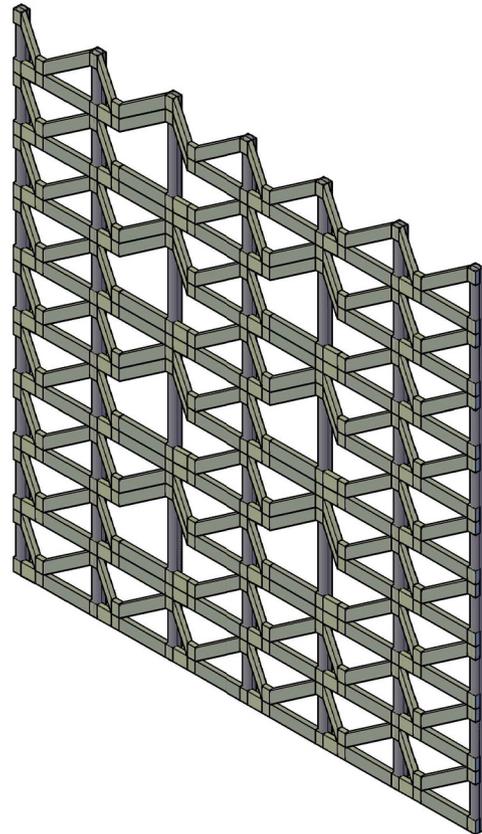
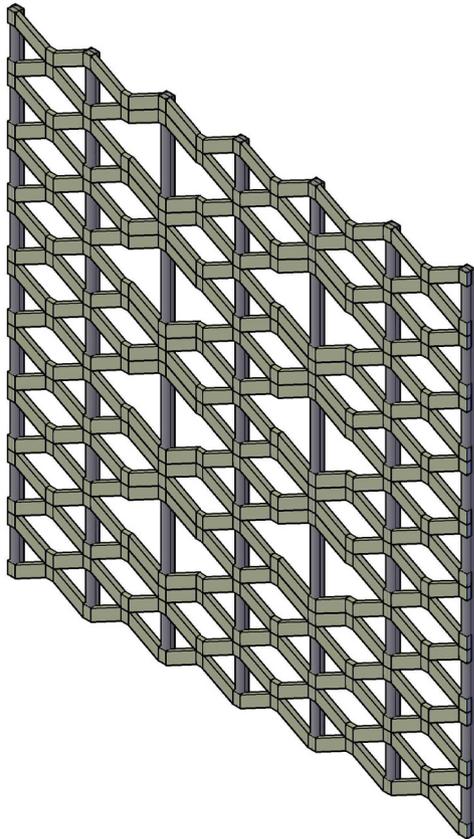
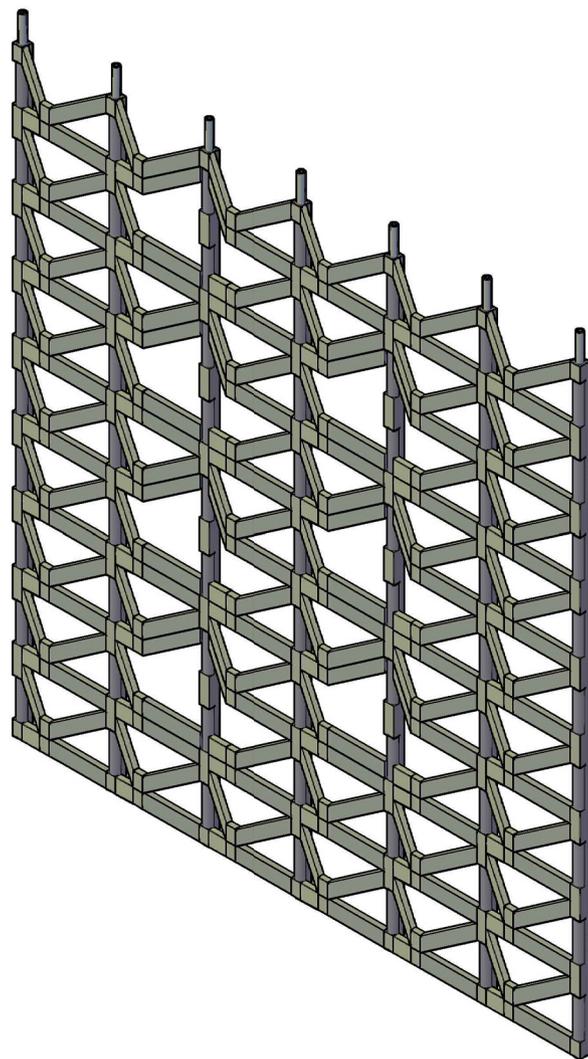


Fig. 46 e 47 Versão 3 e Versão 4



162

Fig. 48 Versão 5

Componentes do Sistema e Aplicação

Os elementos de sombreamento são losangos compostos por quatro peças simples paralelepípedicas às quais foram aplicadas torções para criar profundidade. Cada peça tem uma espessura de apenas 30 mm (como é característico das peças de MBAD) e liga-se aos elementos verticais do módulo tornando-o uma peça única.

Os elementos de suporte da peça são o elo de ligação com a estrutura principal do edifício, onde é suspenso o cobogó. Foram idealizados como pilares de secção quadrada de 100 mm de lado, que são cofrados com um tubo de aço cónico no interior, num sistema de cofragem perdida. Este sistema de tubos de aço serve uma função durante a montagem do módulo em obra: sendo tubos, permitem a passagem de cabos de aço pelos elementos de suporte, distribuindo as cargas, e garante a movimentação da peça como um todo, garantindo mais estabilidade na montagem e reduzindo o risco de fratura do módulo.

Os tubos de aço podem, no caso de uma montagem horizontal do cobogó, servir como sistema de alinhamento de vários módulos em série: os tubos de aço são instalados com 300mm de comprimento adicional no seu extremo mais fino, e sobressaem do módulo (Fig. 48), permitir o correto posicionamento dos vários módulos (Fig. 49).

Com a sua forma dinâmica e espessura delgada, este sistema de cobogó não é aplicado como o sistema comum, devendo ser visto como uma segunda fachada. A sua forma dinâmica e espessura diminuta tornam-no menos adequado para o sistema comum, e mais adaptado a ser uma segunda pele do edifício. Uma vantagem deste sistema, em comparação com o sistema comum (no qual os elementos do cobogó constroem a própria fachada), é a possibilidade de se poder aplicar posteriormente à construção do edifício.

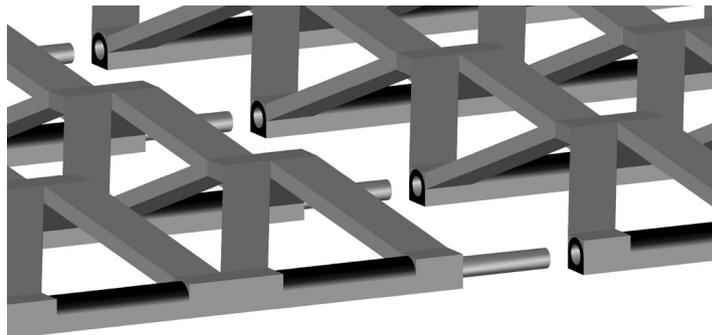


Fig. 49 Sistema de encaixe em série



Fig. 50 Render do Cobogó

4.2 Utilização na Componente Prática – projeto de Sines

A utilização do cobogó no projeto prático de PFA foi um passo importante, que permitiu perceber problemas que surgem na fase de conceção e adaptação a um exemplo concreto, ajudando a encontrar soluções mais bem conseguidas, tanto para o projeto como para o cobogó.

O projeto prático de PFA, na vertente individual, consistiu em desenvolver novas instalações para a Escola Tecnológica do Litoral Alentejano – ETLA, localizada atualmente na Zona Industrial Logística da Repsol (ZIL-Norte), em Sines, Portugal, mudando-a para o terreno vizinho da Escola Secundária Poeta Al Berto e Jardim de Infância N°3, fechando um quarteirão dedicado à educação, no início de um novo bairro da cidade. Foram desenvolvidas duas maneiras de aplicar o mesmo módulo, vertical e horizontal, e duas aplicações correspondentes no projeto, verticalmente sobre as fachadas da ETLA, e horizontalmente sobre um caminho que passa a unir as duas escolas.

4.2.1 Aplicação do cobogó no edifício da ETLA

Neste primeiro caso, o cobogó foi aplicado sobreposto às fachadas, oferecendo sombreamento aos vãos e aberturas, ao mesmo tempo que cria um efeito visual marcante que envolve o edifício da escola.

Difere da aplicação normal do elemento vazado no sentido em que se fixa como uma segunda fachada, afastada da principal, e não permite a ventilação constante dos espaços interiores, algo que não seria adequado, tendo em conta a meteorologia de Sines. O principal objetivo do cobogó aqui é controlar a incidência de luz solar nas fachadas, objetivo que se atinge pela forma do módulo, com relevância especial para as variações de profundidade que permitem o mais eficaz sombreamento da fachada. No caso da fachada norte, a menos atingida pelos raios solares, o cobogó é fixado mais perto da fachada para minimizar o seu efeito de sombreamento, mantendo o efeito visual.

A estrutura que suporta o módulo é composta por duas vigas de aço de perfil quadrangular, paralelas ao cobogó, que se ligam aos apoios verticais do módulo ao nível das lajes do primeiro piso e cobertura, e distribuem o peso das peças para a estrutura principal do edifício, através de uma série de vigas perpendiculares ao cobogó, que são suportadas pelas lajes do edifício. Para conseguir a estabilidade da peça, as ligações à estrutura principal são colocadas a cada 3,5 metros, para compensar a posição delicada, com um afastamento da fachada e maior exposição ao vento, em que o módulo é aplicado. (Fig. 51)

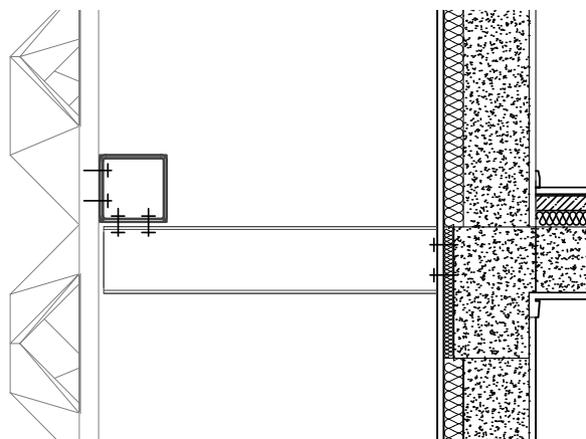


Fig. 51 Corte Construtivo



Fig. 52 Abrigos de Autocarro de Lele



Fig. 53 Caminho Coberto pelo Cobogó

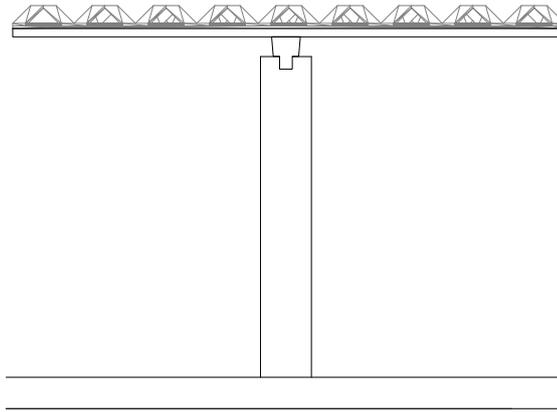


Fig. 54 Corte Construtivo da aplicação horizontal

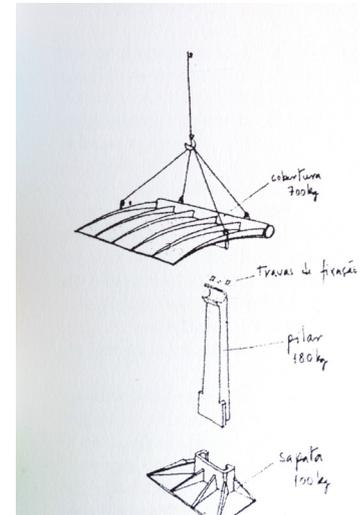


Fig. 55 Esquiso dos Abrigos de Autocarro

4.2.2 Aplicação do cobogó no caminho coberto entre escolas

Tendo em conta a proximidade das duas escolas, a Escola Secundária Poeta Al Berto e a nova ETLA, e estando a partilha dos campos de jogos existentes prevista desde o início do projeto, a criação de uma ligação, que fosse marcada fisicamente no terreno, tornou-se desde cedo uma necessidade. (Fig. 53)

Assim, a ligação entre escolas é feita através de um corredor coberto, sombreado pelo módulo do cobogó, aplicado horizontalmente. O módulo é, neste caso, suportado por pilares ao centro do caminho e utiliza um esquema de montagem idealizado por Lelé para os abrigos de autocarro para o Rio de Janeiro. (Fig. 52 e 55)

A estrutura de apoio consiste, neste caso, num pilar central que suporta uma viga paralela ao eixo do caminho, à qual se ligam várias vigas secundárias perpendiculares à principal, nas quais se apoia e fixa o módulo do cobogó. Em conjunto, os elementos de ligação e alinhamento inerentes ao módulo (Fig. 54), tornam possível o desenho de um caminho sombreado característico que une as duas escolas.

5 Conclusão

O desenvolvimento de estratégias passivas na arquitetura contemporânea, e do futuro, são uma grande mais valia de um projeto, principalmente pelas poupanças que permitem a longo prazo em gastos de consumo elétrico na climatização e iluminação. A utilização de elementos de sombreamento, como os cobogós, em edifícios localizados em territórios com uma grande incidência de luz solar, como Portugal, são por isso, uma alternativa viável e um importante passo para a redução do consumo de energia sem diminuir o conforto interior dos espaços.

Aliando a estas soluções métodos de construção apoiados na pré-fabricação, é também possível atingir, a curto prazo, uma redução na utilização de materiais e de custos de obra. Utilizando processos de fabrico industrializados e materiais mais leves, é possível reduzir tempos de construção sem sacrificar a qualidade final do produto. A inovação, no campo dos materiais de construção, como o microbetão de alto desempenho, é também um caminho que deve continuar a ser explorado. Os avanços na área da construção são um processo lento, mas as possibilidades potenciadas por novas tecnologias, que constituem desafios à criatividade de todos os profissionais do campo, trazem vantagens claras sobre os métodos atuais.

Neste trabalho, procuraram-se novas aplicações para este material assim como a inovação em elementos arquitetónicos já largamente utilizados, para criar algo novo. O MBAD é um material característico pela união entre a leveza e a elevada resistência, tornando-o muito versátil e um par perfeito para a utilização num sistema de cobogó suspenso sobre a fachada. Sistemas pré-fabricação são os mais adequados à sua produção e, como mostrou Lelé ao longo da sua carreira, isso não constitui um entrave à criatividade do arquiteto, sendo possível uma enorme quantidade de soluções para os problemas característicos da profissão.

No futuro, devem continuar a ser estudadas maneiras de adaptar soluções antigas, já testadas com novos materiais e métodos de produção, assim como devem ser exploradas novas maneiras de solucionar problemas idealizando de raiz com o microbetão de alto desempenho ou as suas evoluções.

6 Referências Bibliográficas

- Aitcin, P. C. (1998). High Performance Concrete. Londres: E & FN Spon, an imprint of Routledge.
- Araújo, B. C. (2010). Proposta de Elemento Vazado Acústico. São Paulo.
- Araújo, B. C. (2010). Proposta de Elemento Vazado Acústico. São Paulo.
- Campos, P. E. (2002). Da Argamassa Armada ao Microconcreto de Alto Desempenho: Perspectivas de Desenvolvimento para a Pré-fabricação Leve. São Paulo, Brasil.
- Campos, P. E., Pipa, D. A., Uzcategui, J. A., Montoro, M. B., Suárez, O. I., & Mienok, J. (2013). Microconcreto de Alto Desempeño - La tecnología del MicroCAD aplicada. São Paulo, Brasil: Mandarin.
- Comissão Europeia . (13 de 10 de 2016). Sustainable buildings. Obtido de European Commission: <http://ec.europa.eu/environment/eusss/buildings.htm>
- Ferraz, M. C. (2000). João Filgueiras Lima - Lelé. Lisboa: Editorial Blau, Lda.
- Marques, S., & Naslavsky, G. (04 de 2011). Eu vi o modernismo nascer... foi no Recife. . Obtido de Vitruvius.com.br: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/11.131/3826>>
- Rodrigues, J. (2012). Cobogó de Pernambuco. Recife: FacForm.
- Teixeira, P. W. (1994). Estruturas Espaciais de Elementos Pré-Moldados Delgados de Concreto. São Paulo, Brasil.
- The use of superplasticizers in high performance concrete. (1994). Em Y. Malier, High Performance Concrete (pp. 14-34). Londres: Ef&.
- Trigo, C. C. (2009). Pré-fabricados em argamassa armada: material, técnica e desenho de componentes desenvolvidos por Lelé. São Paulo: Universidade de São Paulo.

