

ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa

Instituto Universitário de Lisboa

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

2015 | 2016

Rúben Martins Soares

Trabalho de projeto submetido como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura

Vertente Prática

Parque Urbano e Residência de Estudantes de Sines
Requalificação de Espaço e Edifício Público

Trabalho Prático submetido como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura
Orientador: Professor Pedro Botelho, Professor Auxiliar
Convidado, ISCTE-IUL

Vertente Teórica

A tecnologia solar e a arquitectura- Um estudo de
integração
Caso de Estudo: Residência de Estudantes de Sines

Trabalho Teórico submetido como requisito parcial
para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura
Orientador: Professor Doutor Vasco Moreira Rato,
Professor auxiliar, ISCTE-IUL

Agradecimentos

Aos meus pais e irmão pela base de crescimento e pelo sempre presente apoio incondicional.

Ao Tomás Machado pelo seu auxílio exterior.

Aos meus amigos formandos nesta vida académica que fizeram rir, chorar e dedicar nestes seis anos de curso, um grande abraço ao Bruno Colaço, Cristina Romão, João Louro, Tomas Amaral, Nichollas Cruz, Ana Lopes, Maria João e Diana Margarido pela sua motivação e apoio.

Um grande abraço também ao Urbino Santos como parceiro neste trabalho dedicado a críticas pertinentes ao projecto prático.

Aos professores Pedro Botelho e Vasco Rato pela estruturação deste trabalho e confiança.

E à Inês Cayolla cobrindo e ajudando-me a superar todas as minhas dificuldades e obstáculos destes dois anos e meio.



I - VERTENTE PRÁTICA

Trabalho de Grupo

Pontos de Equilíbrio numa cidade de Contrastes

O actual exercício da disciplina de Projecto Final de Arquitectura integra-se na programação do Concurso da Trienal de Arquitectura de Lisboa 2016.

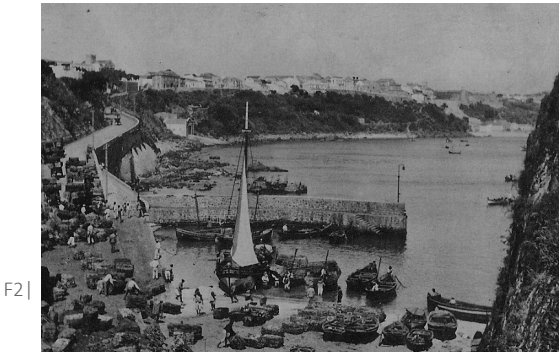
Este é um exercício de reflexão sob a cidade de Sines, com o objectivo de analisar a potencialidade do lugar tendo em conta aspetos como a escala, a produção, os limites e o tempo.

An aerial photograph of Sines, Portugal, showing the city, harbor, and surrounding landscape. The city is built on a peninsula, with a large harbor area in the foreground. The harbor is filled with various structures, including a large pier and several ships. The city itself is densely packed with buildings, and there are several large industrial tanks visible. The surrounding landscape is a mix of urban and rural areas, with some fields and trees visible. The overall scene is a detailed view of a coastal city and its port.

Sines é uma cidade piscatória (Fig.1) pertencente ao distrito de Setúbal, região do Alentejo e sub-região do Alentejo Litoral.

A cidade é limitada a norte pelo município de Santiago do Cacém e a sul pelo município de Odemira. Desde a fundação da cidade de Sines, o mar e os seus recursos definiram a economia, a cultura, a composição e até o carácter da sua população. Actualmente encontra-se em Sines a maior e a primeira área portuária de Portugal, assim como a principal Cidade Industrial Logística e Portuária. Neste território coabitam diversas estruturas, entre máquinas de transporte, circulação ferroviária, rodoviária e pedonal, praia, pesca e extração mineral, com diferentes escalas. Tal como as escalas, são várias as dimensões, distâncias e velocidades associadas a programas e recursos de produção, de logística e de lazer: do turismo, do espaço do mar e além-mar, dos recursos energéticos e infraestruturais.

Caracterização de Sines



Sines é uma cidade de dois andares, o planalto e o aterro, onde todo o potencial encontra-se na conta superior, aí localizam-se os equipamentos, as actividades, as melhores vistas. Privilegia-se o contacto visual com o mar. Este facto remete-nos ao passado, onde tudo acontecia na cidade e a descida à praia era ocasional, devido à actividade piscatória e aos banhos férreos/banhos no geral (Década de 30).

Até 1970, Sines caracterizava-se como uma vila, o seu desenvolvimento prende-se com a chegada do complexo industrial. Este marco vem revolucionar a todos os níveis uma pacata vila, na qual o desenvolvimento estava estagnado, onde as indústrias se encontravam em plena decadência, mas onde começava a crescer um potencial a nível turístico(Fig.2), e a vinda de Marcello Caetano com o seu projeto megalómano vieram transformar uma paisagem e uma cultura que dificilmente voltará a ser a mesma. Dá-se um boom demográfico de tal maneira que a população chega a crescer para o dobro, consequência da vinda de trabalhadores do interior alentejano, da zona de Setúbal e os retornados das ex-colónia que vinham essencialmente para trabalhar na construção do porto.



Figura 2| Calheta

Figura 3| Praia de Sines, anos 60

Figura 4| Perspectiva da cidade de Sines, actual

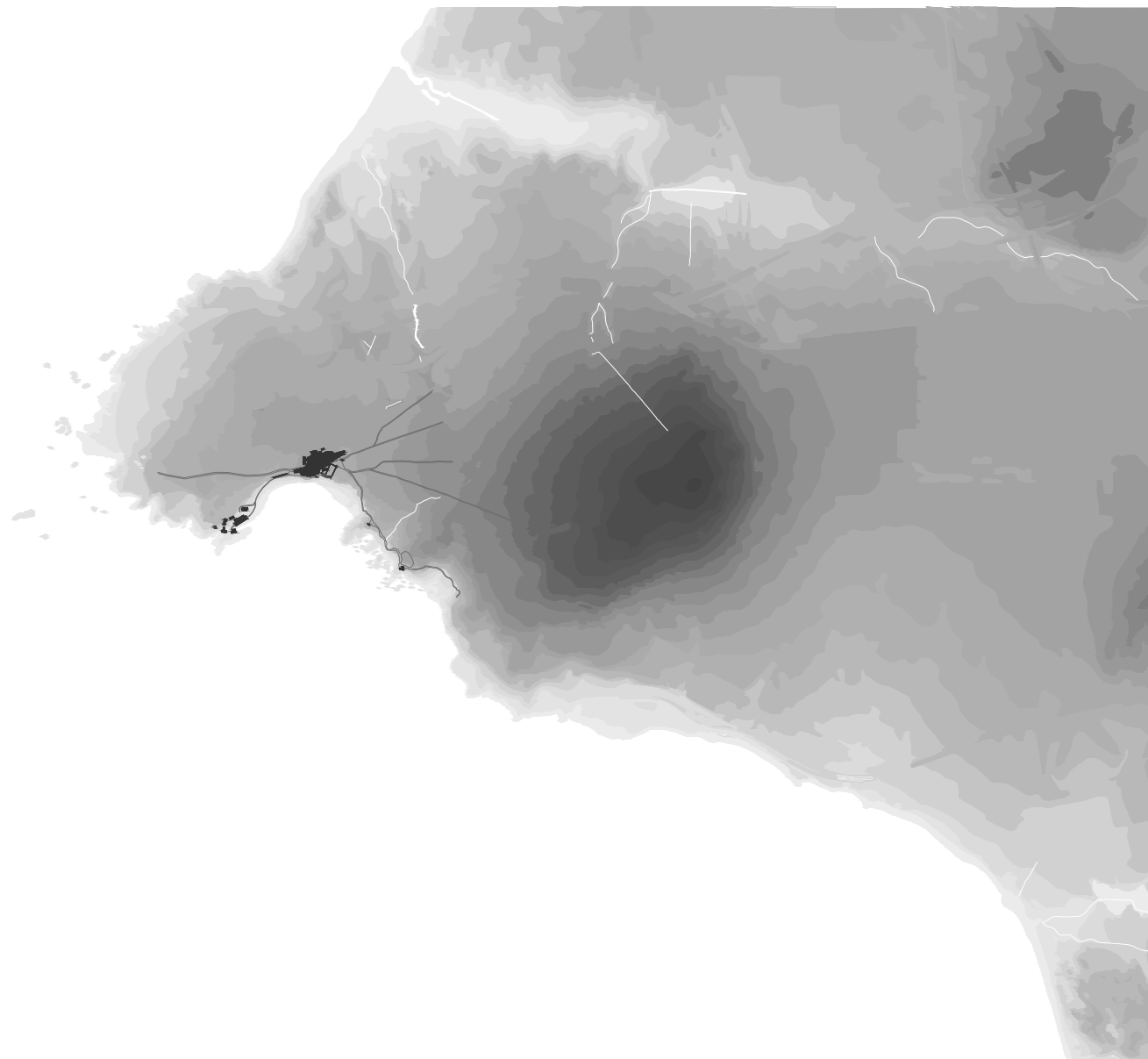
Durante os próximos anos, após a sua fundação, nascem infraestruturas portuárias(Fig.3) fazendo marcas num território cuja relação com o mar passa a ter outros intervenientes e como tal a cidade distancia-se, concluindo o cenário atual demonstra dois organismos autónomos: a cidade e o porto, na qual a relação é estritamente territorial, o porto a partir do momento em que se fixa passa a exercer poder sobre a cidade deixando a mesma confinada ao planalto e ao crescimento entre os seus limites.

A situação geomorfológica altera-se completamente, a construção de um porto de águas profundas obriga a que sejam carregadas toneladas e toneladas de pedra de uma pedreira aberta no perímetro a sudeste da cidade, situação que levou ao corte de uma das mais importantes estradas que faziam a ligação Sines-Cercal e impondo-se como um limite ao crescimento da mesma, acontecimento replicado quando se dá a construção do bairro 1º de Maio na qual é interrompida a Estrada de Santiago.

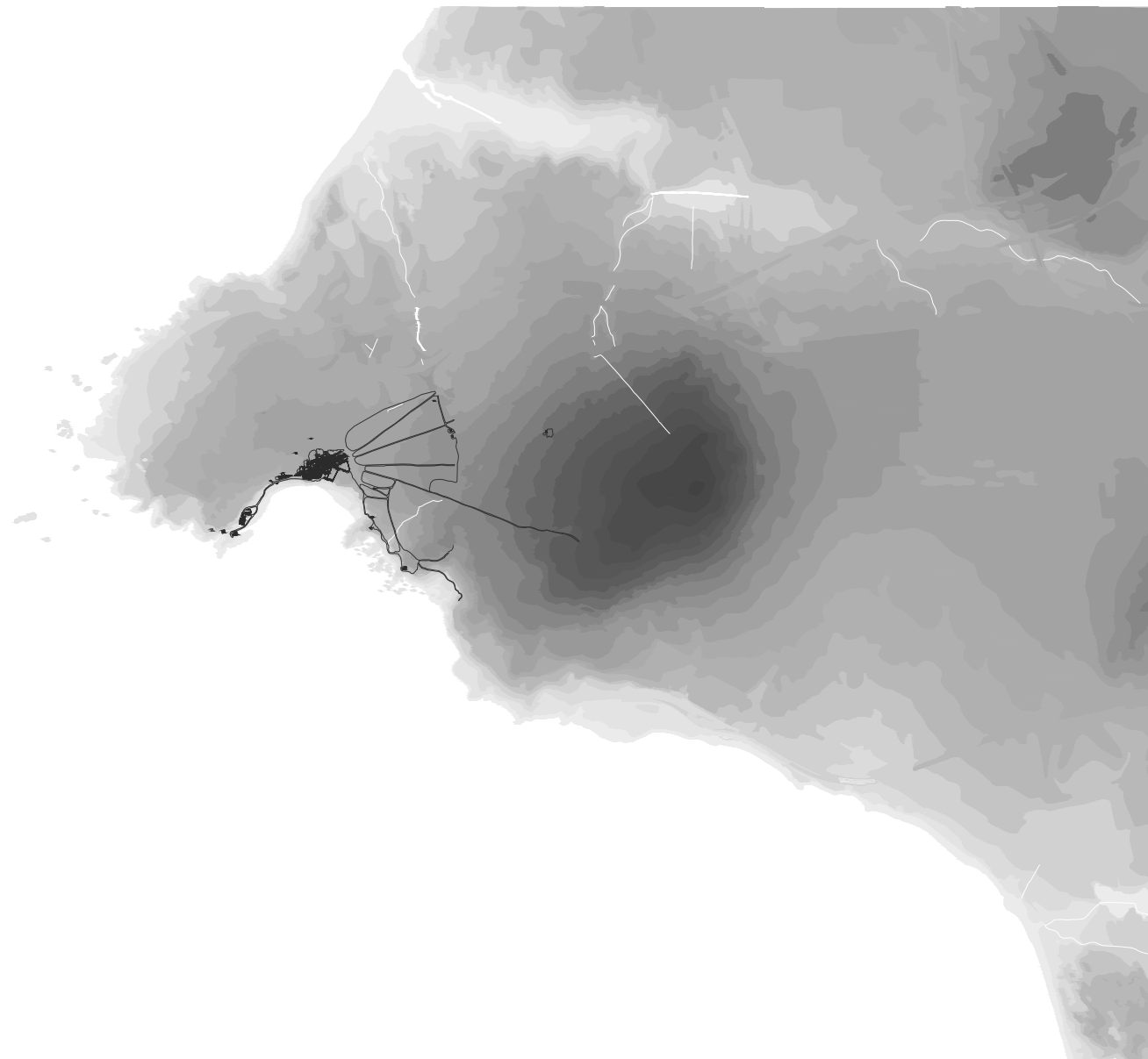
O futuro do porto passa pela extensão dos molhes de maneira a maximizar a sua eficiência o que leva ao aumento da área de exploração da pedreira e a cidade procura reencontrar-se dentro dos seus limites, através de planos urbanos (Costa Norte, cidade desportiva, Sul, reabilitação do centro histórico, entre outros) cuja finalidade não resolve os problemas atuais

e do ponto de vista arquitetónico-urbanístico não são eficazes uma vez que as necessidades da cidade não são supridas e a sua posição submissa contrasta com a do porto.



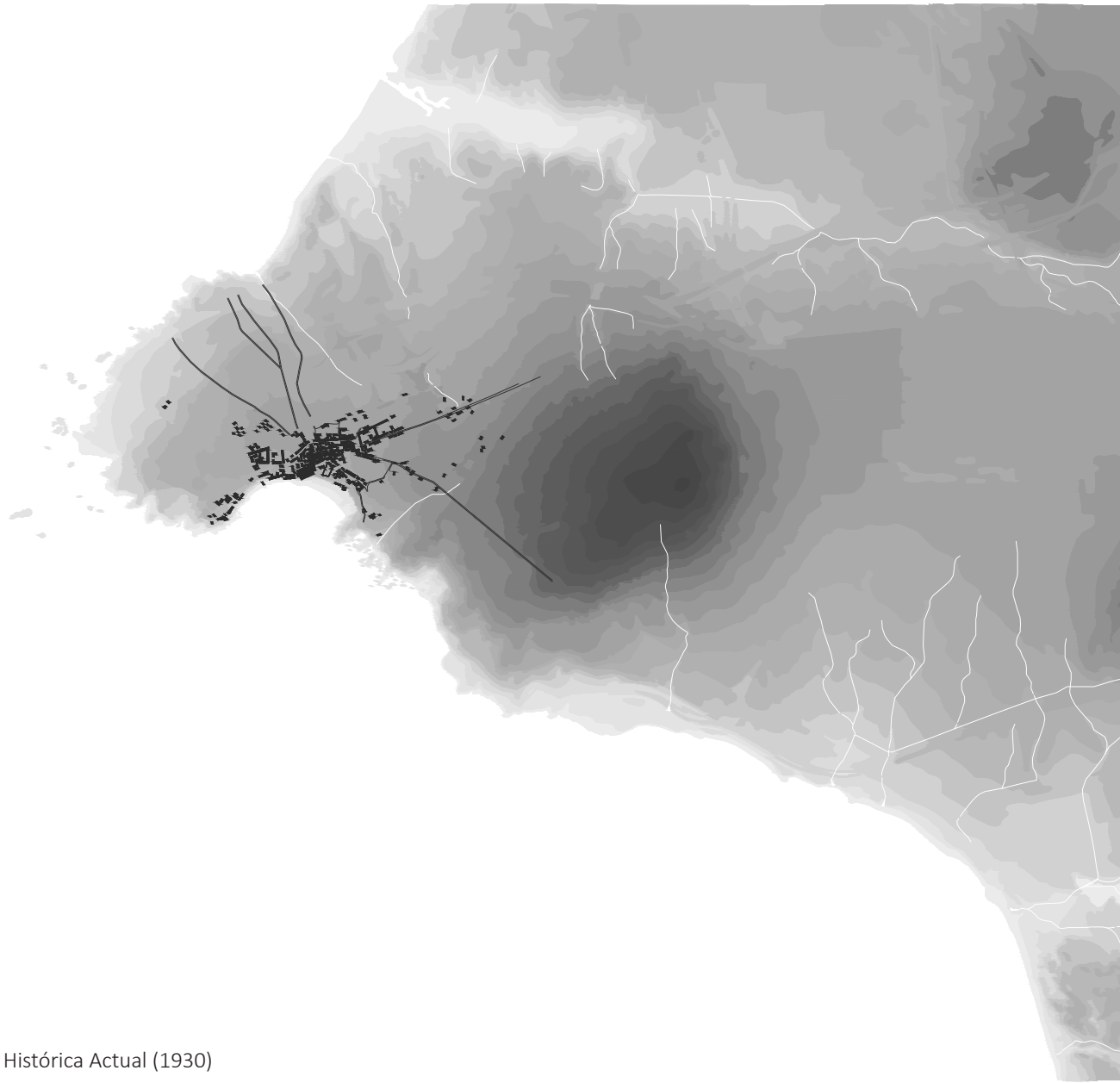


Evolução Histórica Actual (1621)



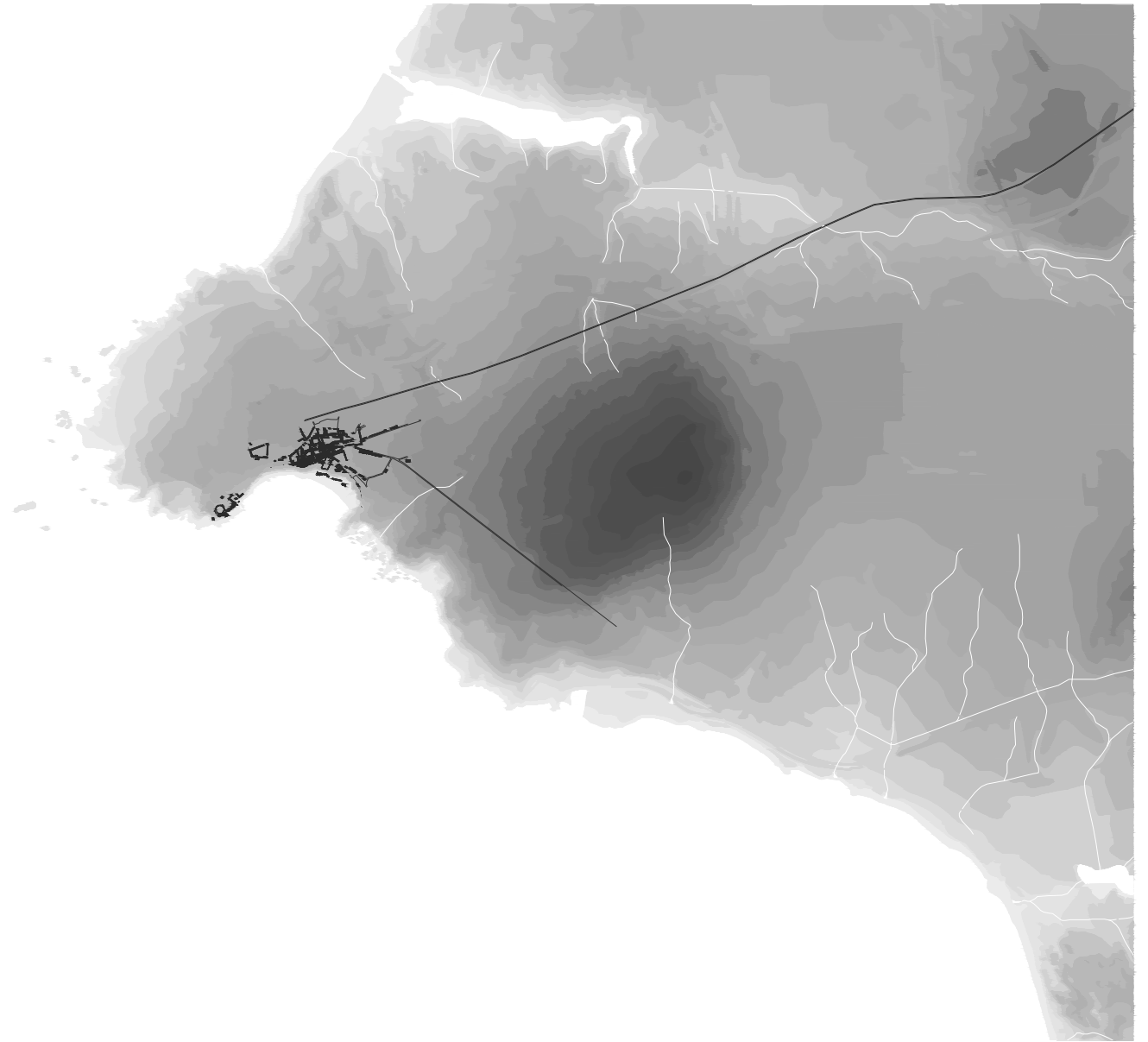
Evolução Histórica Actual (1787- 1790)





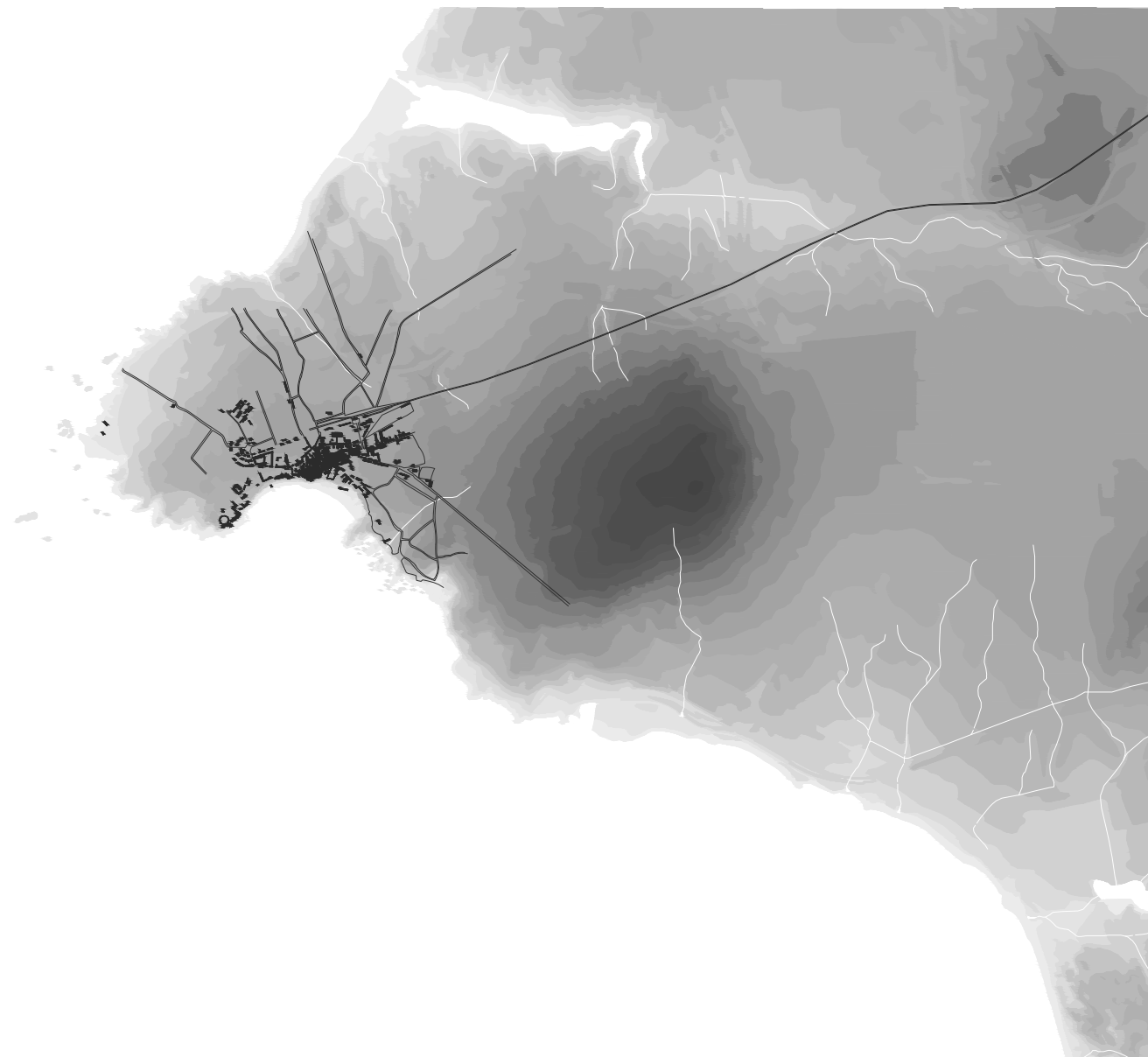
Evolução Histórica Actual (1930)

0 200 500 1000



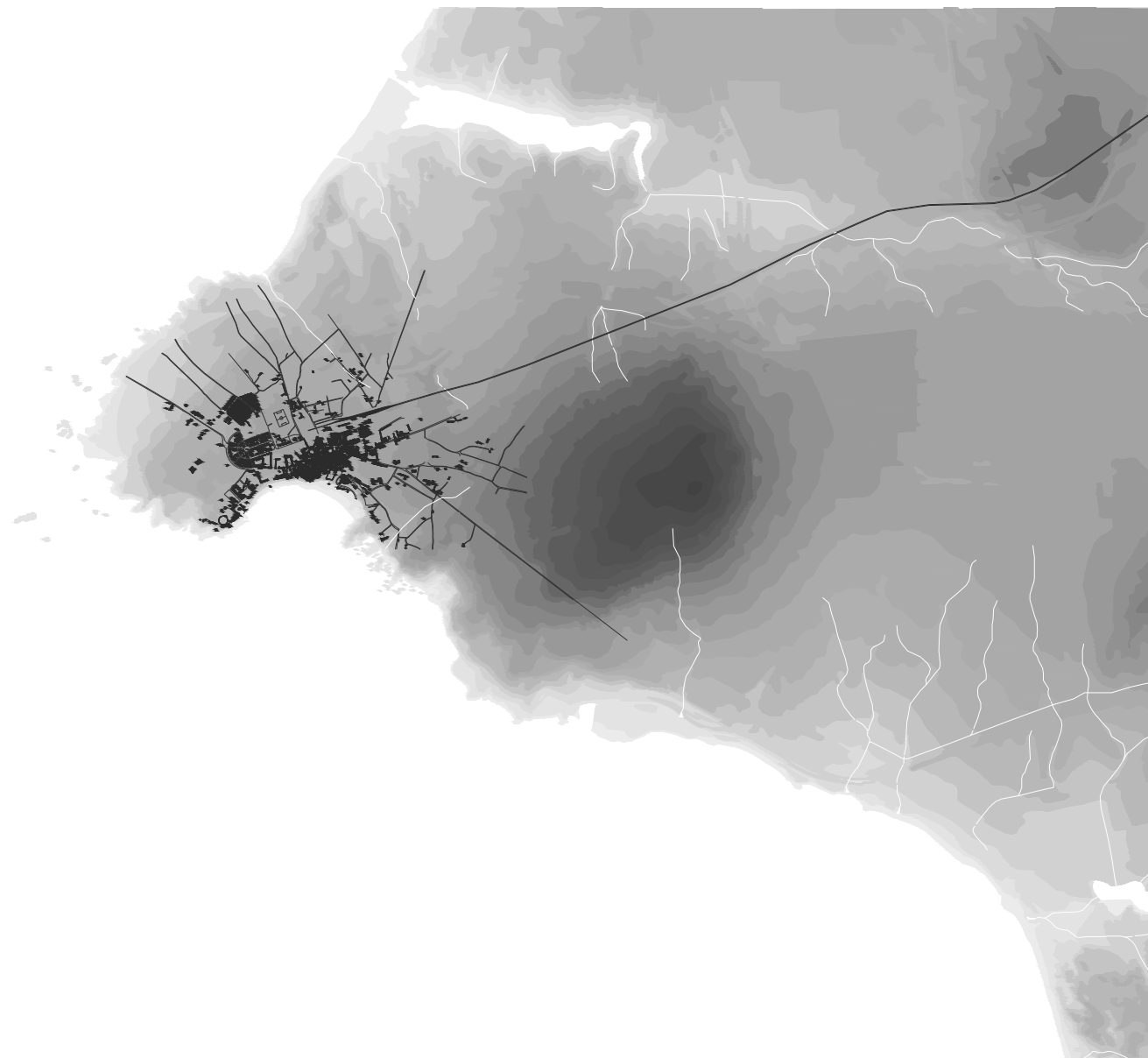
Evolução Histórica Actual (1945)

0 200 500 1000



Evolução Histórica Actual (1953)

0 200 500 1000

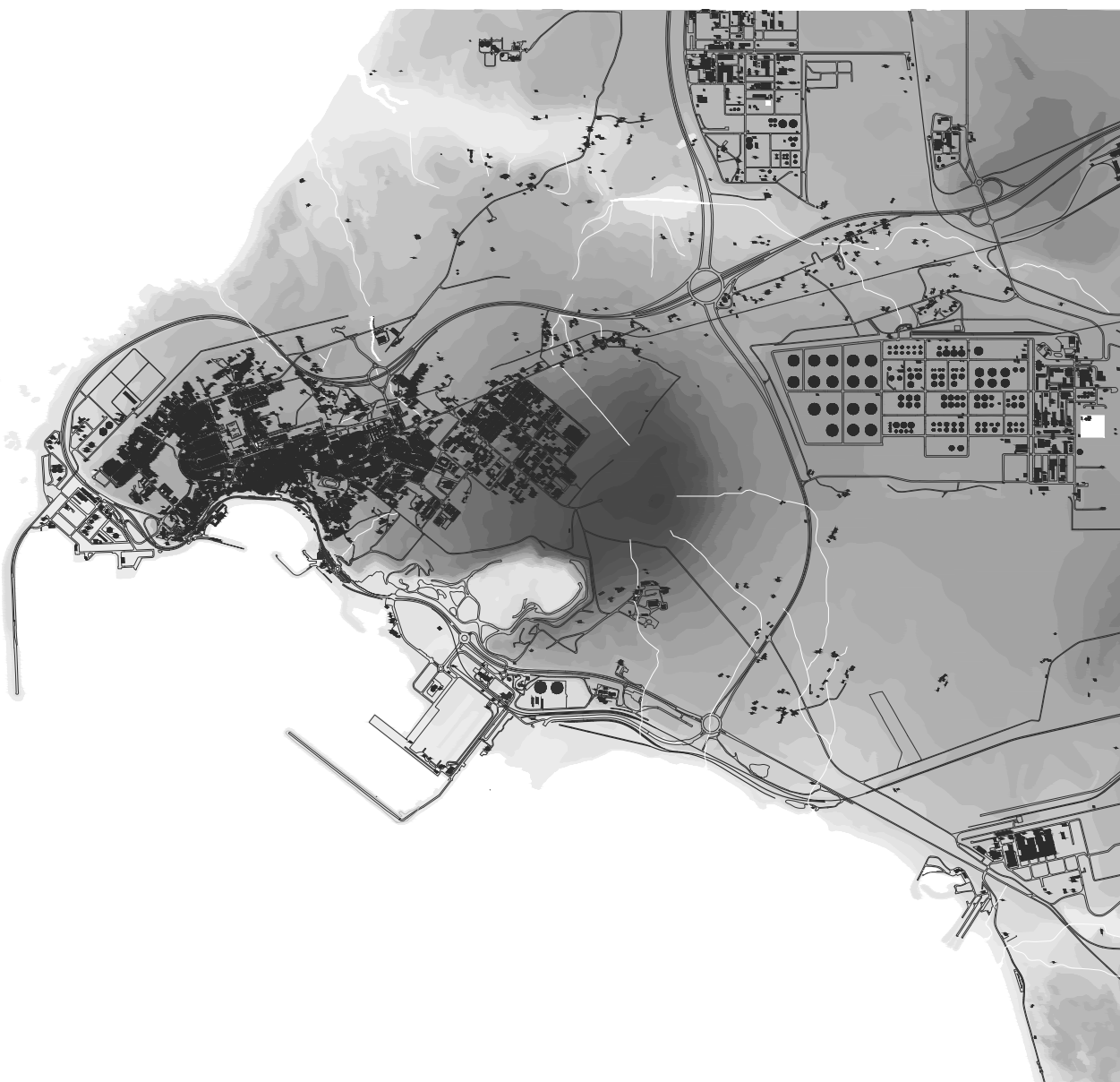


Evolução Histórica Actual (1971)

0 200 500 1000

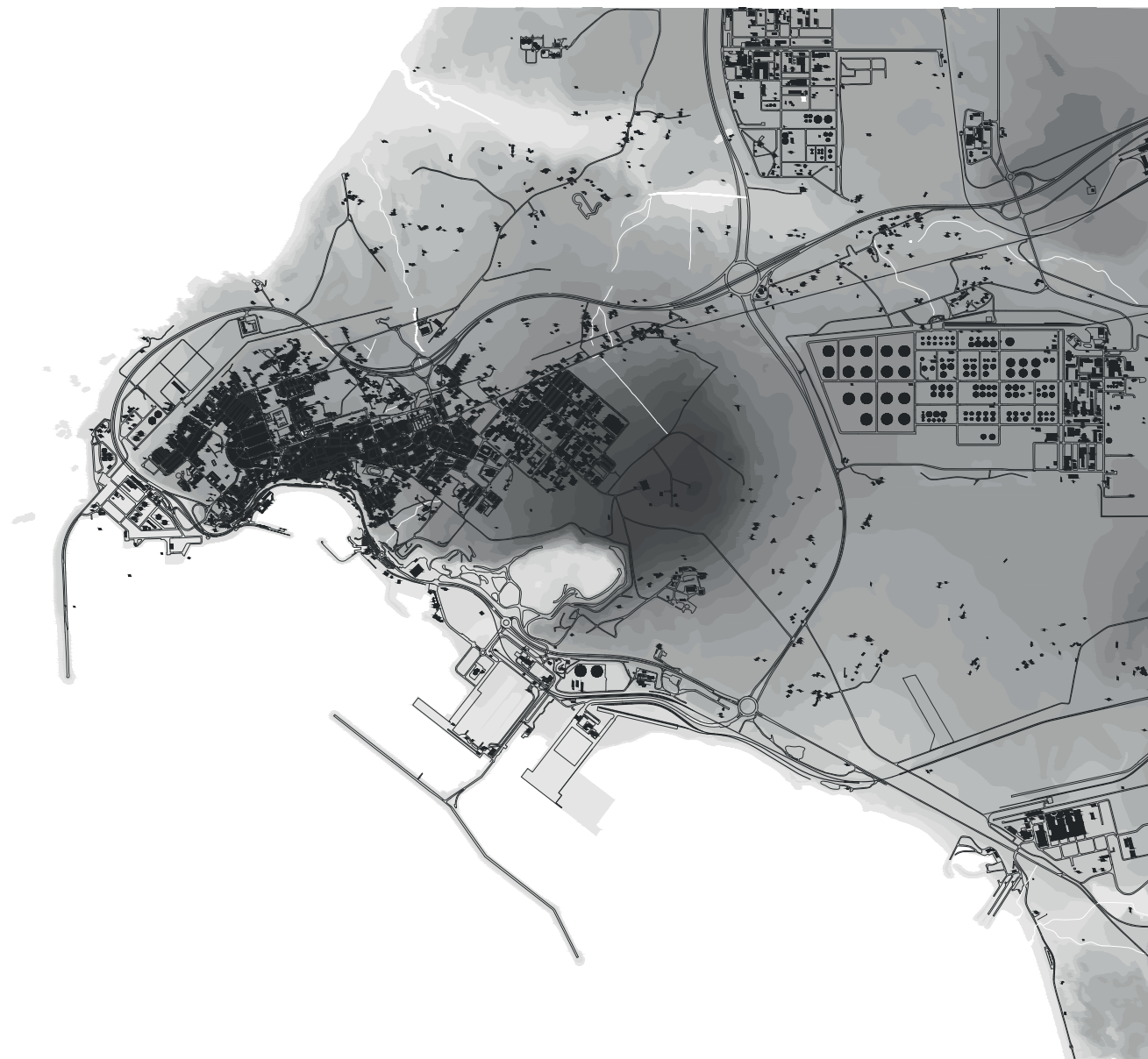


Evolução Histórica Actual (1988)

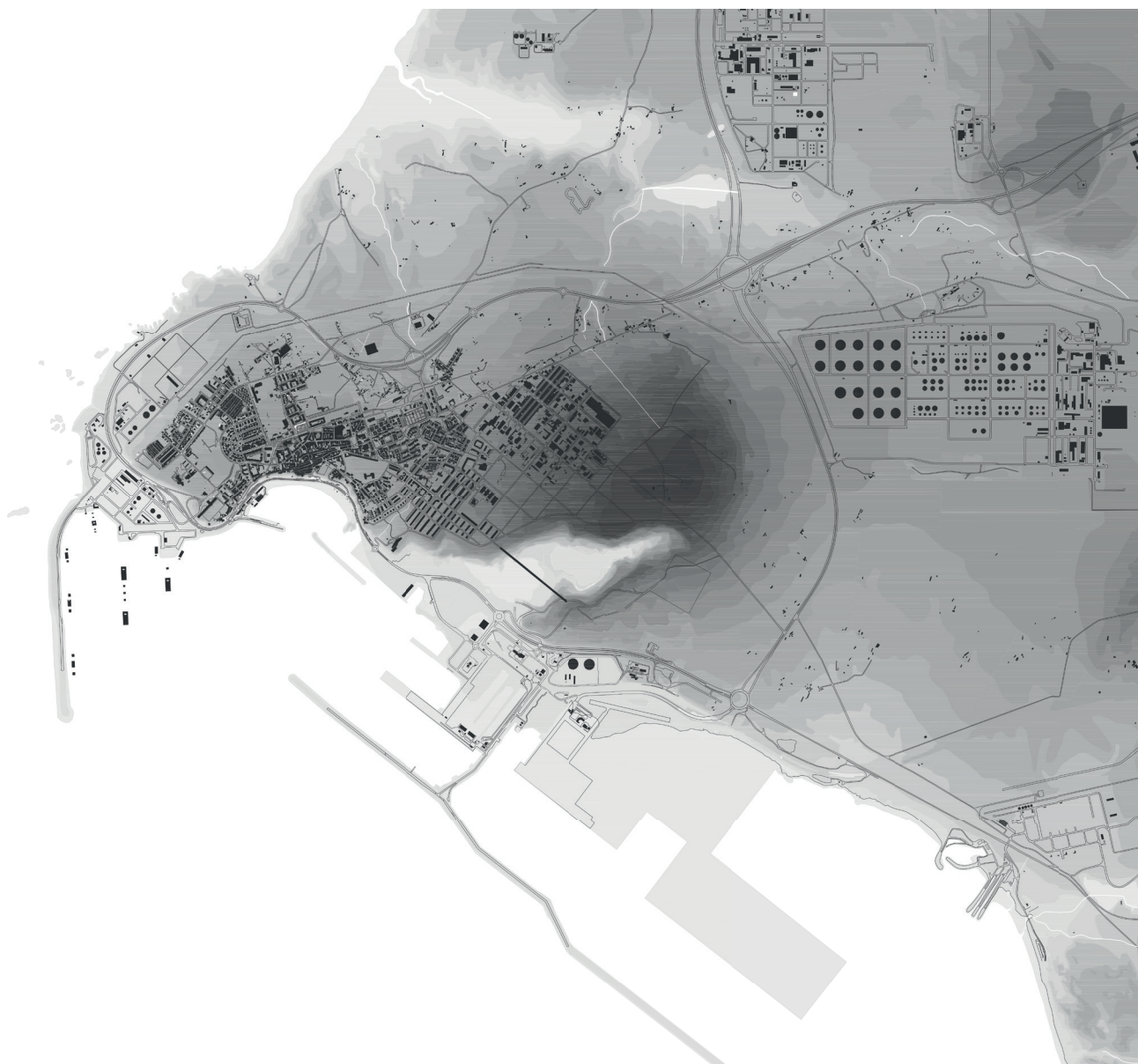


Evolução Histórica Actual (1998- 2000)





Evolução Histórica Actual (2013) Actual

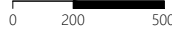


Evolução Histórica Actual (Futuro) Proposta

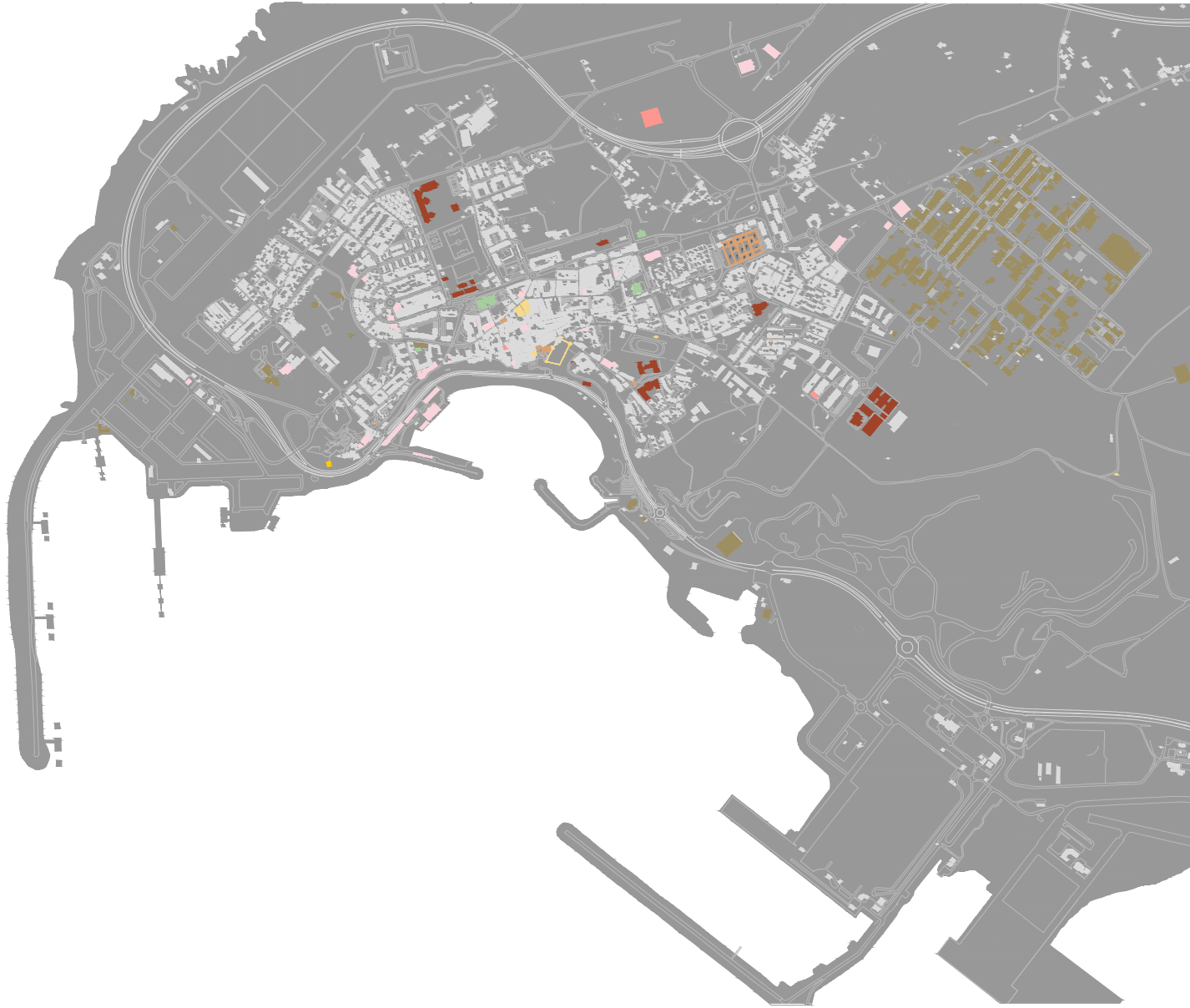




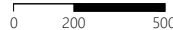
Mapa de Verdes



- Verdes Urbanos
- Verdes Florestais
- Verdes Agrícolas



Mapa dos Equipamentos



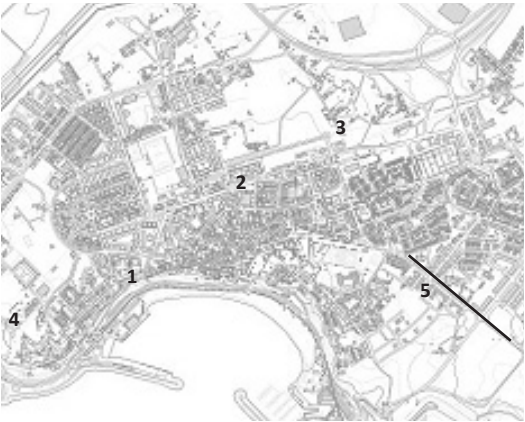
- | | | |
|-------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| Habitação em Construção | Devolutos: Barraca/Telheiros | |
| Lazer | Cultural | Religioso |
| Comércio e Serviços | Equipamentos Escolares | Edifícios Desportivos |
| | | Saúde |
| | | Áreas Industriais e Infra- Estruturas |

Proposta

A relação Cidade-Porto necessita de ser reestruturada através da indústria, do turismo, da cultura e da educação, como ferramentas para o crescimento da cidade e para a melhoria da qualidade de vida da mesma. Pretende-se a interligação a indústria com a cidade, supera-se o estigma dos espaços de produção para evidenciar a possibilidade de formas de habitar complexas e agregados.

É neste contexto que a intervenção em Sines surge, a essência da mesma passa por intervir em zonas que consideramos pontos-chave da cidade, pontos de equilíbrio entre a cidade e o porto. Dito isto, foi necessário encontrar uma escala intermédia que amenizasse a relação entre ambos.

A intervenção dá-se após as obras portuárias estarem finalizadas e consequentemente a exploração da pedreira estar cessada, com isto depois de uma cuidadosa análise às componentes histórico-urbanísticas, território e arquitetónico-urbanísticas enunciam-se 3 princípios gerais de intervenção: Redefinição da linha costeira marítima e linha do planalto; Redefinição da estrutura verde; Reestruturação da malha urbana através da reverificação de eixos históricos.



F7|

A pedreira surge na paisagem como uma “ferida” criada por interesses Portuários. Propomos a renaturalização desta de modo a servir a cidade. A sua configuração (dada pela especulação de estimativas discutidas em aula) permite preparar os limites da cidade tendo em consideração o crescimento da mesma. A tendência do crescimento da cidade vira-se para nascente porque a Norte e a Poente os limites da mesma são traçados através das infra-estruturas portuárias, os gasodutos. Dito isto, o novo centro da cidade passa a ser dado pelo nó central proposto na estratégia.

De maneira a reorganizar e redefinir a malha urbana decidiu-se efetuar uma permuta de edifícios, redefinir vias importantes cujo traçado não estava de acordo com um pensamento urbanístico correto, interrompendo traçados históricos com valor inestimável para a cidade tornando-os extintos. Ocupar vazios expectantes, para a construção de equipamentos com naturezas distintas, tanto de apoio às atividades portuárias como às cidadinas.

Exemplos para este ponto temos a demolição do edifício da GNR (1) de maneira a permitir uma circulação pedonal e automóvel clara, recuperando o antigo trajeto por onde era

efetuada a procissão dos Passos; Conversão da antiga estação ferroviária (2), atualmente escola de musica, para uma estação rodoviária; A escola de artes passará a funcionar no Palácio dos Pidwell(3); Redefinição da sede da APS (4), a sede atualmente ocupa uma posição privilegiada no promontório junto ao Forte do Revelim; Um dos edifícios propostos pretende recuperar a memória de uma via importante (Caminho da Nossa Senhora dos Remédios) (5), cortada devido a exploração da pedreira.



F8|

F5|

F6|

Figura 5| - Esquema do nó proposto

Figura 6| Vias reforçadas com a proposta

Figura 7| Locais intervencionados

Figura 8| Antigo Caminho da Nª Srª das Dores

PONTOS ESSENCIAIS

_REDEFINIÇÃO DA LINHA COSTEIRA MARÍTIMA E LINHA DO PLANALTO.

_Desenhar um porto civil, o porto da cidade.

_Redesenhar o clube náutico e a marina assim como outros serviços de apoio.

_REDEFINIÇÃO DA ESTRUTURA VERDE

_Falta de espaços verdes na cidade, sobretudo O grande espaço verde que sirva a mesma.

_Recuperar a antiga floresta e contaminar a cidade com espaços verdes, ou seja, prolongar a massa verde a norte de modo a dar uma continuidade ao verde existente na falésia. A pedreira (Parque Urbano) surge como o ponto final desta massa verde.

_REESTRUTURAÇÃO DA MALHA URBANA ATRAVÉS DA REVERIFICAÇÃO DE EIXOS HISTÓRICOS

_Reorganizar e redefinir a malha urbana, através da permuta de edifícios e da redefinição de vias.

_Ocupar vazios expectantes, para a construção de equipamentos de naturezas distintas, tanto de apoio às actividades portuárias assim como às cidadinas.

reclamada pelo complexo portuário. Além destes serviços é redesenhada a plataforma do Centro Náutico, visando melhorar as condições atuais de operacionalidade e mantendo alguns elementos apenas por questão de memória da construção do porto e de logística também. Por fim a proposta de equipamentos para a cidade de Sines, que revela potencial do ponto de vista turístico, cultural e educacional, surge de acordo com o crescimento das ZILs, além de amenizarem o confronto com o porto e requalificarem os espaços da cidade, acredita-se que possam dar pistas e/ou direções para o desenvolvimento futuro da mesma.

A redefinição da estrutura verde toca essencialmente em dois pontos: A recuperação da antiga floresta e prolongamento desta massa verde para o interior da vila, colmatando a falta de espaços verdes de cariz público no tecido urbano e a criação sobretudo daquele que é “O” grande verde da cidade, e por fim dar continuidade ao verde da falésia, culminando no parque urbano na pedreira.

O último ponto refere-se à redefinição da linha costeira e da linha do planalto através da supressão da necessidade de haver um porto que sirva as pequenas indústrias ligadas à cidade, ou seja o porto da cidade. Este novo desenho de frente tem como objetivo: em primeiro lugar dar continuidade à avenida marginal prolongando esta até aquele que é o limite dado pelo porto e em segundo, através de um novo desenho de frente, reaver uma relação de proximidade com o mar perdida facto reforçado pela construção da marginal impondo uma distância.

Este novo desenho implicou redefinir as funções atuais do porto de recreio, aumentando a capacidade de aporamento para 250 barcos, os serviços de apoio à mesma são melhorados e por fim é adicionada uma nova frente comercial, apoiada por um amplo espaço verde de recreio, que pretende dinamizar e dar sentido urbanístico àquela que é a única área não

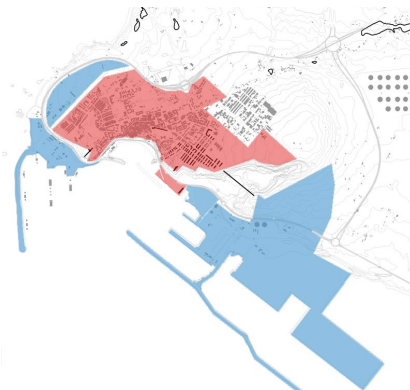
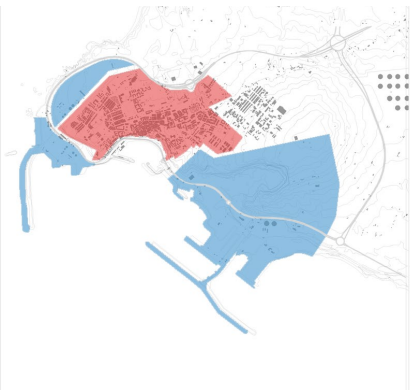
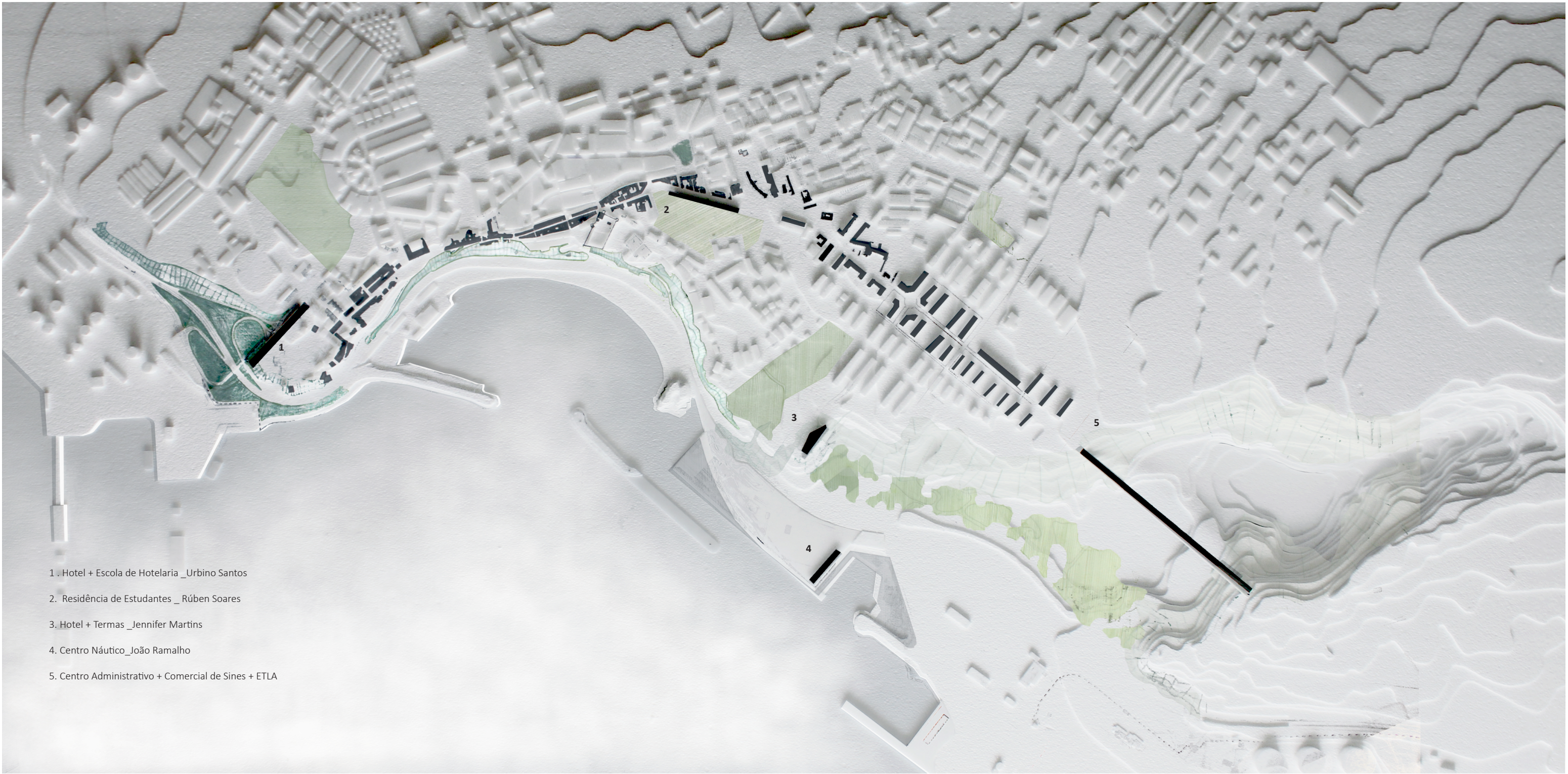
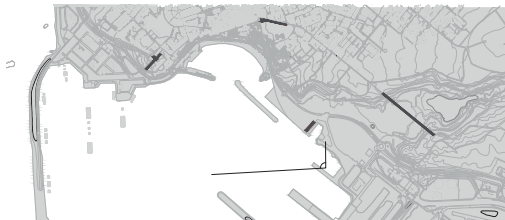
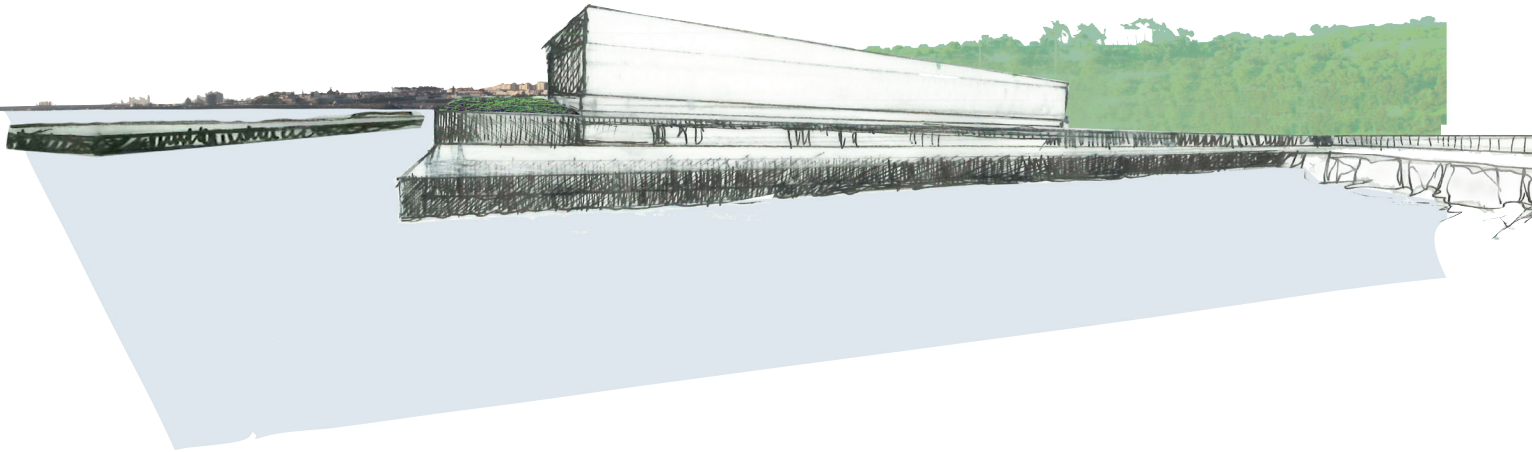


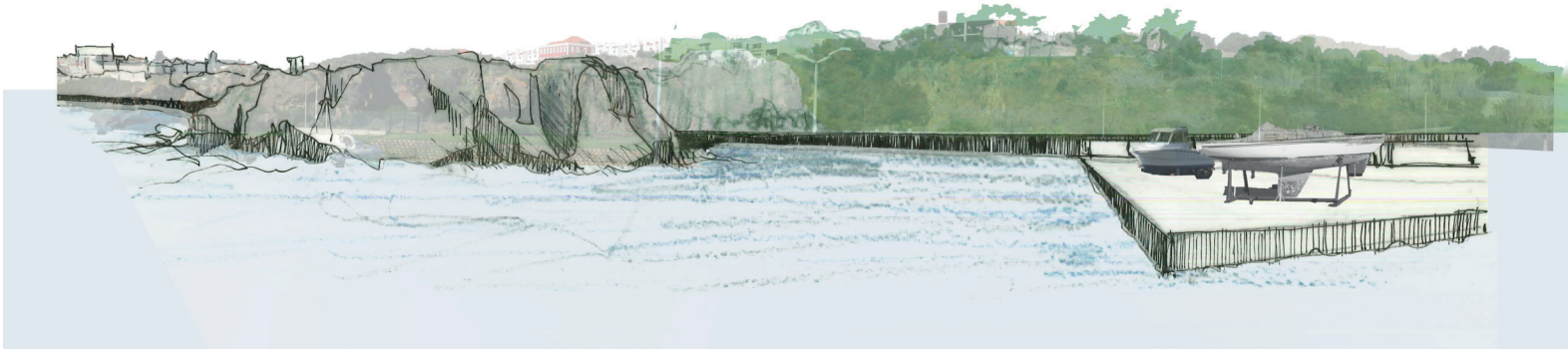
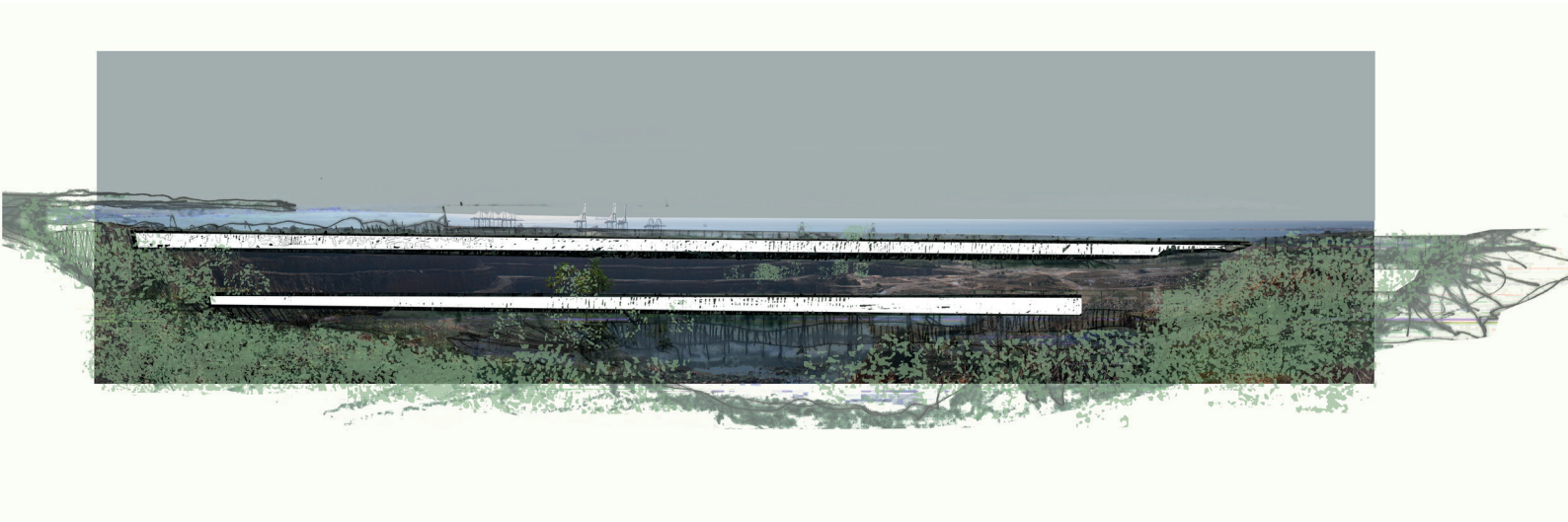
Figura 9| Relação entre a cidade (vermelho) e o porto industrial (Porto) . Planta Actual

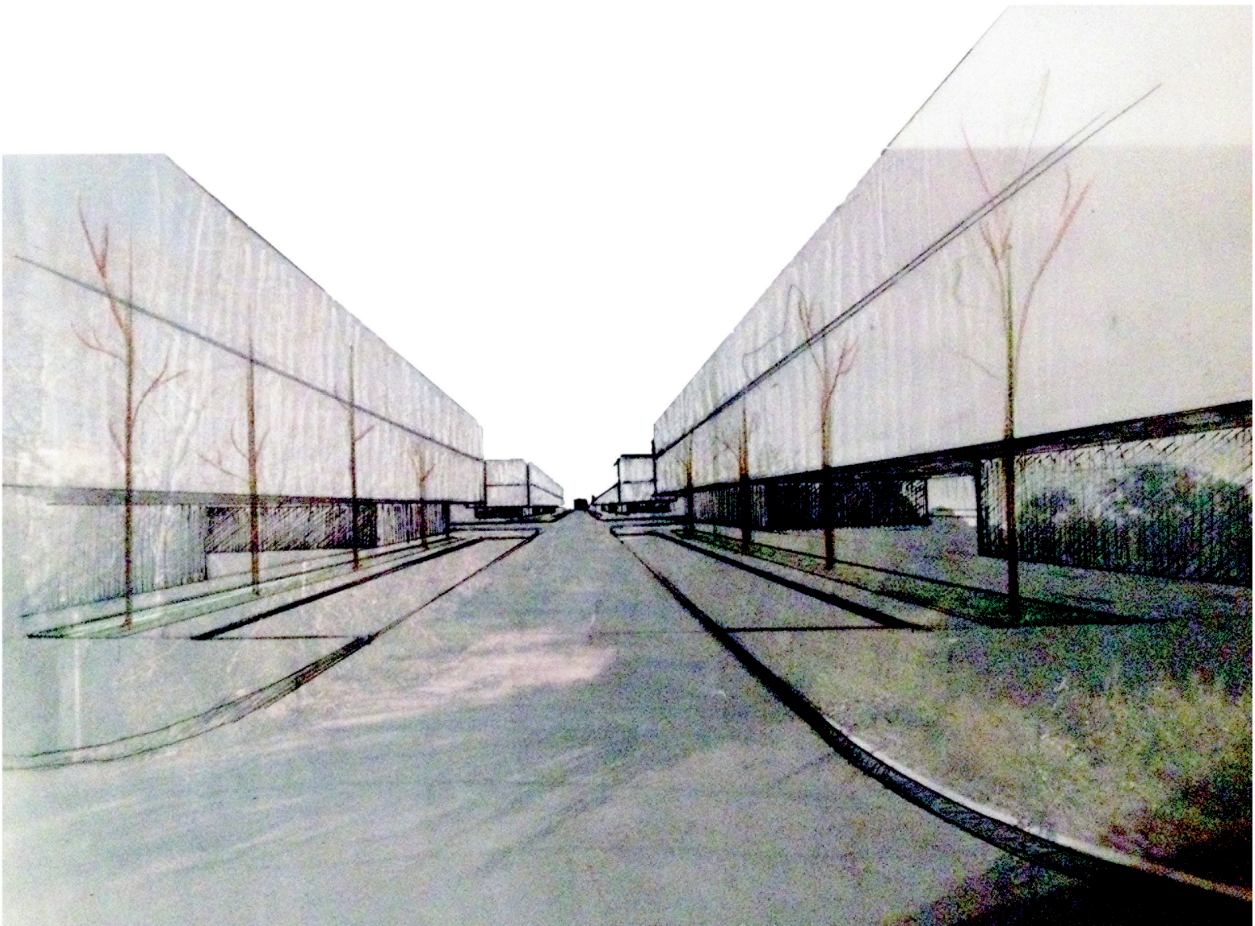
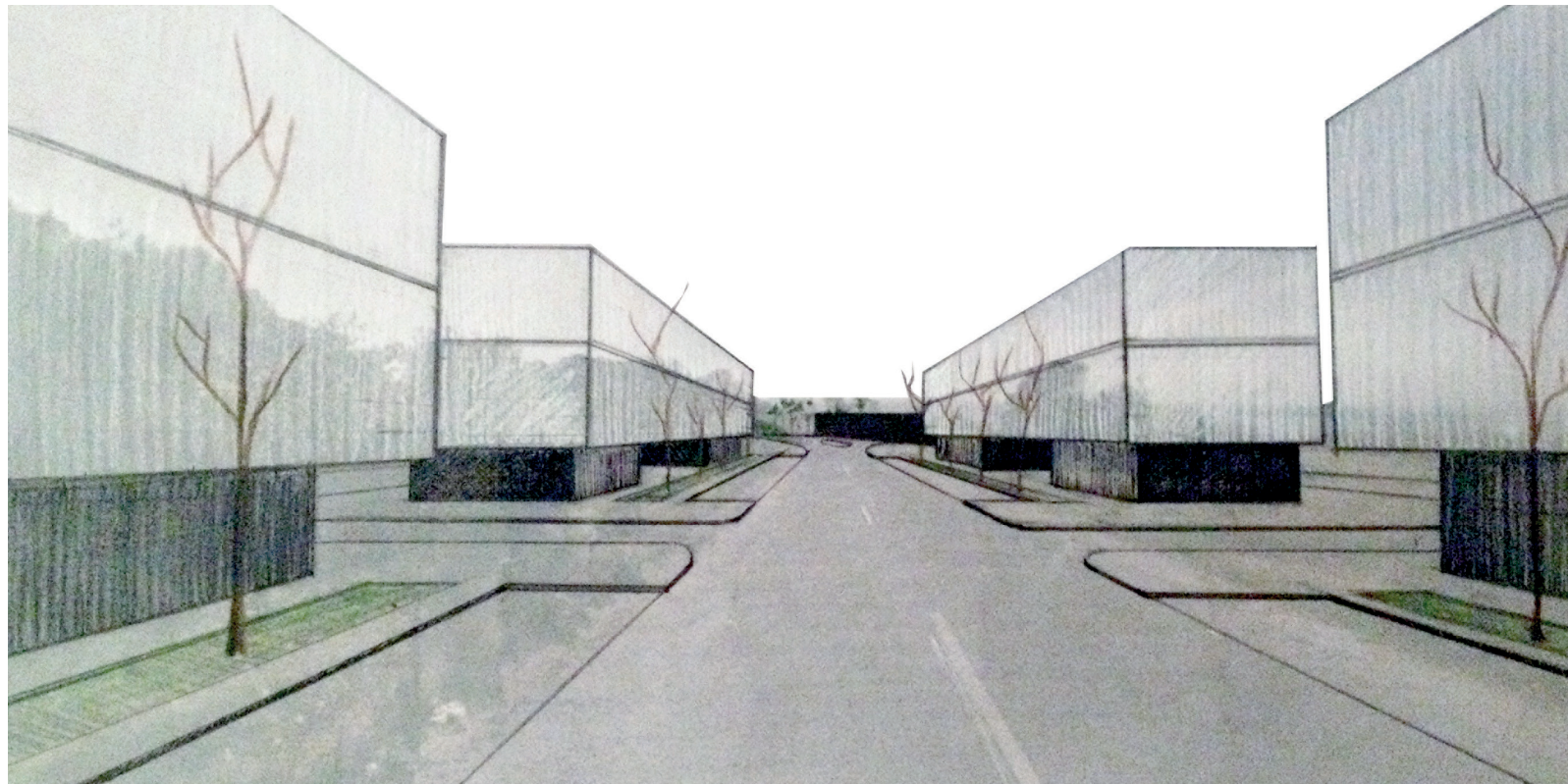
Figura10| Relação entre a cidade (vermelho) e o porto industrial (Porto) . Planta de Proposta

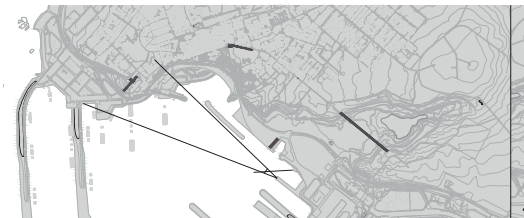
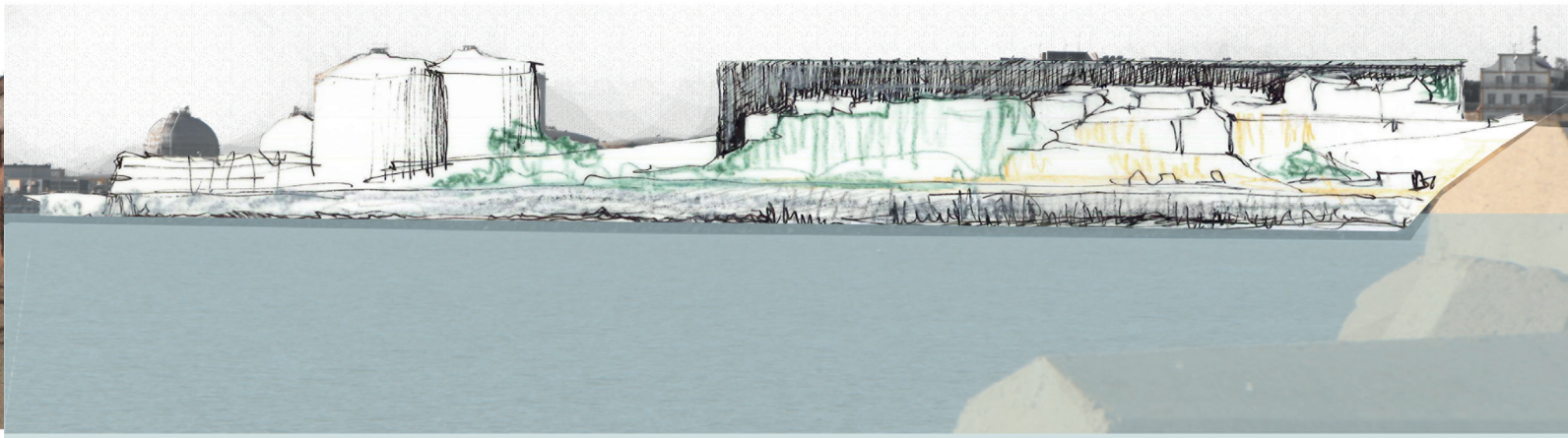
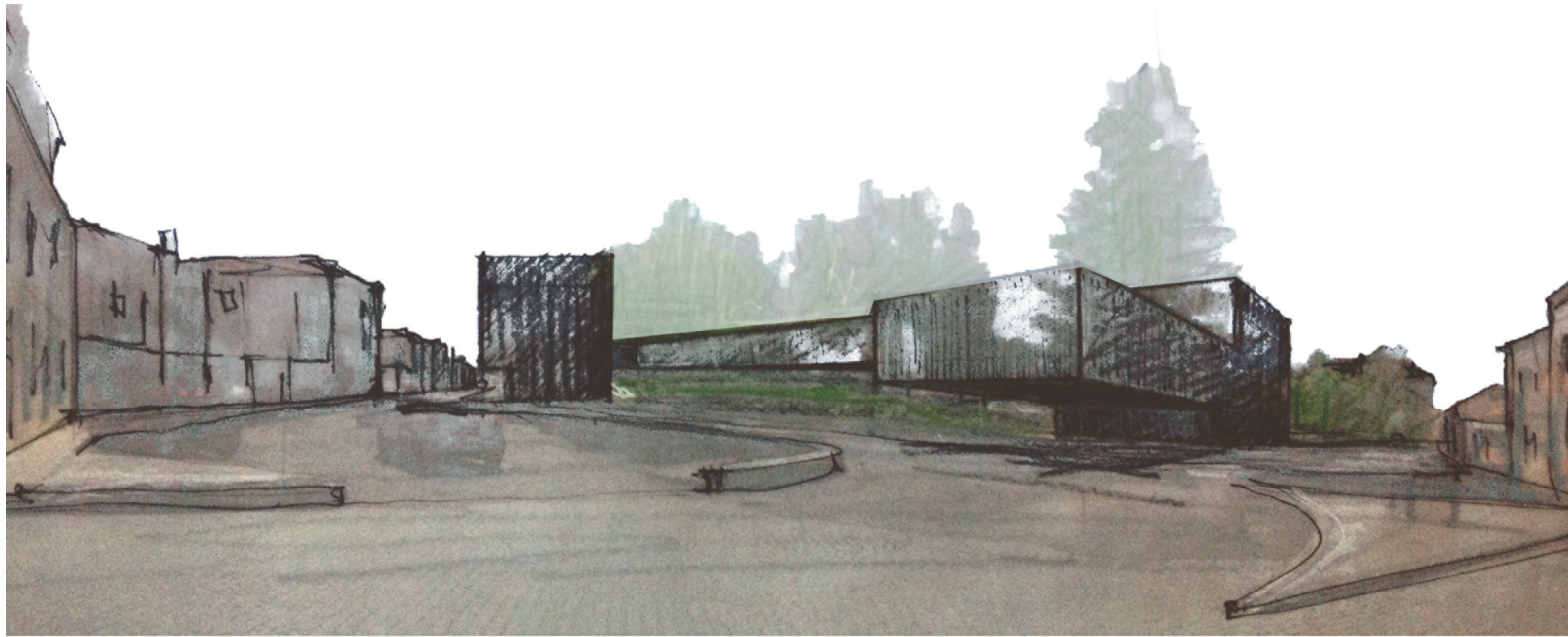


- 1 . Hotel + Escola de Hotelaria _Urbino Santos
- 2. Residência de Estudantes _ Rúben Soares
- 3. Hotel + Termas _Jennifer Martins
- 4. Centro Náutico _João Ramalho
- 5. Centro Administrativo + Comercial de Sines + ETLA











Projecto Individual

Parque Urbano e Residência de
Estudantes

I - VERTENTE PRÁTICA

Projecto Individual

Parque Urbano e Residência de
Estudantes

O Parque Urbano

O trabalho de seguida apresentado consiste no trabalho final de Projecto Final de Arquitectura. Este será exposto em duas partes através dos seguintes temas:

A vertente urbana, onde se desenvolve um Parque Urbano, configurado pelo edifício da Residência de Estudantes que se desenvolve na segunda parte, e estruturas de apoio. Numa segunda parte, o edifício da Residência de Estudantes é explanado.

Atenta-se que este edifício é também explorado na vertente teórica como caso de estudo. Aí as estratégias de energia eficientes implementadas são exploradas em paralelo com a composição da fachada do edifício.



**De Rossio a Baldio - a lacuna urbana
de Sines**

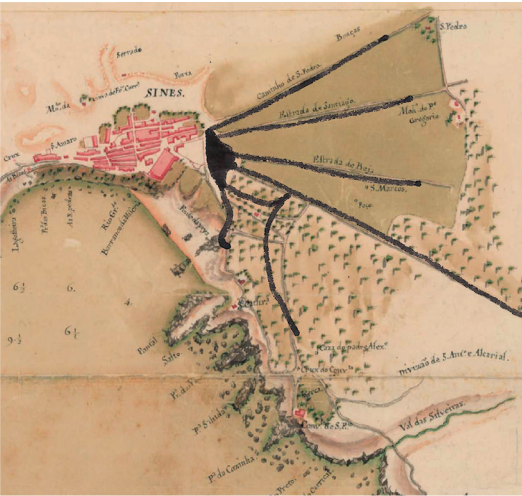
*Do centro histórico, passando pelo Castelo,
a vila deságua no largo Gago Coutinho.
Às portas da cidade, não há vivalma.
Tudo que é vivido não é deste espaço sem
fronteira. O largo não é da vila.*

*Há carros, há uma pista de atletismo, há verde
selvagem. É o intermediário mas sem o assumir.*

*Pedreira-meio-cidade.
Expansão-meio-centro histórico.
Pessoas-meio-estacionamento.*

Cheio-meio-vazio.

De Rossio a Baldio - a lacuna urbana de Sines



F4|

A área de trabalho localiza-se fora do centro histórico. À medida que a cidade se expande, a área em questão destaca-se pela ausência programática e de construção, é desde dos primórdios da vila uma bolha urbanística. Caracterizado como a entrada para a vila de Sines, todos os caminhos desaguavam neste vazio, configurando (ao que em registos históricos se apelida) um Rossio. Hoje, parte deste espaço é encerrado por muros e por uma linha edificada de Pavilhão Multiusos em desuso. Dentro deste amuralhamento o Centro Desportivo desenvolve-se a partir de uma pista de atletismo e de campos de ténis. Este terreno é delimitado a Sul pela Câmara Municipal e por um Jardim Infantil. Um terreno que podemos apelidar como baldio pelo seu abandono a Norte. Prevendo um desenvolvimento a Este numa estratégia de grupo justificada por um crescimento natural que a vila apresenta, esta área assume-se uma charneira entre épocas de construção e assume uma posição essencial de consolidor de tecido urbano.

Figura 4| Cartografia 1790
Figura 5| Orotofoto com localização da área de intervenção



F5|

A |



D |



B |

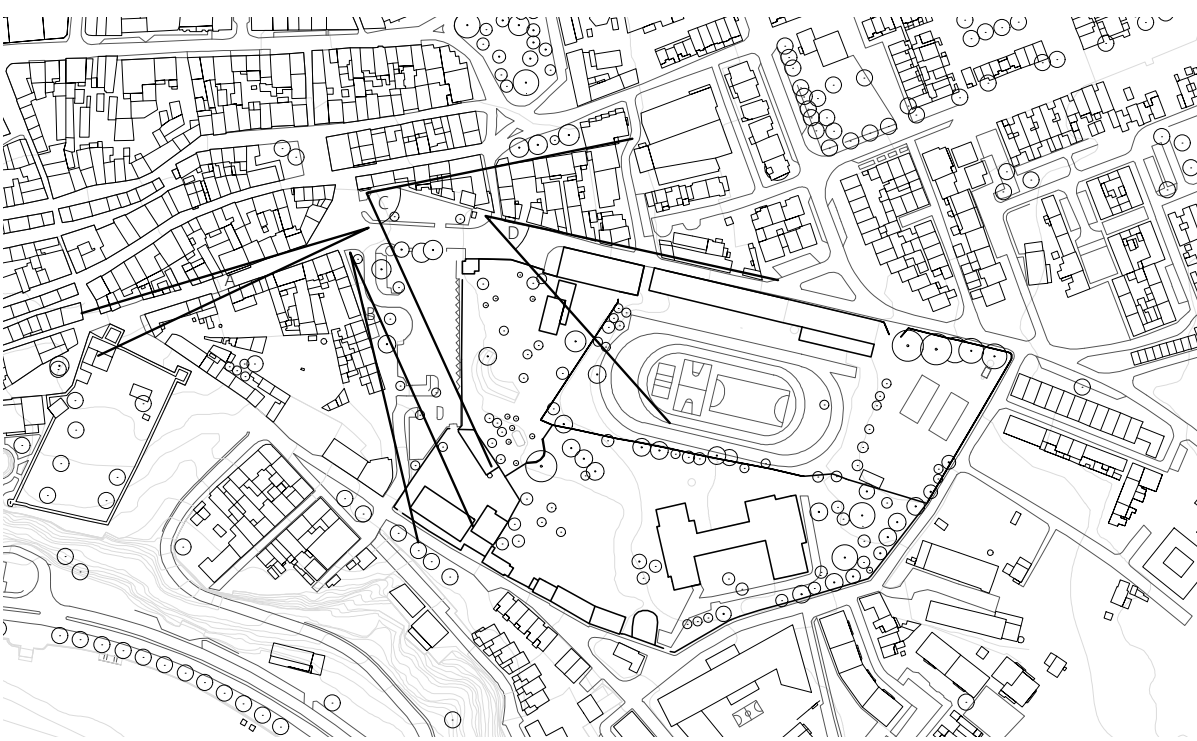


C |



O traçar urbano simples foi, progressivamente, perdido. Actualmente parte deste desenho está partido, não há eixos orientadores que promulguem uma coesão urbana. O largo Gago Coutinho é parte remanescente do Rossio anteriormente definido pelo desaguar de vias. Actualmente, deste largo é possível perceber a torre do Castelo de Sines, simbolicamente marcando a entrada do centro histórico. No sentido oposto, a nova cidade toma presença. Ao longo do largo e ladeada por habitações tradicionais, a Rua Gago Coutinho acontece numa cota inferior ao largo. Aqui e em todo o largo o estacionamento é descontrolado pela falta de configuração de vias pedonais e viárias.

- A | Rua Gago Coutinho (no fundo Castelo de Sines)
- B | Rua Paulo da Gama (no fundo Câmara Municipal de Sines)
- C | Largo Gago Coutinho
- D | Rua Pedro Álvares Cabral



A |



D |



B |



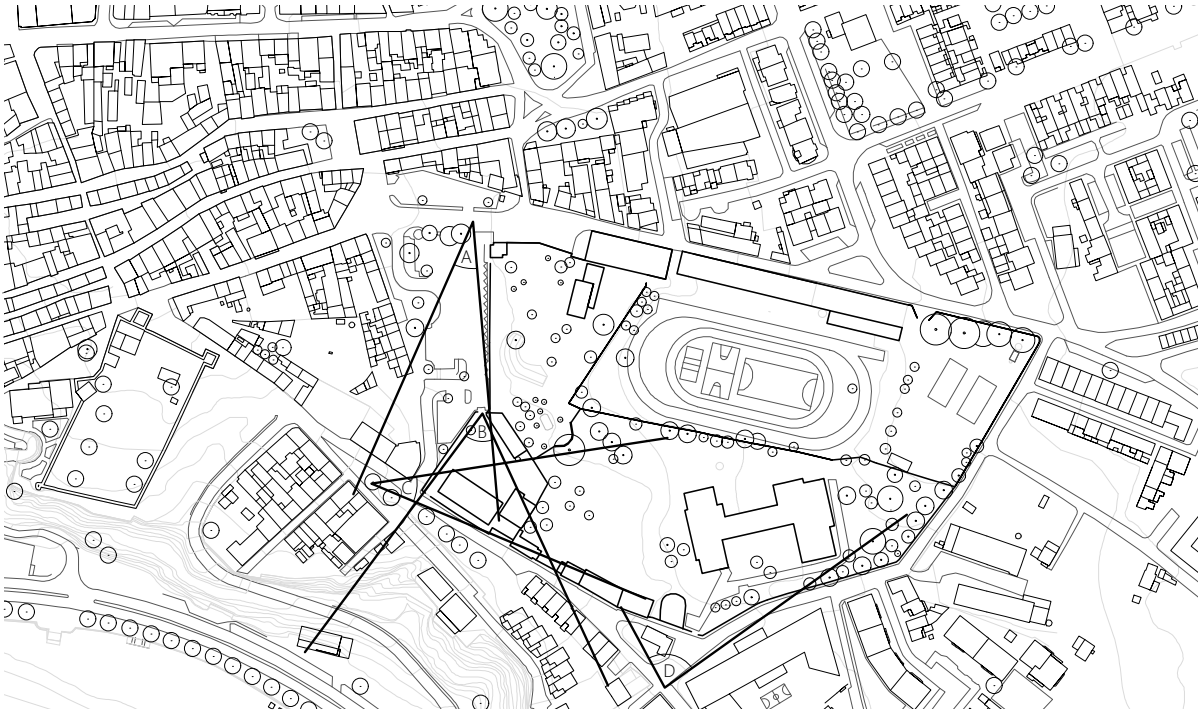
C |



O edifício da Câmara Municipal caracteriza-se como um edifício histórico semelhante a um palacete. Este remata ao fundo do Largo e possui vista para o mar. As traseiras edifício (virando para rua Pedro Álvares Cabral possui uma barreira devido ao estacionamento.

O recinto da Câmara Municipal é murado e possui além do edifício referido um outro de apoio e área verde.

- A | Largo Gago Coutinho (no fundo Câmara Municipal de Sines)
- B | Estacionamento da CMS
- C | Largo São Sebastião
- D | Largo São Sebastião (à esquerda a Igreja Evangélica e à direita a entrada para jardim infantil)



A |



D |



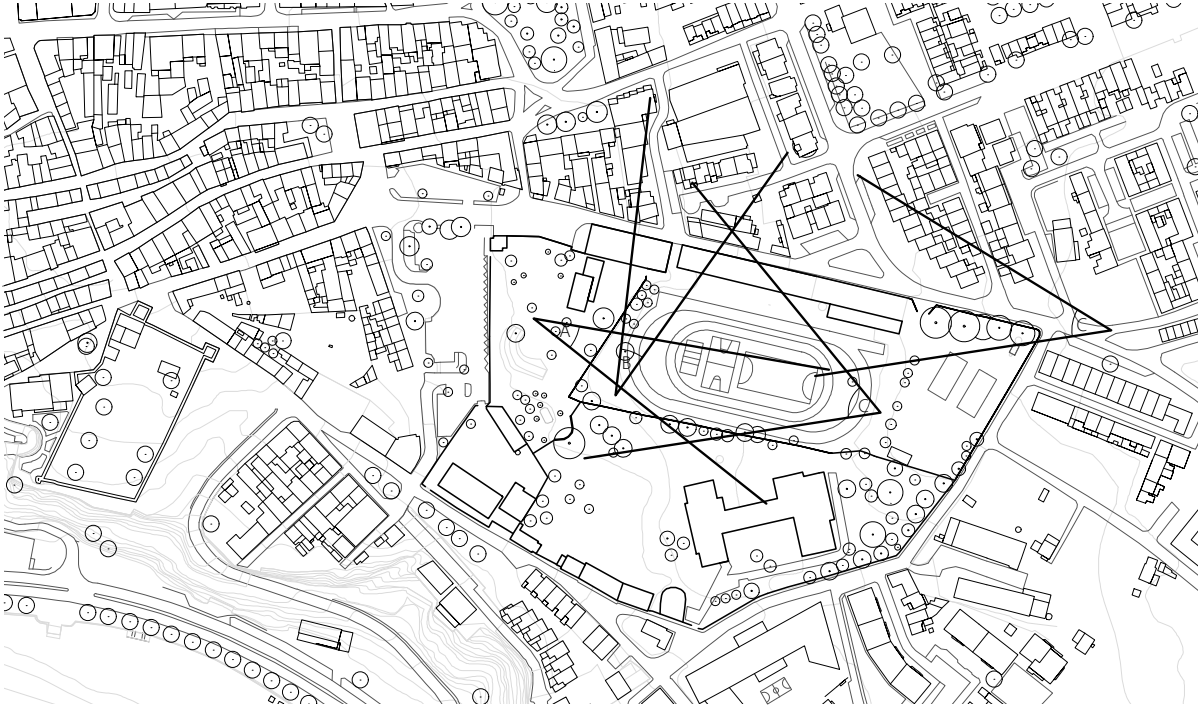
B |



C |

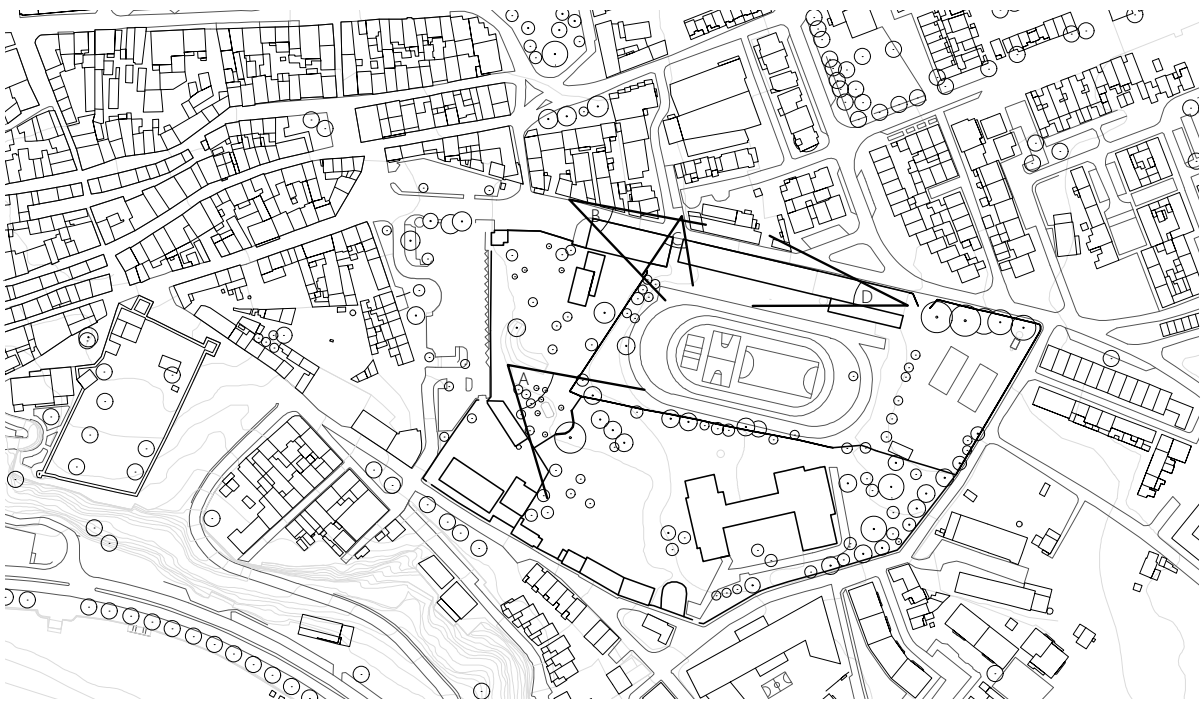


A | Jardim de Ludoteca
B | O edifício á esquerda
Comissão de Proteção de
Crianças e Jovens de Sines. Á
frente o edifício da escola de
dança e o salão de eventos
C | Pista de atletismo, dentro
campo de futebol de cinco e
basquetebol
D | Rua Pedro Álvares Cabral



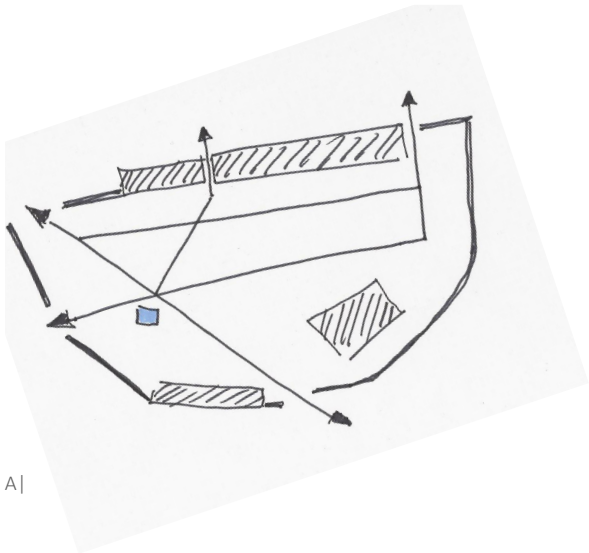


A | No Jardim de Ludoteca localiza-se um tanque de água que servia a cidade, criando-se um lugar de encontro entre os habitantes.
B | A Rua Pedro Álvares Cabral caracteriza-se pela sua descaracterização e pela fraca acessibilidade pedonal.
C | Entrada entre o Edifício Norte
D | Edifício Norte. Onde se localiza o Salão de Eventos de Sines, Escola de Dança e café.



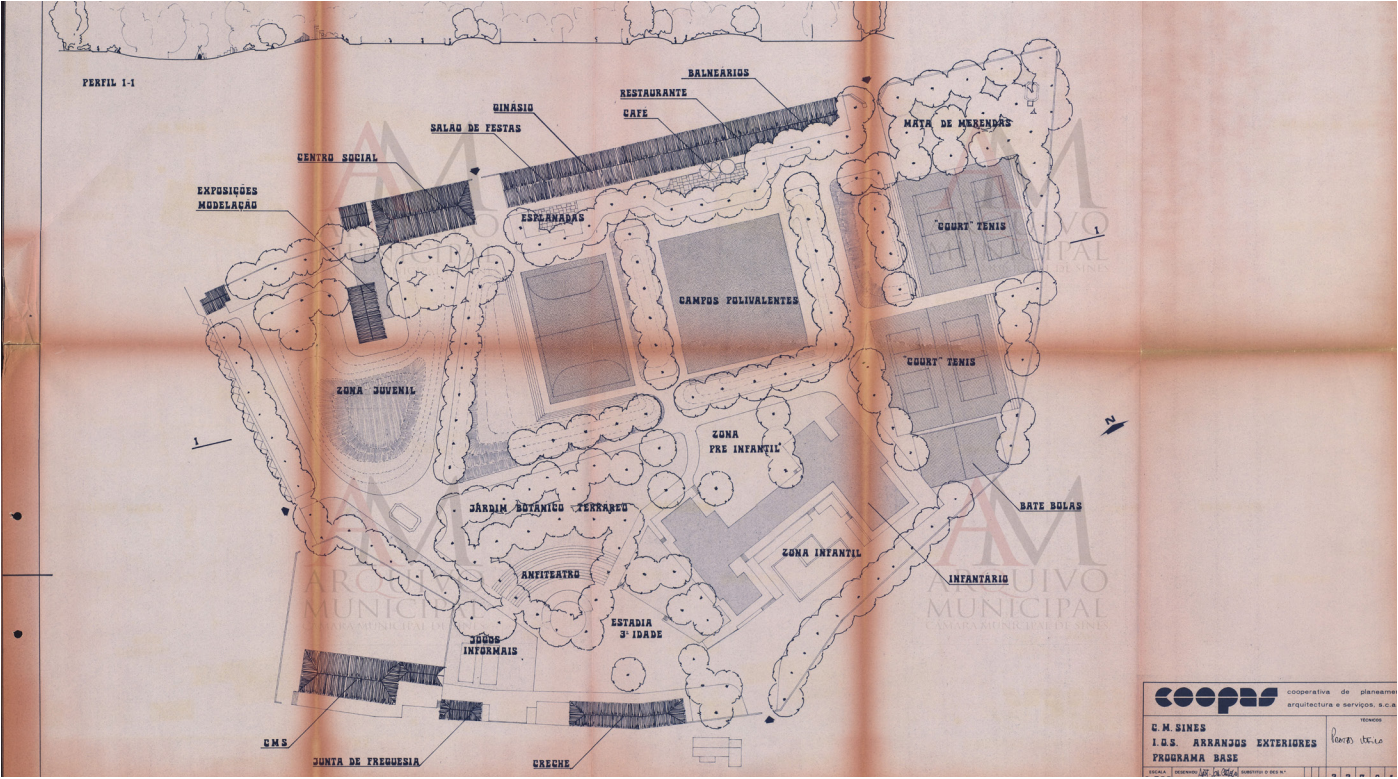
Proposta de 1981

A proposta de 1981 centra-se na área de intervenção. O edificado formalizava a frente norte do parque rasgando-o mediante as vias do edificado adjacente. Estes edifícios formalizavam espaços de lazer com esplanadas recolhidas e protegidas dos ventos predominantes do local. A vegetação rodeava os espaços dedicados ao desporto contando com um jardim infantil na extremidade. Formalizava-se um percurso em ângulo que atravessa o parque e que desagua no largo. Os percursos propostos “encontram-se” no tanque de água formalizando um espaço de reunião.

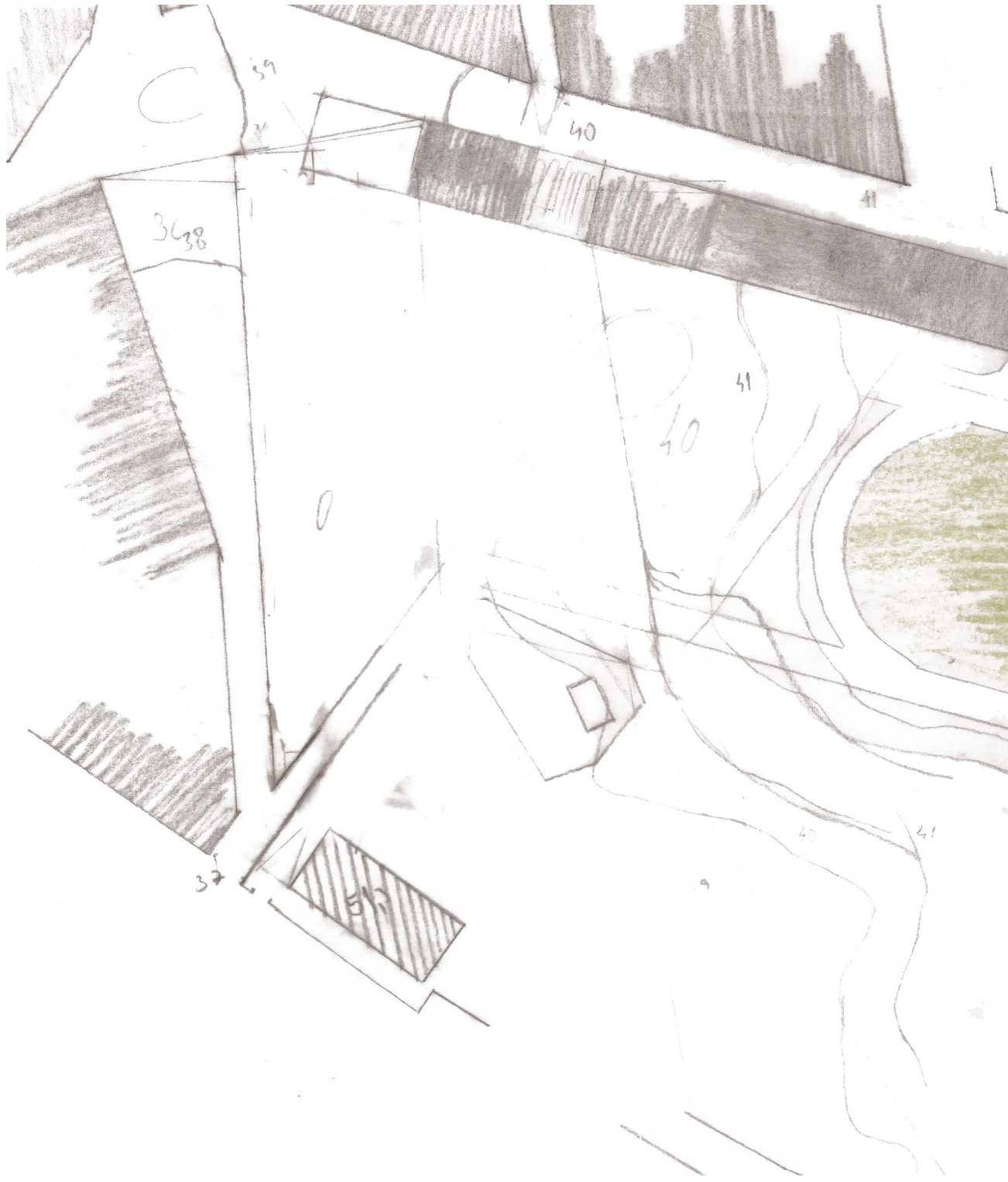


A|

A| Esquema de representação de circulação do parque proposto na carta 1981
B |Proposta para o Parque Urbano de Sines (IOS) 1981 (direita)



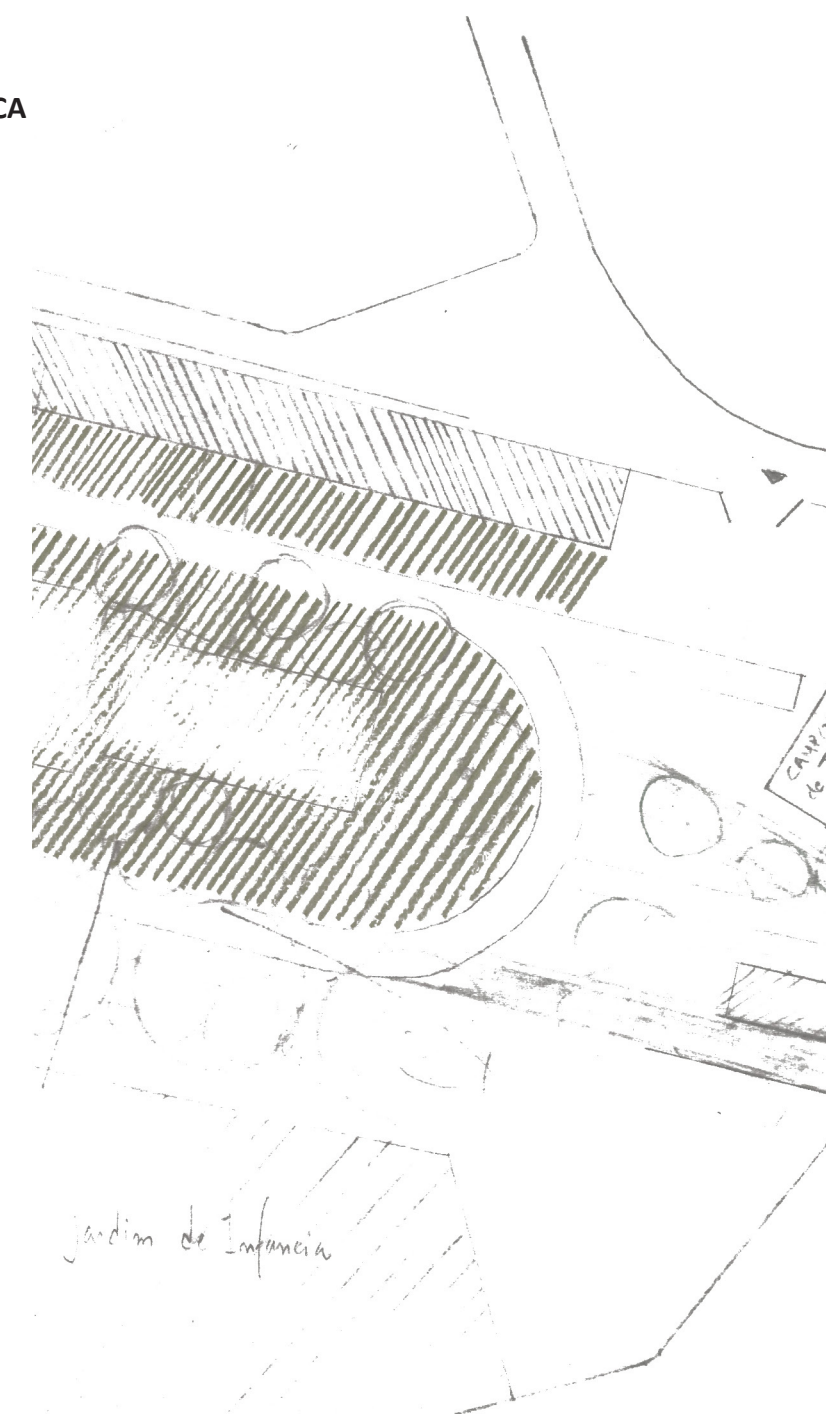
B|

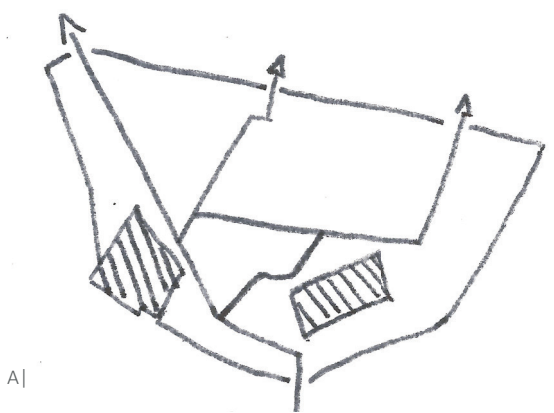


I - VERTENTE PRÁTICA

O Parque Urbano

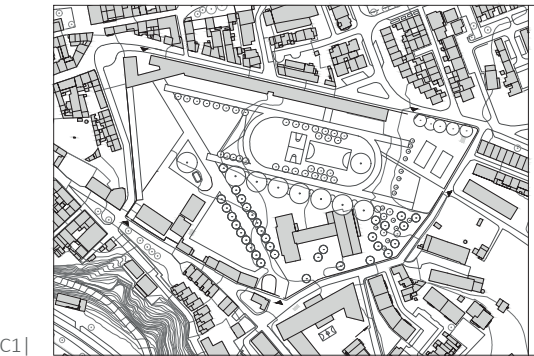
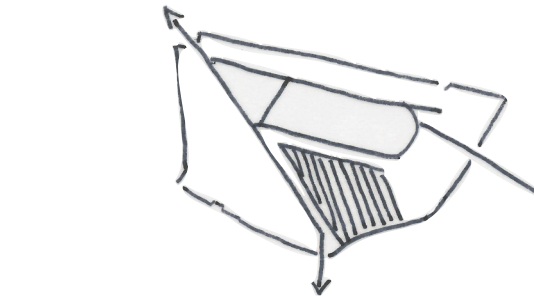
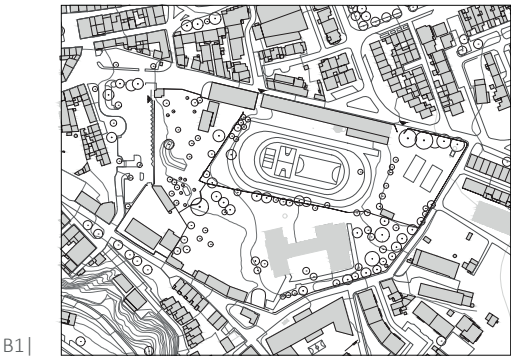
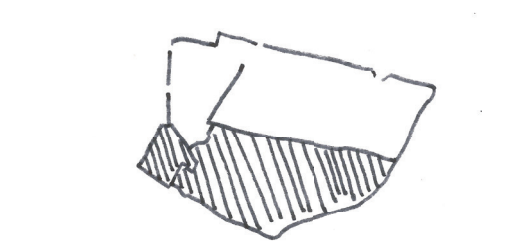
Proposta





A proposta do Parque Urbano estrutura-se pelos eixos predominantes da proposta urbana de grupo e a proposta de 1981. Ressalta-se o eixo diagonal que configura a entrada principal do Parque Urbano iniciando-se no Largo Gago Coutinho até à entrada no lado Sul junto à Igreja Evangélica e largo correspondente. O parque torna-se um parque controlado através da entrada principal e duas outras secundárias. A entrada principal e a frente norte do Parque são definidas pelo edifício que engloba a Residência de Estudantes, entre outros programas. Esta nova frente configura uma nova fachada para a Rua Pedro Álvares Cabral propondo vias pedonais e estruturando a ligação entre as novas conformações urbanas proposta a Este, na proposta de grupo, próximo à área da Pedreira até ao centro histórico. A Sul, o edifício de apoio camarário é eliminado, resultando num maior protagonismo do edifício histórico onde se instala a Câmara Municipal de Sines. Dentro do parque, a pista de atletismo serve de estrutura para uma nova Alameda, dando origem aos principais percursos do novo Parque Urbano. Esta pista de atletismo é restaurada com piso de saibro estabilizado, pavimentação dada com base na já existente ao longo da pista.

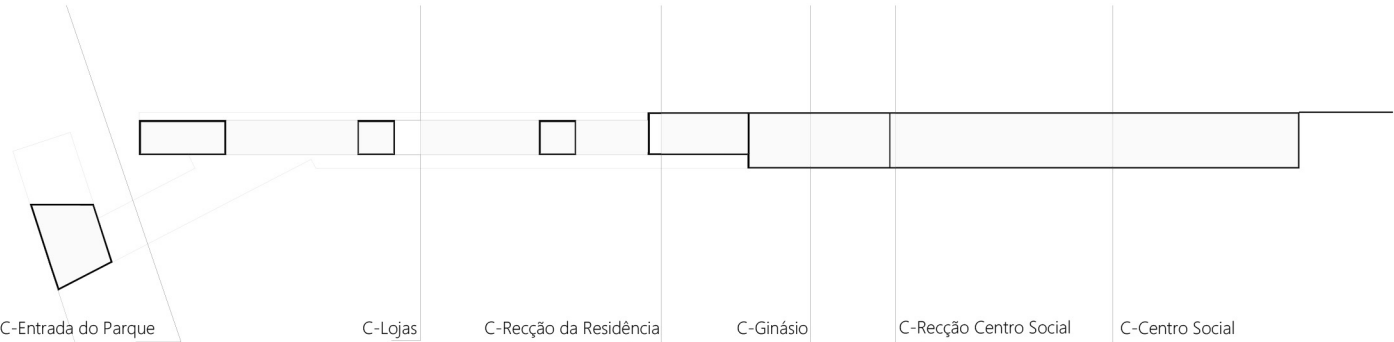
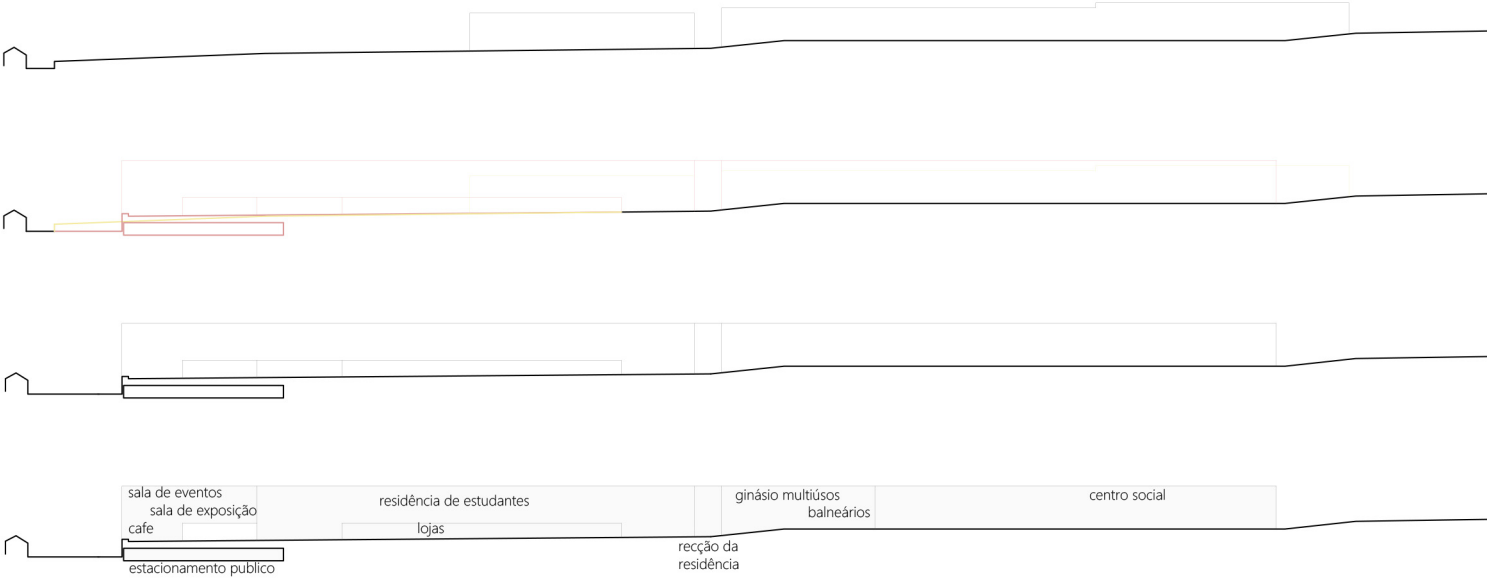
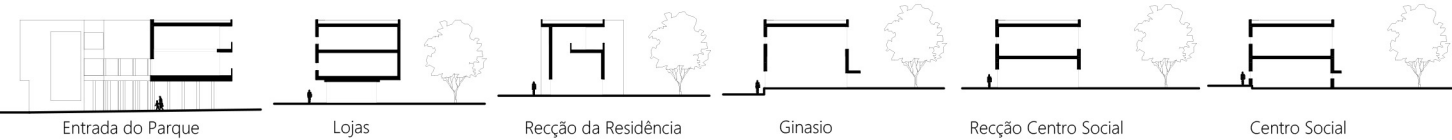
A| Esquema de circulação e Planta da Área de Intervenção da 1790
B| Esquema de circulação e Planta da Área de Intervenção Actual
C| Esquema de circulação e Planta da Área de Intervenção Proposta



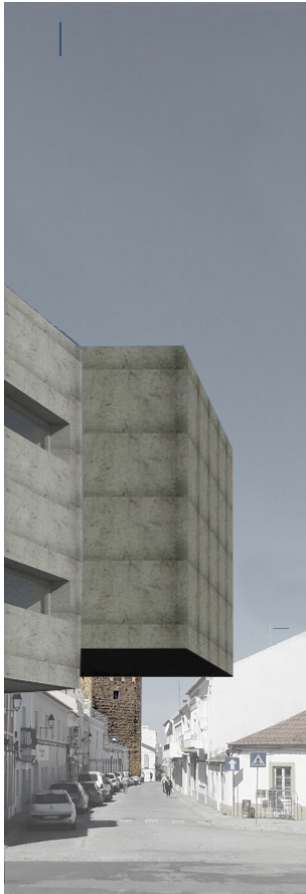
O novo edifício que engloba a Residência de Estudantes formaliza o novo parque, protegendo-o dos ventos provenientes a Este, e criando uma permeabilidade visual entre este e o urbano. Assim, cria-se uma barreira física que permite o controlo do parque mas onde este é divulgado e pertencente à cidade através do contacto visual permanente. Cria-se um novo alçado verde para a cidade, onde o comércio o dinamiza com espaços destinados ao longo deste para a cidade e para dentro do Parque.

A largura da Rua foi alargada para mais três metros conferindo a imponência que esta deverá ter, assumindo-se como as principais artérias da cidade e permitindo a passagem pedonal desafogada nas extremidades da via viária, ao contrário da presente situação.

Na extremidade do edifício, junto ao Largo Gago Coutinho, localiza-se o programa público aberto à cidade e que configura a entrada do Parque bem como uma nova configuração do Largo mais controlada.



A|



A meio do edifício é prevista uma outra entrada. Entrada que determina o fim do programa da Residência de Estudantes com uma outra receção de apoio a esta. Esta aufere a possibilidade de ligação entre a Residência e o programa do restante do edifício: o Ginásio Multiusos (de apoio às estruturas de desporto previstas no parque) e um Centro Social. Localizada numa preexistente entrada do Parque também possibilita uma possível permeabilidade da Residência para o parque urbano.

O largo Gago Coutinho foi reformulado. O descontrolo de escala e a falta de formalização de vias dão lugar a um Largo formalizado que promulga a entrada para o centro histórico, tornando-se numa charneira entre a grande via da Rua Pedro Álvares Cabral e o centro histórico de ruas estreitas e sinuosas. Neste largo, a volumetria suspensa que remata o edifício das Residências assume a sua importância como espaço público oferecido à cidade, no piso superior, e como ponto de entrada do novo Parque Urbano.

Esta volumetria suspensa advém do ponto de vista da Rua Pedro Álvares Cabral para a torre do Castelo, onde é possível perceber e por isso contrapor as duas novas volumetrias, o novo e o velho.

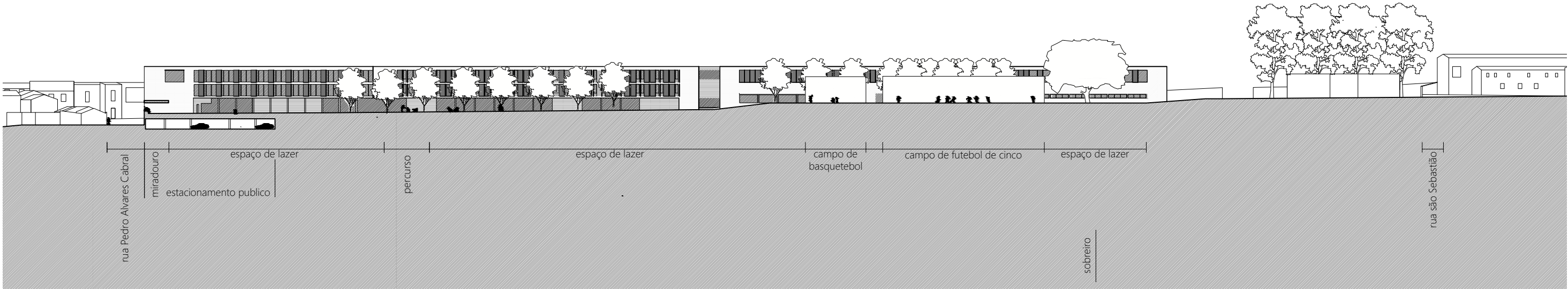
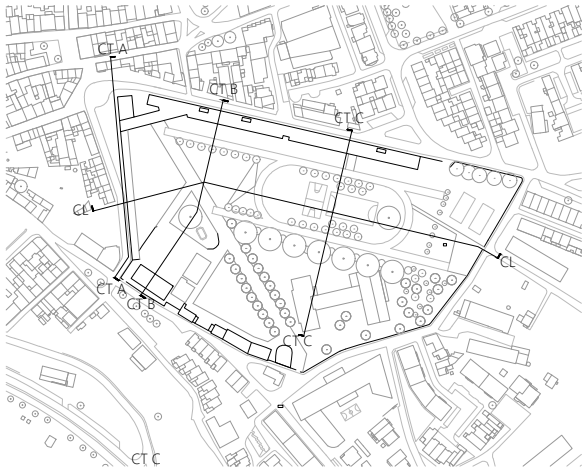
A| Perspectiva desde da Rua Pedro Álvares Cabral, Enquandramento da torre do castelo com o edifício proposto
B| Perspectiva desde da Rua Gago Coutinho ao Castelo



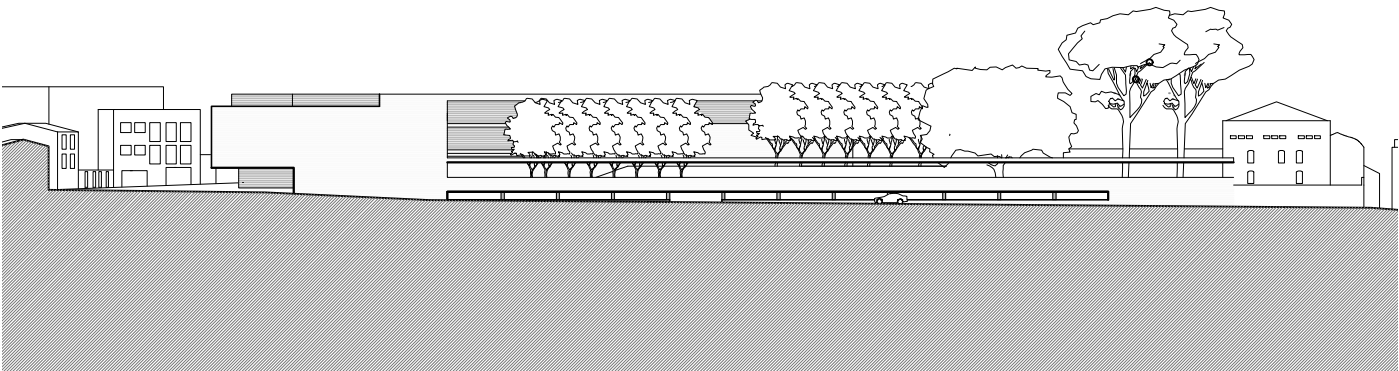
| B

A alameda criada dentro do Parque Urbano é delimitada pela preexistente pista de atletismo. Caracterizado por uma ampla vista plana, o Parque Urbano prevê espaços de desporto vedado, que não prejudicam a permeabilidade visual.

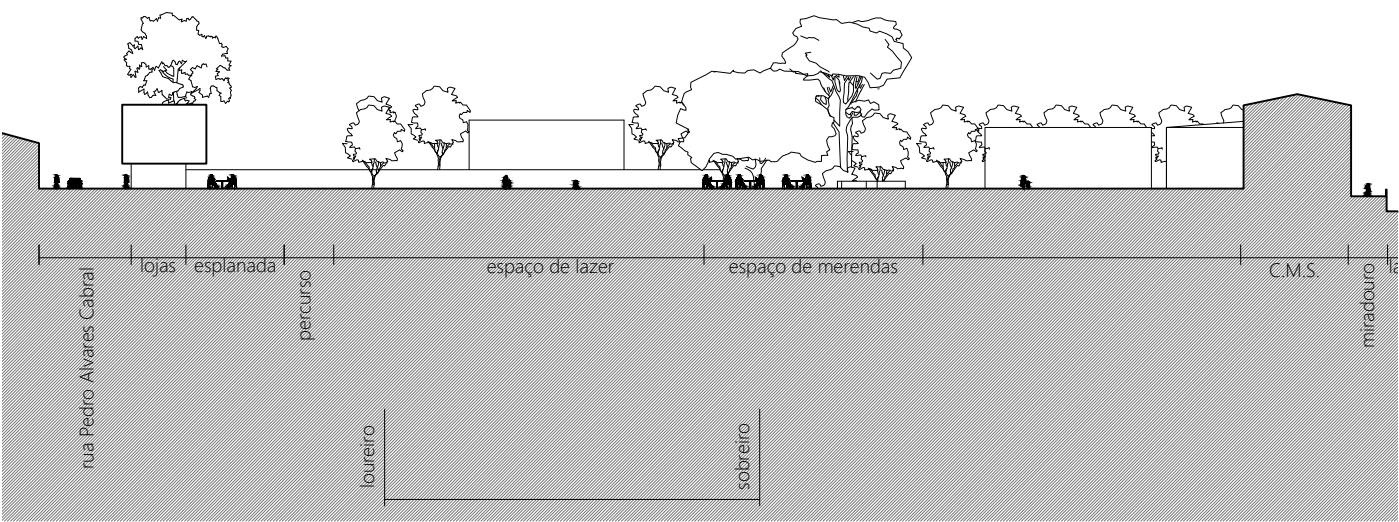
No bordo desta Alameda são previstas as zonas de passeio. Como refere Gehl no livro “La Humanizacion del Espacio Urbano”, geralmente, no espaço público alargado, as actividades mais calmas e singulares acontecem nas bordas e as actividades de grupo ocupam o espaço central. Assim as zonas de estádia estão próximas das fachadas, prevendo-se áreas de comércio e eventuais esplanadas debaixo do balanço dos pisos superiores correspondentes à Residência.



Corte CL 1.1000



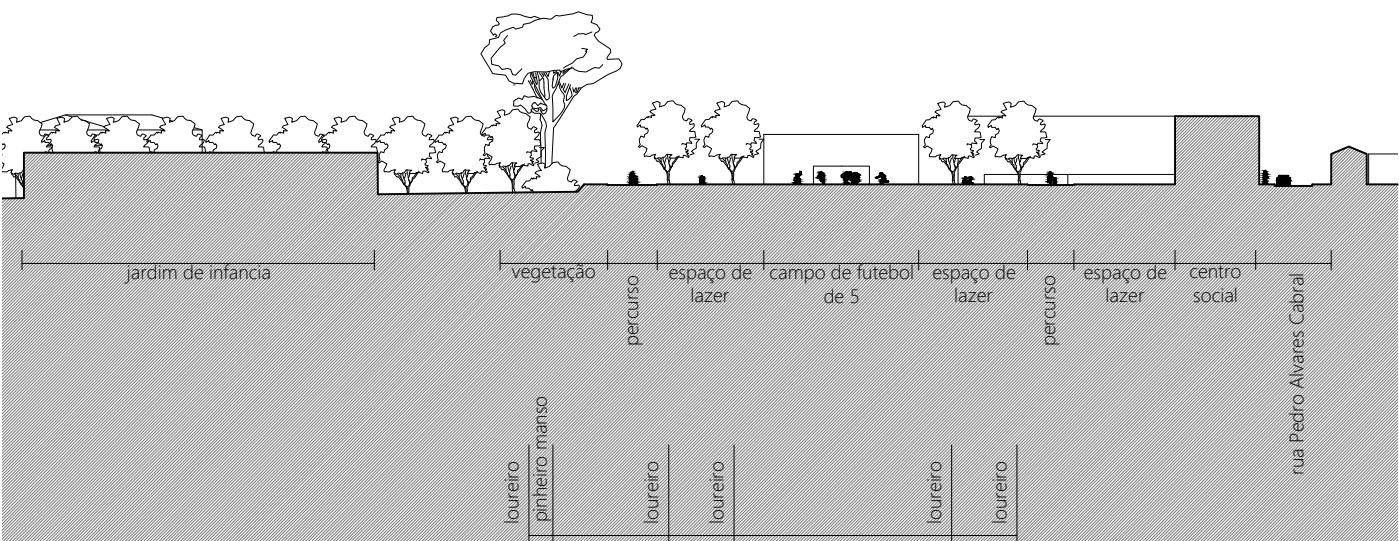
corte CT A 1.1000



corte CT B 1.1000

A Alameda é livre de equipamento e possibilita a utilização livre do espaço (as pessoas podem se deitar, sentar, realizar piqueniques, etc.). Nas restantes áreas os diferentes pavimentos e diferentes equipamentos permitiram caracterizar os espaços enquanto a vegetação permitiu estratifica-los. A vegetação foi selecionada através da vegetação utilizada na região: o sobreiro, o loureiro e o pinheiro manso. Estes elementos são introduzidos de forma a hierarquizar espaços de acordo com as distâncias visuais necessárias: nos espaços que se queriam permeáveis visualmente a vegetação é rasteira; de forma a emoldurar os passeios pedonais utilizou-se árvores altas que

permitissem alguma permeabilidade visual mas que não torna os passeios totalmente expostos. Nas zonas de repouso e de estar é onde esta presente a maior difusão de vegetação de forma a não torna-los espaços sobrecarregados com a escala do parque urbano.

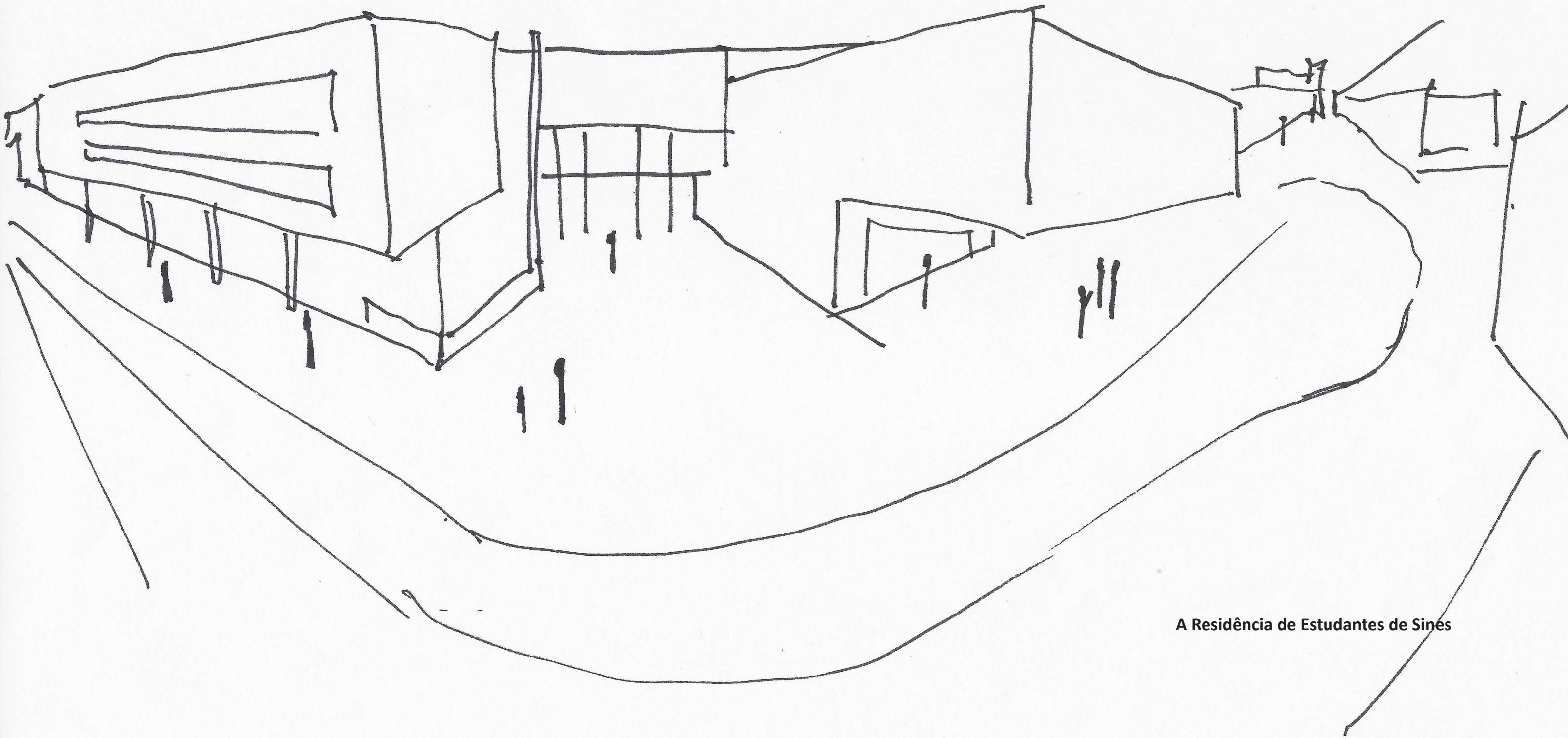


corte CT C 1.1000

Prolongou-se a cota do Parque Urbano para onde, presentemente, esta localizado o edificio de apoio camarário. Este prolongamento permitiu a implementação do parque de estacionamento, por baixo do parque urbano, fazendo a transição de cotas entre a Rua e o Parque. Assim foi conseguido a necessária vedação do parque e uma nova configuração da Rua Paulo da Gama, numa outra cota e no seguimento do eixo do largo, que o estacionamento define. Foi assim possível resolver o problema de estacionamento da zona, propondo 145 lugares, mais lugares do que os actuais. O edificio de apoio camarário é previsto perpendicularmente à Câmara Municipal contendo os programas já previamente estabelecidos, Cantina e Arquivo, com ligação directa ao estacionamento.

A| Ortofoto Actual
2016
B| Planta de Proposta
de Estacionamento
(Cota 38)
C| Planta de
Implatação de
Proposta





A Residência de Estudantes de Sines

I - VERTENTE PRÁTICA
Proposta Individual

Residência de Estudantes de Sines

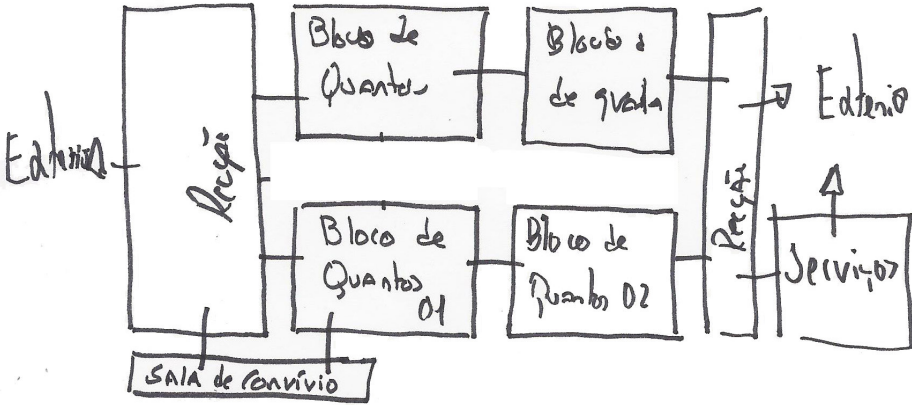
O projeto desenvolvido diz respeito a um edifício em Sines que abriga uma Residência de Estudantes do Politécnico ETLA, Centro de Ação Social e Salão Polivalente com uma área de implantação de 2 330 m2, do qual o desenvolvimento restringiu-se apenas à Residência de Estudantes que contempla 1400 m2 de implantação e abriga 116 estudantes distribuídos em 38 quartos duplos e 40 individuais.

O modelo de programa base foi desenvolvido de acordo com o documento “Programa Preliminar” redigido pela Universidade de Lisboa a respeito do Concurso Público para a elaboração de uma “Residência Universitária do Polo Universitário da Ajuda” e cedido pelo atelier CDVB.

Neste documento a proposta a realizar seria a proposta de uma residência modular que mediante a utilização dos espaços alguns blocos pudessem ser encerrados. Possibilidade fundamentada por nalgumas alturas do ano, nomeadamente as férias escolares ser necessário encerrar algumas zonas permitindo que blocos possam ser utilizados autonomamente mas com controlo de entrada e saída.

Parque Urbano e Residência de Estudantes

Requalificação de Espaço e Edifício Público



Quartos
30 dormitórios poderam ser quartos individuais(11m2) ou duplos (18m2)

Apoio aos quartos
Sala estar e refeições 34m2
Cozinha 12m2
Lavandaria/estendal 8m2
Arrumos 5m2

Espaços comuns:
sala de convivio 131m2
Instalações sanitárias 14m2

Serviços:
Lavandaria 40m2
Rouparia 40m2
Sala pessoal de limpeza 18m2
Oficina de Manutenção 20m2
Balneários 17m2
sala de contentores 22m2
Arrumos 34

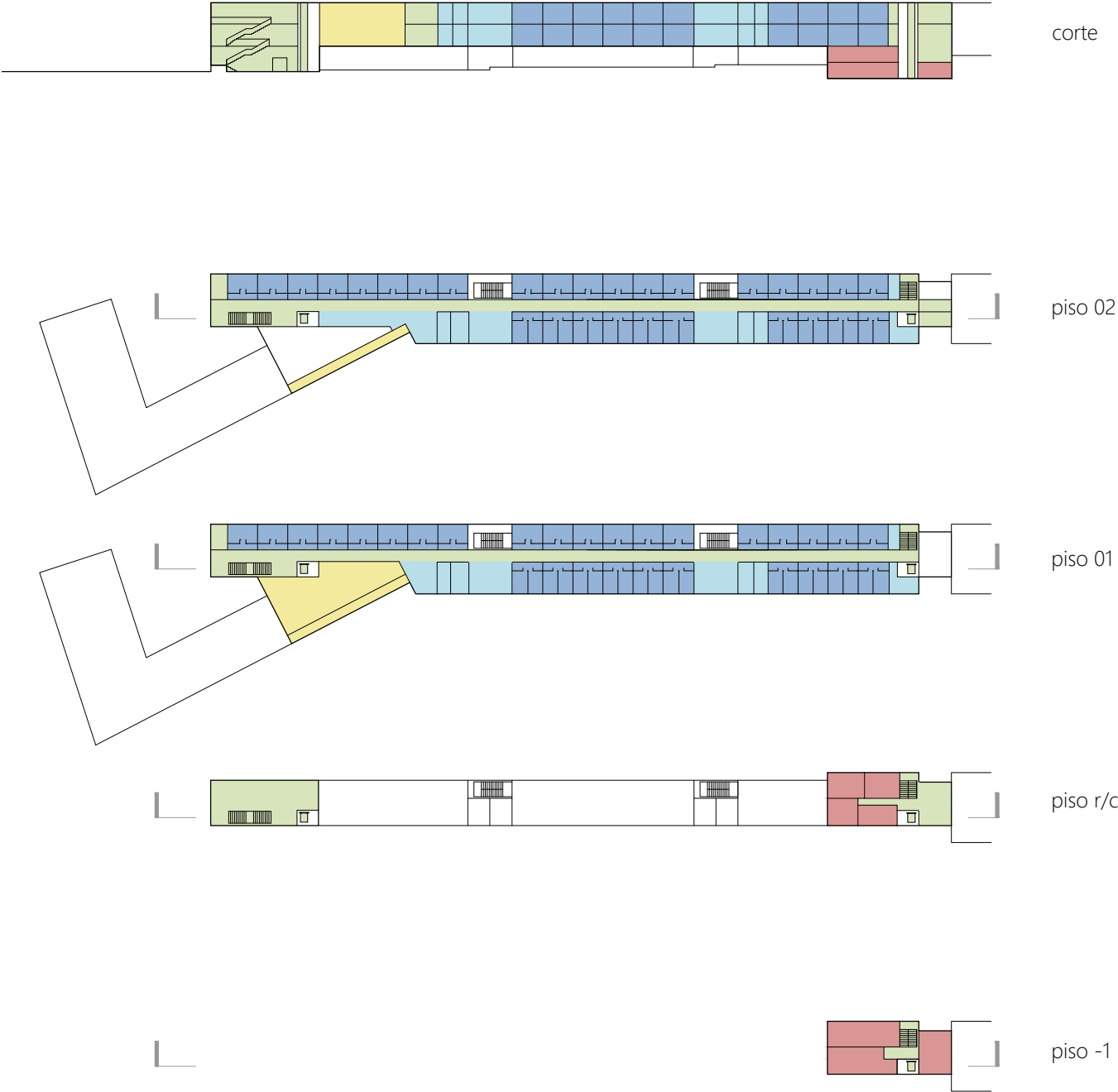
Na proposta aqui explanada, a Residência de Estudantes de Sines divide-se em 4 blocos mediante o mesmo pressuposto mencionado e de modo a reduzir os gastos de manutenção e consumos.

Relativamente ao programa, este requiere diversos níveis de privacidade: de tipologias individuais a duplas, estas deverão possuir a sua autonomia, prevendo dentro destas instalações sanitárias e arrumação; deverá se prever zonas de convívio, de preparação de refeições e de refeições além de áreas de apoio como lavandarias disponíveis aos estudantes e lavandarias gerais de apoio. Cada bloco possui 30 dormitórios apoiados por uma sala de estar e refeições, cozinha, lavandaria e arrumos.

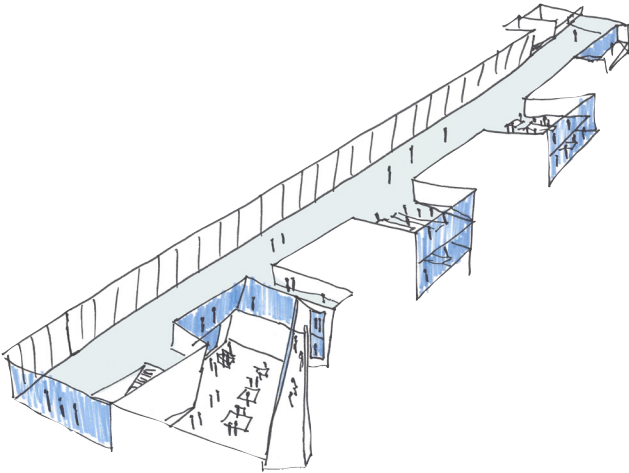
Formalizando um quarteirão e configurando um parque urbano e a sua entrada, o edifício possui uma forma paralelepípedica em que as suas principais fachadas são orientadas a sul e a norte. O edifício possui a circulação interior através de um corredor central de distribuição para os quartos adjacentes às fachadas principais. Os espaços de convívio interrompem esta regra e permitem a iluminação natural do corredor. Os acessos verticais permitem a ventilação natural do corredor quando necessário.

Parque Urbano e Residência de Estudantes

Requalificação de Espaço e Edifício Público



A Circulação

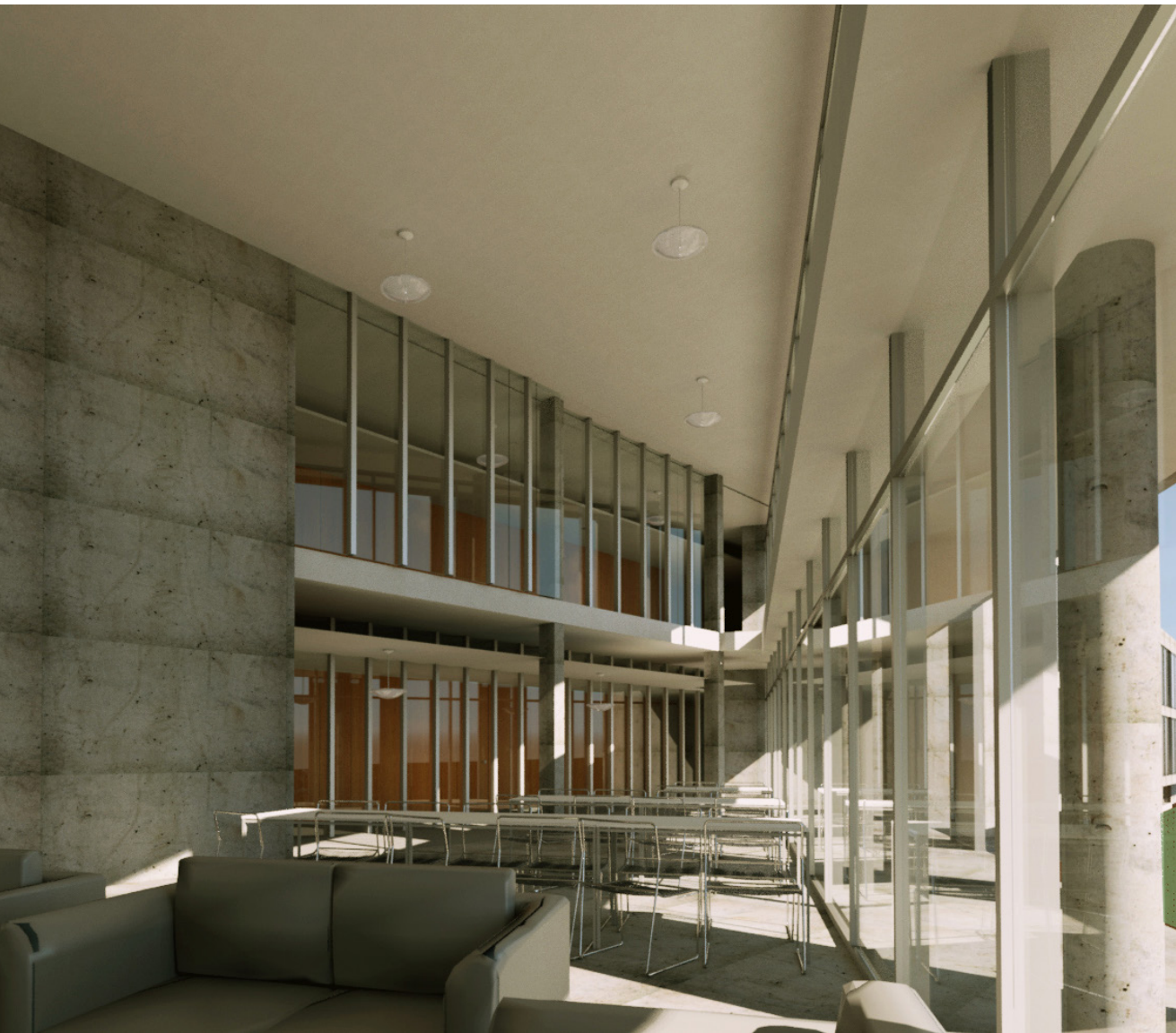


O corredor central percorre todo o edifício e é encabeçado pelas duas entradas. A entrada principal foi pensada de forma a permitir um controlo de entradas e saídas mas que também pudesse constituir um espaço informal de encontro, já que é um espaço obrigatório de passagem.

Após a entrada dos alunos na residência existe um átrio para o corredor e para a sala de convívio, a sala de convívio é encerrada de forma a não incomodar a Residência mas permite um contacto visual contínuo com o corredor central, sendo que é apenas delimitada com vidro. Constitui assim um lugar propício ao convívio pela grande permeabilidade visual continua entre espaço de circulação. Esta intenção acontece em todos os espaços de circulação da Residência: o corredor possui dois metros de largura dando liberdade a esse encontro; os espaços de refeições não possuem barreiras visuais estando situados adjacentes à fachada sul nos intervalos dos módulos de quarto individuais.

A| Esquema de Circulação de Espaços Públicos
B| Perspectiva da Sala de Refeições e Corredor

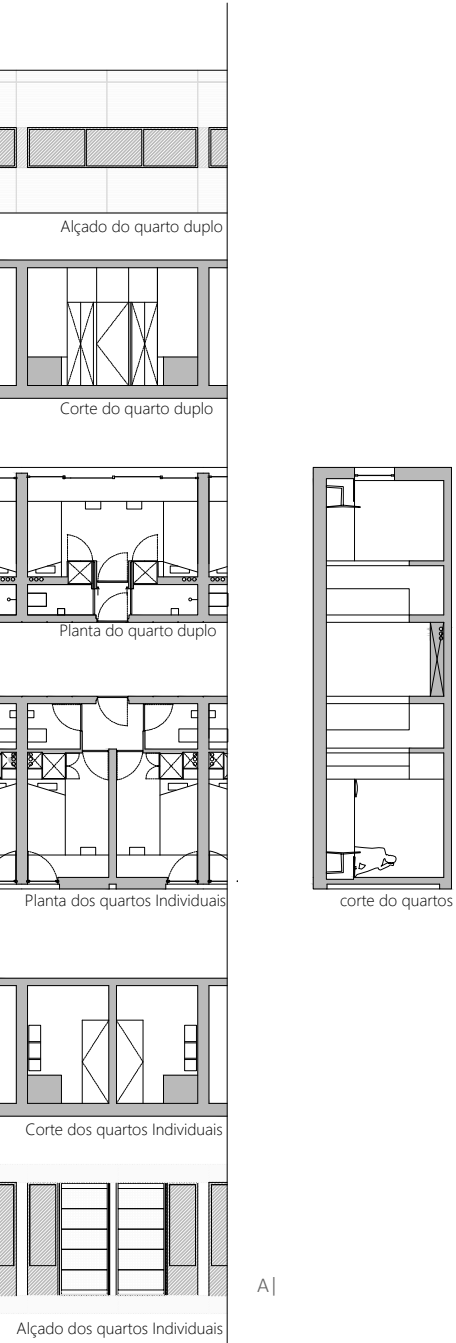




A| Perspectiva da
Sala de Convívio



B| Perspectiva do
corredor para a sala
de convívio



Quartos

Como já referido, os quartos são implementados nas extremidades longitudinais do edifício resultando em tipologias de quartos orientadas a sul e a norte. Estas divergências de orientações solares deram lugar a duas diferentes tipologias e a fachadas distintas.

A tipologia de quarto individual é situada na fachada sul onde é beneficiada por uma maior iluminação natural, uma tipologia mais privada, onde se presumiu que o estudante passa mais tempo no quarto em detrimento à tipologia dupla. A tipologia dupla é tida como uma tipologia onde os estudantes usufruem mais dos espaços comuns e de convívio da residência em detrimento do quarto, situando-se na fachada norte onde a iluminação natural não é tida como tão aprazível regularmente.



A | Plantas e Cortes das Tipologias Propostas, 1:200
B | Fotografia de um quarto do Convento Sainte-Marie de La Tourette, Le Corbusier (referência)

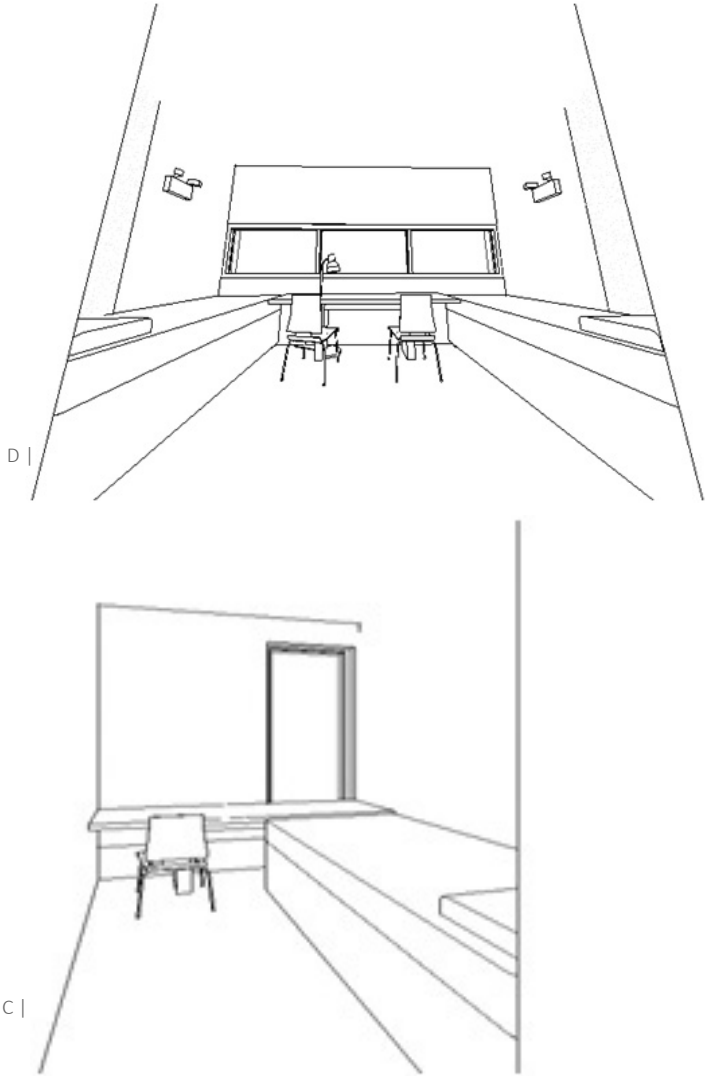


Figura C | Perspetiva do quarto individual
Figura D | Perspetiva do quarto duplo

“Aceita um exemplo: o mundo da casa comigo dentro e contigo fora, ou vice-versa. Há também o mundo da rua – a cidade – contigo dentro e comigo fora, ou vice-versa. Entendes o que quero dizer? Dois mundos em colisão, nenhuma transição. O individual de um lado, o colectivo do outro. É assustador”¹

“A arquitectura deve ampliar esses limites estreitos, persuadi-los a converter-se generosamente em domínios intermédios articulados”²

Optou-se pela opção de uma antecâmara que englobasse os espaços de higiene (Instalações num compartimento e duche num outro) de forma a que esta protegesse os quartos dos ruídos do corredor. Esta antecâmara assegura também um espaço intermediário entre o coletivo e a tipologia do quarto, oferecendo um espaço onde é possível a inexistência de exposição do coletivo/individual e onde é a existência de um tapete de entrada para a tipologia ou o deixar de um guarda-chuva antes de entrar no quarto. Funcionando assim como um espaço-válvula entre diferentes níveis de privacidade que restringe o contacto visual para o interior do quarto.

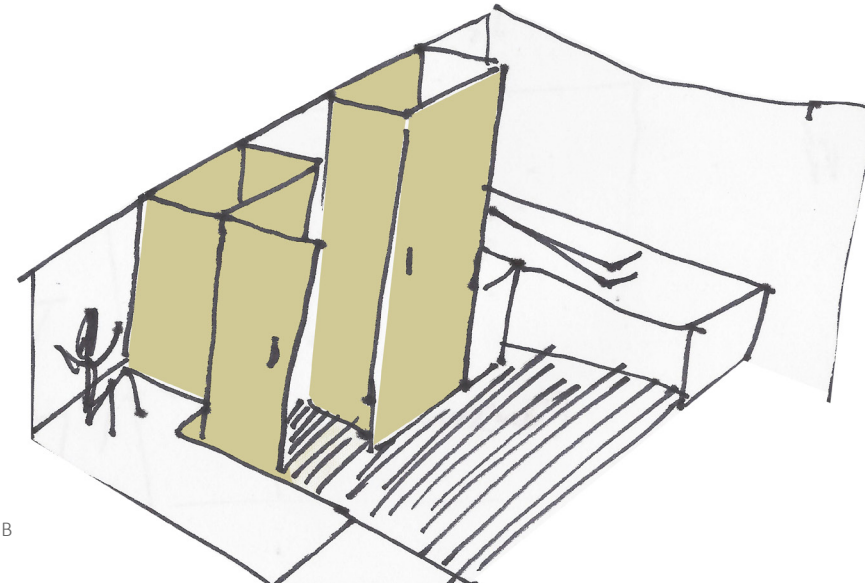
Este esquema é aplicado quer para a tipologia individual quer para a dupla, sendo que a diferença entre uma e outra é a existência de uma divisória no espaço destinado aos quartos e, conseqüentemente, a existência de entradas individuais para cada quarto a partir da antecâmara.

¹Simão Botelho
(Botelho, 2010, p. 15)
citando (Smithson, 1974)
²Simão Botelho
(Botelho, 2010, p. 16)
citando (Eyck, 1984)

A| Esquema Quarto (verde), Antecâmara (amarelo), Corredor (vermelho)

B| Esquema Privacidade dentro do Quarto duplo

De forma a atenuar os problemas de privacidade na tipologia dupla os armários que encabeçam a cama são avançados de forma a criar uma reentrância para a cabeceira da cama, oferecendo ainda a possibilidade de abertura da porta do armário criando um compartimento do resto do quarto. Esta solução possibilita (junto com a profundidade do armário e a porta aberta deste) uma divisória de 1,10m para o resto da tipologia.





A| Perspectiva
para a Fachada
Sul

A Fachada

A implantação da residência foi estudada mediante a estrutura urbana que esta configura e de forma a que uma das suas fachadas principais seja orientada a Sul para um maior rendimento energético dos sistemas solares fotovoltaicos implementados.

Exteriormente o edifício é composto por faixas horizontais de betão à vista (correspondentes à testa de cada laje) que delimitam os três pisos do edifício. O rés do chão é caracterizado por uma grande permeabilidade visual entre os dois ambientes que este encerra, o urbano e o parque. Esta permeabilidade é conferida por um sistema de pilares permitindo uma delimitação do comércio previsto apenas pelo vidro, em contacto permanente com a cidade e o Parque.

As diferenças de orientação solar refletiram-se no desenho de cada fachada. Na fachada norte prevaleceu o recorte horizontal do vão em toda a continuidade do quarto dando origem a um vão mais reduzido relativamente à fachada sul principalmente por razões climáticas e de isolamento. A fachada sul, de contacto visual directo com o parque urbano, é onde se situam os quartos individuais, o programa de convívio e de áreas comuns e onde são implementados Paineis Fotovoltaicos (no seguimento do Projecto Final Teórico presente numa segunda parte do presente



Na fachada sul, cada tipologia individual corresponde, em largura, a um módulo personalizado de Painel Fotovoltaico (PV) e a um vão, sendo que o ritmo da fachada é subjacente ao programa a si adjacente: ao ritmo definido dos vãos e dos PV's nos quartos; à maior liberdade de vãos e de implantação dos PV'S nos espaços de convívio. A verticalidade que o módulo dita é repercutida na abertura do vão, verticalidade esta contraposta às três faixas horizontais de betão aparente correspondentes às testas das lajes que delimitam os pisos da residência.

As dimensões dos módulos das tipologias foram definidas de acordo com a estrutura utilizada de pilares; entre pilars, está predefinida a largura de uma tipologia dupla ou de duas tipologias individuais. O sistema estrutural em pilares liberta a fachada para uma maior liberdade estrutural na abertura de vãos. Ambas as fachadas possuem a mesma equidistância horizontal de elementos e correlacionam-se a respeito do pensamento modular estrutural e das opções de revestimento tomadas.

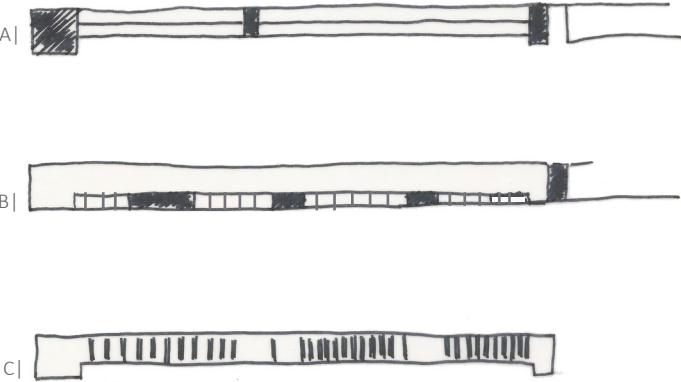


Fig.A| Principais Zonas de Intervalo do Ritmado dos Paineis (da esquerda para a direita - Entrada Salão Eventos e Sala Expositiva, Espaço de Estar Residência-ângulo do edifício, Recepção Residência)

Fig.B| Estrutura de pilares com intervalos 4.8 m, com reforço de blocos de betão armado para os acessos verticais à residência

Fig.C| Ritmado dos Paineis Fotovoltaicos em função do Programa (da esquerda para à direita- sala expositiva e sala de convívio, sala de estar/ refeições, quartos, sala de estar/refeição e quartos)

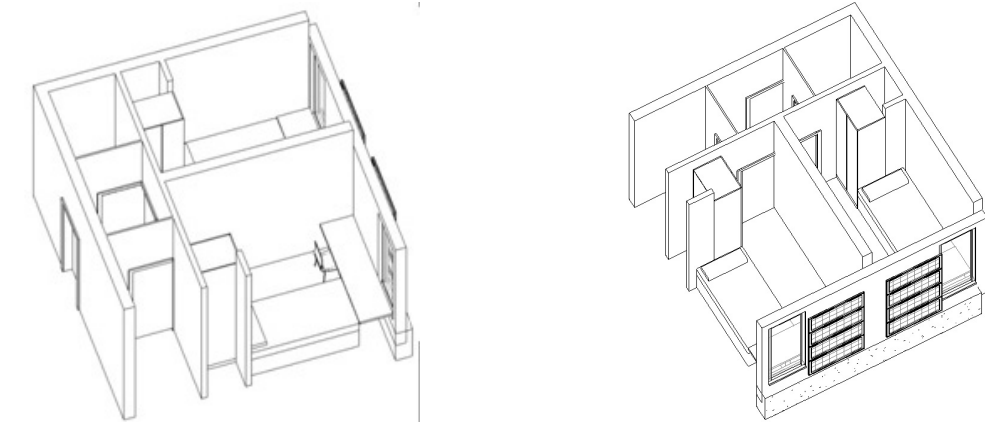
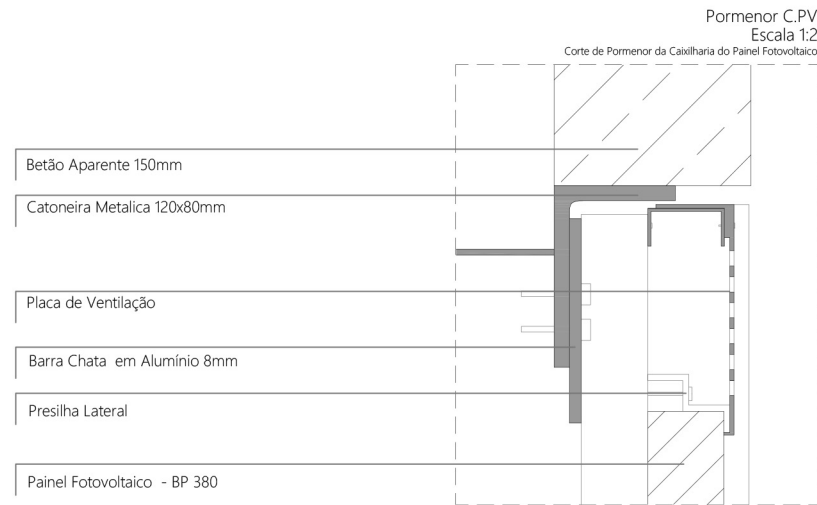
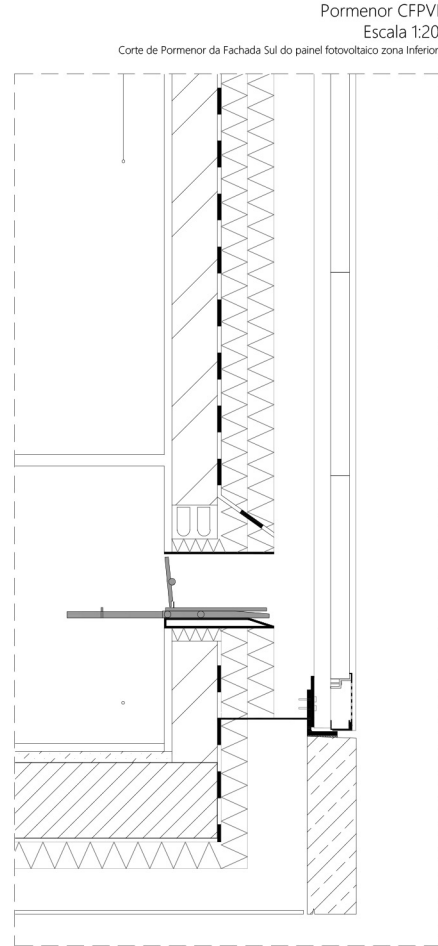
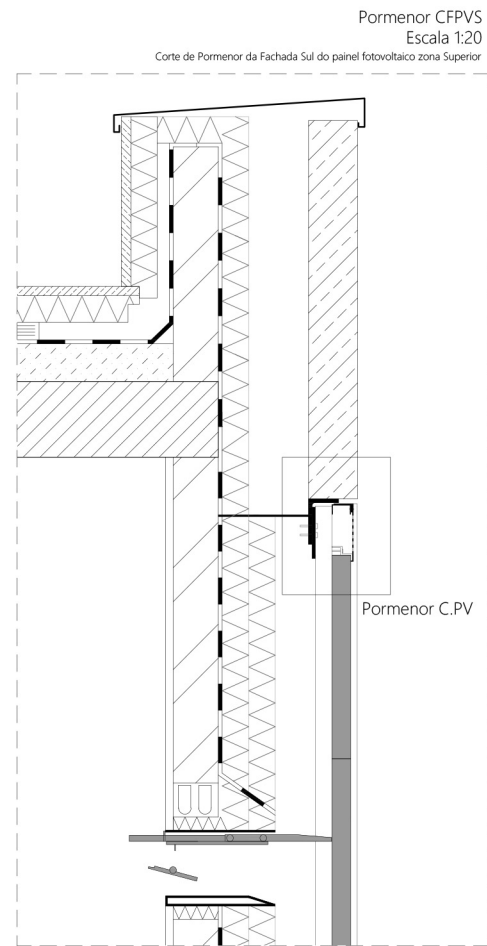
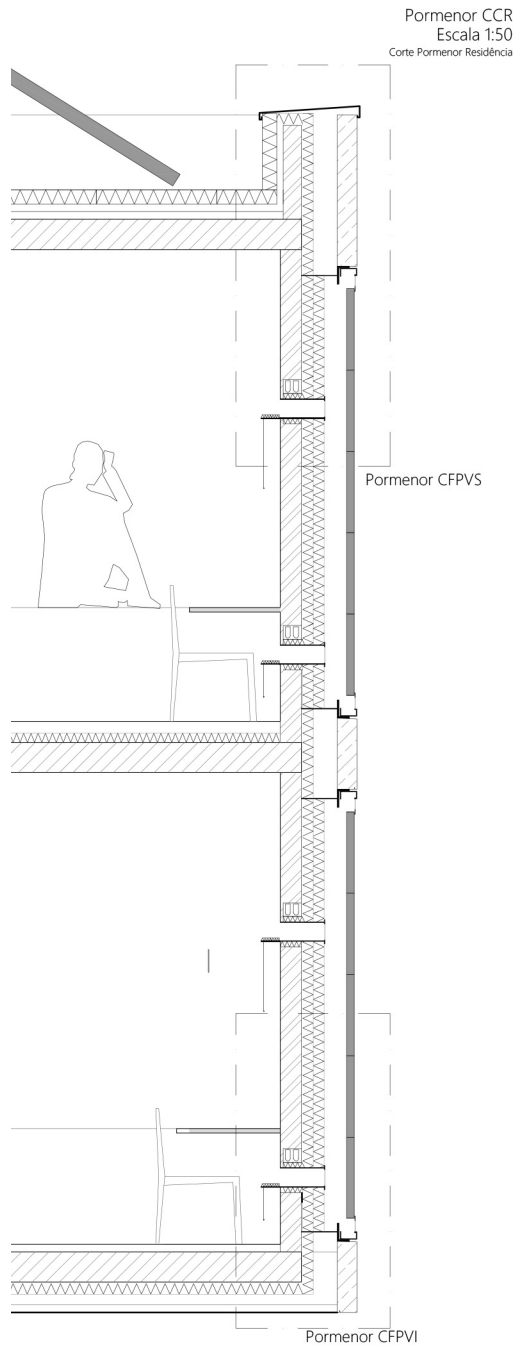
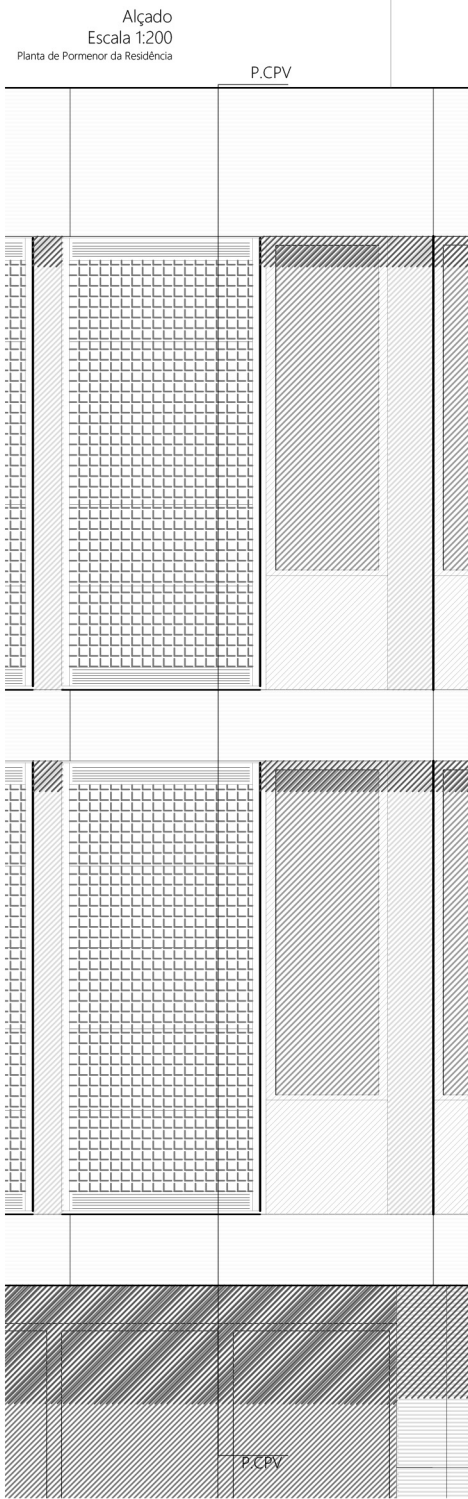
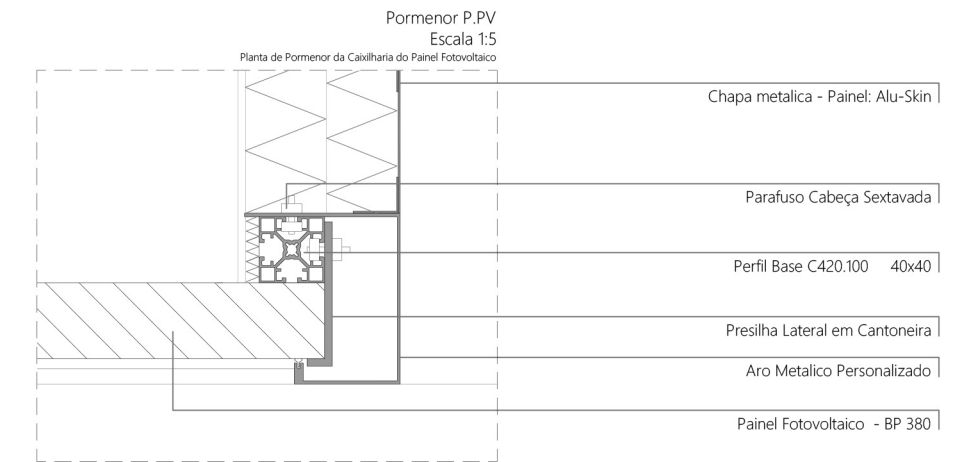
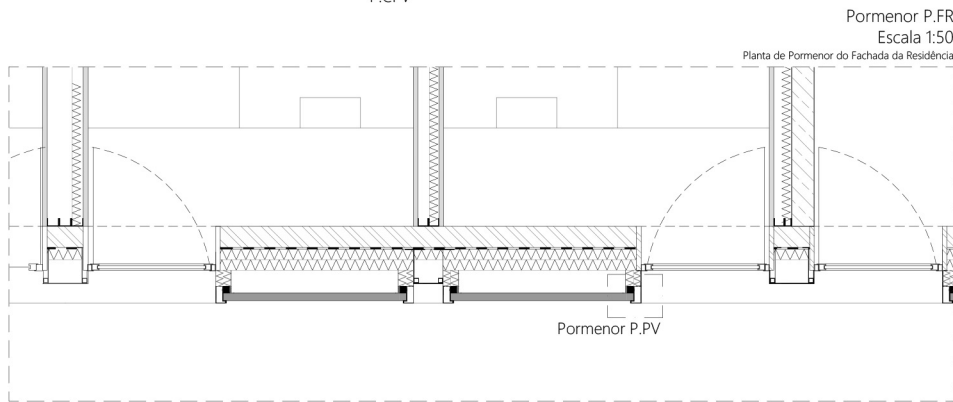
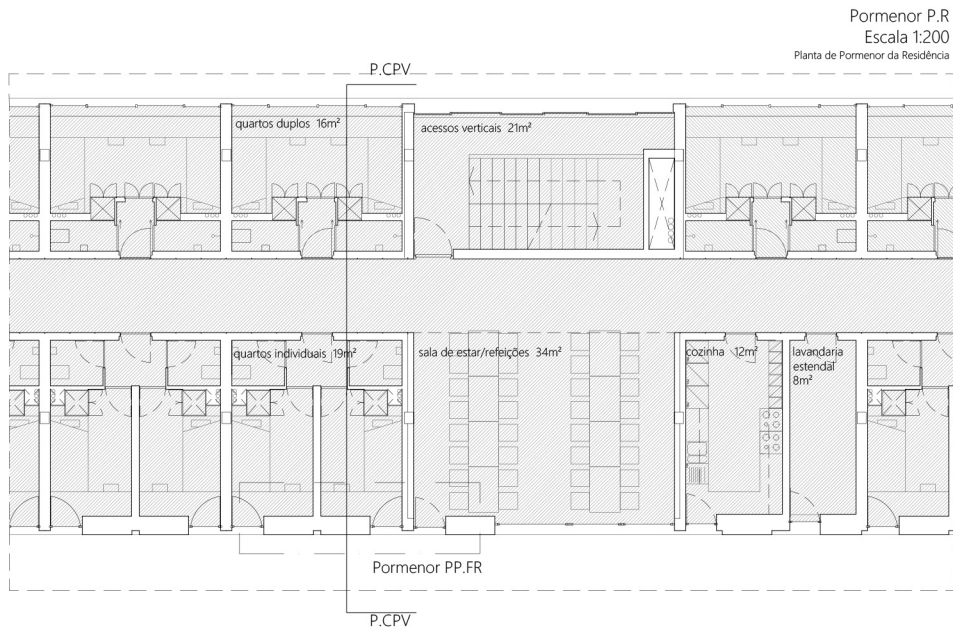
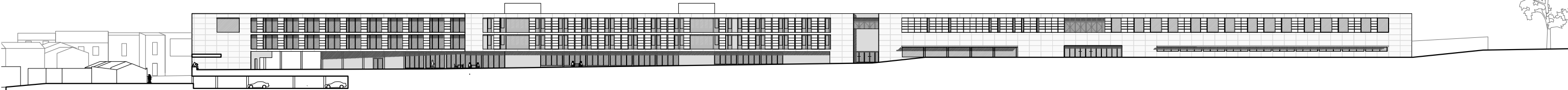


Fig.D| Tipologia individual com a implantação dos PV'S.





Alçado Sul

O módulo Fotovoltaico e a Fachada

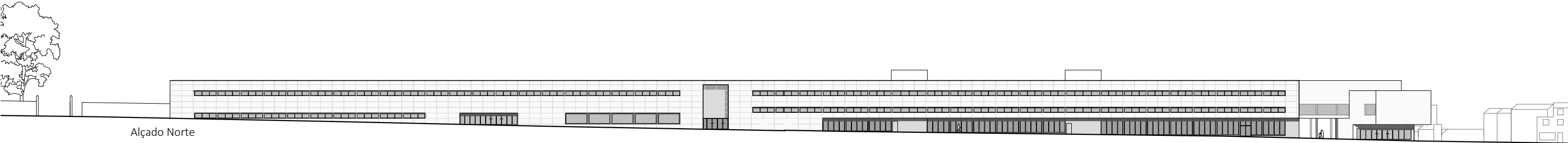
O módulo implementado é composto por cinco painéis fotovoltaicos de células de silício multicristalino de 1,2 m por 0,5 (comercializado pela empresa BP-Portugal), o mais correntemente disponível no mercado e que se caracteriza por uma tonalidade variável entre o azul cristalino a um azul escuro consoante a incidência solar. Os 5 painéis são aglomerados num módulo de 3 metros por 1 metro e 30 centímetros de largura através de uma estrutura personalizada que emoldura e suporta o módulo. A estrutura possui como base uma estrutura de painéis fotovoltaicos comercializada pela empresa Extrusal. A grelha de ventilação que produz um efeito similar a uma parede de Tombre (desenvolvido no próximo subcapítulo) foi integrada no módulo na sua extremidade inferior e superior. A principal dificuldade a respeito da integração

Em cima: Alçado Sul da volumetria de todo o edifício

Em baixo: Alçado Norte da volumetria de todo o edifício

destes elementos foi criar uma ideia de homogeneidade da fachada em todo o edifício. A solução encontrada foi a criação de uma hierarquia em que o PV estivesse inserido numa ideia de vão contraposto à aparência bruta do betão aparente. Assim em todo o edifício existe a ideia de uma massa assumida pelo betão em cofragem (por contraplacado marítimo de dimensões de 2,4m por 1,2m) “escavada” em 5 segmentos em todo o comprimento da fachada. Esta solução foi possível através de uma solução estrutural em pilares equidistantes entre si à distância de 4,8 metros. Em toda a linearidade destes segmentos “escavados”, em ambas as fachadas, as divisórias assumem-se num plano recuado revestidas por um perfil metálico em U, a uma distância de 13 centímetros do betão aparente. As diferenças

entre fachadas são introduzidas por um rasgo mais vertical e pela introdução dos painéis na fachada sul. Os painéis fotovoltaicos assumem-se como uma janela. A moldura em alumínio, semelhante a uma caixilharia, esta contida entre as 3 faixas de betão em destaque e toma lugar no mesmo plano que estas por razões de incidência solar: se a caixilharia, junto com o PV, estivesse recuada iria comprometer o rendimento energético deste último. A janela, por sua vez, é recuada 24 centímetros da fachada e onde uma placa pré-fabricada de betão ligeiramente recuada assume o parapeito da janela. A janela é percebida do exterior como uma subtração que assume a verticalidade do vão delimitado pelas faixas horizontais de betão e assumida pelo PV.



Alçado Norte

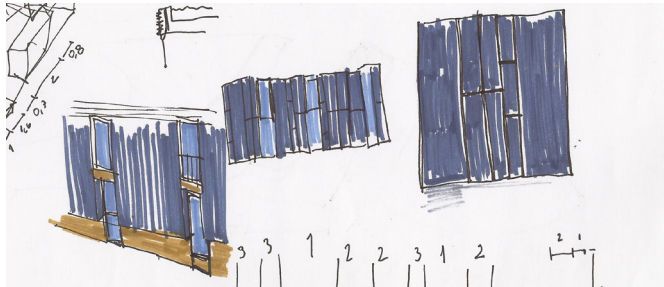
O módulo Fotovoltaico e a Fachada
Processo

Uma primeira abordagem ao projecto passou por cobrir toda a fachada sul com os painéis fotovoltaicos. Entre os painéis fotovoltaicos surgiriam os vãos e, assim, toda a fachada assumir-se-ia como uma membrana de azul cristalino ao transparente do vão.

No desenvolvimento da primeira abordagem, optou-se pela introdução da abertura para a ventilação do próprio módulo. Foram estudadas várias opções desde a uma grelha sem interrupção ao longo da fachada inserida num perfil em U até à solução adoptada do alinhamento horizontal da ventilação com o painel fotovoltaico.

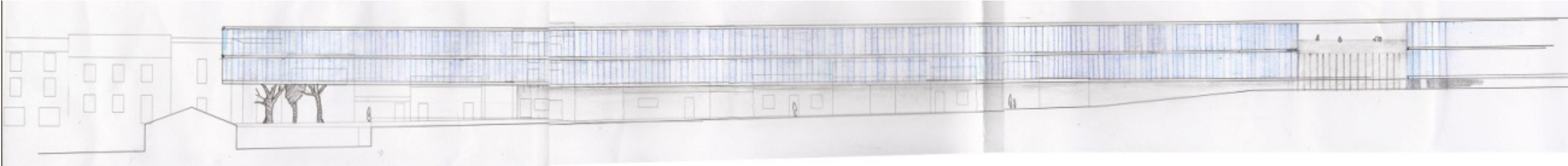
Fase I

Figura A| Esquiço de processo- Ideias Iniciais
Figura B | Alçado Sul- Ideias Iniciais



A|

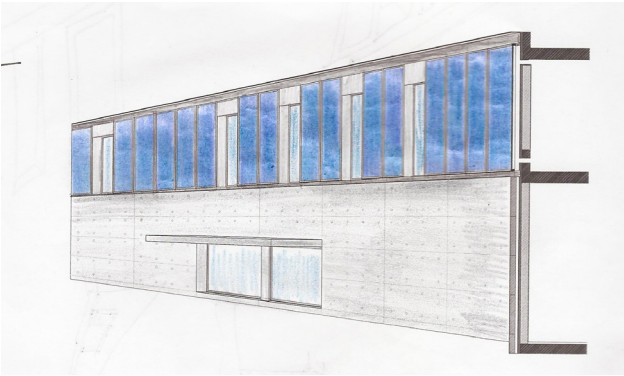
B|



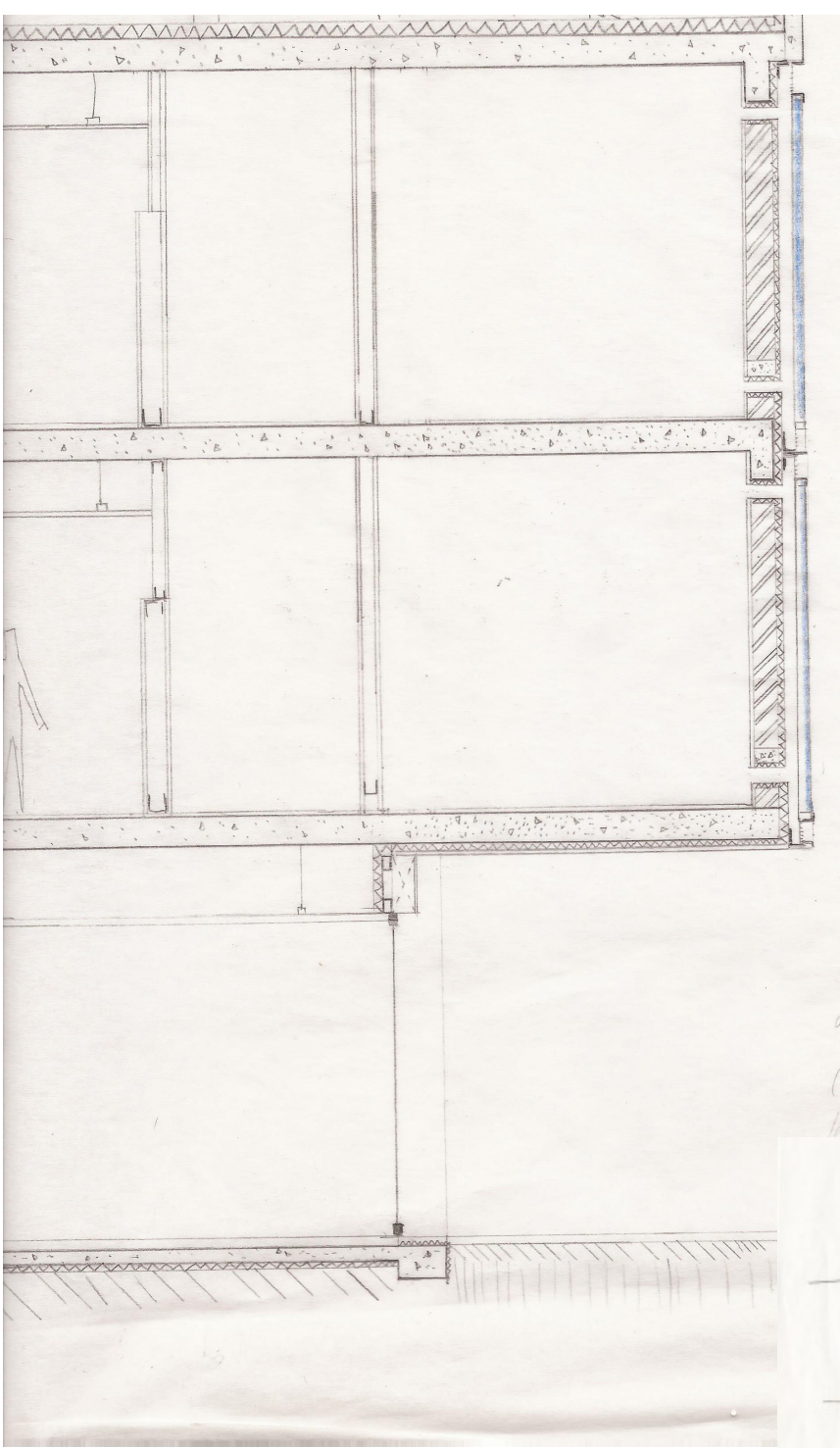
Fase II

Contudo, a abordagem inicial possuía diversas deficiências quer a nível estético de homogeneidade do edifício quer a nível construtivo e de conforto térmico. Foi necessário que o betão já pensado como estrutura e como revestimento para o restante edifício fosse trazido para a fachada Sul para uma harmonização do edifício e adição de contraste entre materialidades. Iniciando um processo de experimentações de equilíbrio entre o betão aparente, o módulo, os elementos metálicos e a transparência do vão. A adição do betão permitiu um descanso visual à profusão do azul característico dos painéis fotovoltaicos.

Figura D| Perspetiva da Fachada Sul com sistema construtivo



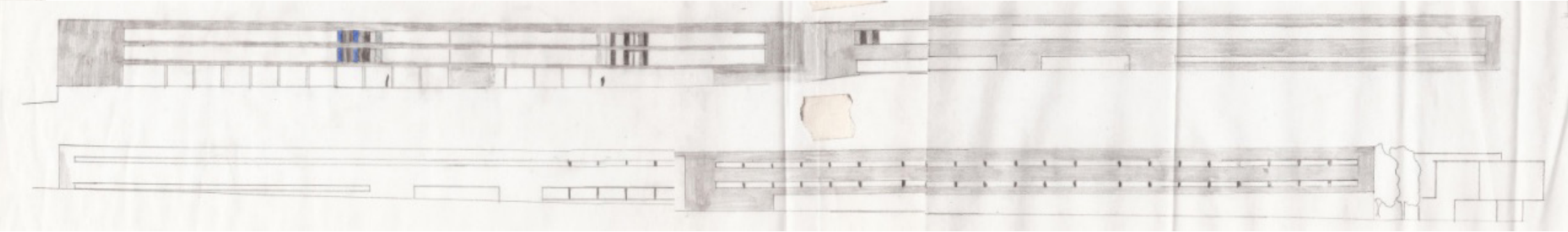
D |



A|

Figura A | Corte Transversal
com Sistemas construtivos com
recuperamento de calor
Figura B | Alçado da integração da
Fachada Sul com a Norte utilizando
Betão entre os PV's
Figura C | Esquízo do resultado
finalda fachada

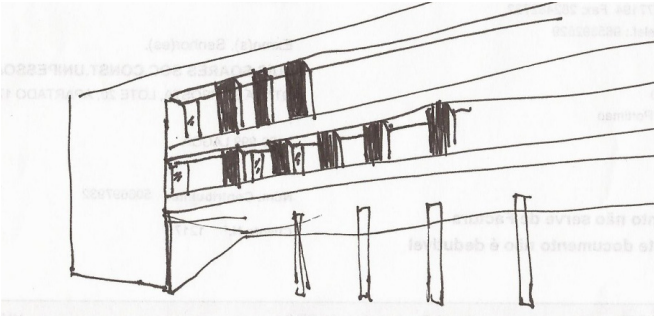
B|

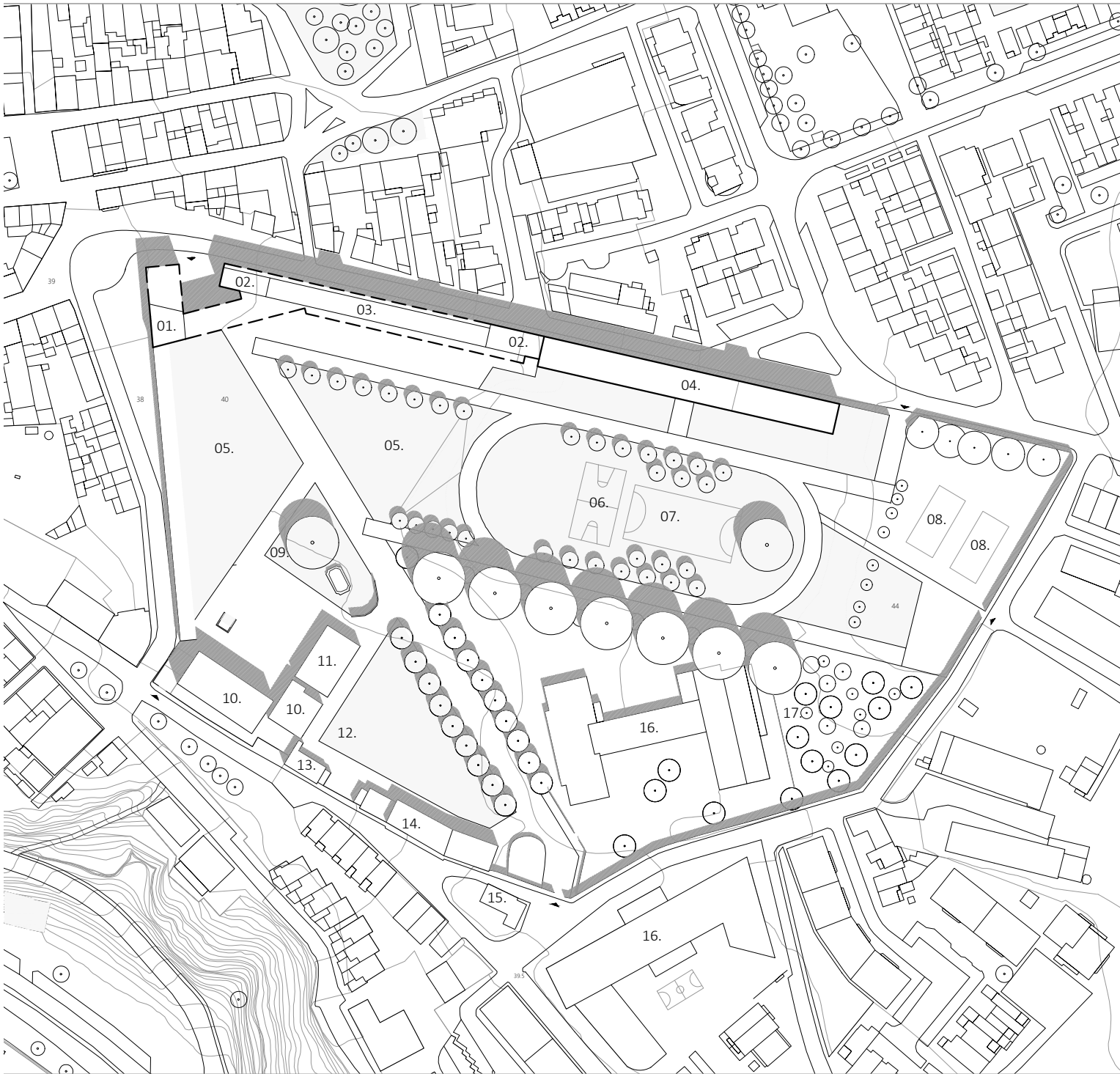


3ª Fase Numa última fase, e para a cotenção de todos os elementos que envolviam o módulo do PV junto com a necessidade da abertura de vãos, foi adoptada a estratégia de que o betão aparente seria tratado como uma massa e que na suas aberturas tomariam lugar os elementos referidos. Assim, destaca-se o contraste entre os paineis fotovoltaicos e as espessas faixas horizontais correspondentes à testa de cada laje da residência; o piso do rés do chão (o piso das lojas) é recuado assim como as próprias janelas das residências e estabeleceu-se uma organização em planos para cada elemento.

Fase I

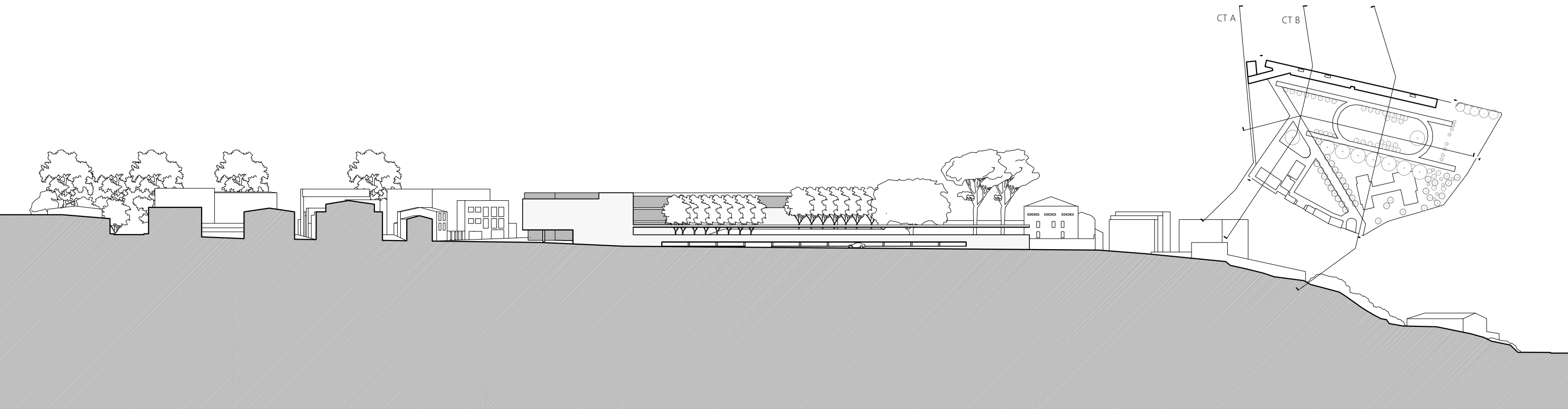
C|



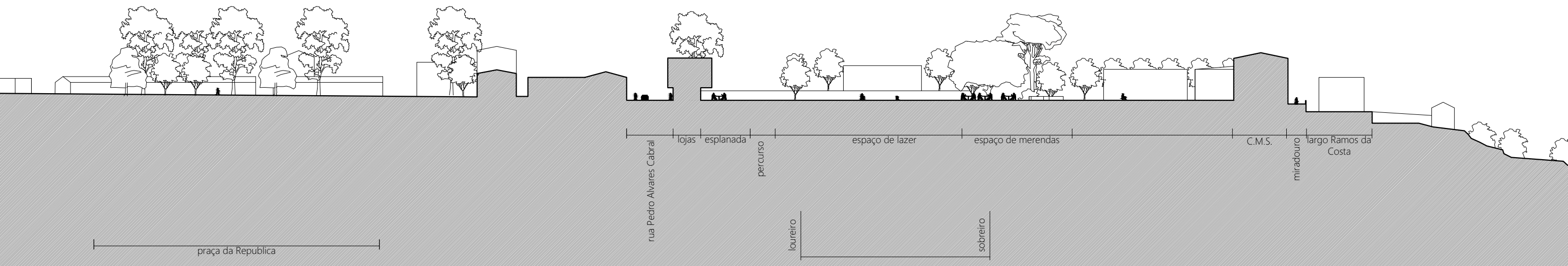


Planta de implatação
1.2000

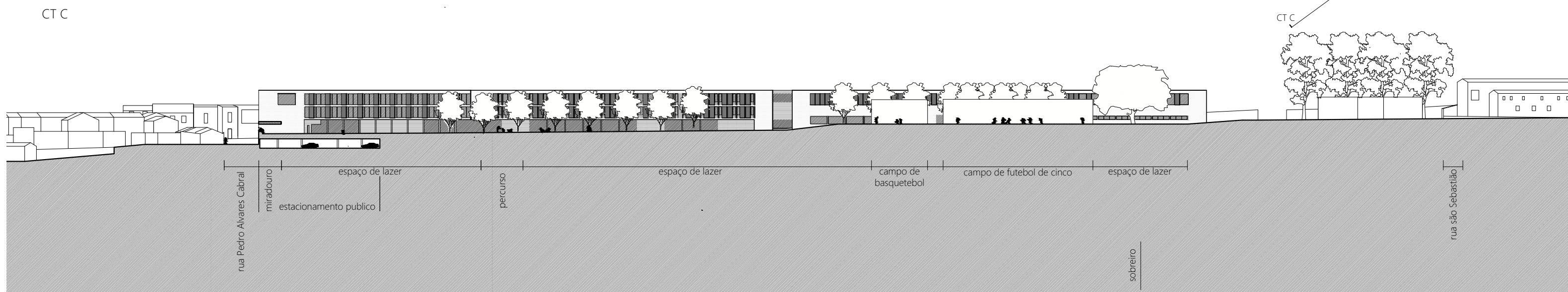
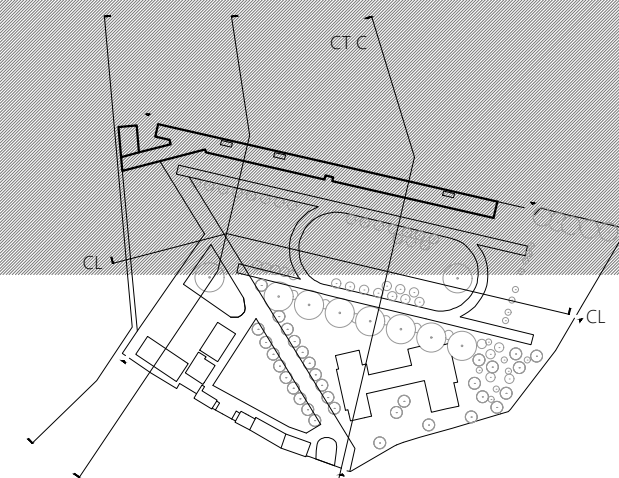
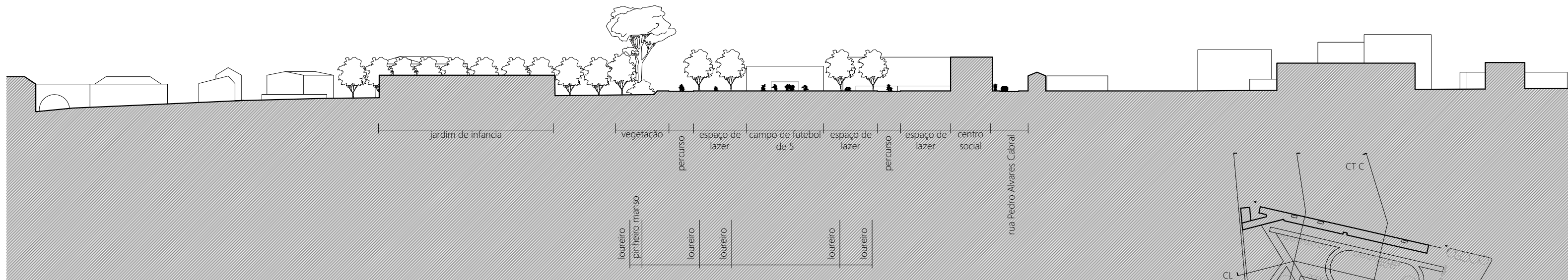
01 Salão de Festas / Cafe / Sala de Exposições | 02 Recção da Residência de Estudantes | 03 Lojas | 04 Centro Social e Ginásio Multiusos com Balneários | 05 Espaço de Lazer
06 Campo de Basquetebol | 07 Futebol de cinco | 08 Campos de Tenís | 09 Espaço de Merendas | 10 Câmara Municipal de Sines | 11 Câmara Municipal de Sines Proposto
12 Jardim Botânico | 13 Festival Musicas do Mundo | 14 Colonias de Férias | 15 Igreja Evangélica | 16 Jardim de Infancia | 17 Mata



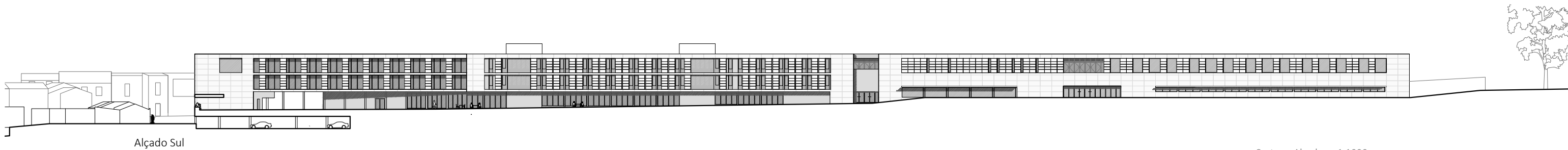
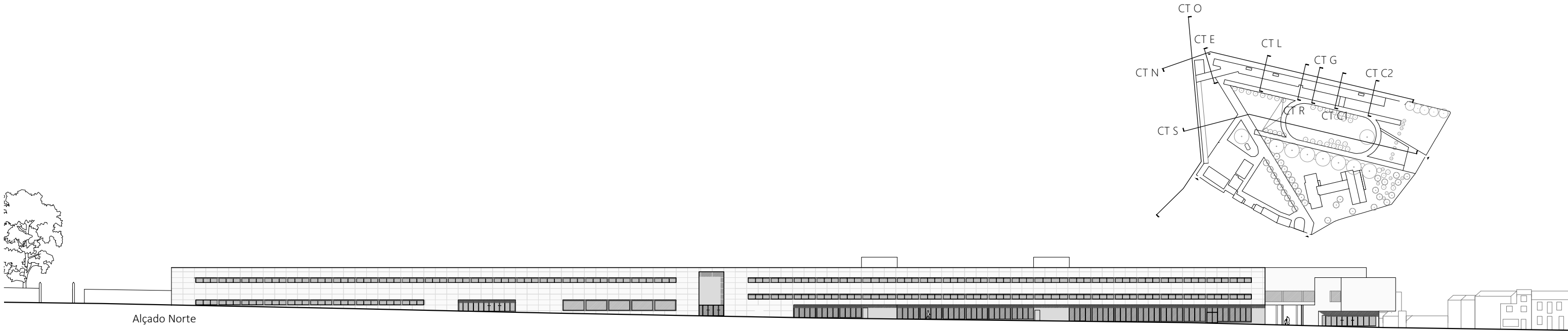
CT A



Corte sde implantação do parque Urbano 1.1000



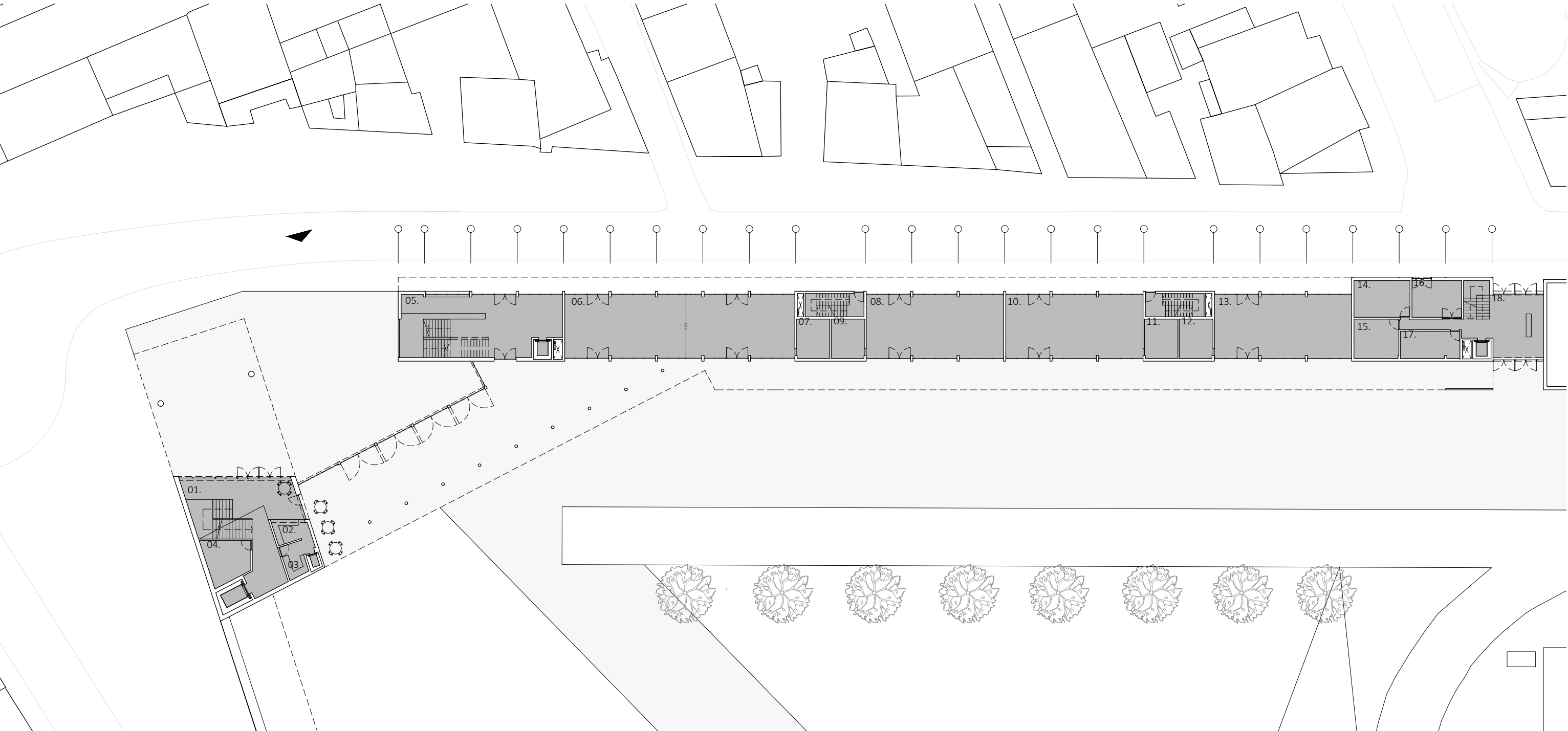
Corte sde implatação do parque Urbano 1.1000





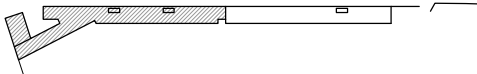
Planta de estacionamento (cote 38) 1.1000

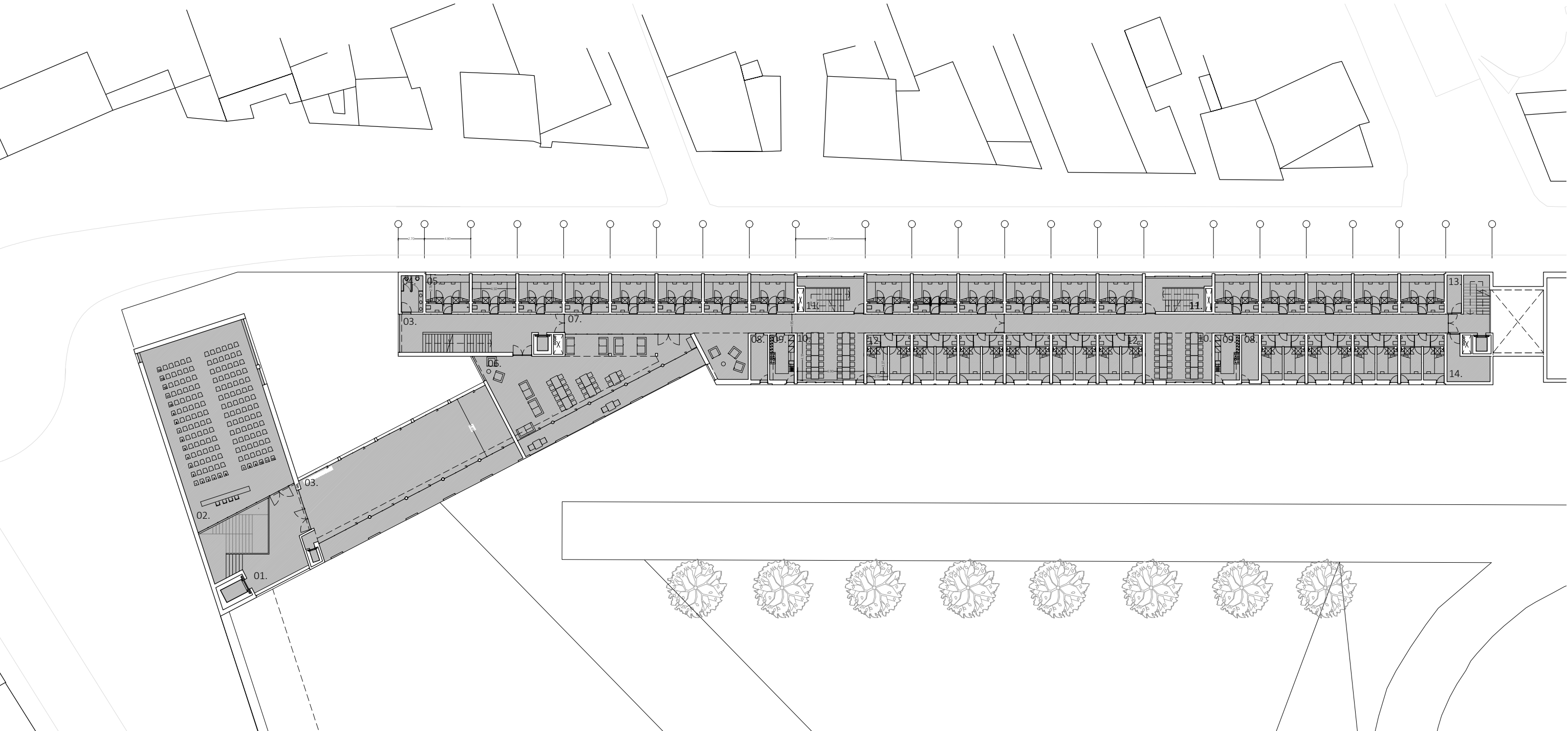
01 Estacionamento Publico 145 Lugares 3350m² | Salão de Festas / Cafe / Sala de Exposições:02 Cargas e Descargas 40m² | 03 Arrumos 19m² | 04 2x IS 13m² | Camara Municipal Sines:04 Espaço de Arquivo e estacionamento 680m² | Residência:07 Rouparia 40m² | 08 Lavandaria 40m² | 09 Arrumos 34m²



Salão de Festas / Cafe / Sala de Esposições: 01 Átrio 38m² | 02 Cafe 8m² | 03 Cozinha 10m² | 04 Arrumos 19m² | Residência: 05 Átrio 115m² | 14 Oficina 20m²
15 Sala do Pessoal de Limpeza 18m² | 16 Sala de Contentores 22m² | 17 Banheiros 17m² | 18 Átrio 35m² | Loja: 06 Loja A 123m² | 07 Arrumos Loja A 14m²
08 Loja B 93m² | 09 Arrumos Loja B 14m² | 10 Loja C 93m² | 11 Arrumos Loja C 14m² | 12 Loja D 93m² | 13 Arrumos Loja D 93m²

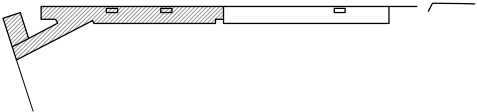
Planta de R\C 1.400

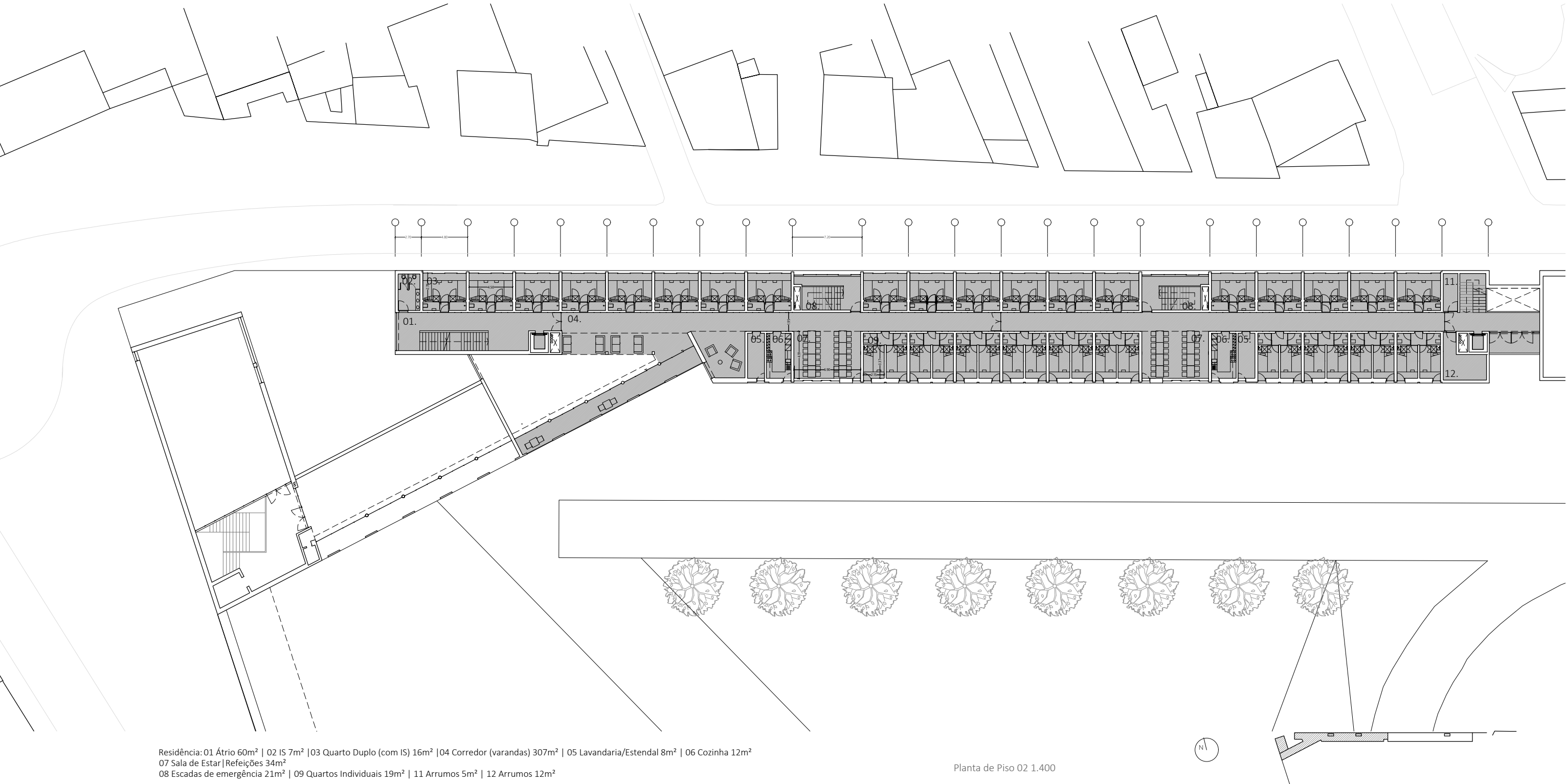


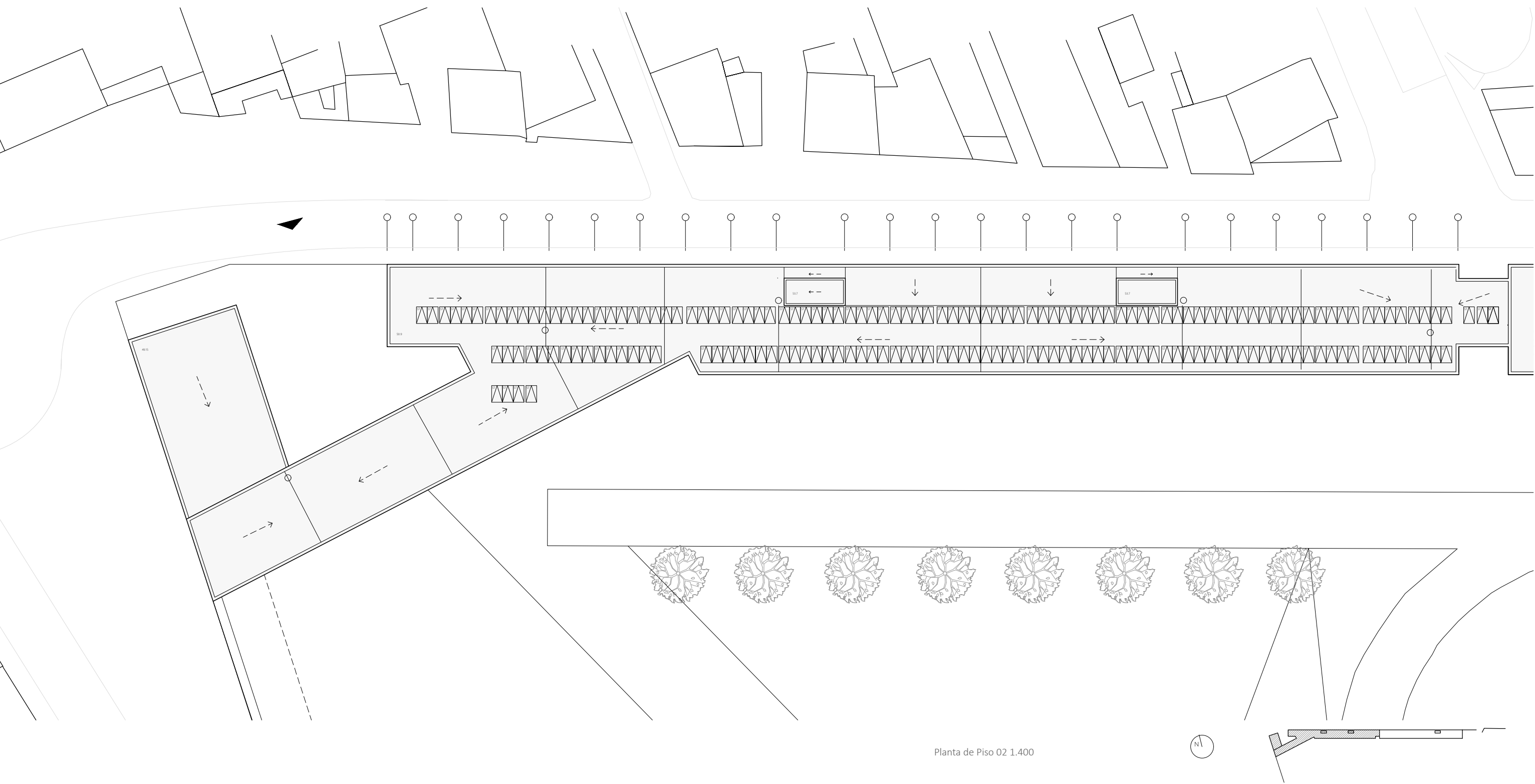


Salão de Festas / Cafe / Sala de Exposições: 01 Átrio 40m² | 02 Salão de Eventos (varanda) 212m² | 03 Sala Expositiva 131m² | Residência: 03 Átrio 60m²
04 IS 7m² | 05 Quarto Duplo (com IS) 16m² | 06 Sala de Convívio 131m² | 07 Corredor 207m² | 08 Lavandaria/Estendal 8m² | 09 Cozinha 12m²
10 Sala de Estar|Refeições 34m² | 11 Escadas de emergência 21m² | 12 Quartos Individuais 19m² | 13 Arrumos 5m² | Arrumos 12m²

Planta de Piso 01 1.400

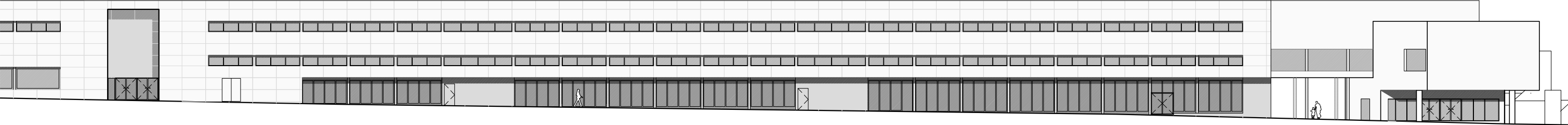






Planta de Piso 02 1.400

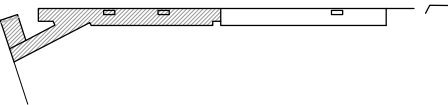


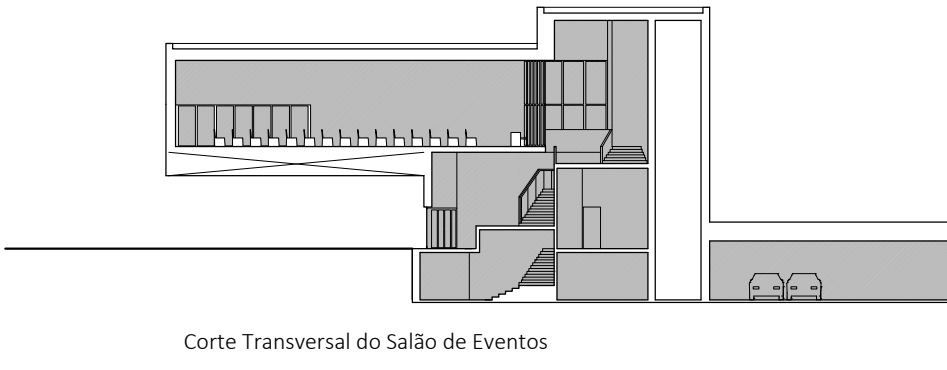


Alçado Norte

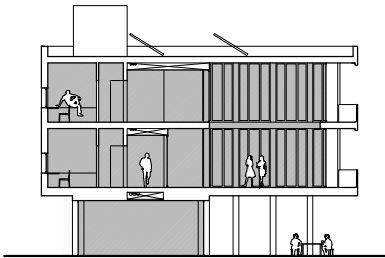


Alçado Sul

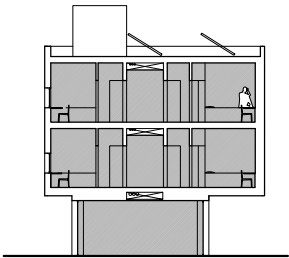




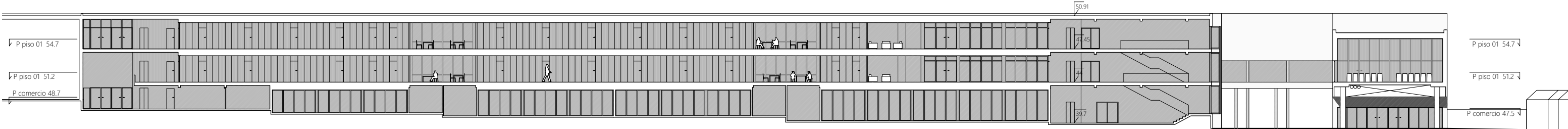
Corte Transversal do Salão de Eventos



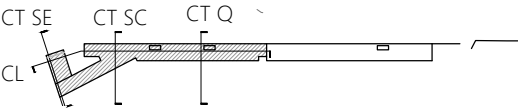
Corte Transversal do Sala de Convívio

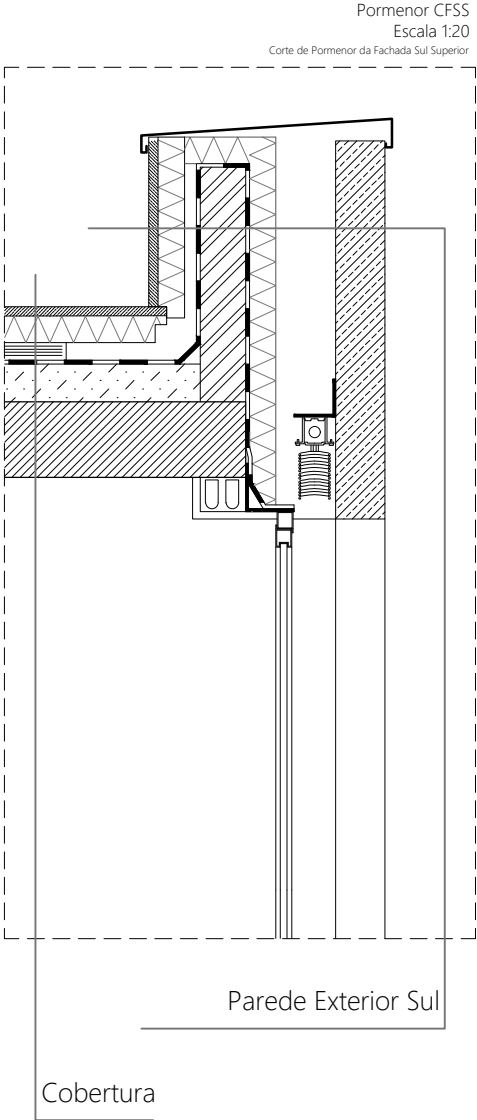


Corte Transversal dos Dormitórios



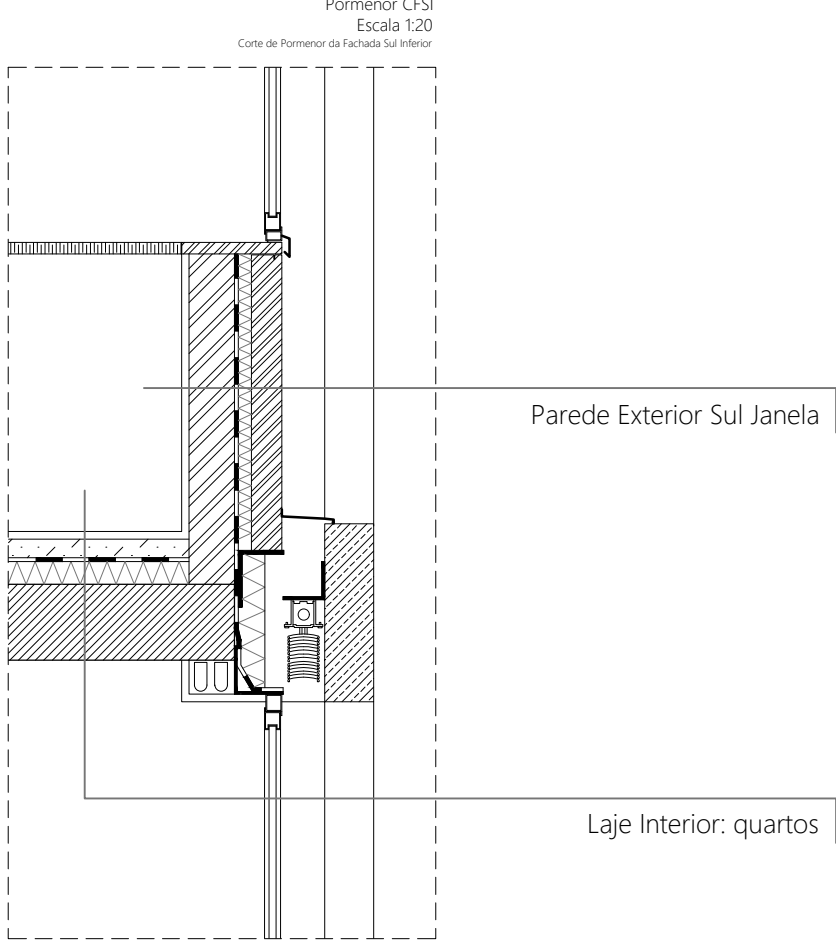
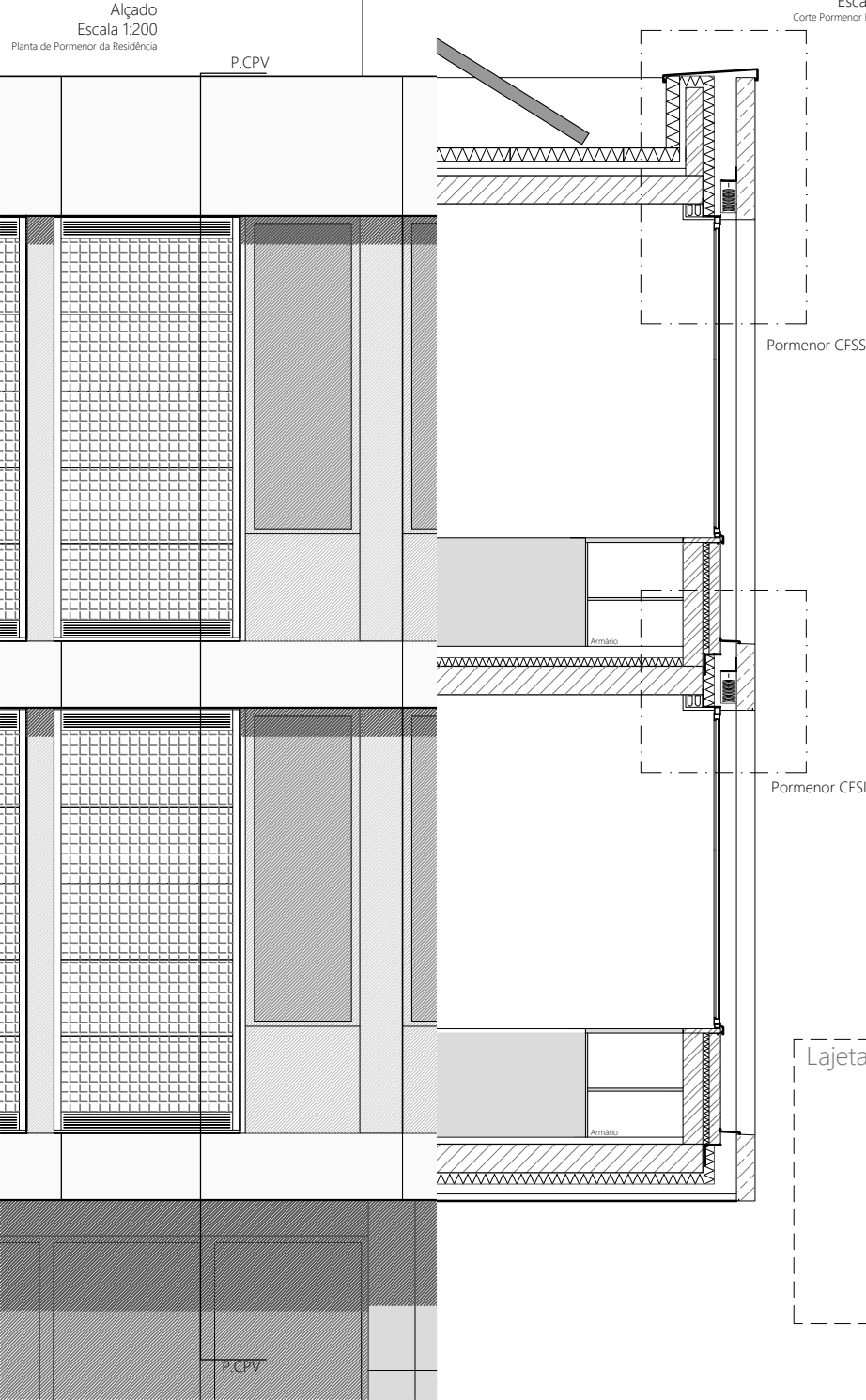
Corte Longitudinal





Cobertura

Lajeta Termica - Grisol: Betonilha 25mm/ Isolamento 70mm
Caixa de Ar 50mm
Impermeabilização
Camada de Forma
Laje Betão 200mm



Parede Exterior Sul

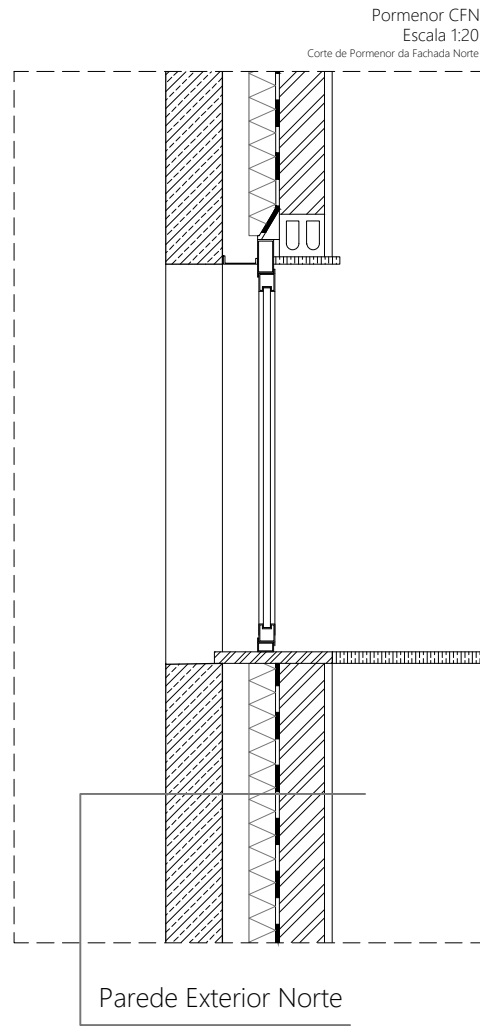
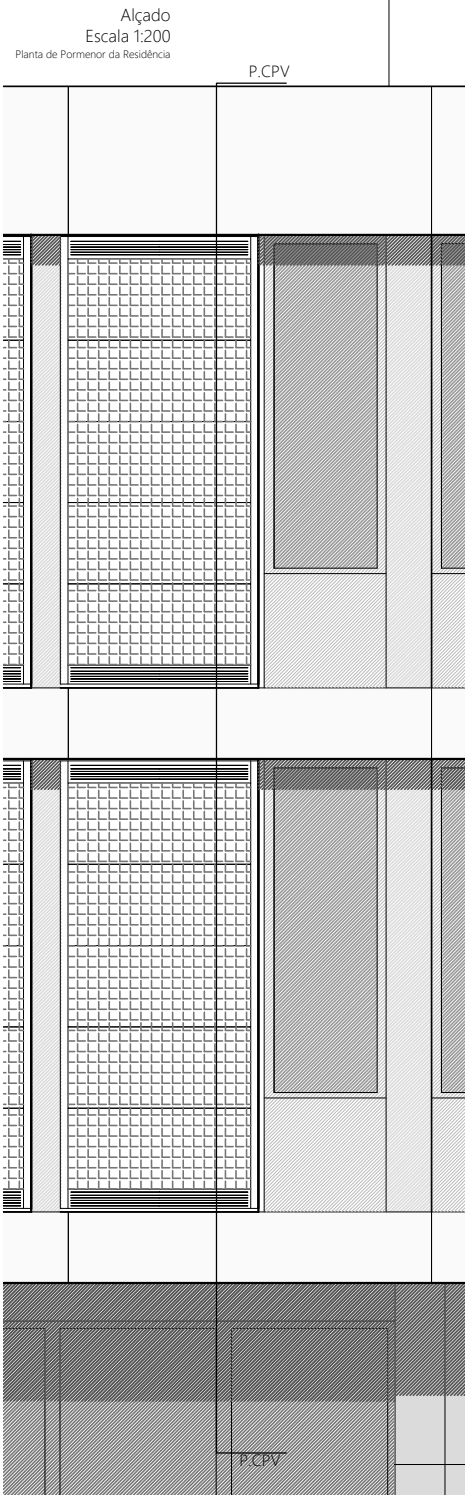
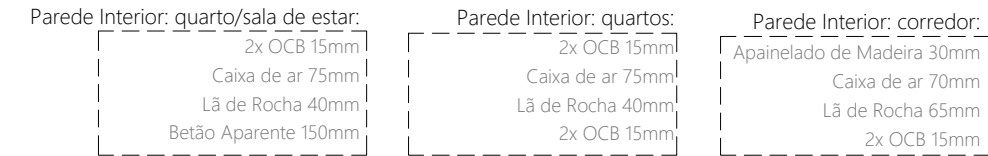
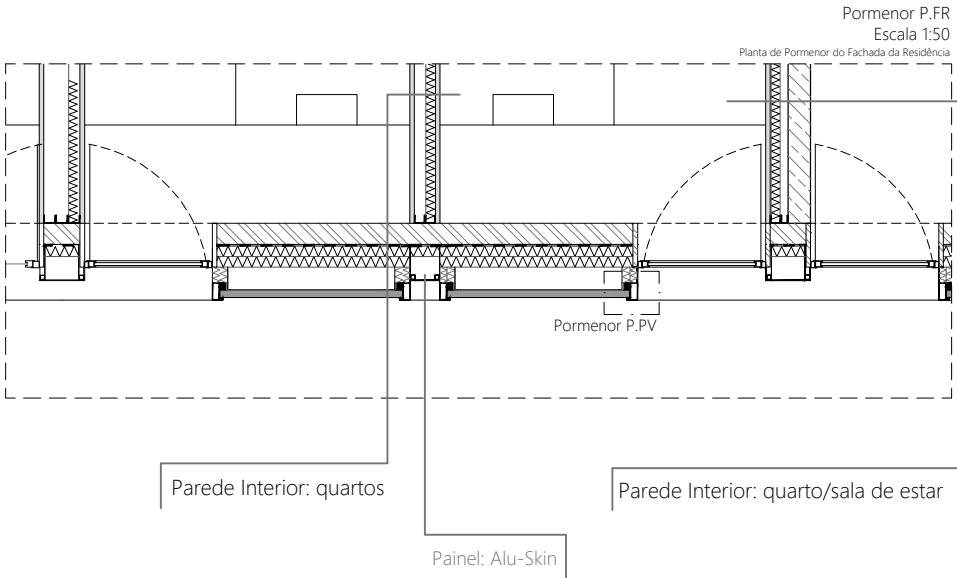
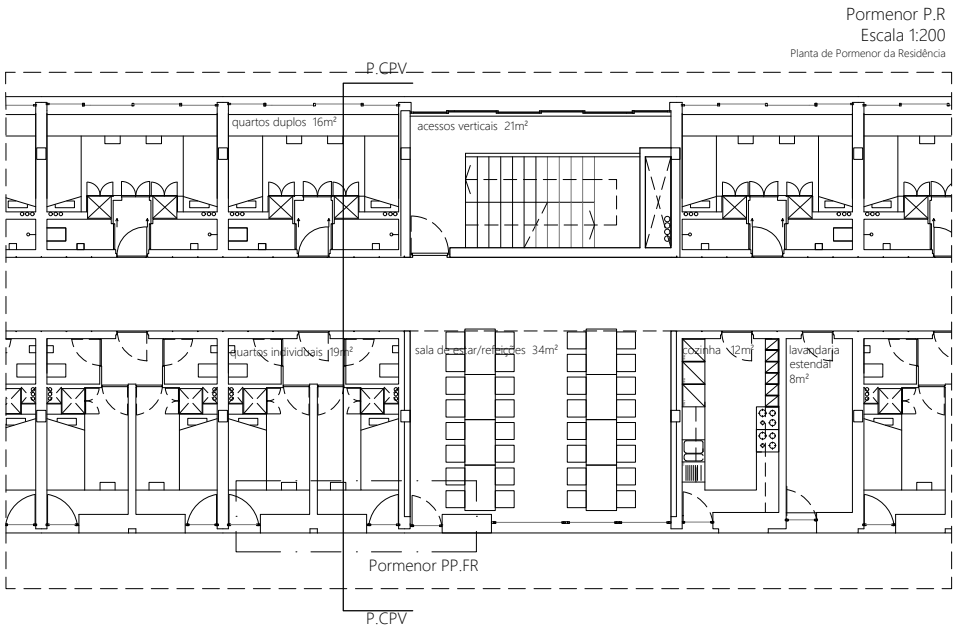
Lajeta Termica - Grisol: Betonilha 25mm/ Isolamento 70mm
Caixa de Ar 30mm
Impermeabilização
Alvenaria de Tijolo 120mm
Impermeabilização
Isolamento 70mm
Caixa de Ar 160mm
Betão Aparente 150mm

Parede Exterior Sul: Janela

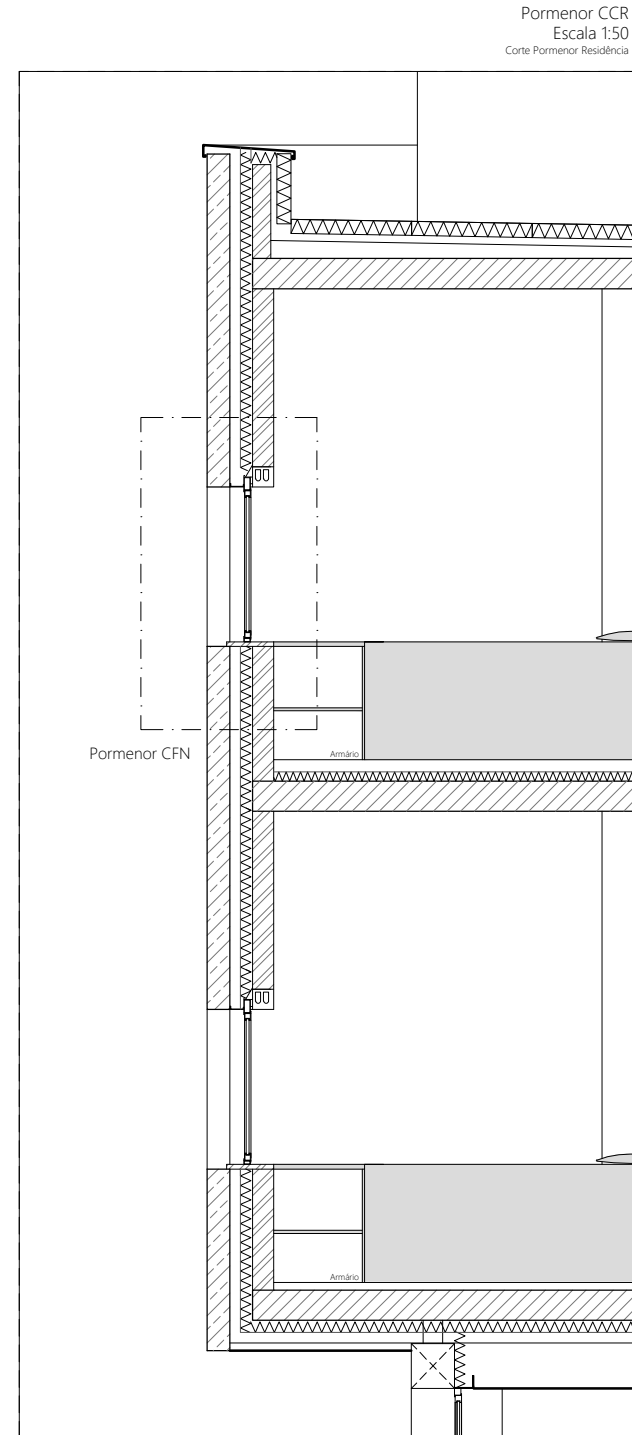
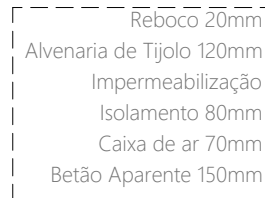
Reboco 20mm
Alvenaria de Tijolo 120mm
Impermeabilização
Isolamento 50mm
placa de Betão 80mm

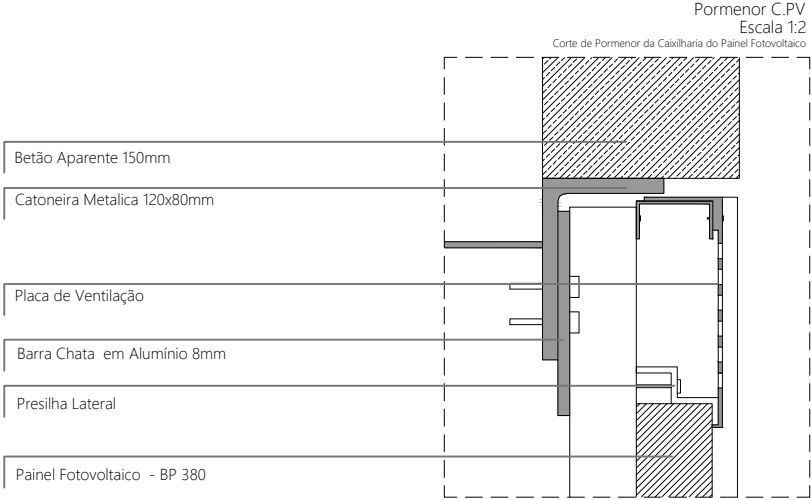
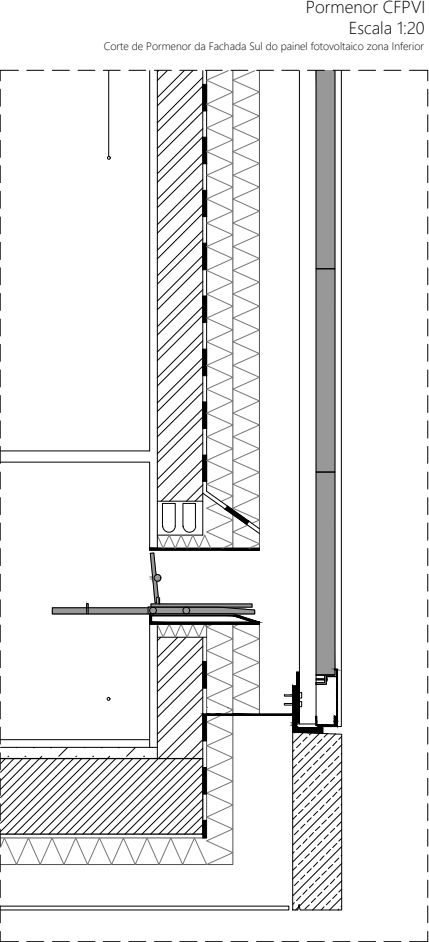
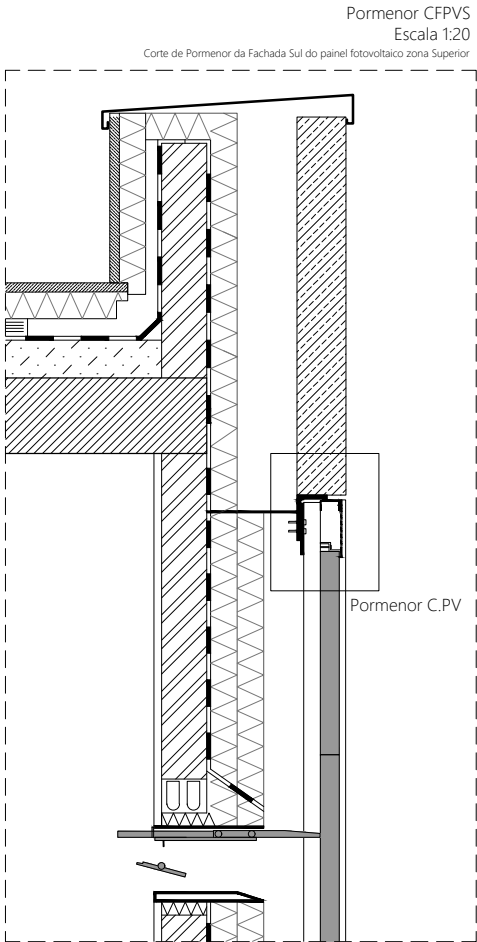
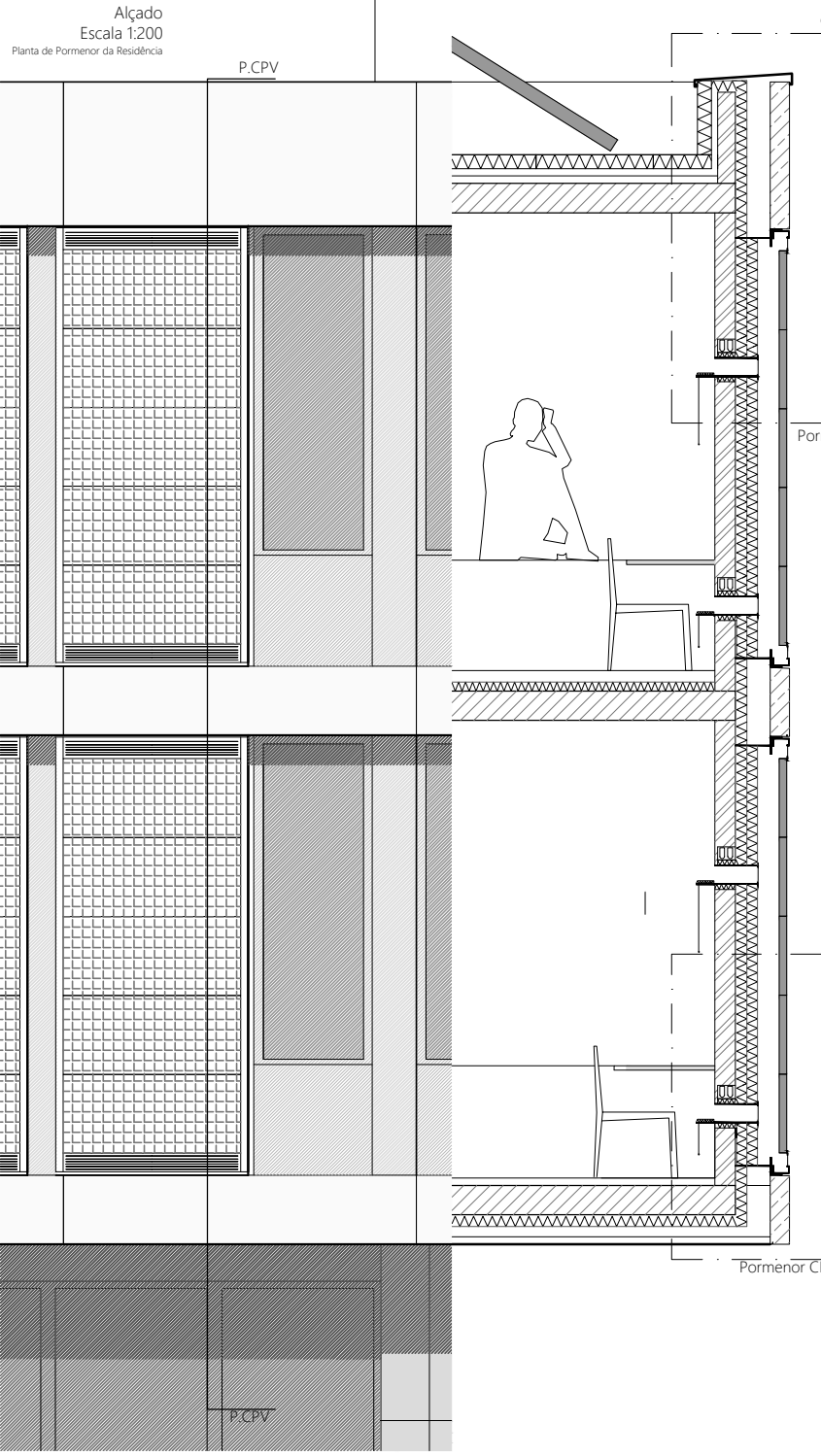
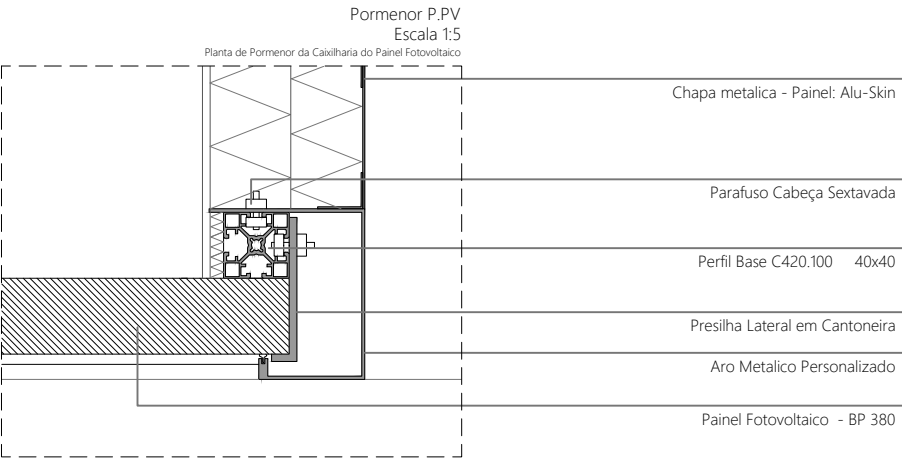
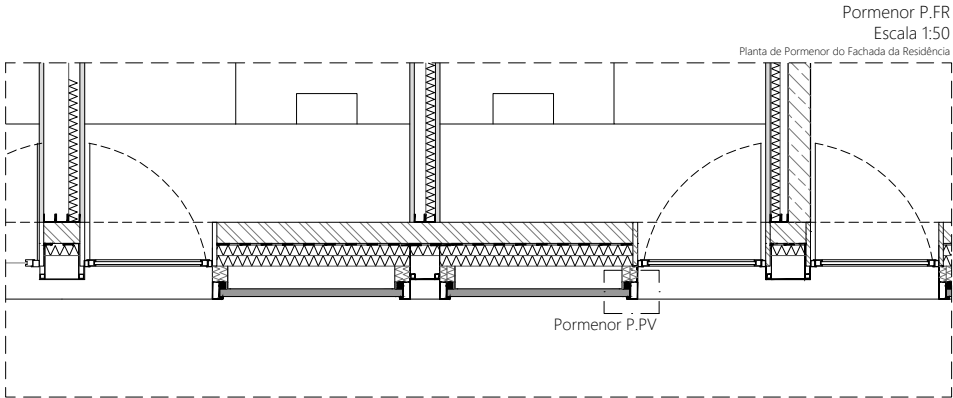
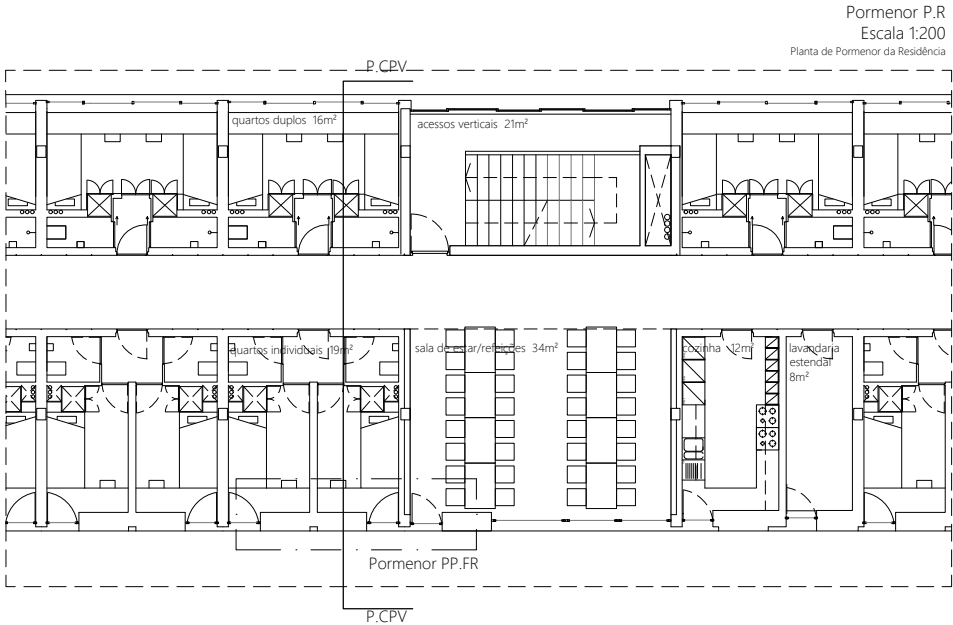
Laje Interior : Quartos

Pavimento linóleo 25mm
Betonilha de Cimento 50mm
Camada Separadora
Placa de cortiça 60mm
Laje de Betão Armado 200mm



Parede Exterior Norte







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

Rúben Martins Soares
Trabalho de projeto submetido como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura

Vertente Teórica

A tecnologia solar e a arquitectura - Um estudo de integração
Caso de Estudo: Residência de Estudantes de Sines

Trabalho Teórico submetido como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura
Orientador: Professor Doutor Vasco Moreira Rato, Professor auxiliar, ISCTE-IUL

2015 | 2016

A tecnologia solar e a arquitectura Um estudo de integração
Caso de Estudo: Residência de Estudantes de Sines

Resumo

O problema climático global colocou as soluções energeticamente eficientes no centro da discussão na disciplina arquitetónica. Procurando uma solução necessária, a área da arquitetura bem como a área da tecnologia sustentável, nas últimas décadas, colaboram e pretendem soluções conciliadoras. Ao arquiteto, é então pedida uma visão integradora entre o que é entendido como uma boa prática arquitetónica e entre as tecnologias que visem uma redução das necessidades de consumo energético dos edifícios.

Assim, surgem várias questões com as quais os arquitetos se confrontam na prática de projeto, tais como: quais são os produtos disponíveis para melhorar a sustentabilidade dos edifícios e alcançar um melhor resultado estético, quais as respetivas condicionantes construtivas, quais os benefícios de uma construção eficientemente energética. Perguntas que informam o projeto e que definem soluções, tornando-se necessárias ao exercício da profissão na atualidade.

Esta dissertação foca-se nestas questões, mais especificamente na integração dos sistemas de aproveitamento de energia solar na arquitetura. Pretende-se uma abordagem prática e sucinta onde algumas das soluções propostas são testadas no caso prático que integra as duas vertentes do Projeto Final de Arquitetura.

Palavras-chave: Sistemas solares, Painéis Fotovoltaicos, Integração, Architectura

Abstract

The global situation regarding climate change has put energetically-efficient solutions for architecture in the spotlight. Architecture and sustainable technologies have been striving for the past decades to find consistent and reconcilable solutions. It is expected that architectural solutions provide an integrated vision between good design practices and technological practices that are able to reduce the energy consumption of buildings.

This situation opens up unprecedented opportunities and challenged for innovative and efficient architectural design - such as choosing all-new construction materials and adapting them to the aesthetic constraints of constructions. The assessment and respective implementation of these practices thus constitutes a technical challenge for architects.

This dissertation is focused on these particular questions, specifically on those about the integration of solar energy systems in architecture. This work is meant to provide a practical and succinct analysis with the proposition of some solutions, most of which are tested in the design project developed in the course Final Architectural Project.

Keywords: Solar systems, Photovoltaic Panel, Integration, Architecture

1. Introdução	141
2. A Arquitetura e o Problema Ambiental	143
2.1 A consciencialização global	143
2.2 O papel do arquiteto no desenvolvimento sustentável	144
2.3 O problema ambiental	146
2.4 O problema ambiental e a energia elétrica	147
2.5 Alternativas para a eficiência energética	150
3. Sistemas Solares Fotovoltaicos e a Arquitetura	156
3.1 O sol como recurso energético e a arquitetura	153
3.2 Coletores solares	154
3.3 Regimes de produção fotovoltaica e legislação nacional	167
3.4 Exemplos de integração na arquitetura	169
3.5 Exemplos nacionais	176
4. Caso De Estudo Residência De Estudantes em Sines	181
4.1 Apresentação do caso de estudo	181
4.2 O projeto de integração	183
4.3 Estratégias de eficiência energética	212
4.4 Análise crítica do processo	228
5. Notas Conclusivas	228
5.1 O arquiteto e a necessidade da utilização de ferramentas informáticas em soluções energéticas eficientes	228
5.2 A integração de energia solar no processo de projeto	229
6. Bibliografia	232
7. Anexos	240
8. Índice de Imagens	246
8.1 Índice de Figuras	246
8.2 Índice de Tabelas	253
8.3 Índice de Graficos	254

1.Introdução

Num contexto de conscientização global, a preocupação ambiental torna-se incontornável levando a um debate essencial de onde surgem soluções para um problema actual e futuro. Neste panorama, à arquitetura e aos arquitetos é-lhes pedido um papel de agentes ativos contra o problema ambiental o qual a indústria construtora muito fomentou no passado e que ainda fomenta.

Posto isto, a questão da eficiência energética dos edifícios é um tema necessário que impõe uma estratégia de integração, informada, no exercício do projeto arquitetónico. Sendo um tema recente, a informação disponível é ainda bastante variada e constantemente atualizada; acrescendo à sua complexidade, é ainda possível, dentro do tema, vários desdobramentos. Procurando um desenvolvimento sucinto e acessível do trabalho teórico, a presente dissertação irá explorar apenas os sistemas de aproveitamento de energia solar e algumas estratégias de potencialização de recursos naturais para o conforto do utente no edifício. Neste contexto, pretende-se fornecer uma base de conceitos relativos ao tema. Esta reunião de informação, numa primeira parte, é tida como necessária para o exercício prático, e que surge numa parte conclusiva do estudo teórico procurando exemplificar uma possível solução de integração da tecnologia solar na arquitetura.

Na aproximação ao tema são dadas várias perspetivas de diferentes autores em que é possível perceber que o tema surge dentro duma solução a um problema atual. Aqui pretende-se, também, introduzir a questão de qual deve ser o papel do arquiteto a respeito do tema da preocupação ambiental. Seguidamente, são explorados conceitos como Energias Renováveis, Energia Solar, e quais os principais tipos de Sistemas Coletores de Energia Solar. Posteriormente, avalia-se qual o impacto da integração destas tecnologias na arquitetura, retirando conclusões próprias a respeito do tema. Numa fase já final, a respeito do tema, são realizadas algumas notas conclusivas mais generalistas sob o papel do arquiteto e os processos que estas tecnologias envolvem.

2. A Arquitectura e o Problema Ambiental

2.1.. A Consciencialização Global

A década de 1980 marca o início de um desenvolvimento de uma preocupação humanitária e ambiental global. É também em 1981 que a NASA divulga imagens do globo terrestre conferindo uma formulação visual do planeta à humanidade, um sentido de realidade e de pertença a este além de uma possibilidade de observação científica. As relações entre países e continentes estreitaram-se, pela tecnologia a comunicação virtualizou-se, no geral, ocorreu uma forte metamorfose das relações da humanidade com o território e entre esta(PINTO, Paulo Tormenta, 2014).

Este carácter de consciencialização da população pelo seu território, a negação de que cada ato é um ato isolado sem consequências futuras ou consequências globais começou a surgir. O relatório de Bruntland de 1987¹ é um marco cronológico no desenvolvimento de uma preocupação global humanitária e ambiental. Neste é imposta uma nova relação entre a população e o planeta em que é introduzida a preocupação de um limite máximo para a utilização dos recursos naturais a uma escala mundial. É criada a ideia de um desenvolvimento sustentável apelando à viabilidade de sobrevivência das gerações futuras. Neste ponto, a degradação do meio ambiente não é apenas tido como um problema dos países mais desenvolvidos mas um problema de sobrevivência global (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1987).

A partir deste relatório, que resulta da criação de uma Comissão pela ONU focalizada no problema ambiental, foram surgindo diversas medidas que apelam a um controlo da utilização dos recursos naturais à escala global e europeia. O sector da construção é o mais atingido por estas medidas pela sua grande contribuição para o agravamento deste problema, sendo responsável pelo consumo de 41% da energia final da Europa, em 2010 (GERDES, Joost et al., 2012).

¹ O relatório de Bruntlandou “Report of the World Commission on Environment and Development: OurCommon Future” é um Relatório desenvolvido pela Comissão Mundial do Meio Ambiente e o Desenvolvimento. Neste é imposta uma nova relação entre a população e o planeta em que é introduzida a ideia que existe um limite máximo para a utilização dos recursos naturais. É criada a ideia de desenvolvimento sustentável apelando à viabilidade de sobrevivência das gerações futuras. (Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1987)

Os edifícios, desde do momento da extração das matérias-primas necessárias para a sua construção, ao longo da sua utilização e passando pela sua demolição, contribuem, em grande escala, para o problema ambiental. As estratégias utilizadas no momento de construção e projeto de um edifício devem, por isso, ser consideradas num contexto alargado de causa-efeito para este problema. É, também, ao longo do tempo de utilização de um edifício que ocorrem os gastos mais significativos sendo assim necessário munir os edifícios com estratégias energéticas eficientes de forma a alcançar um reduzido consumo de energias primárias durante o seu tempo de vida.

2.2. O Papel do Arquitecto no Desenvolvimento Sustentável

Os edifícios, desde do momento da extração das matérias-primas necessárias para a sua construção, ao longo da sua utilização e passando pela sua demolição, contribuem, em grande escala, para o problema ambiental. As estratégias utilizadas no momento de construção e projeto de um edifício devem, por isso, ser consideradas num contexto alargado de causa-efeito para este problema. É, também, ao longo do tempo de utilização de um edifício que ocorrem os gastos mais significativos sendo assim necessário munir os edifícios com estratégias energéticas eficientes de forma a alcançar um reduzido consumo de energias primárias durante o seu tempo de vida.

Esta necessária consciencialização não é contornável. Dado o crescente agravamento da problemática ambiental, a União Europeia lançou diversas medidas relativas à área da construção e, consequentemente, da arquitetura. A mais significativa seria a diretiva EPDB² (EnergyPerformance in BuildingsDirective) que estabelece que todos os edifícios novos, até 31 de Dezembro de 2020, “sejam edifícios com necessidades quase nulas de energia”(JORNAL OFICIAL DA UNIÃO EUROPEIA, 2010, p.L153/21). Ou seja, é estabelecido que, face ao contexto atual económico e ambiental, todos os novos edifícios equacionem, no seu planeamento, conceção, construção e renovação, a melhor forma de combinar “melhorias em termos de eficiência energética [e] a utilização de energia proveniente de fontes renováveis (...)”(JORNAL OFICIAL DA UNIÃO EUROPEIA, 2010, p.L153/32).

² As várias medidas lançadas pela UE têm como base o Protocolo de Quioto(“O Protocolo de Quioto foi o primeiro (e até à data, o único) tratado jurídico internacional que explicitamente pretende limitar as emissões quantificadas de gases com efeito de estufa dos países desenvolvidos.” (Agência Portuguesa do Ambiente). Estas originaram várias diretivas europeias transpostas para Portugal no que toca à utilização das fontes de energia renovável (FER), uma das quais a EPDB (EnergyPerformance in BuildingsDirective), diretiva que tem como objectivo o desempenho energético de edifícios e que deu origem a vários planos nacionais (ADENE, 2015)
PNAEE – Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética
PNAER – Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis

Face a estas medidas, a postura dos projetistas deve ser a de equacionar estes desafios propostos no seu ato de profissão mediante o que é a legislação atual e o que é o dever de um arquiteto de proporcionar “a melhor Arquitetura e Ambiente Construído e, assim sendo, a mais e melhor Qualidade de Vida.”(ORDEM DOS ARQUITECTOS, 2009)

As energias renováveis são assim posicionadas não como um querer do arquiteto e do cliente mas sim como um dever. É assim necessário ponderar como é que o arquiteto pode equacionar as energias renováveis na elaboração de um projeto de arquitetura. A Ordem dos Arquitetos reafirma esta posição, ao afirmar que os arquitetos possuem “competências específicas no equacionar de soluções integradas (...), designadamente quanto à eficiência energética dos edifícios e, em particular, no caso dos existentes, permitindo a emergência das inovações necessárias para a realização dos objetivos da União europeia.” (ORDEM DOS ARQUITECTOS, 2009)

2.3. O Problema Ambiental

O estudo aqui explanado resulta numa pesquisa para uma melhor integração de uma medida sustentável na arquitetura tendo em vista o problema ambiental. Sendo assim, foi tido como necessária a explanação do que se entende por problema ambiental e qual o contributo da produção da energia eléctrica por recursos não renováveis para o seu agravamento, procurando perceber a dimensão do problema que as soluções energeticamente eficientes pretendem colmatar. Apesar de o problema ambiental ser um assunto generalizado, as suas correlações com os recursos esgotáveis que envolvem o quotidiano atual não são claras.

É tido como adquirido que o clima é influenciado pelas concentrações atmosféricas de gases, como o CO2, que origina um processo natural chamado de efeito estufa, sem o qual a temperatura média na terra seria inferior a 30 graus negativos(ANTUNES, Paula et al., 2000). Não é apenas o CO2 que influencia este efeito, somando-se a este outros gases de efeito de estufa (GEE), como o metano, o óxido nitroso e compostos halogenados, que a atividade humana potencia. Se o efeito de estufa é determinante para a vida no planeta, o excesso de concentração de GEE conduz a um nível de efeito de estufa que, por via do aumento das temperaturas médias, tem consequências prejudiciais para os sistemas ecológicos e climáticos.

Uma das principais causas do aumento da temperatura recai sobre a queima de combustíveis fósseis que origina grandes emissões de CO2 e que aumenta o efeito natural de estufa. Atividades como a “produção de cimentos, a deposição de resíduos em aterro, a refrigeração, produção de espumas e utilização de solventes(ANTUNES, Paula et al., 2000) também são das principais responsáveis.

2.4. O Problema Ambiental e a Energia Eléctrica

“As notáveis melhorias na qualidade de vida que ocorreram na industrialização da Europa, América do Norte e Japão no século XIX e inícios do século XX foram causadas, na sua maioria, pela invenção e adoção de tecnologias de grandes gastos energéticos”³ (MAZUR, Allan, 2011, p.256).

Admite-se, atualmente, uma estreita correlação entre o consumo de energia e o desenvolvimento das sociedades. É tido como um facto que o consumo de energia é essencial para uma qualidade de vida normal dentro dos padrões contemporâneos. Aquando de um exponencial consumo de energia e de eletricidade no último século, nas sociedades já estabelecidas economicamente, o problema é justificado por um aumento ainda maior da qualidade de vida (MAZUR, Allan, 2011).

Com o aumento da qualidade de vida e a mudança de padrões sociais, o número de residentes por habitação diminui, havendo um maior número de habitações ativas, o que se reflete nos gastos de eletricidade atuais. O aumento mais significativo não foi o aumento da população mas sim o aumento de habitações o que resultou num aumento exponencial de consumo por habitante (GERDES, Joost et al., 2012).

O impacto ambiental da produção de energia não deve ser medido apenas aquando da sua produção. Uma determinada tecnologia de extração registra diversas fases, tais como a “extração dos recursos, os transportes de recursos, refinação/processamento de materiais, produção de equipamentos, construção das instalações, operação e desmantelamento” (ANTUNES, Paula et al., 2000, p.4), fases que produzem um grande impacto e onde as tecnologias energéticas eficientes se destacam positivamente.

³ Tradução livre peloautor de “The remarkable improvements in quality of life that occurred during the industrialization of Europe, North America and Japan in the 19th and early 20th centuries were caused, in large part, by the invention and adoption of energy intensive

Nas formas de produção de energia elétrica a partir de fontes não renováveis existem, em Portugal, a produção termoelétrica (com base em carvão, gás natural e fuelóleo), a incineração de resíduos com aproveitamento energético e uma outra produzida em Espanha e exportada para Portugal, a nuclear.

A extração do petróleo e do gás natural para este meio de produção possui grande impacto ambiental e o seu processo de tratamento, além do associado impacto ambiental, produz grandes emissões de CO2. A extração é feita através da perfuração, em poços de petróleo ou em plataformas marítimas. No caso do carvão, a sua extração é feita através de minas em que decorrem atividades de explosão e de perfuração onde 50% do total extraído é exclusivamente utilizado para a produção de eletricidade nas estações termoelétricas.

O outro problema associado é a forma de transporte. O petróleo e o gás natural são transportados em oleodutos e em gasodutos, e que implicam a desmatção das zonas envolventes e de desequilíbrio da flora e fauna marítima, respetivamente. O impacto do outro tipo de transporte, via marítima, é o eventual derrame acidental de crude e a lavagem dos petrolíferos que é derramada ao mar.

No sistema de produção nas centrais termoelétricas, que envolvem a queima do combustível, as emissões atmosféricas de gases como o metano e o dióxido de carbono, geradas no processo produtivo, são bastante significativas. São conhecidos vários problemas ambientais causados pelas centrais termoelétricas: as emissões produzidas representam cerca de 60%-70% das emissões responsáveis pela acidificação dos oceanos e do solo;

Produção Termoelétrica

Energia Nuclear

a constante poluição dos mares pelo seu necessário sistema de refrigeração (também associado as centrais nucleares); a libertação sob a forma de partículas para o ar dos resíduos que resultam da queima do petróleo e do carvão, entre outros.

Os sistemas de energia nuclear utilizam o urânio como fonte de energia, método que visa o aproveitamento do calor proveniente da divisão do urânio para a transformação em eletricidade. O maior impacto ambiental resulta da radioatividade dos resíduos provenientes da operação; não existe uma solução não prejudicial ao ambiente depois do seu uso. A sua extração é realizada através da exploração de minas e os altos componentes de risco do minério são invasivos para a saúde humana e para todo o ambiente em geral.

Parte da eletricidade utilizada em Portugal é proveniente da Espanha, onde 30% da eletricidade é produzida de forma nuclear (ANTUNES, Paula et al., 2000).

Incineração de Resíduos com Aproveitamento

A incineração de resíduos consiste num método que aproveita o calor da incineração de resíduos urbanos para a produção de energia. A produção de energia neste método é considerada um “subproduto” pois o principal objetivo é a eliminação dos resíduos urbanos. Apesar de este método não incluir o gasto de recursos esgotáveis e poder ser considerada uma medida sustentável, as emissões de CO2 produzidas são superiores ao tratamento dos combustíveis fósseis assim como os gases que contribuem para a acidificação dos oceanos e do solo.

Em 2013, a dependência energética de Portugal foi de71,5%, tornando-se o sétimo país da UE com maior dependência (ALVARENGA, António et al., 2013, p.9). Esta questão toca não só na área ambiental mas, também, na área política e económica de um país pois a dependência energética implica também dependência económica. Mais especificamente nos preços elevados de energia impostos pelos mercados externos que provocam “desequilíbrios das contas externas de Portugal”(FERREIRA DOS SANTOS, Manuel, 2010, p.1).

Esta dependência energética é causada pela quase inexistência no território nacional de “recursos energéticos fósseis, nomeadamente aqueles que asseguram as necessidades energéticas da maioria dos países desenvolvidos – o petróleo, o carvão e o gás natural”(ALVARENGA, António et al., 2014, p.33).Como refere o Ministro do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, a solução passa por “ substituir o petróleo (...) pelo nosso petróleo, que são a água, o vento e o sol” (BRITO, Ana, 2014, p.1)ou seja, a implementação de energias renováveis.

2.5. Alternativas para a Eficiência Energética

3. Sistemas Solares
Fotovoltaicos e a
Arquitetura

3.1. O Sol como
Recurso Energético e a
Arquitetura

Atualmente, a energia solar é reconhecida como a fonte de energia que, possivelmente, substituirá as fontes de energia não renováveis correntemente utilizadas.

O Sol é uma fonte, através da sua radiação, de energia limpa e infinita(GREENPRO, 2004). A energia solar que incide na Terra durante uma hora corresponde à necessidade energética anual(Programme, 2012).Os atuais desenvolvimentos científicos possibilitam, com grande fiabilidade, a transformação da energia da radiação solar noutras formas de energia como a térmica e a elétrica para calor, energia e até sistemas de refrigeração. Estes sistemas transformadores de energia são economicamente possíveis de adquirir possuindo um retorno económico razoável para um agregado familiar(GREENPRO, 2004).

Oferecendo uma alternativa mais sustentável económica e ambientalmente estes sistemas têm sido cada vez mais aplicados quer em grandes obras de promoção pública quer em habitações. Nacionalmente são vários os exemplos de arquitetura que integram sistemas de captação de energia solar. Contudo, esta ainda não é uma prática generalizada quer por iniciativa dos arquitetos quer do utilizador.

Por serem ainda alternativas relativamente recentes e as opções mais económicas serem as menos interessantes esteticamente, foram poucos os arquitetos dentro do panorama nacional que já aceitaram o desafio de coadunar a arquitetura com esta ilimitada fonte de energia.

A imagem de painéis fotovoltaicos sobre a cobertura de duas águas em telha, em que estes surgem apenas como um acessório anexo ao edifício, já é possível ser ultrapassada quer para um benefício estético do edifício quer para uma maior rentabilidade energética. Ao explorarmos soluções de integração das energias renováveis na arquitetura estamos a responder a necessidades atuais que a área da arquitetura é obrigada a responder, para isto é necessário um estudo das opções possíveis de sistemas coletores de energia no mercado e possíveis soluções de integração já testadas.

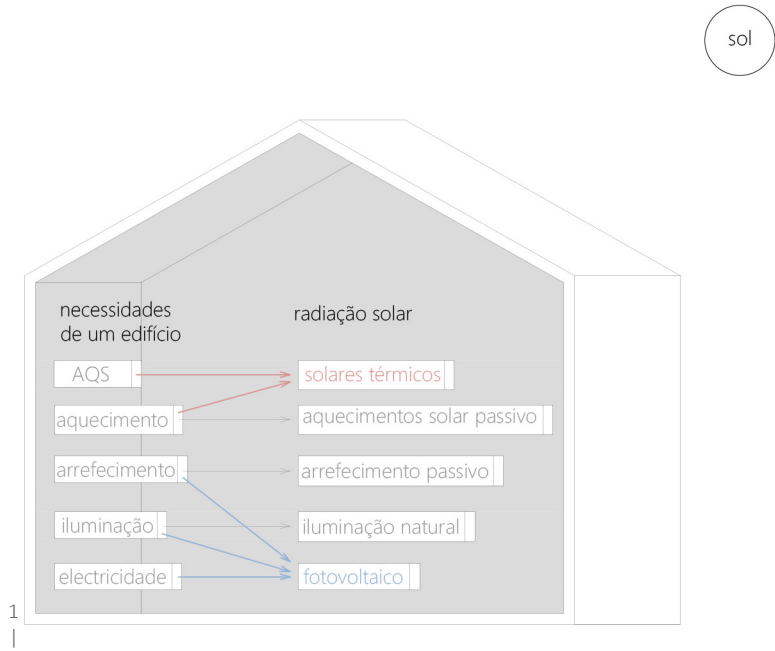
O sol é uma fonte de energia ilimitada e é através da sua radiação que é possível obter calor e eletricidade para aquecimento de água e iluminação, entre outros. Necessidades a que um edifício obriga e que, atualmente, na sua generalidade, são produzidas por fontes não renováveis como o petróleo, carvão e gás (FRONTINI, Francesco et al., 2012, p.5).

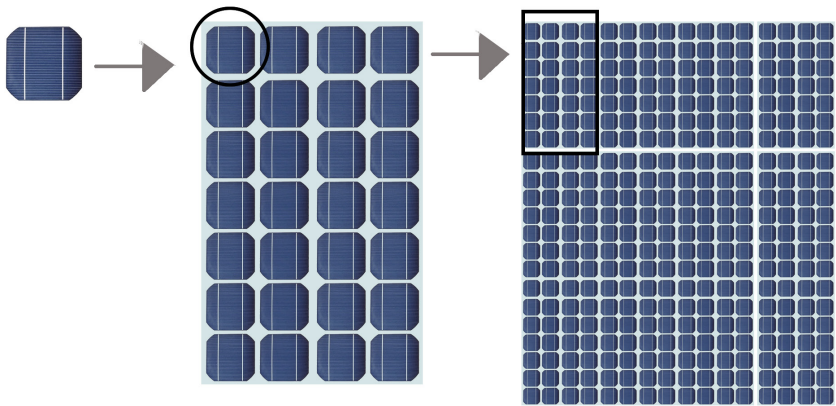
O aproveitamento da energia solar no edifício pode ser feito através do método passivo ou ativo. O método passivo consiste no aproveitamento da radiação solar através do revestimento exterior do edifício (quer a partir do vidro, no caso dos vãos, ou no revestimento da fachada), armazenando e transmitindo o calor produzido pelos raios solares, naturalmente e sem alteração. Este método possibilita o aquecimento e a iluminação natural do espaço através de opções eco inteligentes aquando da conceção de projeto.

O método ativo consiste na captação e manipulação da radiação solar através de sistemas solares permitindo a produção de eletricidade, no caso dos painéis solares fotovoltaicos, e a produção de energia térmica (calor) para aquecimento de água, no caso dos coletores solares térmicos. Estes sistemas térmicos são localizados no exterior do edifício e, através de tecnologias de concentração da radiação, é produzida energia que, por sua vez, é encaminhada para um local de armazenamento ou utilizado diretamente.

3.2. Colectores Solares

Figura 1 | Necessidades do edifício cobrido pela radiação solar



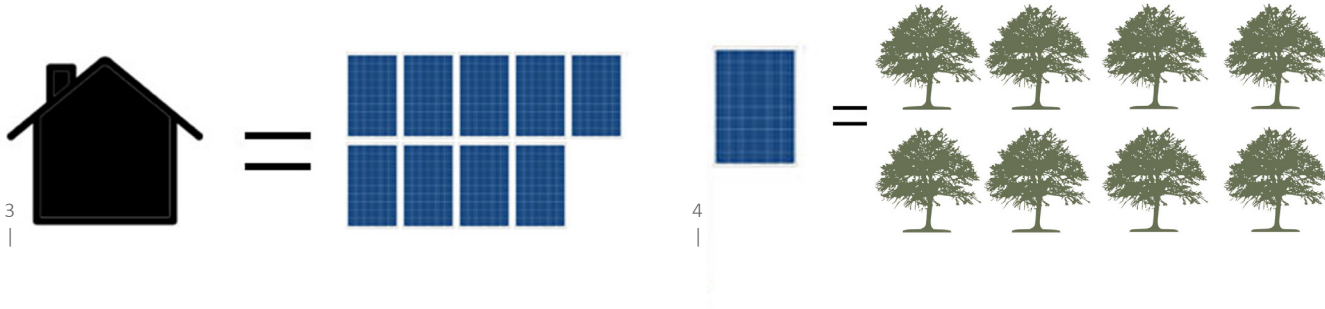


3.2.1. Sistemas Solares Fotovoltaicos

Os painéis Solares Fotovoltaicos designados por PV's têm como função a produção de energia elétrica. Cada painel tem como elemento constituinte as células solares que são agrupadas em módulos, por sua vez, o conjunto de painéis e os outros componentes necessários para a utilização da energia produzida designa-se por sistema fotovoltaico (Figura 2). Os módulos são constituídos, geralmente, por 36 células solares variando entre 0,2m2 a 1,5m2 de área de ocupação e a potência por eles produzida poderá variar entre 10W a 450W (MONTEIRO, José Alberto Máximo, 2014).

Contabilizado que uma habitação, em média e em Portugal, gasta 3500 kWh/ano englobando gastos de aparelhos elétricos e iluminação, aquecimento de água, ar condicionado,

Figura 2 | Célula, Módulo e Painel Fotovoltaico
Figura 3 | Esquema exemplificativo de painéis necessários para fornecimento de energia elétrica, por habitação, em Portugal



aquecimento de espaço e preparo preparação de alimentos (GERDES, Joost et al., 2012) e um painel fotovoltaico, em média, produz 375 kWh poderemos concluir que, de forma generalista, para fornecer uma habitação de forma totalmente autónoma, seria necessário um total de 9 painéis fotovoltaicos (Figura 3). Um único painel fotovoltaico evita cerca de 83 Kg/ano de emissões de CO2 equivalente à quantidade absorvida por cerca 8 árvores (EDP, 2016).

Na aquisição e aplicação dos módulos é necessária uma análise das suas características elétricas, mecânicas e térmicas comparando os vários produtos disponíveis. A diversidade dos produtos existentes do mercado incide, principalmente, no tipo de células solares utilizadas diferenciando-se entre si pela estética e pela eficiência energética (MONTEIRO, José

Figura 4 | Esquema exemplificativo da quantidade de emissões de CO2 que um único painel evita de ser produzido, o mesmo que 8 árvores podem absorver por ano

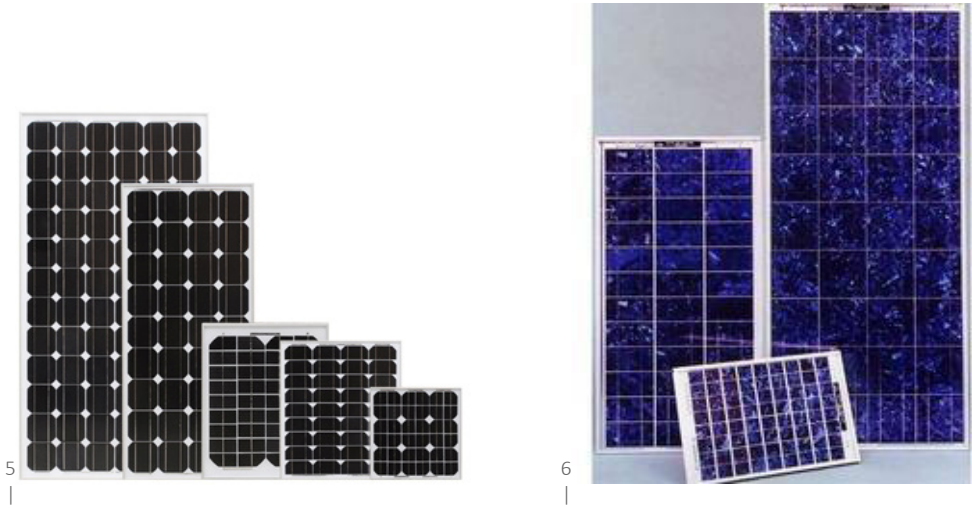
As células solares utilizadas em sistemas fotovoltaicos podem ser separadas em três tipos principais: as tradicionais células de silício cristalino (podendo variar entre mono ou policristalino) representando cerca de 85% dos tipos de células utilizadas mundialmente (MONTEIRO, José Alberto Máximo, 2014); as células de película fina considerada já de 2ª geração e os novos materiais de 3ª geração que estão correntemente a emergir e que primam por uma estética que possibilita um design mais flexível mas que, contudo, ainda não estão disponíveis nacionalmente ou ainda não são viáveis economicamente; por essa razão e dado o seu grande leque de variedade (que não é possível categorizar) e prevendo-se um aspecto prático do presente estudo, estes não são referidos no estudo.

As células mono-cristalinas representam a primeira geração de células solares e a mais utilizada nacionalmente. O seu processo de fabricação é a fundição de um único cristal de silício num bloco que é posteriormente cortado em forma de pastilha com 0.2 mm de espessura para dar origem à chamada célula solar. Pela grande pureza da matéria-prima estas células são as que apresentam um maior grau de eficiência, cerca de 17% a 22%. Em contrapartida, o seu processo de produção é dispendioso resultando num custo elevado comparando com outras ofertas do mercado (FRONTINI, Francesco et al., 2012, p.84 a 85).

Esta célula solar é formada por silício policristalio, em que, ao contrário da anterior, os átomos não se organizam num único cristal, implicando uma solução com um rendimento de apenas 11% variando até aos 17% mas de valor de mercado mais económico (FRONTINI, Francesco et al., 2012, p.84 a 85). Por ser constituída por vários cristais, esta célula apresenta

Células Solares

Silício Mono-Cristalino



uma aparência cristalina e policromática ao contrário da célula anteriormente referida que possui uma superfície uniforme.

Ambas as células de silício cristalino necessitam, para serem utilizadas, de serem ligadas eletricamente, limitadas por uma moldura e protegidas por uma película de vidro que no caso das células policristalinas necessita de ser antirreflexo para uma maior eficiência. Se o módulo não possuir moldura, este é chamado de lâmina solar(FRONTINI, Francesco et al., 2012, p.84 a 85).

Figura 5 e 6 | Módulos Mono-cristalinos



| 7



| 8

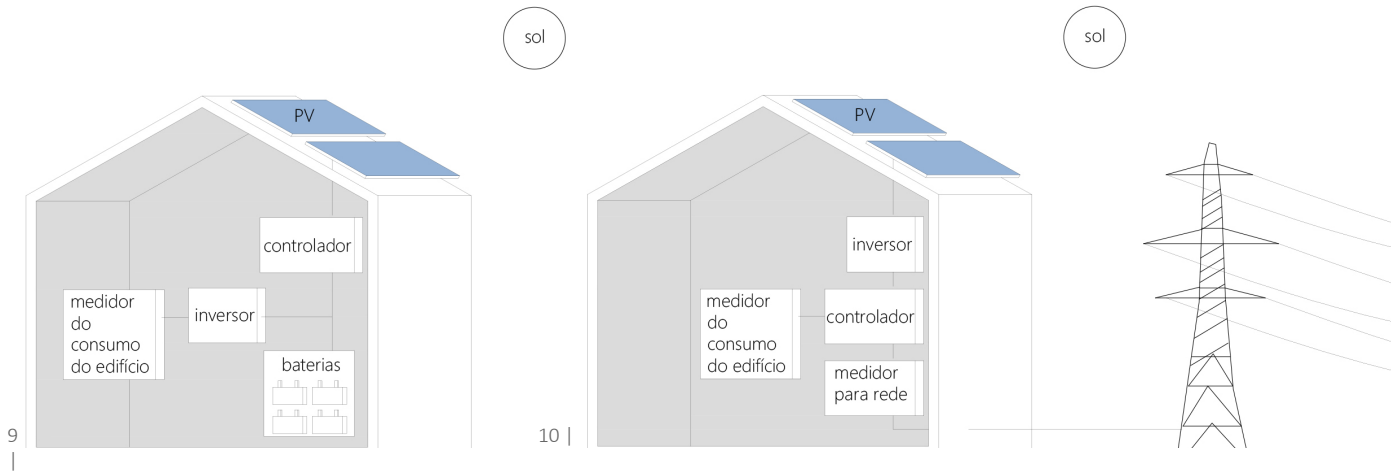
Células de Película Fina

Normalmente produzidas por silício amorfo, estas primam por uma grande desordem na estrutura dos átomos, refletindo-se numa eficiência energética baixa entre os 8 % e os 10% mas com uma estética mais homogénea e menos sensível a impurezas podendo ser aplicado em grande superfícies sem proteção. De superfície maleável, as materiais primas utilizadas possuem baixo grau de pureza e o seu processo de fabrico é pouco dispendioso resultando num menor custo.

O sistema fotovoltaico autónomo é principalmente utilizado aquando da inexistência de uma rede pública, sendo bastante utilizado em países com baixo desenvolvimento ou usado por razões de dificuldade técnica ou económica. Num sistema isolado sem armazenamento, os recetores consomem imediatamente a energia, sendo mais económicos. Aquando de um sistema com armazenamento são necessárias baterias e reguladores de carga que libertam a energia produzida para o armazenamento (FRONTINI, Francesco et al., 2012, p.90).

Tipos de Sistemas e a Respetiva Constituição

Figura 7 | Exemplo de película fina, TheMiaSolé FLEX-02W
Figura 8 | Exemplo de película fina transparente. Modelo: ASP-LA



9 |

10 |

O sistema fotovoltaico ligado à rede pública é menos complexo e de menor custo que um sistema autónomo. A energia produzida é compatibilizada com a energia para uso doméstico e da rede por meio de um inversor DC para AC, necessário a todos os sistemas solares fotovoltaicos, de forma que a tensão gerada seja uma tensão contínua.

Este sistema é o sistema utilizado ao longo deste trabalho. O próprio utilizador que adquire o sistema fotovoltaico é tido como um produtor de energia, podendo sendo inserido nas principais duas modalidades de regime estabelecidas nacionalmente que variam de acordo com a escala do sistema implementado.

Independentemente da escala do sistema, este irá possuir os mesmos componentes variando apenas a sua quantidade. Além do referido inversor é necessário um contador de produção que contabiliza a energia que é fornecida à rede e um controlador que dispensa a energia produzida não utilizada para a rede elétrica ou que dispensa energia da rede pública quando necessário. Não dispensando os principais elementos, os painéis fotovoltaicos.

Figura 9 | Esquema do sistema PV autónomos
Figura 10 | Esquema do sistema PV ligado á rede

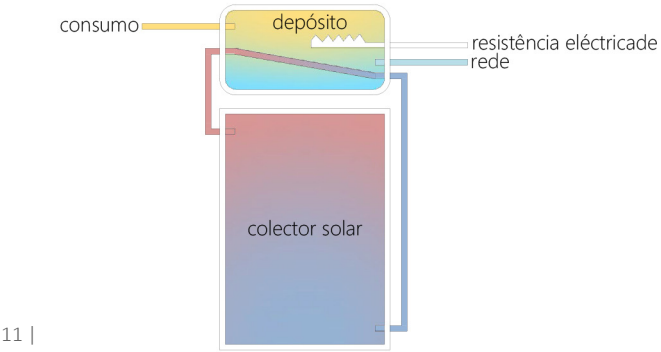
Um sistema solar térmico (ST) é um sistema de aquecimento de águas através da captação da energia solar, disponível sob a forma de radiação solar, pelo coletor. Por contacto direto e ou sob um efeito de estufa, a energia é transformada em energia térmica e armazenada pela sua transferência para um fluido de transmissão (MARCO, A C Miranda, 2008).

O princípio corresponde, pois, a um processo simples e primitivo que é transposto para a atualidade de forma a poder exponenciar a sua eficiência.O calor gerado pela radiação produz um efeito de estufa no interior do coletor. Este calor é conduzido por um fluido térmico (maioritariamente composto por água e químico anticongelante) através da parede metálica da tubagem que o contem. Este fluido já aquecido circula num circuito fechado que passa, em espiral, no interior do depósito de água, aquecendo-a.

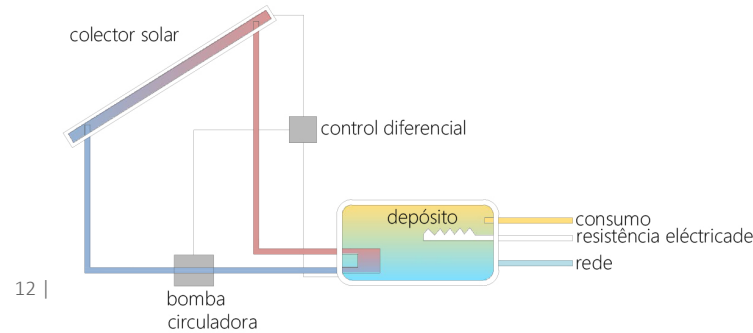
A interligação entre o coletor e o depósito poderá ser realizada através de uma eletrobomba circuladora ou por circulação natural (termosifão). A utilização de eletrobomba é necessária quando não é possível colocar o depósito acima do coletor ou quando a distância entre estes impossibilita a circulação natural. A eletrobomba é também utilizada por razões estéticas para que o depósito não influencie visualmente o local de implantação do ST (MARCO, A C Miranda, 2008).

3.2.2 Sistema Solar Térmico

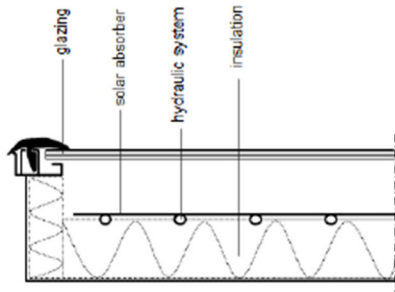
Figura 11 | Esquema do sistema solar térmico de circulação termosifão
Figura 12 | Esquema do sistema solar térmico circulação forçada



11 |



12 |



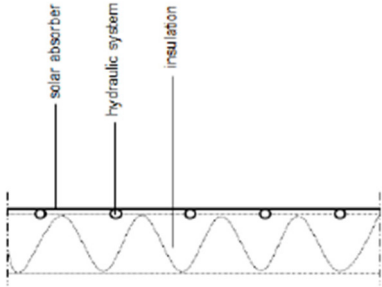
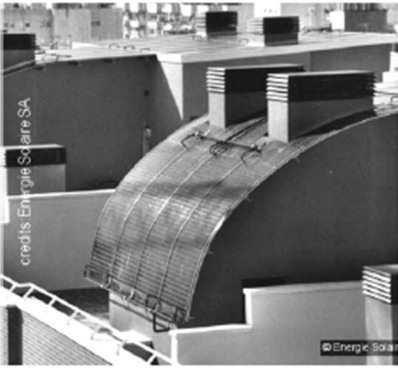
Colectores Planos com Cobertura

| 13

Os Colectores Planos com Cobertura são os mais convencionais. Estes são compostos por uma proteção ou cobertura de vidro tornando-se mais resistentes e produzindo um efeito de estufa que potencia a sua eficiência, alcançado uma temperatura mais elevada (MARCO, A C Miranda, 2008). As temperaturas poderão variar entre os 50°C e 100°C e no verão poderão chegar aos 150°C, sendo que o ângulo de incidência dos raios solares terá de ser estudado de forma a não ocorrer sobreaquecimento podendo ocorrer repercussões negativas no coletor e no utilizador (FRONTINI, Francesco et al., 2012).

Figura 13 | À esquerda, imagem de colectores planos com cobertura. À direita, corte do coletor (FRONTINI, Francesco et al., 2012)

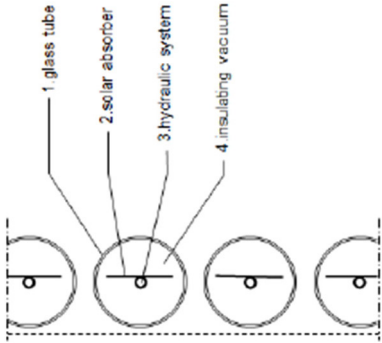
Colectores Planos sem Cobertura



14 |

Este tipo de colectores solares por não possuírem cobertura contabilizam diversas desvantagens em relação aos anteriores, principalmente, num decréscimo da capacidade de aquecimento chegando a temperaturas muito mais reduzidas (entre os 50°C a 65°C), principalmente no Inverno, e a sua durabilidade ser inferior mediante a falta de proteção da placa absorsora que é sujeita a agressões exteriores. O custo deste coletor é inferior e esquematiza-se o seu uso, essencialmente, para aquecimento de águas de piscinas ao ar livre (MARCO, A C Miranda, 2008, p.19).

Figura 14 | À esquerda, colectores planos sem cobertura. À direita, corte do coletor. (FRONTINI, Francesco et al., 2012)



| 15

Estes tipos de coletores são indicados aquando da necessidade de elevadas temperaturas de aquecimento (superior a 120°C), sendo utilizados para fins industriais. A água corre dentro dos coletores tubulares de forma a reduzir a totalidade das perdas de calor e para que a área de superfície absorsora em contacto seja potencializada (MARCO, A C Miranda, 2008, p.21).

Figura 15 | À Esquerda, coletoresde tubo de vácuo. Direita, corte do coletor.

3.3. Regimes de
Produção Fotovoltaica e
Legislação Nacional

O ato de instalar um sistema fotovoltaico coloca o utilizador numa posição de produtor podendo ser enquadrado, essencialmente, por dois regimes – o de Microprodução (aquando de potência de ligação até 5,75 kW, individualmente, ou até 11,04 kW, usualmente, utilizada em prédios habitacionais) ou de Miniprodução (até 250 kW, utilizado em edifícios públicos ou habitacionais de grande escala) (EDP-ENERGIAS DE PORTUGAL, 2016). Este último será o aplicável ao caso prático que irá ser explorado numa terceira parte do presente estudo.

É em 2002, com legislação⁴ referente que tem como base o Programa E4-Eficiência Energética e Energias Renováveis, que surge esta figura de produtor-consumidor destinada principalmente a consumo próprio, “sem prejuízo de poder entregar a produção excedente a terceiros ou à rede pública. Para além de enquadrar a respetiva atividade este diploma também estabelece o regime dos direitos e dos deveres dos produtores-consumidores, um sistema remuneratório aplicável à entrega de excedentes à rede num nível incentivador proporcionando receitas que justifiquem o investimento”(MONTEIRO, José Alberto Máximo, 2014, p.47)

Em 2011⁵, regulamenta-se o máximo de potência contratada, cerca de 50%, relativamente à produção (MONTEIRO, José Alberto Máximo, 2014), ou seja, uma entidade que, por exemplo, contrata (que estipula o seu gasto energético) a 200 kW não poderá vender mais de 100 kW à rede pública. Esta legislação define um limite ao lucro que um produtor-consumidor produz na venda da energia produzida pelo sistema fotovoltaico.

Ambos os regimes (microprodução ou de miniprodução) são regulados pela Direção Geral da Energia (DGEG) e nas ligações dos produtores às redes os valores são determinados

⁴ Decreto-lei nº68/2002 de 25 de Março (MONTEIRO, José Alberto Máximo, 2014)

⁵ Decreto-lei nº34/2011 de 8 de Março (MONTEIRO, José Alberto Máximo, 2014)

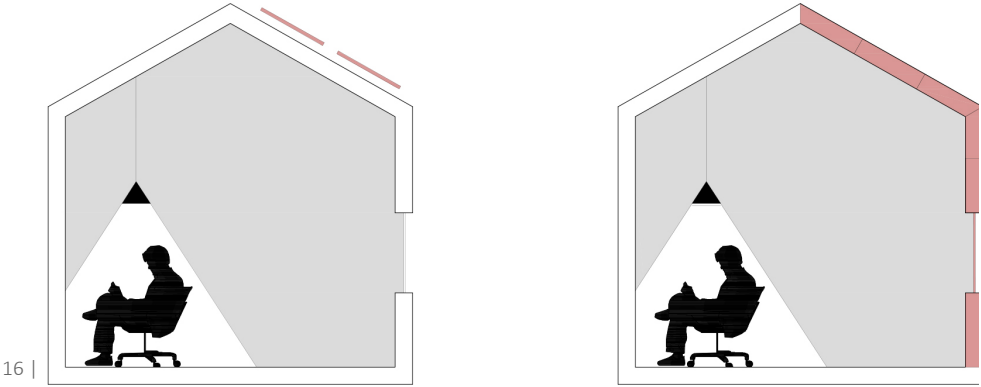
pela EDP, categorizada como operadora de rede. As taxas de remuneração para os produtores são variáveis sendo atualizadas através de publicações de despachos pelo governo em exercício.

Atualmente, a EDP disponibiliza modalidades para a compra de painéis num regime de microprodução, simplificando as diversas fases estipuladas pela legislação, que essencialmente são:

“No âmbito do exercício o produtor tem direito a estabelecer uma unidade de produção por cada instalação de utilização, ligar a unidade após celebração de contrato de venda e obtenção de certificado de exploração bem como o direito à venda total da eletricidade produzida. O produtor deverá também cumprir com os deveres de produtor previsto na legislação, nomeadamente prestar à DGEG, ao comercializador de último recurso e ao operador da rede de distribuição todas as informações que lhe sejam solicitadas(MONTEIRO, José Alberto Máximo, 2014, p.53).”

Informações que deverão ser registadas numa plataforma online, incluindo, o pagamento de taxas de registo nessa mesma plataforma. Processos aqui enumerados que, como referido, a EDP simplifica tornando o processo mais acessível para o utilizador.

3.4. Exemplos de Integração na Arquitectura



A integração da tecnologia solar na arquitetura deve ser considerada não apenas do ponto de vista estético, mas também do ponto vista funcional e construtivo. Integração esta que obriga a um longo período de adaptação quer a partir da disciplina arquitetónica quer da tecnologia. Os sistemas solares envolvem materiais que não são correntemente utilizados e que obrigam a uma implantação exterior agregada à fachada e/ou cobertura, ou seja, impõem distintamente uma nova estética no edifício e na própria cidade.

Em Portugal, a arquitetura difunde um ideal estético apoiado numa base tradicional o qual podemos referir como uma tradição e, num outro plano, uma escola. Superficialmente poder-se-á dizer que a tecnologia solar é incompatível a esta, através de estéticas opostas em que estas são convencionalmente enquadradas.

Figura 16 | Esquerda, esquema: colectores apenas fixados no edifício. Direita, esquema: colectores solares integrados como cobertura, fachada e janela



| 17

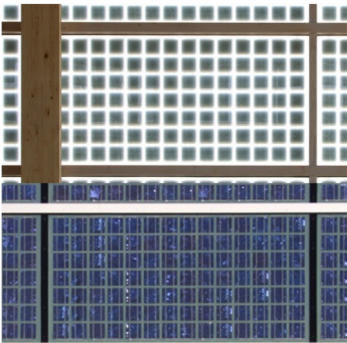
Contudo, os sistemas coletores solares devem ser vistos como uma obrigatoriedade pela urgência global climática e pela necessidade de exemplos de tentativas/erros no panorama nacional e internacional. Outras evoluções tecnológicas se impuseram pela sua funcionalidade possuindo semelhantes reticências formais aquando da sua introdução, mas que atualmente são integrantes do nosso vocabulário arquitetónico. Através de diferentes estudos arquitetónicos originaram-se novas formas de pensar o edifício, podem referir-se, a título exemplificativo, os elevadores, as estruturas metálicas e as caixilharias de alumínio. É pelo exercício prático de integração que novas soluções surgem.

Para um exercício prático de integração é necessário descodificar ao que nos referimos quando falamos de integração de sistemas fotovoltaicos na arquitetura. O termo subentende que o sistema fotovoltaico terá de estar integrado no edifício de forma a que contribua para o seu funcionamento além da sua função de produção de energia, potenciando a sua

Figura 17 | Edifício Paul Horn-Arena, Tübingen, Alemanha (2004)



18 |



19 |

viabilidade técnica, económica e estética. Trata-se, essencialmente, de pensar no sistema fotovoltaico como um elemento arquitetónico, tal como se considea, uma abertura de um vão ou um revestimento a utilizar (FRONTINI, Francesco et al., 2012, p.7).

O edifício Solar XXI(descrito no próximo subcapítulo) utilizao sistema fotovoltaico também como um sistema térmico de recuperação de calor potencializando a viabilidade técnica do sistema, assumindo-se como um dos exemplos emblemáticos de integração de painéis fotovoltaicos. Internacionalmente, projetos como o Centro Desportivo Paul-Horn Arena da autoria dos Arquitetos Allmann Sattler Wappner e como o Ginásio Burgneinting, na Alemanha,pelo arquiteto Tobias Ruf, destacam-se por um desenvolvimento tecnológico que potencia o conforto do edifício e potencializa outras linguagens arquitetónicas.

O centro desportivo Paul-Horn Arena, em Tübingen, utiliza módulos sem moldura de

Figura 18 | Edifício Ginásio Burgneinting, Regensburg, Alemanha (2005)

Figura 19 | Edifício Ginásio Burgneinting, encima uma vista interior e dentro vista exterior

células policristalinas para o revestimento da fachada sul do edifício. Cobrindo uma área de 318 m2, os módulos chegam a produzir uma média anual de 33 120 kWh/ano, sendo que cada célula possui um pico de rendimento de 2 W e em que cada módulo standard possui 3 filas de 7 células. As células pela sua aparência verde cristalina compõem uma identidade própria do edifício e da própria cidade (SOLAR EATING AND COOLING PROGRAM, 2009-2012, pp.39-42).

O Ginásio Burgneintingm une-se das células fotovoltaicas policristalinas aplicadas no próprio vidro para criar uma muito própria caracterização da fachada. As células de aparência cristalina assumem tanto um azul vivo como um efeito refletor cristalino. No interior do edifício, as células filtram a luz deixando transparecer uma luz homogénea dispersa entre estas atingindo uma iluminação natural propícia à pratica de desporto mas controlando o conforto térmico do interior (SOLAR EATING AND COOLING PROGRAM, 2009-2012, pp.41-46).

À noite, a luz artificial trespassa do interior para o exterior através das pequenas fissuras que a composição de células produz criando um contraste entre estas e a luz. De acordo com a radiação solar incidente as células podem assumir uma estética cristalina até um azul escuro e opaco.

A par destes exemplos podemos referir que a utilização não integrada de um sistema fotovoltaico rejeita a ideia de um exercício arquitetónico capaz de gerar outras formas de expressão arquitetónicas. O arquitecto Jan Kaplicky estabelece um paralelo entre a integração de métodos sustentáveis na arquitetura com o surgimento do carro. Este refere que no início o design de um carro “era semelhante ao de um coche”⁶, como se tratara de uma drástica inovação também fora necessária uma nova metodologia de pensamento, um processo moroso que culminou numa forma própria que hoje identificamos como a de um carro e que quantifica a sua função bem como o seu aspeto estético.

Tal como qualquer inovação que interfere com a formalidade própria de algo é necessário rever o quanto é que essa nova linguagem influencia para que a formalidade própria permaneça associada.



20 |

Figura 20 | Exemplo de um carro do sec XIX

⁶Tradução livre de “It is like when the car was first invented and it imitated the form of the horse-drawn carriage” (KAPLICKY, Jan, 2010, p.170).

Na pesquisa realizada constatou-se que os edifícios públicos e edifícios de escritórios são os principais exemplos de utilização de sistemas fotovoltaicos pois os painéis, na sua generalidade, são concebidos com uma certa linguagem compatível com o carácter destes edifícios. Em edifícios de habitações o arquétipo associado é mais enraizado e o exercício arquitetónico de integração é mais moroso. O exercício de arquitetura não deve ser revisto em termos estéticos aquando da introdução de sistemas fotovoltaicos, mas, deve ser visto como a adição de um condicionalismo potencializador de outros resultados ligados a uma maior sensibilidade relativamente à envolvente geográfica, topográfica e climática.

Além da eficiência energética os sistemas fotovoltaicos permitem uma grande autonomia do edifício da rede pública de fornecimento de energia, armazenando a energia produzida em baterias. Destes são exemplo os edifícios implementados em condições atmosféricas extremas, em construções temporárias associadas a desastres naturais ou em países em desenvolvimento.

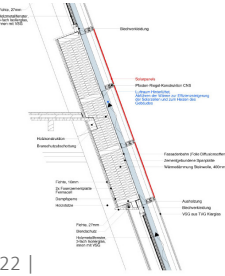
O edifício Matterhorn Glacier Paradise na Suíça insere-se nestes casos. Situando-se a 3820 metros de altitude, a sua fachada é inteiramente constituída de painéis de células monocristalinas fotovoltaicas. Os painéis, através de um posicionamento com um angulo estratégico, permitem a proteção do edifício dos fortes ventos do local e potenciam o rendimento energético do edifício através de um sistema de fachada ventilada: os ventos do local ventilam a superfície interior arrefecendo o sistema de forma a exponenciar o rendimento energético. Além da energia elétrica produzida, o sistema fotovoltaico aquece o ar armazenado por trás do painel e este é armazenado e usado para aquecer o próprio edifício. A energia produzida pelo edifício torna-o totalmente independente de qualquer outro fornecimento, produzindo cerca de 39 000 kWhpor ano (SOLAR EATING AND COOLING

Figura 21 | Edifício MatterhornGlacier Paradise, Matterhorn, Suíça (2008)
Figura 22 | Sistema construtivo do painel fotovoltaico como fachada resolvendo isolamento do edifício MatterhornGlacier Paradise na Suíça
Figura 23 | Edifício renovando a cobertura com ST.

21 |



22 |



23 |



PROGRAM, 2009-2012).

A respeito dos Sistemas Térmicos (ST), existem sistemas térmicos comercializados sem cobertura, permitindo a possibilidade de o seu revestimento ser escolhido de acordo com a estética pretendida do projeto uma vez que este revestimento será uma parte não ativa do sistema. Este revestimento terá de ser duradouro uma vez que irá proteger os ST's das suscetibilidades exteriores e principalmente condutor do calor produzido pela radiação solar. Este tipo de sistema também oferece um bom nível de isolamento e permite que o revestimento escolhido cobra totalmente os vários ST's resolvendo juntas entre estes e consequentes perdas de calor destes, resultando numa aparência homogénea de todo o sistema. O leque de possibilidades é bastante alargado, fazendo que este determinado tipo de sistema seja facilmente integrado num projecto de arquitectura principalmente em reabilitações como é exemplo os projetos desenvolvidos pela empresa SolexEnergy (SOLAR HEATING AND COOLING PROGRAM, February 2014).

O edifício Solar XXI é o resultado de um projeto do Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG) que visa a materialização das investigações de estratégias de eficiência energética e de energias renováveis realizadas pela própria entidade num edifício. Edifício, este, que é utilizado como um laboratório destas mesmas áreas de investigação. Assume-se como um edifício de exemplo ou de demonstração de uma arquitetura sustentável (LNEG, 2010).

O edifício explora estratégias de eficiência energética através de sistemas ativos e passivos de aproveitamento de energias renováveis integrando-os num projeto de arquitetura, desde uma primeira fase de conceção, de forma a atingir uma rentabilidade e auto sustentabilidade máxima do edifício. A partir da combinação de estratégias e trabalho de investigação sobre o edifício, 80% dos seus consumos energéticos são abrangidos por energias renováveis, integrando-se na categoria de edifícios de balanço de consumo zero (NZEB, Net Zero EnergyBuildings) (LNEG, 2010).

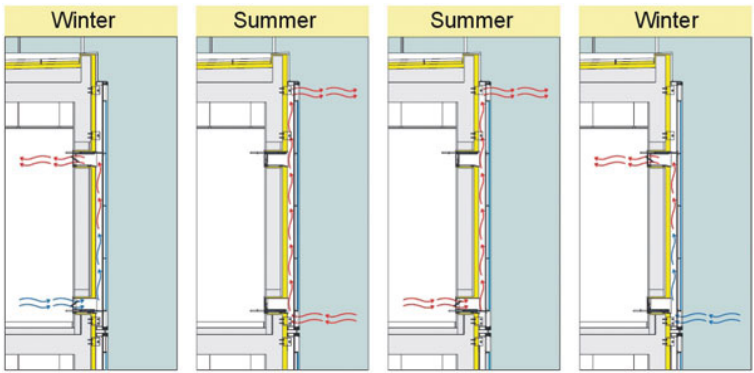
Pioneiro nacional numa investigação materializada de ponderação de eficiência energética com o projeto de arquitetura, a sua fachada expõe este mesmo pensamento de integração-modelada através do dimensionamento dos coletores solares fotovoltaicos que a compõem, assume a linguagem vertical que os coletores ditam, repercutindo-se na produção de eixos que orientam o projeto de arquitetura. A aparência azul cristalina das próprias células solares ditam a estética do edifício conciliando os painéis com uma estrutura metálica e produzindo uma linguagem vertical e ritmada da fachada (LNEG, 2010).

Estes painéis além de produção ativa de energia também possibilitam a ventilação natural

3.5. Exemplos Nacionais
Edifício Solar XXI



Figura 24 | Edifício Solar XII, fachada sul integrado com os paineis fotovoltaicos e na cobertura painéis solares térmicos
Figura 25 | Sistema recuperação de calor na fachada fotovoltaica, do edifício Solar XXI



através de grelhas de ventilação para o exterior nas suas extremidades verticais. Este sistema de ventilação explora o calor originado na zona posterior do painel fotovoltaico aproveitando-o para o aquecimento natural do edifício à semelhança de uma parede de trombe ventilada- o calor sobe por convecção natural entrando no edifício por uma grelha de ventilação, enquanto o ar frio é extraído por uma grelha de ventilação na zona inferior (LNEG, 2010).

Potencializou-se, assim, sistemas regulares fotovoltaicos a par de outras estratégias arquitetónicas de aproveitamento passivo de recursos naturais – sombreamento exterior na fachada orientada a sul, otimização térmica da envolvente, ventilações naturais, estratégias

As NaturaTowers, localizadas em Telheiras, projetadas pelo atelier GJP arquitetos, consistem em duas torres de oito pisos, uma para a sede do Grupo MSF e outra para aluguer de escritórios, tendo na sua génese um projeto dearquitectura que prima pela aplicação de sistemas sustentáveis e características bioclimáticas. É o primeiro edifício nacional de escritórios com o certificado Energético A+.

Como refere o jornal Económico, o empreendimento revelou um custo de 30 milhões de euros, “25% superior ao custo de um edifício normal”. “Contudo, não foram apenas os equipamentos de sustentabilidade que encareceram o projeto, mas também as questões estéticas.”(Baptista, 2010) .

A sua fachada revestida a vidro e metal torna o edifício num corpo tênue na paisagem, refletindo-a. A superfície envidraçada é interrompida verticalmente por uma volumetria opaca revestida de vegetação que contém a circulação vertical, escadas de emergência e instalações técnicas, e que possibilita soluções de impermeabilizações e isolamento (térmico e acústico). Estas opções de revestimento oferecem um contraste estético entre as duas materialidades (GJP, Arquitectos, 2007).

O seu revestimento de vidro aparenta uma ideia nada sustentável, mas o atelier propõe novas tecnologias de integração que resolve o efeito de estufa, aplicando dupla fachada de vidro duplo, com um intervalo de 65cm formando uma caixa de ar, utilizando sistemas mecânicos, conseguindo produzir retenção ou extração de ar conforme a necessidade (MSF GROUPS). O metal de fixação do vidro reforça uma verticalidade ao edifício, e a permeabilidade visual do vidro permite que o interior do edifício, as lajes e pilares sejam expostos produzindo uma forma quadriculada. A implementação dos coletores fotovoltaicos rasga essa homogeneidade quebrando a geometria da forma estrutural.

Natura Towers

Figura 26 | Edifício Tower Natura
Figura 27 | Fachada sul integrada com painéis fotovoltaicos do Tower Natura



26 |



27 |

A tecnologia solar é implementada na cobertura e na fachada de vidro e metal, os painéis térmicos são colocados apenas nas coberturas, contabilizando seis painéis (4m²) por cada cobertura cobrindo as necessidades totais do aquecimento de águas sanitárias e de copas do edifício. Os painéis fotovoltaicos na torre norte são fixados na fachada sul, no total de 56 painéis conseguindo produzir 21KWh/ano enquanto na torre sul foram instalados 72 painéis na cobertura produzindo 21.97 KWh/ano, obtendo uma poupança de 20% de energia e suportando o gasto da iluminação comum das duas torres e de todos os espaços públicos (MSF GROUPS).

Os painéis fotovoltaicos são constituídos por células policristalinas que possibilitam uma transparência de 15% a 20%. De forma semelhante aos sistemas que utilizam este tipo de células, estas necessitam de serem interligadas por uma tubagem de cobre integrada e condutora da energia a um inversor, situado em cada piso, onde a conversão de energia DC para AC é realizada. Um outro inversor armazena a energia extra produzida em baterias para

4. Caso de Estudo:
Residência de
Estudantes em Sines

4.1. Apresentação do
Caso de Estudo

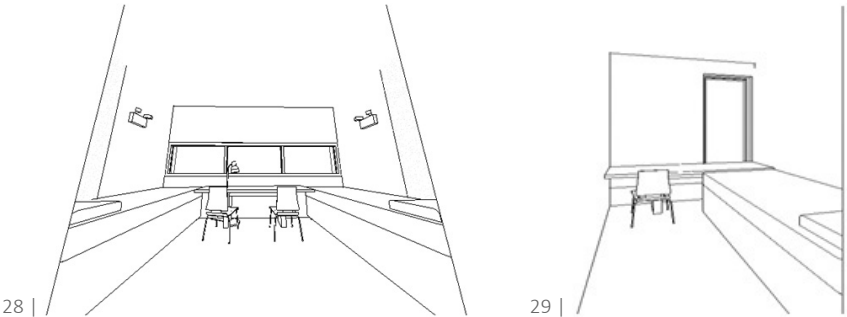
Neste capítulo pretende-se a aplicação da matéria teórica até aqui explanada, num projeto de arquitetura desenvolvido no âmbito da vertente prática do Projeto Final de Arquitetura. Este capítulo explora, de uma forma exemplificativa, o que podemos formular como estratégias passivas energeticamente eficientes e a aplicação de sistemas fotovoltaicos e sistemas solares térmicos em concordância com o processo de projeto.

O projeto desenvolvido diz respeito a um edifício em Sines que abriga uma Residência de Estudantes do Politécnico ETLA, Centro de Ação Social e Salão Polivalente com uma área de implantação de 2 330 m², do qual o desenvolvimento restringiu-se apenas à Residência de Estudantes que contempla 1400 m² de implantação e abriga 116 estudantes distribuídos em 38 quartos duplos e 40 individuais. Formalizando um quarteirão e configurando um parque urbano e a sua entrada, o edifício possui uma forma paralelepípedica em que as suas principais fachadas são orientadas a sul e a norte. O edifício possui a circulação interior através de um corredor central de distribuição para os quartos adjacentes às fachadas principais. Os espaços de convívio interrompem esta regra e permitem a iluminação natural do corredor. Os acessos verticais permitem a ventilação natural do corredor quando necessário.

Exteriormente o edifício é composto por faixas horizontais de betão à vista (correspondentes à testa de cada laje) que delimitam os três pisos do edifício. O rés do chão é caracterizado por uma grande permeabilidade visual entre os dois ambientes que este encerra, o urbano e o parque. Esta permeabilidade é conferida por um sistema de pilares permitindo uma delimitação das lojas previstas apenas pelo vidro.

Os pisos superiores destinados à residência assumem um maior encerramento visual pelas faixas horizontais de betão que percorrem o edifício e que são contrapostas à verticalidade dos módulos de painéis fotovoltaicos que se repercutem na abertura dos vãos dos quartos. Vários fatores levaram a um pensamento modular do projeto, tais como, a grande extensão do edifício, os diversos quartos, razões construtivas e de implementação dos sistemas fotovoltaicos. Os módulos base do edifício foram consequência dos módulos criados de combinação do painel fotovoltaico e da grelha de ventilação e pela métrica do módulo de betão em cofragem por contraplacado marítimo de dimensões de 2,4m por 1,2m (o mais regularmente utilizado em Portugal).

4.2. O Projeto de Integração



A implantação da residência foi estudada mediante a estrutura urbana que esta configura e de forma a que uma das suas fachadas principais seja orientada a Sul para um maior rendimento energético dos sistemas solares fotovoltaicos implementados.

Como já referido, os quartos são implementados nas extremidades longitudinais do edifício resultando em tipologias de quartos orientadas a sul e a norte. Estas divergências de orientações solares deram lugar a duas diferentes tipologias e a fachadas distintas.

A tipologia de quarto individual é situada na fachada sul onde é beneficiada por uma maior iluminação natural, uma tipologia mais privada, onde se presumiu que o estudante passa mais tempo no quarto em detrimento à tipologia dupla. A tipologia dupla é tida como uma tipologia onde os estudantes usufruem mais dos espaços comuns e de convívio da residência em detrimento do quarto, situando-se na fachada norte onde a iluminação natural não é tida como tão aprazível regularmente.

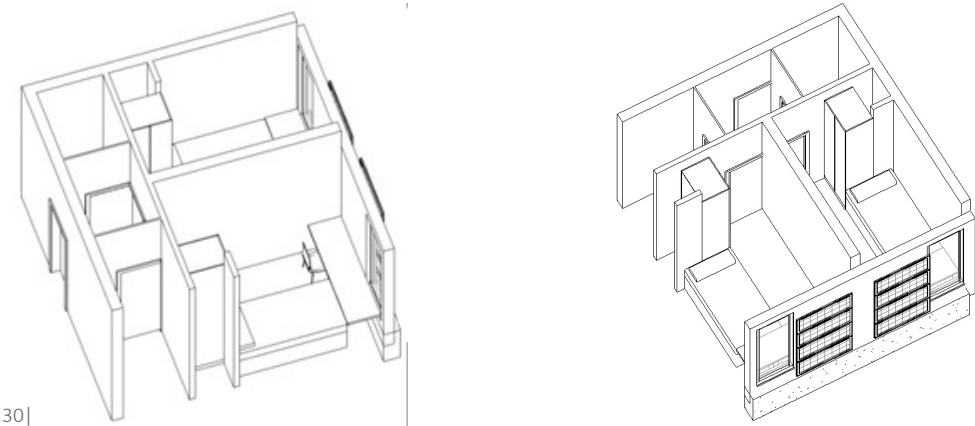
Figura 28 | Perspetiva do quarto individual

Figura 29 | Perspetiva do quarto duplo

As diferenças de orientação solar refletiram-se no desenho de cada fachada. Na fachada norte prevaleceu o recorte horizontal do vão em toda a continuidade do quarto dando origem a um vão mais reduzido relativamente à fachada sul principalmente por razões climáticas e de isolamento. A fachada sul, de contacto visual directo com o parque urbano, é onde se situa os quartos individuais, o programa de convívio e de áreas comuns e onde são implementados os PV’S. Ambas as fachadas possuem a mesma equidistância horizontal de elementos e correlacionam-se a respeito do pensamento modular estrutural e das opções de revestimento tomadas.

Na fachada sul, cada tipologia individual corresponde, em largura, a um modulo personalizado de PV e a um vão, sendo que o ritmo da fachada é subjacente ao programa a si adjacente: ao ritmo definido dos vãos e dos PV’s nos quartos; à maior liberdade de vãos e de implantação dos PV’S nos espaços de convívio. A verticalidade que o módulo dita é repercutida na abertura do vão, verticalidade esta contraposta às três faixas horizontais de betão aparente correspondentes às testas das lajes que delimitam os pisos da residência.

As dimensões dos módulos das tipologias foram definidas de acordo com a estrutura utilizada de pilares, ; entre pilars, está predefinida a largura de uma tipologia dupla ou de duas tipologias individuais. O sistema estrutural em pilares liberta a fachada para uma maior liberdade estrutural na abertura de vãos.



O Módulo Fotovoltaico e a Fachada

O módulo implementado é composto por cinco painéis fotovoltaicos, de células de silício multicristalino, de 1,2 m por 0,5 comercializado nacionalmente (BP Portugal, 2016), o mais correntemente disponível no mercado e que se caracteriza por uma tonalidade variável entre o azul cristalino a um azul escuro consoante a incidência solar. Os 5 painéis são aglomerados num módulo de 2,7 metros por 1,3 metro centímetros de largura através de uma estrutura personalizada que emoldura e suporta o módulo. O módulo possui como base uma estrutura de painéis fotovoltaicos comercializada pela empresa Extrusal (Extrusal, 2016). A grelha de ventilação que produz um efeito similar a uma parede de Trombe (desenvolvido no subcapítulo de estratégias passivas) foi integrada no módulo nas suas extremidades inferior e superior.

Figura 30 | Pespetivas dos quartos individuais implementado do PV na fachada.

A principal dificuldade a respeito da integração destes elementos foi criar uma ideia de homogeneidade da fachada em todo o edifício. A solução encontrada foi a criação de uma hierarquia em que o PV estivesse inserido numa ideia de vão contraposto à aparência bruta do betão aparente e onde este último caracterizasse o edifício numa logica massa/vazio em que a estética do PV se integrasse. Assim, em todo o edifício existe a ideia de uma massa assumida pelo betão em cofragem (por contraplacado marítimo de dimensões de 2,4m por 1,2m) “escavada” em 5 segmentos em todo o comprimento da fachada. Esta solução foi possível através de uma solução estrutural em pilares equidistantes entre si à distância de 4,8 metros.

Em toda a linearidade destes segmentos “escavados”, em ambas as fachadas, a testa das divisórias interiores assumem-se num plano recuado revestidas por um perfil metálico em U, a uma distância de 13 centímetros do betão aparente. As diferenças entre fachadas são introduzidas por um rasgo mais vertical e pela introdução dos painéis na fachada sul.

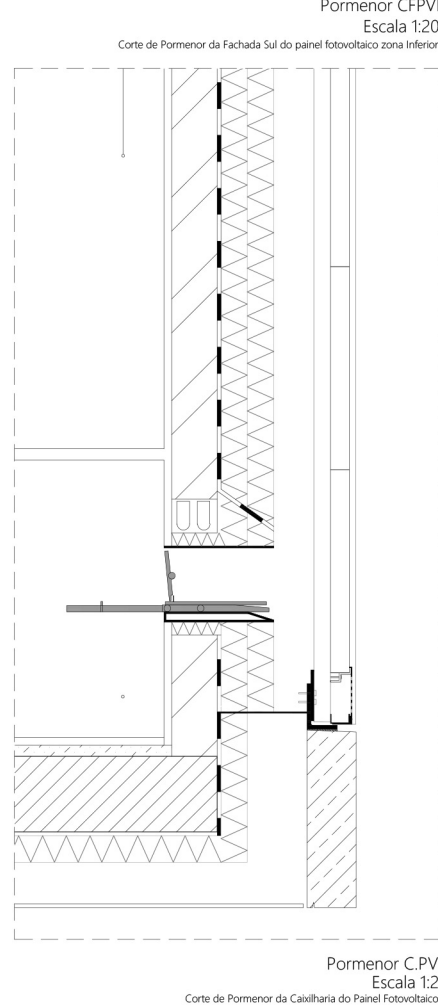
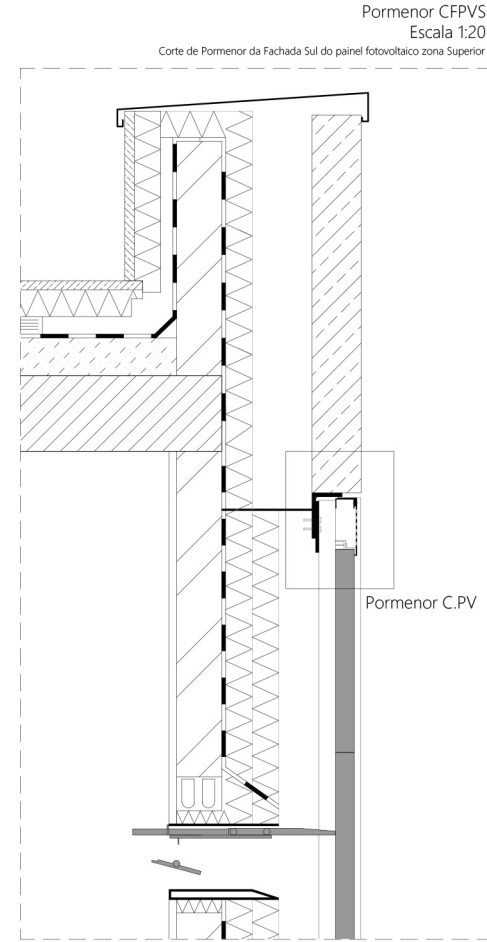
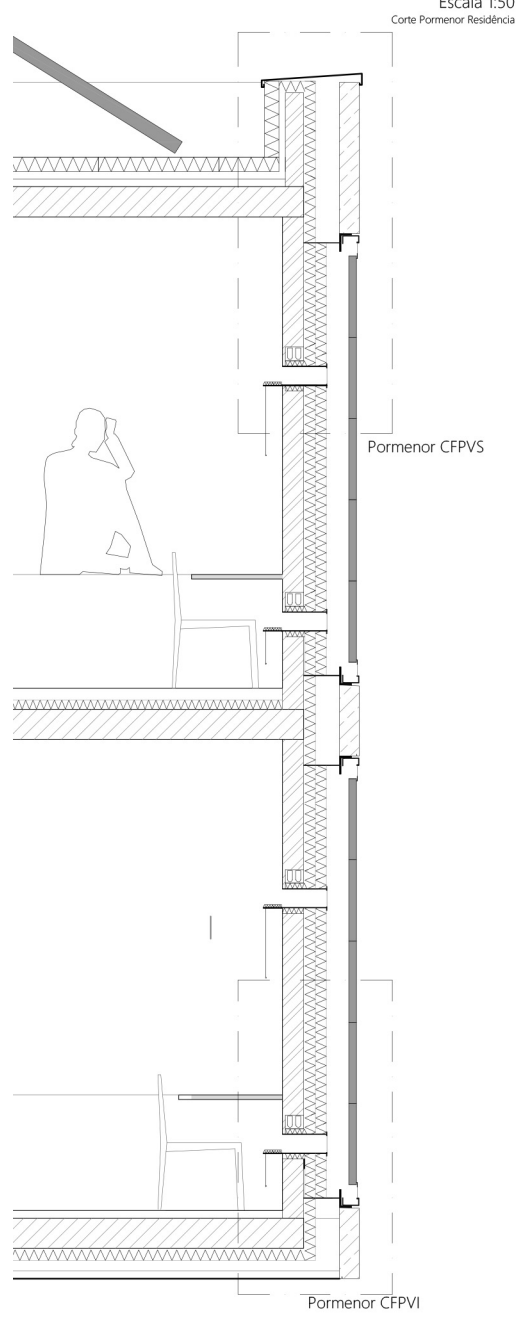
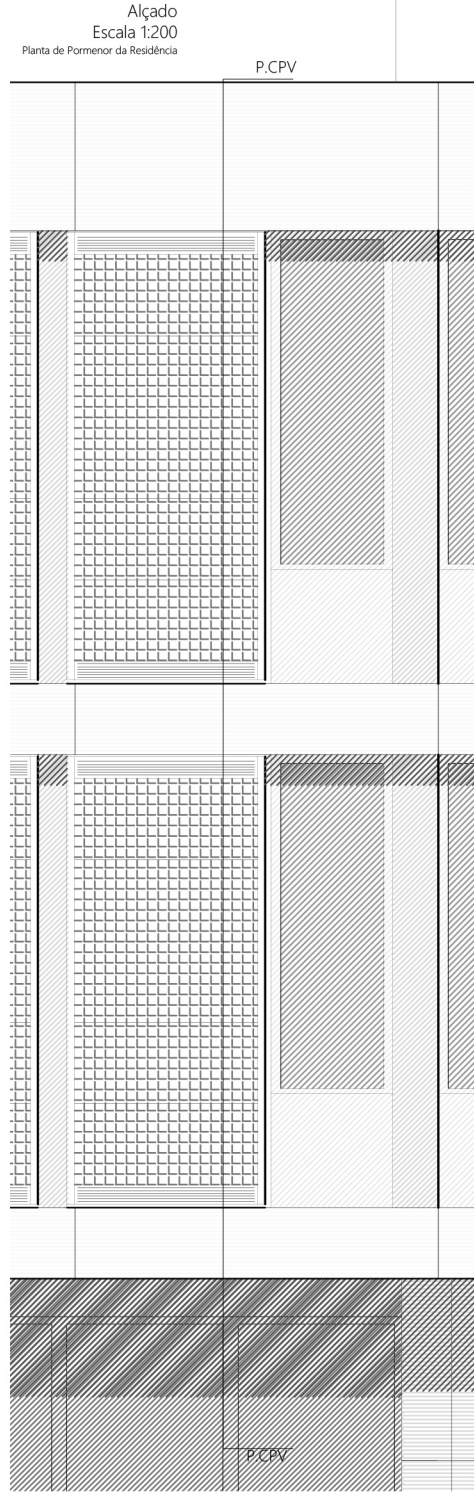
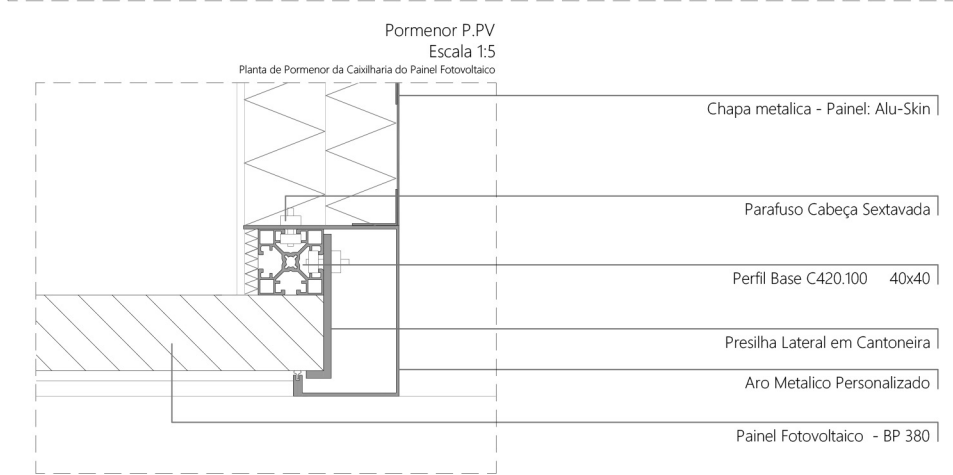
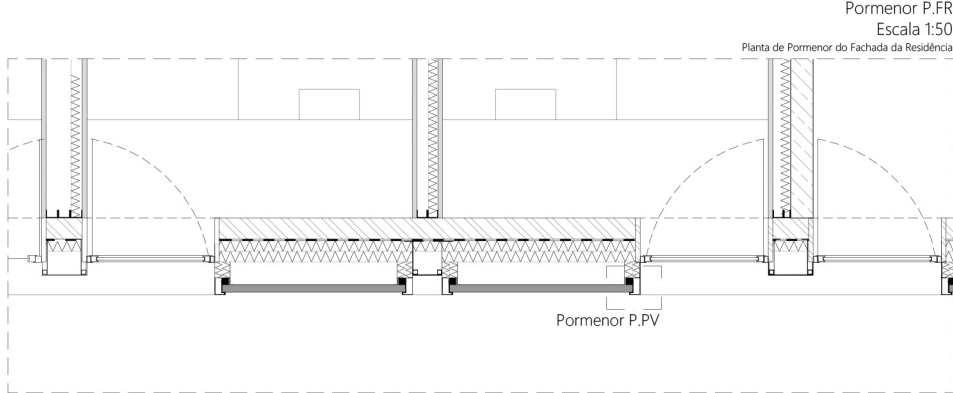
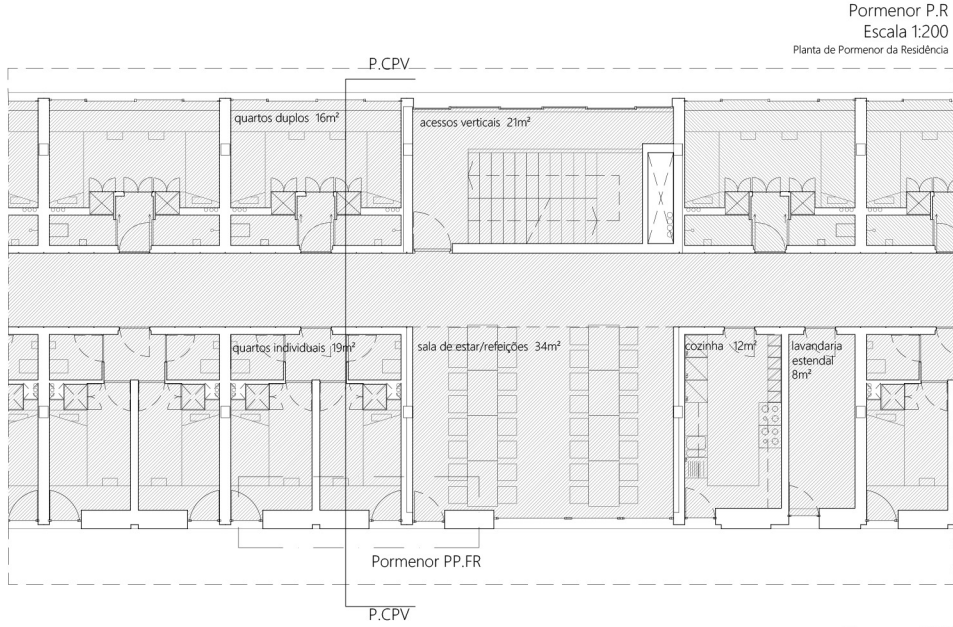
Os painéis fotovoltaicos tomam presença como um elemento semelhante a uma janela. A moldura em alumínio, semelhante a uma caixilharia, esta contida entre as 3 faixas de betão em destaque e toma lugar no mesmo plano que estas por razões de incidência solar: se a caixilharia, junto com o PV, estivesse recuada iria comprometer o rendimento energético deste último.

A janela, por sua vez, é recuada 24 centímetros da fachada e onde uma placa pré-fabricada de betão ligeiramente recuada assume o parapeito da janela. A janela é percebida do exterior como uma reentrância que assume a verticalidade do vão delimitado pelas faixas horizontais

Figura 31 | Perspectiv da fachada sul proposta

Próximas Páginas:
Figura 32 e 33 | Desenhos técnicos dos sistemas construtivos





Betão Aparente 150mm

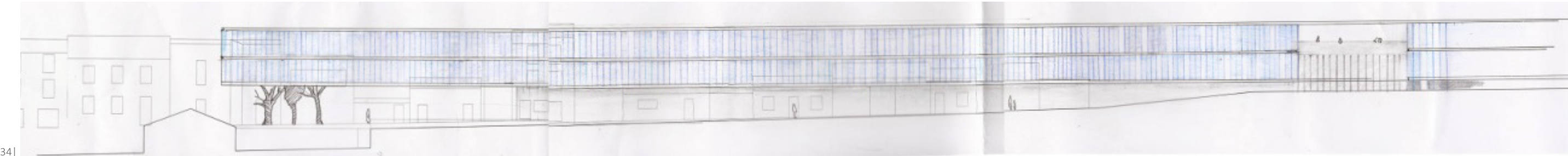
Catoneira Metalica 120x80mm

Placa de Ventilação

Barra Chata em Alumínio 8mm

Presilha Lateral

Painel Fotovoltaico - BP 380



34 |

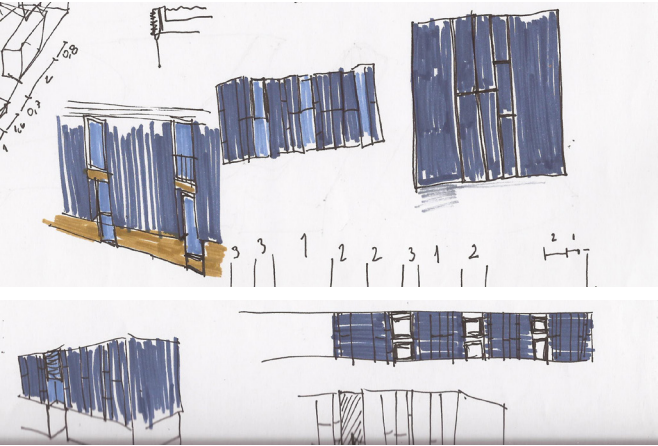
Uma primeira abordagem ao projecto passou por cobrir toda a fachada sul com os painéis fotovoltaicos. Entre os painéis fotovoltaicos surgiriam os vãos e, assim, toda a fachada assumir-se-ia como uma membrana de azul cristalino ao transparente do vão.

No desenvolvimento da primeira abordagem, e no decorrer do estudo da referência do Edifício Solar XXI (Figura 2), optou-se pela introdução da abertura para a ventilação do próprio módulo. Foram estudadas várias opções desde a uma grelha sem interrupção ao longo da fachada inserida num perfil em U até à solução adoptada do alinhamento horizontal da ventilação com o painel fotovoltaico.

O Processo
Fase I

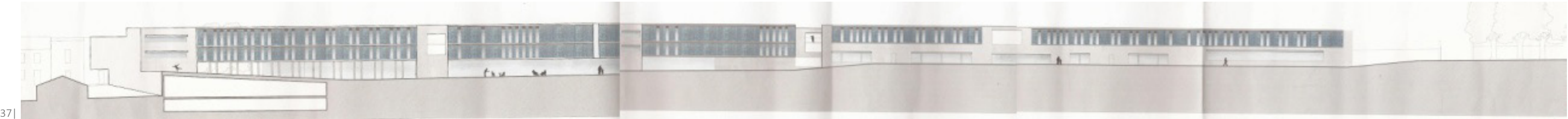


35 |



36 |

Figura 34 | Desenho do Alçado Sul com as ventilações
Figura 35 | Edifício Solar XXI, utilização do sistema de recuperação de calor dos PV
Figura 36 | Esquiço de processo- Ideias Iniciais

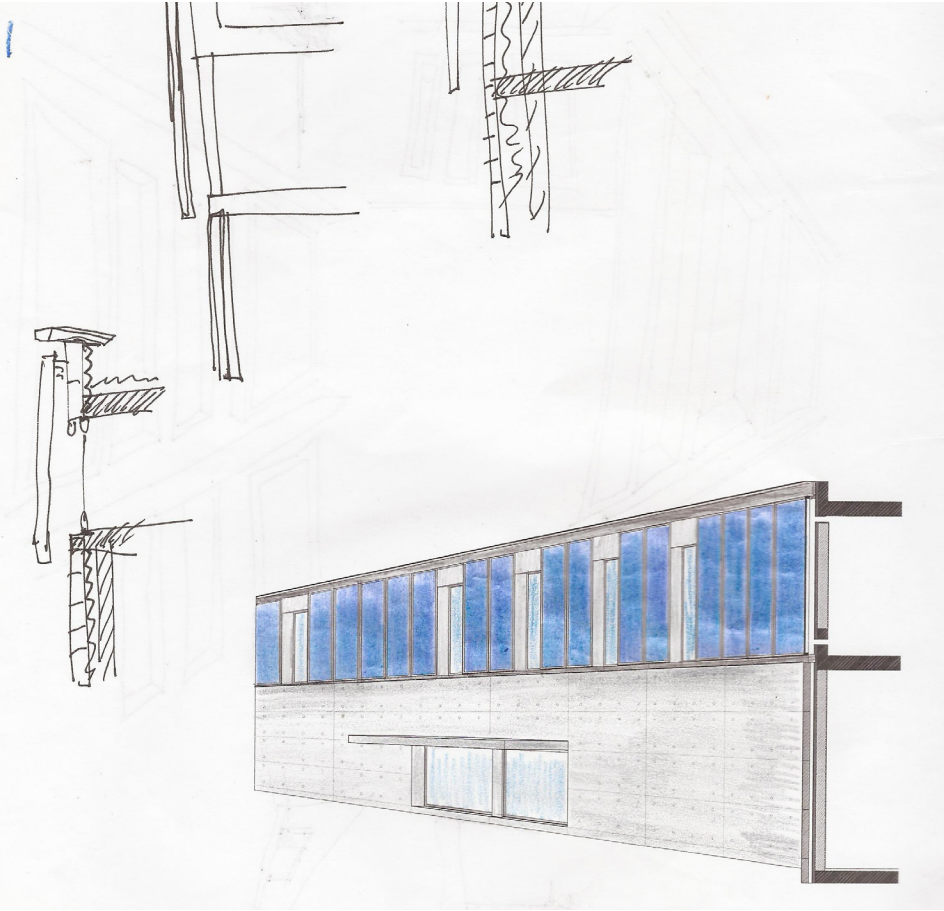


37|

Figura 37 | Desenho do Alçado Sul-
Utilização de Betão
Figura 38 | Render, Tadao Ando- 152
Elizabeth Street, New York



38|



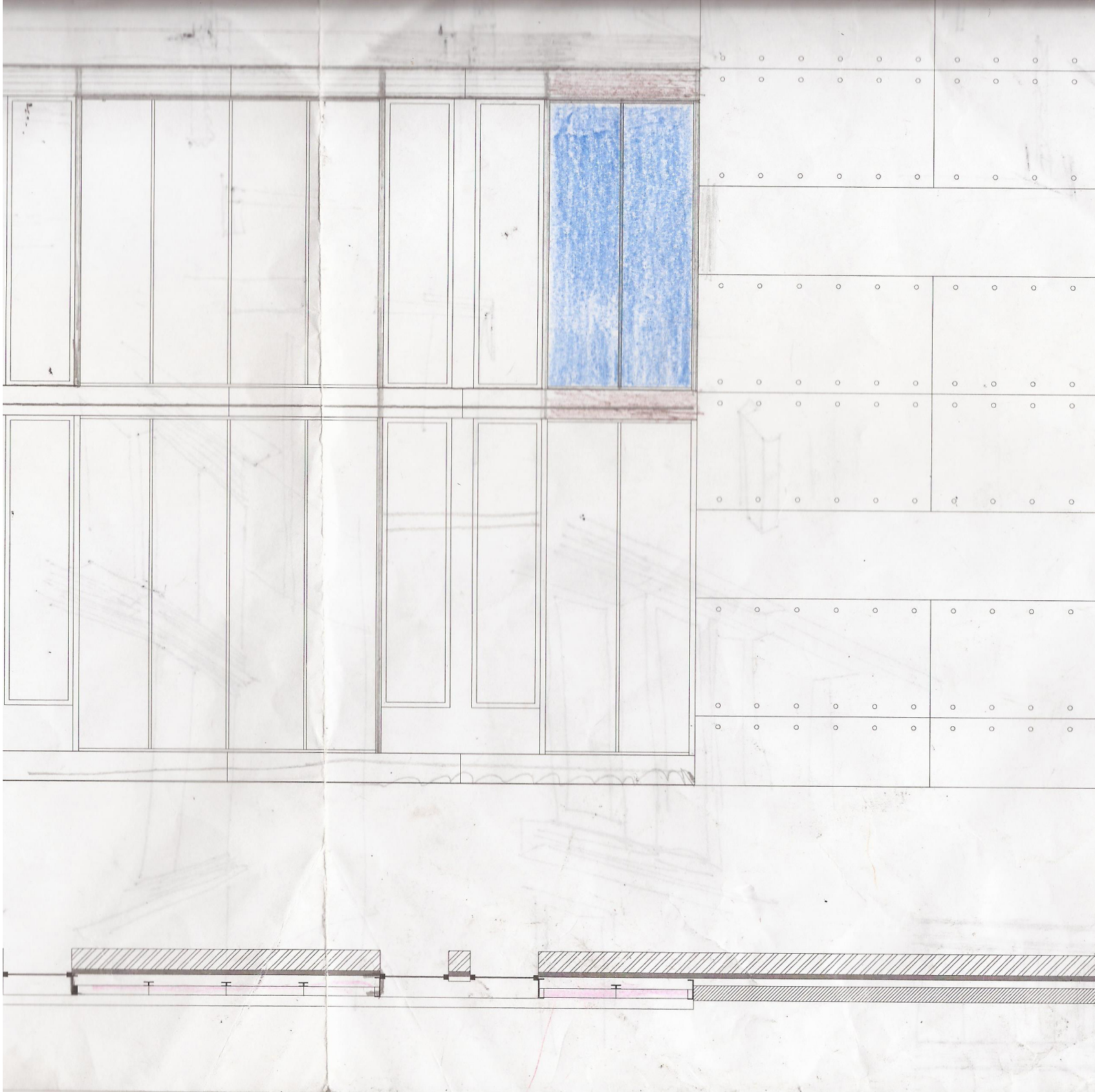
| 39

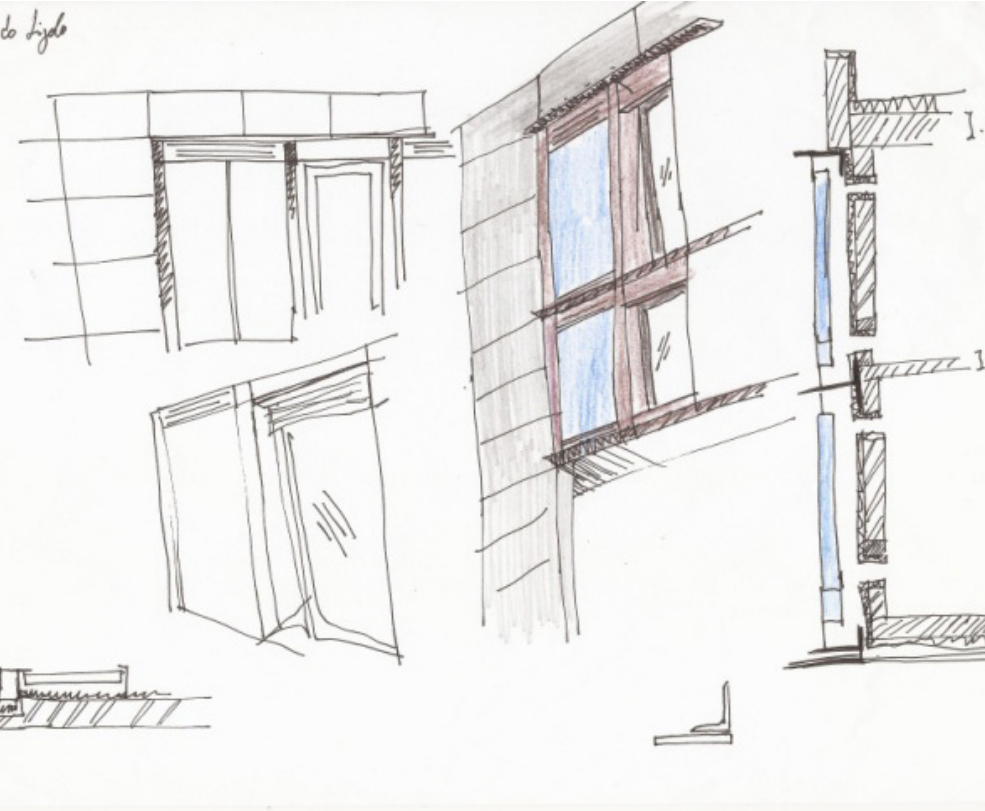
Contudo, a abordagem inicial possuía diversas deficiências quer a nível estético de homogeneidade do edifício quer a nível construtivo e de conforto térmico. Foi necessário que o betão já pensado como estrutura e como revestimento para o restante edifício fosse trazido para a fachada Sul para uma harmonização do edifício e adição de contraste entre materialidades. Iniciando um processo de experimentações de equilíbrio entre o betão aparente, o módulo, os elementos metálicos e a transparência do vão. A adição do betão permitiu um descanso visual à profusão do azul característico dos painéis fotovoltaicos.

O Processo
Fase II

Figura 39 | Perspetiva da Fachada Sul
com sistema construtivo

Página da direita:
Figura 40 | Alçado e Planta da
Fachada Sul

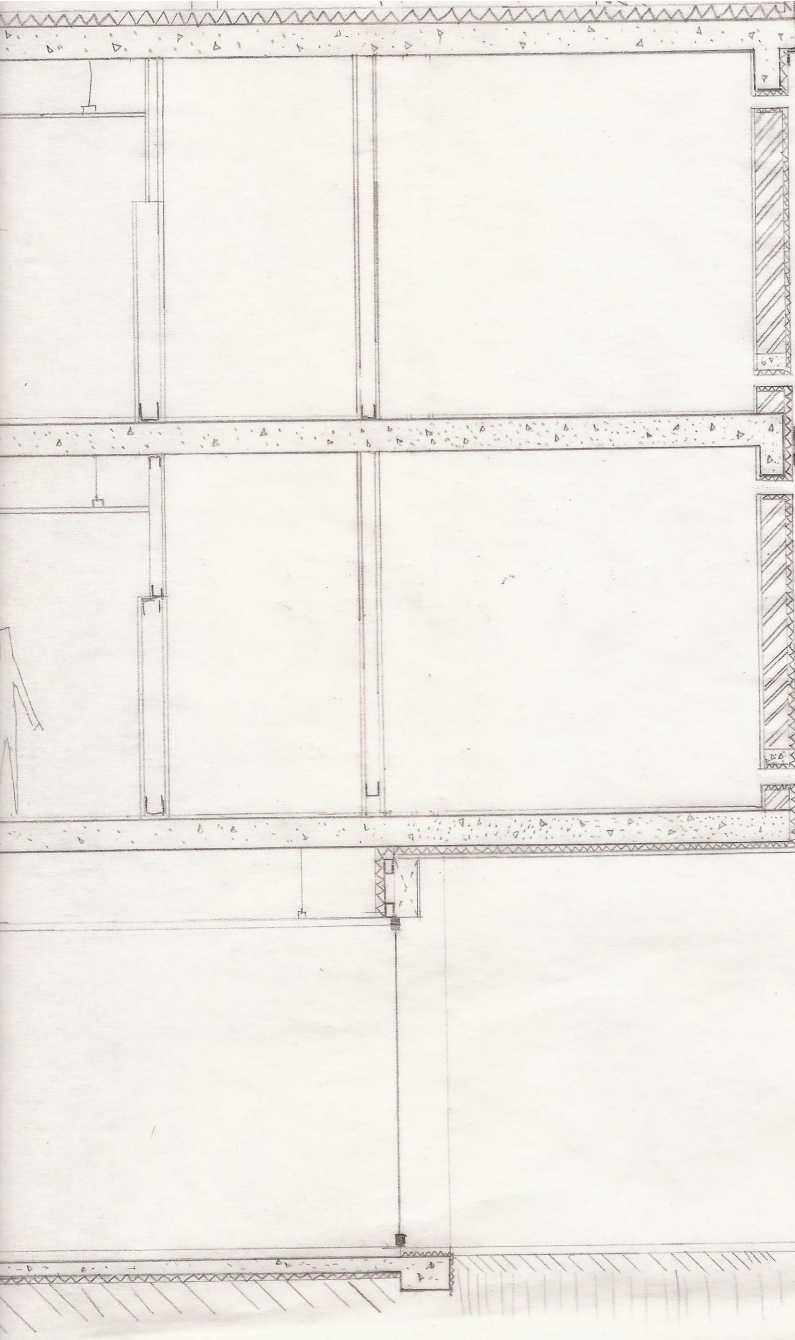
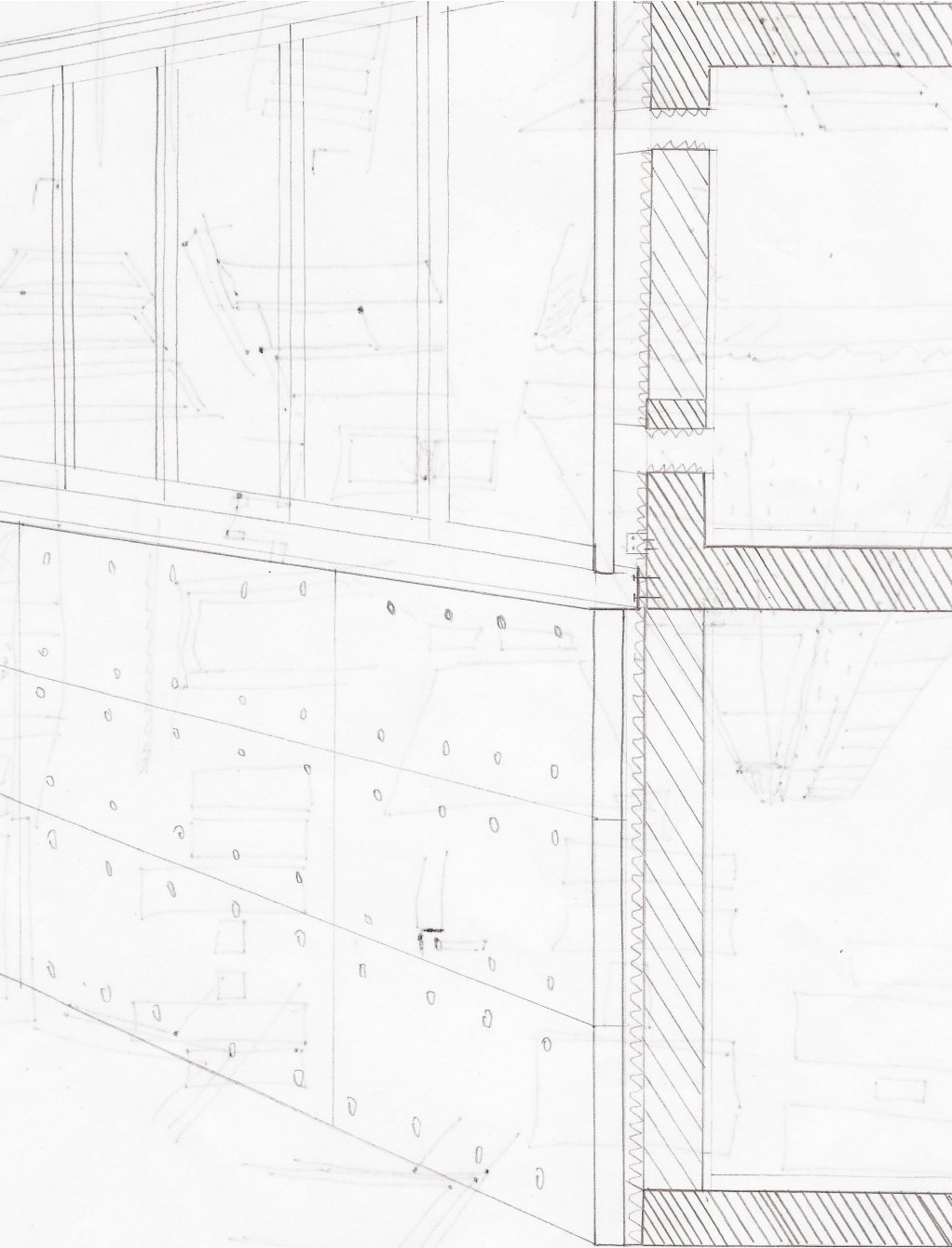


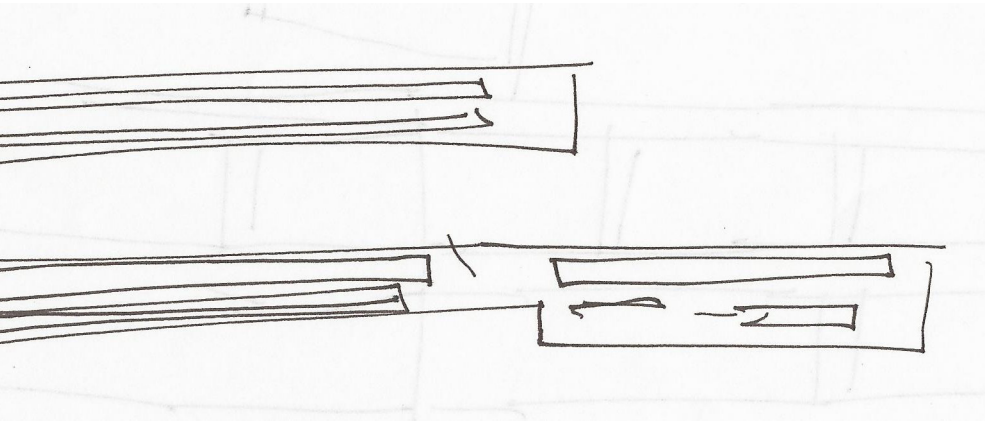


| 41

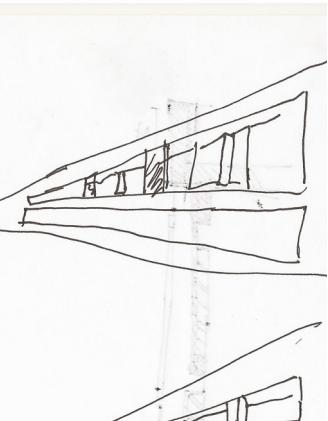
Figura 41 | Perspetiva em Esquicho da Fachada Sul

Página da direita:
Figura 42 | Perspetiva da Fachada Sul com sistema construtivo
Figura 43 | Corte com sistema construtivo da Fachada Sul



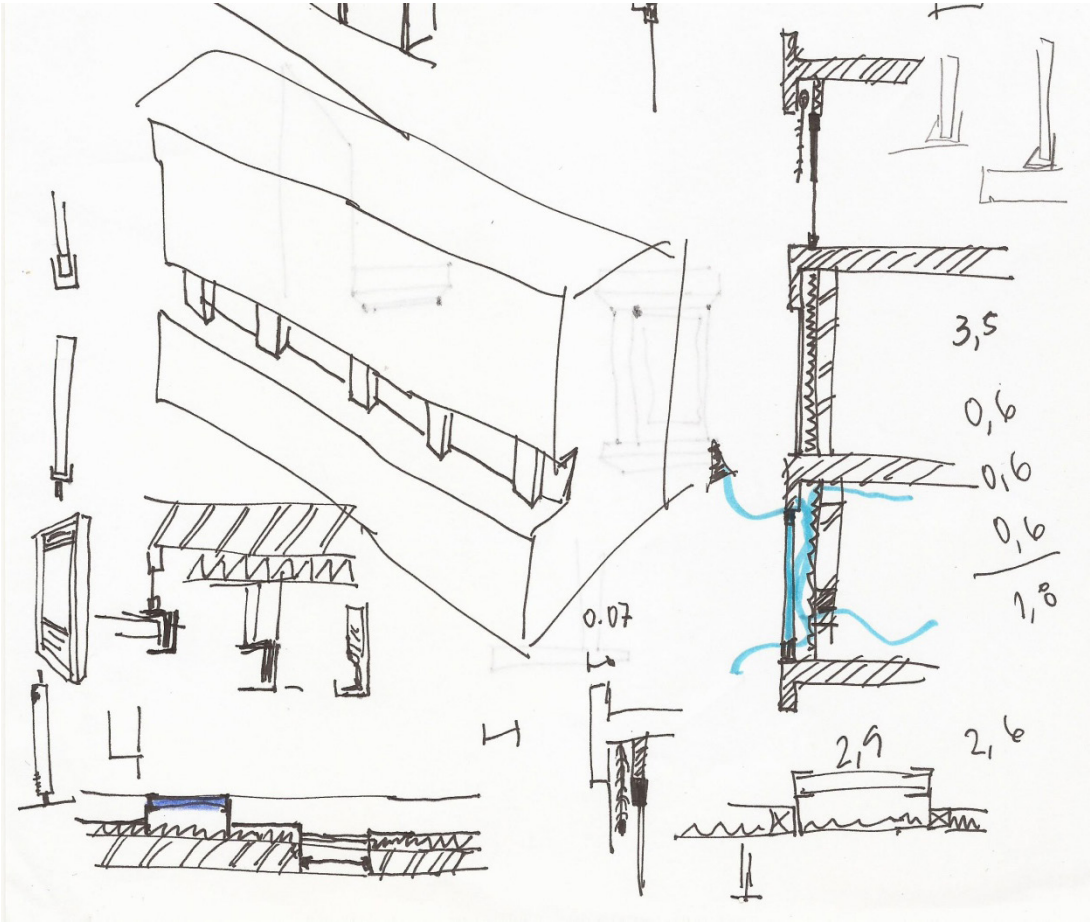


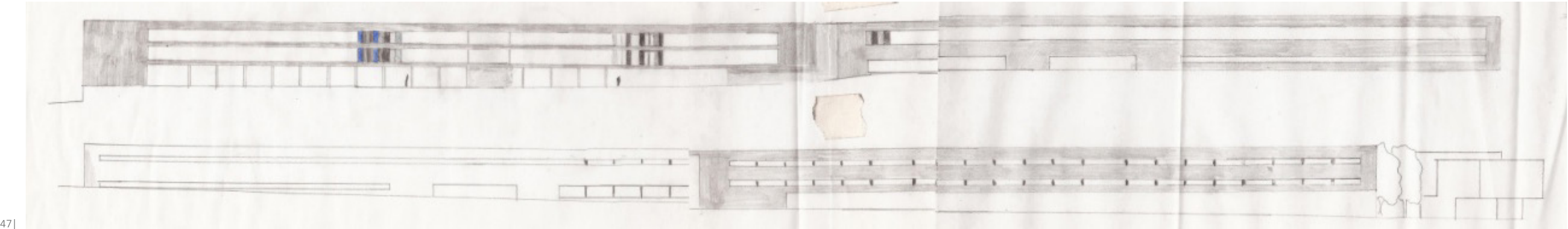
Numa última fase, e para a cotenção de todos os elementos que envolviam o módulo do PV junto com a necessidade da abertura de vãos, foi adoptada a estratégia de que o betão aparente seria tratado como uma massa e que na suas aberturas tomariam lugar os elementos referidos. Assim, destaca-se o contraste entre os painéis fotovoltaicos e as espessas faixas horizontais correspondentes à testa de cada laje da residência; o piso do rés do chão (o piso das lojas) é recuado assim como as próprias janelas das residências e estabeleceu-se uma organização em planos para cada elemento.



O Processo
Fase III

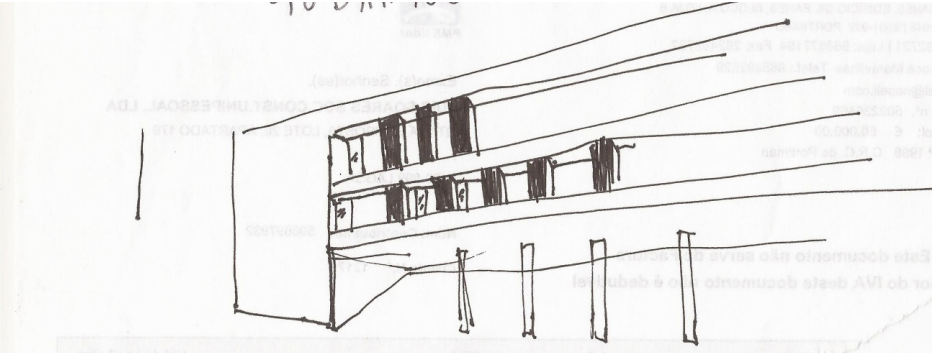
Figura 44, 45, 46





47|

Figura 47 | Alçado da integração da
Fachada Sul com a Norte utilizando
Betão entre os PV's
Página da direita:
Figura 48 | Esquiço da Fachada Sul no
processo quase final



48|

4.3.1. Consumos Energéticos do Edifício

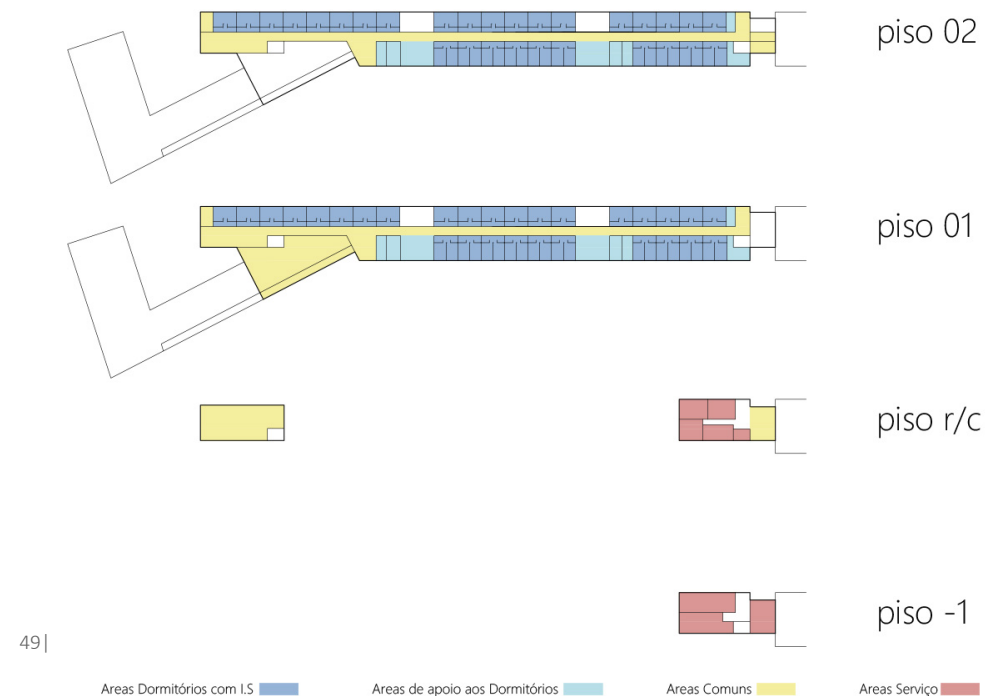
Para uma avaliação do impacto dos sistemas ativos e passivos de eficiência energética no edifício foi necessário, previamente, um estudo das necessidades energéticas do edifício. Para o cálculo das necessidades energéticas do edifício o horário de utilização foi previsto de acordo com o horário de aulas do politécnico da ETLA, das 8h 50m às 18h 10m (ETLA, 2010), e de acordo com a lotação máxima do edifício de 116 alunos. Os cálculos dos gastos foram realizados e divididos através do programa de cada espaço da residência: dormitórios com I.S., áreas de apoio aos dormitórios, áreas comuns e áreas de serviço.

Em termos de gastos elétricos, para cada espaço, foram previstos os aparelhos utilizados e o seu tempo médio de utilização. Com o apoio do simulador da EDP foi possível a tradução destes dados em custo económico e eléctrico e a sua tradução para emissões de CO₂. Para os cálculos de consumo de AQS (água aquecida doméstica) foi necessária uma estimativa de litros gastos e a sua tradução em gastos económicos e gastos energéticos. Esta tradução foi possível através do programa SolTerm. A previsão de litros gastos foi dificultada pela falta de relação e de percepção do custo e factores como o tempo/temperatura/litros e qual a estimativa adequada a cada espaço programático. Para uma estimativa fiável foram recolhidos vários dados e através de um balanço entre estes, exposto no subcapítulo correspondente, e com o auxílio do programa SolTerm concluir uma estimativa adequada ao caso de estudo.

Tabela 1 | Estimativa de dias de Férias dos alunos

Tabela 2 | Estimativa horários dos alunos

Figura 49 | Plantas da Residência com organização do Programa



Dormitórios com I. S.

Consumos mensais por unidade de Dormitório e I.S (2 pessoas)														
Dormitório														
Quantidade	Designação	Potência	Ciclo Horário-Custo (diário)			Consumos(kWh)			Estimativa custo simples EDP(€)			Estimativa de Emissões EDP		
		Watts(W)	Cheio(h)	Vazio(h)	Ponta(h)	Unitário	Total Divisão	Total Residência (60 Unidades)	Unitário	Total Divisão	Total Residência (60 Unidades)	Unitario	Total Divisão	Total Residência (60 Unidades)
2	Portatil	70W	7 h	0 h	2 h	18,90 kWh	37,80 kWh	2268,00 kWh	3,23 €	6,46 €	387,60 €	8,12 kg	16,24 kg	974,40 kg
3	Iluminação	40W	4 h	1 h	2 h	8,40 kWh	25,20 kWh	1512,00 kWh	2,15 €	6,45 €	387,00 €	5,40 kg	16,20 kg	972,00 kg
2	Telemoveis e outros	12W	2 h	3 h	2 h	2,52 kWh	5,04 kWh	302,40 kWh	0,43 €	0,86 €	51,60 €	1,08 kg	2,16 kg	129,60 kg
2	depertador	6W	10 h	10 h	4 h	4,32 kWh	8,64 kWh	518,40 kWh	0,74 €	1,48 €	88,80 €	1,85 kg	3,70 kg	222,00 kg
2	extras	12W	7 h	0 h	2 h	3,24 kWh	6,48 kWh	388,80 kWh	0,55 €	1,10 €	66,00 €	1,39 kg	2,78 kg	166,80 kg
I.S														
2	Iluminação	40W	1 h	0 h	0 h	1,20 kWh	2,40 kWh	144,00 kWh	0,41 €	0,82 €	49,20 €	1,03 kg	2,06 kg	123,60 kg
2	secador	1800W	0,14 h	0 h	0 h	7,56 kWh	15,12 kWh	907,20 kWh	1,32 €	2,64 €	158,40 €	3,32 kg	6,64 kg	398,40 kg
1	Esquentador electrico	8000W	1 h	0 h	0 h	120,00 kWh	120,00 kWh	7200,00 kWh	19,45 €	19,45 €	1 167,00 €	52,00 kg	52,00 kg	3120,00 kg
						Total								
						166,14 kWh	220,68 kWh	13240,80 kWh	28,28 €	39,26 €	2 355,60 €	74,19 kg	101,78 kg	6106,80 kg

Os consumos energéticos elétricos são aqui explanados através da divisão dos espaços da residência apresentando a implantação de cada aparelho e o horário ponderado de utilização para, posteriormente, sob a forma de tabela, apresentar as conclusões que ponderam os dados.

Mediante a impossibilidade de uma fonte segura que ponderasse as ambiguidades relativas ao programa em consumos elétricos e procurando uma estima que equacionasse o programa de cada divisão e o seu utilizador foi ponderada uma outra estratégia de cálculo. Assim, os consumos aqui explanados, foram ponderados mediante os horários possíveis de um estudante do politécnico ETLA, as suas férias, e a necessidade de determinado aparelho eletrónico e o seu tempo de utilização procurando uma estimativa média e não mínima que o edifício abrange.

4.3.1.1. Electricidade

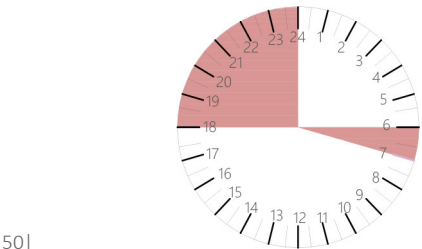
Tabela 3 | Consumos mensais de

electricidade dos dormitórios

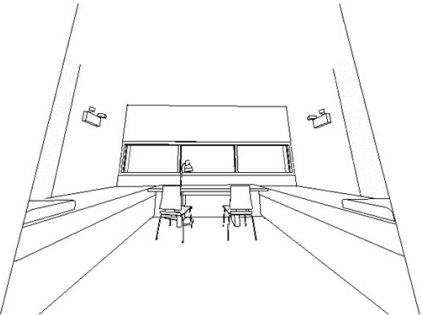
Figura 50 | Horários comuns de uso dos dormitórios

Figura 51 | Perspetiva do quarto duplo

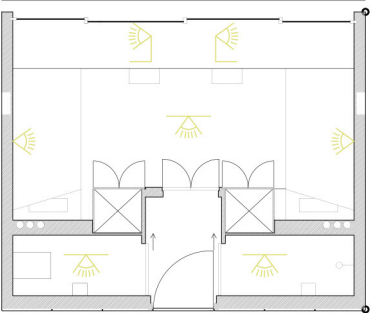
Figura 52 | Tipologias de quarto com indicação de iluminação



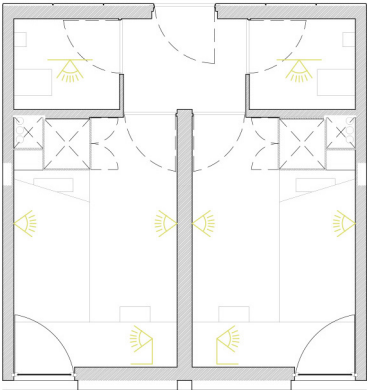
50 |



51 |



52 |

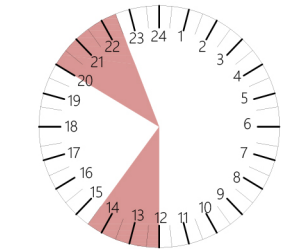


Áreas de Apoios aos
Dormitórios

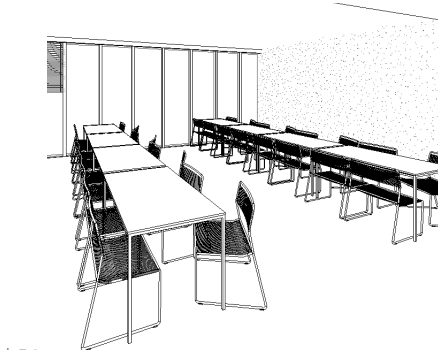
Consumos mensais por apoio do Dormitório (30 pessoas)															
Quantidade	Designação	Potência	Ciclo Horário-Custo (diário)				Consumos(kWh)			Estimativa custo simples EDP(€)			Estimativa de Emissões EDP		
		Watts(W)	Cheio(h)	Vazio(h)	Ponta(h)	Unitário	Total Divisão	Total Residência (4 Unidades)	Unitário	Total Divisão	Total Residência (4 Unidades)	Unitario	Total Divisão	Total Residência (4 Unidades)	
Sala de estar/Refeição															
10	Portatil	70W	4 h	2 h	0 h	12,60 kWh	126,00 kWh	504,00 kWh	2,05 €	20,50 €	82,00 €	5,41 kg	54,10 kg	216,40 kg	
4	Iluminação	40W	3 h	2 h	3 h	9,60 kWh	38,40 kWh	153,60 kWh	1,56 €	6,24 €	24,96 €	4,12 kg	16,48 kg	65,92 kg	
Cozinha															
2	Fogão	2300W	3 h	0 h	2 h	345,00 kWh	690,00 kWh	2760,00 kWh	56,25 €	112,50 €	450,00 €	148,35 kg	296,70 kg	1186,80 kg	
2	Forno	4500W	2 h	0 h	2 h	540,00 kWh	1080,00 kWh	4320,00 kWh	88,07 €	176,14 €	704,56 €	232,20 kg	464,40 kg	1857,60 kg	
3	Frigorífico	x	x	x	x	20,00 kWh	60,00 kWh	240,00 kWh	3,26 €	9,78 €	39,12 €	8,60 kg	25,80 kg	103,20 kg	
1	Maq. Café	600W	1 h	0 h	1 h	36,00 kWh	36,00 kWh	144,00 kWh	5,87 €	5,87 €	23,48 €	15,48 kg	15,48 kg	61,92 kg	
1	Micro-ondas	800W	1 h	0 h	1 h	48,00 kWh	48,00 kWh	192,00 kWh	7,82 €	7,82 €	31,28 €	20,64 kg	20,64 kg	82,56 kg	
1	Maq. Lavar loiça	x	1 h	0 h	0 h	27,64 kWh	27,64 kWh	110,56 kWh	4,50 €	4,50 €	18,00 €	11,88 kg	11,88 kg	47,52 kg	
2	torradeira	800W	1 h	0 h	0 h	24,00 kWh	48,00 kWh	192,00 kWh	3,91 €	7,82 €	31,28 €	10,32 kg	20,64 kg	82,56 kg	
1	Esquentador electrico	8000W	6,00 h	0 h	0 h	1440,00 kWh	1440,00 kWh	5760,00 kWh	234,80 €	234,80 €	939,20 €	619,20 kg	619,20 kg	2476,80 kg	
2	Iluminação	40W	1 h	0 h	2 h	3,60 kWh	7,20 kWh	28,80 kWh	0,58 €	1,16 €	4,64 €	1,54 kg	3,08 kg	12,32 kg	
Lavandaria															
1	Iluminação	40W	1 h	0 h	0 h	1,20 kWh	1,20 kWh	4,80 kWh	0,19 €	0,19 €	0,76 €	0,51 kg	0,51 kg	2,04 kg	
1	Maq. de secar	x	1 h	0 h	0 h	29,40 kWh	29,40 kWh	117,60 kWh	4,79 €	4,79 €	19,16 €	12,64 kg	12,64 kg	50,56 kg	
2	Maq. de lavar roupa	x	5 h	0 h	2 h	93,87 kWh	187,74 kWh	750,96 kWh	15,31 €	30,62 €	122,48 €	40,36 kg	80,72 kg	322,88 kg	
Arrumos															
1	Iluminação	40W	1,00 h	0 h	0 h	1,20 kWh	1,20 kWh	4,80 kWh	0,19 €	0,19 €	0,76 €	0,51 kg	0,51 kg	2,04 kg	
						Total									
						2632,11 kWh	3820,78 kWh	15283,12 kWh	429,15 €	622,92 €	2 491,68 €	1131,76 kg	1642,78 kg	6571,12 kg	

| T4

Nota: (x) este dado significa que os valores apresentado foram retirados do simulador da EDP



| 53



| 54

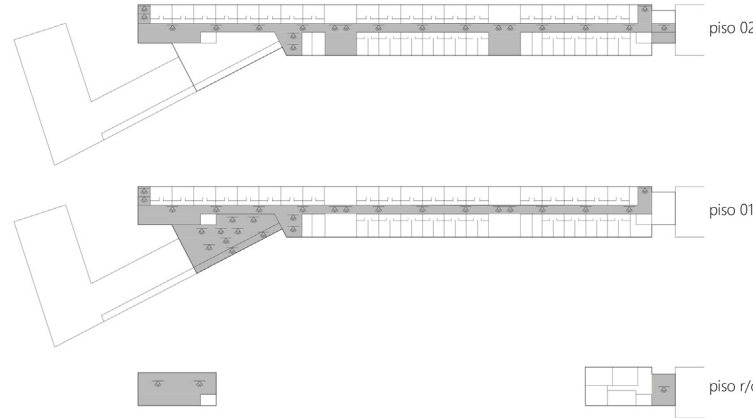
Tabela 4 | Consumos mensais de electricidade dos Apoios dos Dormitórios
Figura 53 | Horários comuns de uso das áreas de Apoios aos Dormitórios
Figura 54 | Planta da sala de estar/refeições, cozinha e lavandaria com marcação de iluminação
Figura 55 | Perspetiva da sala de estar/refeições

| 55

Áreas Comuns

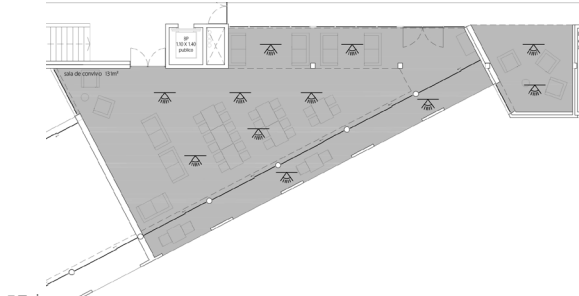
Consumos mensais por areas comuns														
Quantidade	Designação	Potência	Ciclo Horário-Custo (diário)			Consumos(kWh)			Estimativa custo simples EDP(€)			Estimativa de Emissões EDP		
		Watts(W)	Cheio(h)	Vazio(h)	Ponta(h)	Unitário	Total Divisão	Total Residência	Unitário	Total Divisão	Total Residência	Unitario	Total Divisão	Total Residência
Sala de convívio														
9	Iluminação	40W	3 h	2 h	3 h	9,60 kWh	86,40 kWh	86,40 kWh	2,00 €	18,00 €	18,00 €	5,29 kg	47,61 kg	47,61 kg
1	Televisão	90W	3 h	2 h	3 h	21,60 kWh	21,60 kWh	21,60 kWh	3,52 €	3,52 €	3,52 €	9,28 kg	9,28 kg	9,28 kg
Corredores														
35	Iluminação	20W	2 h	2 h	2 h	3,60 kWh	126,00 kWh	126,00 kWh	3,93 €	137,55 €	137,55 €	1,68 kg	58,80 kg	58,80 kg
Atrio														
3	Iluminação	40W	3 h	7 h	3 h	15,60 kWh	46,80 kWh	46,80 kWh	1,53 €	4,59 €	4,59 €	4,02 kg	12,06 kg	12,06 kg
1	Computador	300W	3 h	7 h	3 h	117,00 kWh	117,00 kWh	117,00 kWh	19,08 €	19,08 €	19,08 €	50,31 kg	50,31 kg	50,31 kg
Instalações Sanitárias														
4	Iluminação	40W	3 h	7 h	3 h	15,60 kWh	62,40 kWh	62,40 kWh	2,54 €	10,16 €	10,16 €	6,70 kg	26,80 kg	26,80 kg
1	Esquentador electrico	8000W	0,50 h	0 h	0 h	120,00 kWh	120,00 kWh	480,00 kWh	19,45 €	19,45 €	77,80 €	52,00 kg	52,00 kg	208,00 kg
						Total								
						303,00 kWh	580,20 kWh	940,20 kWh	52,05 €	212,35 €	270,70 €	129,28 kg	256,86 kg	412,86 kg

T5 |

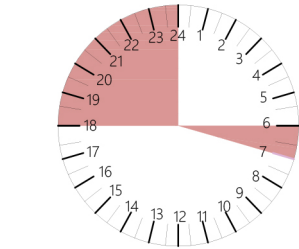


56 |

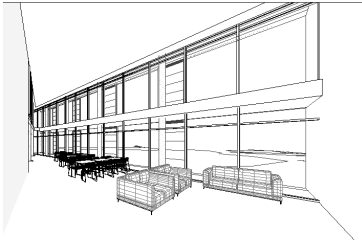
Tabela 5 | Consumos mensais de electricidade das Áreas Comuns
Figura 56 | Planta das áreas comuns com marcação de iluminação
Figura 57 | Planta da Sala de Convívio
Figura 58 | Horários comuns de uso das Áreas Comuns
Figura 59 | Perspetiva da Sala de Convívio



57 |



58 |



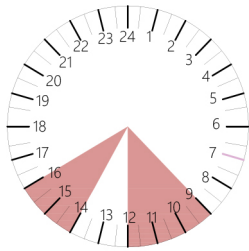
59 |

Áreas Serviço de Apoio

Consumos mensais nos serviço de apoio														
Quantidade	Designação	Potência	Ciclo Horário-Custo (diário)			Consumos(kWh)			Estimativa custo simples EDP(€)			Estimativa de Emissões EDP		
		Watts(W)	Cheio(h)	Vazio(h)	Ponta(h)	Unitário	Total Divisão	Total Residência	Unitário	Total Divisão	Total Residência	Unitário	Total Divisão	Total Residência
Lavandaria														
2	Iluminação	40W	5 h	0 h	0 h	6,00 kWh	12,00 kWh	12,00 kWh	0,97 €	1,94 €	1,94 €	2,58 kg	5,16 kg	5,16 kg
2	Maq. de lavar roupa	x	2 h	0 h	0 h	26,82 kWh	53,64 kWh	53,64 kWh	4,37 €	8,74 €	8,74 €	11,53 kg	23,06 kg	23,06 kg
1	Maq. de secar	x	2 h	0 h	0 h	192,80 kWh	192,80 kWh	192,80 kWh	31,45 €	31,45 €	31,45 €	92,94 kg	92,94 kg	92,94 kg
1	Ferro	1000W	1 h	0 h	0 h	30,00 kWh	30,00 kWh	30,00 kWh	4,89 €	4,89 €	4,89 €	12,90 kg	12,90 kg	12,90 kg
Rouparia														
2	Iluminação	20W	2 h	0 h	0 h	1,20 kWh	2,40 kWh	2,40 kWh	0,19 €	0,38 €	0,38 €	0,51 kg	1,02 kg	1,02 kg
sala de pessoal de limpeza														
2	Iluminação	40W	3 h	0 h	0 h	3,60 kWh	7,20 kWh	7,20 kWh	2,54 €	5,08 €	5,08 €	6,70 kg	13,40 kg	13,40 kg
1	Micro-ondas	800W	1 h	0 h	0 h	24,00 kWh	24,00 kWh	96,00 kWh	3,91 €	3,91 €	15,64 €	10,32 kg	10,32 kg	41,28 kg
Oficina de manutenção														
2	Iluminação	40W	2 h	0 h	0 h	2,40 kWh	4,80 kWh	4,80 kWh	0,39 €	0,78 €	0,78 €	1,03 kg	2,06 kg	2,06 kg
Balneário/vestiário														
2	Iluminação	40W	1 h	0 h	0 h	1,20 kWh	2,40 kWh	2,40 kWh	0,19 €	0,38 €	0,38 €	0,51 kg	1,02 kg	1,02 kg
1	Esquentador electrico	8000W	0,50 h	0 h	0 h	120,00 kWh	120,00 kWh	480,00 kWh	19,45 €	19,45 €	77,80 €	52,00 kg	52,00 kg	208,00 kg
sala de lavagem de contentores e distribuição de lixo														
2	Iluminação	40W	2 h	0 h	0 h	2,40 kWh	4,80 kWh	4,80 kWh	0,39 €	0,78 €	0,78 €	1,03 kg	2,06 kg	2,06 kg
Arrumos														
2	Iluminação	40W	2 h	0 h	0 h	2,40 kWh	4,80 kWh	4,80 kWh	0,39 €	0,78 €	0,78 €	1,03 kg	2,06 kg	2,06 kg
Total														
						412,82 kWh	458,84 kWh	890,84 kWh	69,13 €	78,56 €	148,64 €	193,08 kg	218,00 kg	404,96 kg

T6

Nota: (x) este dado significa que os valores apresentado foram retirados do simulador da EDP



60



piso r/c



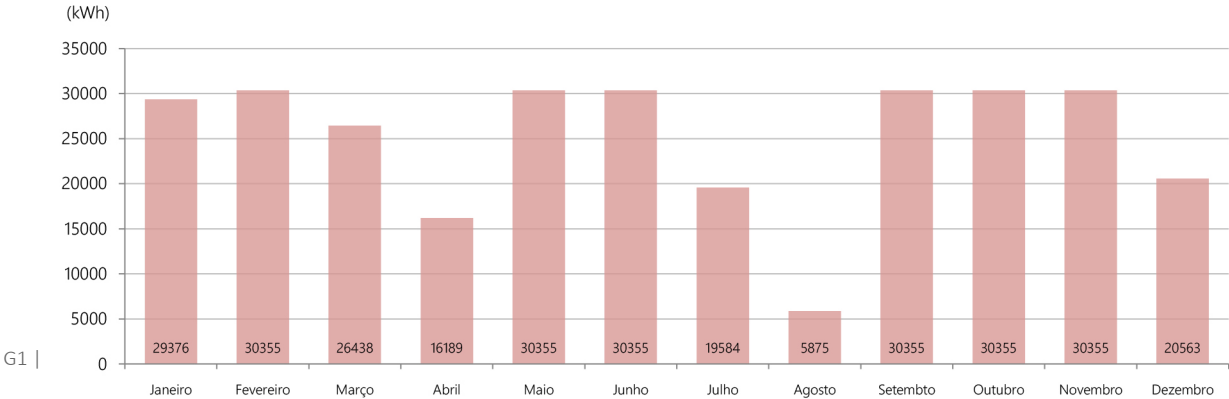
piso -01 | 61

Tabela 6 | Consumos mensais de electricidade das Áreas de Serviço de Apoio
Figura 60 | Horários comuns e uso das Áreas de Serviço de Apoio
Figur 61 | Plantas das Áreas de Serviço de Apoio com marcação de iluminação

TOTAL

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembto	Outubro	Novembro	Dezembro
Dias de ferias	1	0	4	14	0	0	11	25	0	0	0	10
TOTAL consumo electrico da residencia	29376	30355	26438	16189	30355	30355	19584	5875	30355	30355	30355	20563

T8

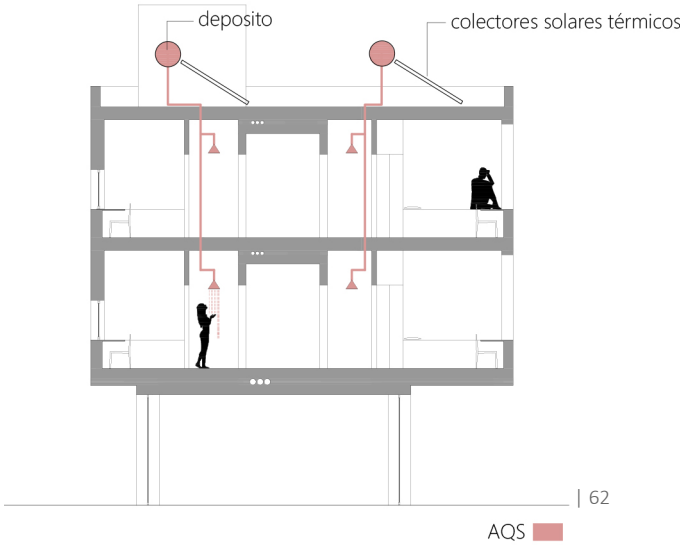


G1

total						
Designação	Consumos(kWh)		Estimativa custo simples EDP(€)		Estimativa de Emissões EDP	
	Total Divisão	Total Residência	Total Divisão	Total Residência	Total Divisão	Total Residência
Dormitórios com IS	220,68 kWh	13240,80 kWh	39,26 €	2 355,60 €	101,78 kg	6106,80 kg
Areas de apoio aos dormitórios	3820,78 kWh	15283,12 kWh	622,92 €	2 491,68 €	1642,78 kg	6571,12 kg
Areas comuns	580,20 kWh	940,20 kWh	212,35 €	2 491,68 €	256,86 kg	412,86 kg
Serviços de apoio	458,84 kWh	890,84 kWh	78,56 €	148,64 €	218,00 kg	404,96 kg
Total						
5080,50 kWh 30354,96 kWh 953,09 € 7 487,60 € 2219,42 kg 13495,74 kg						

T7

Tabela 7 |Consumos mensais de electricidade total do edificio
Tabela 8 |Estimativa de dias de Férias dos alunos com consumo total do edificio
Gráfico 1 | Consumos totais do Edifício



O calculo de AQS (Aquecimento de Águas Sanitárias) rege-se pelo RCCTE (Regulamento das Características de Comportamento Térmico de Edifícios) que estipula um consumo de AQS por pessoa de 40 litros diários a 60°C.

Contudo, e considerando que uma pessoa por banho de 9 minutos utiliza cerca de 44 litros (MARTINS, Guilherme Veiga e Vasconcelos Vieira, 2009), o valor dado de 40 litros diário não foi tido como referência. Os consumos aqui explanados têm como estimativa o valor de 72 litros diários por pessoa, calculados pelo autor Guilherme Martins na dissertação “Energia Solar Térmica. Uma contribuição para a melhoria do RCCTE” em que este equaciona (com base em inquéritos e dados estáticos) os seguintes dados:

“Banho – 44 litros, que equivale aproximadamente a um banho de 9 minutos;
Outros consumos (lavar roupa, lavar loiça, higiene) – 28 litros, que equivale aproximadamente a 8 minutos de outros consumos;” (MARTINS, Guilherme Veiga e Vasconcelos Vieira, 2009).

4.3.1.2. Água Quente

Figura 62 | Corte Transversal da Residência, organização de colectores por quartos verticais

Consumos fonte: estimativa electrica			
consumos mensais:	Esquentador electrico	nº areas	Total
Consumo AQS por dormitórios (2 pessoas)	120 kWh	58	6960 kWh
Consumo de areas de apoio (29 pessoas)	1440 kWh	4	5760 kWh
Serviço de apoio (2 pessoas)	120 kWh	1	120 kWh
TOTAL	1680 kWh		12840 kWh

|T9

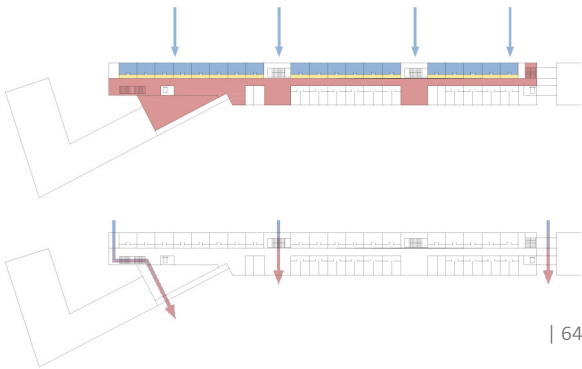
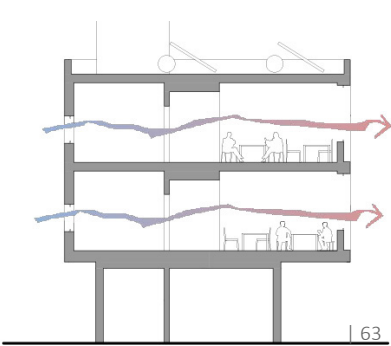
Consumo do Esquentador Electrico Total		13080 kWh											
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembto	Outubro	Novembro	Dezembro	
Dias do mês	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Dias de ferias	1	0	4	14	0	0	11	25	0	0	0	10	
Consumo do Esquentador Electrico mensal	12658 kWh	13080 kWh	11392 kWh	6976 kWh	13080 kWh	13080 kWh	8439 kWh	2532 kWh	13080 kWh	13080 kWh	13080 kWh	8861 kWh	

|T10

pessoas 44l tomar banho e 28l refeições			
	AQS (l)	nº areas	Total AQS
Consumo AQS por 2 dormitórios (4 pessoas)	176l	29	5104l
Consumo de areas de apoio (29 pessoas)	812l	4	3248l
Serviço de apoio (2 pessoas)	88l	1	88l
TOTAL:	1076l	34	8440l

|T11

Tabela 9 | Electricidade necessária por mês em AQS
Tabela 10 | Dias de férias dos alunos da ETLA (ETLA, 2010) conjugando com o consumo de eletricidade (kWh).
Tabela 11 | Litros necessários para cada divisão



As principais estratégias passivas passaram, principalmente, pela otimização climática da envolvente retirando partido dos ventos que se fazem sentir numa cidade costeira como a cidade de Sines e através de uma otimização dos ganhos solares no Inverno passando, também, por estratégias de sombreamento no Verão.

O edifício assume-se como uma barreira aos ventos noroeste. Esta opção foi tomada pensando no conforto do parque urbano que este formaliza. Ao pensar no conforto interior do edifício e acrescentando a existência de um corredor contínuo e central foi tida como necessária a criação de antecâmaras que assumissem a função de espaços de controlo dos ventos para o interior das tipologias. A ventilação natural de todo o edifício esta prevista através da eventual abertura das escadas de emergência e dos vãos nos espaços comuns.

O módulo de Painel Fotovoltaico além de permitir a produção de energia elétrica foi também inserido num sistema que permite aproveitar o calor gerado na face interior destes. No Inverno, o utilizador poderá abrir as grelhas de ventilação que estabelecem o contacto entre a face interior do módulo e o interior da divisão, e assim gerar um ciclo de ar entre estes dois espaços onde o ar do interior da divisão é aquecido por transmissão de calor. Aquando de meias-estações pode-se admitir o ar pela grelha exterior inferior onde é aquecido na conduta e por convecção natural entra na divisão através da grelha interior superior. No Verão o sistema permite a ventilação natural do módulo evitando sobreaquecimentos que se traduzam em danos do próprio sistema (LNEG, 2010).

4.3.2. Estratégias Passivas

Figura 63 | Corte transversal do sistema ventilação natural utilizando no intervalo de verão
Figura 64 | Planta do sistema de ventilação natural, encima o bloqueio do vento até aos corredores da residência sistema utilizado no Inverno e em baixo, a ventilação natural utilizado no Verão

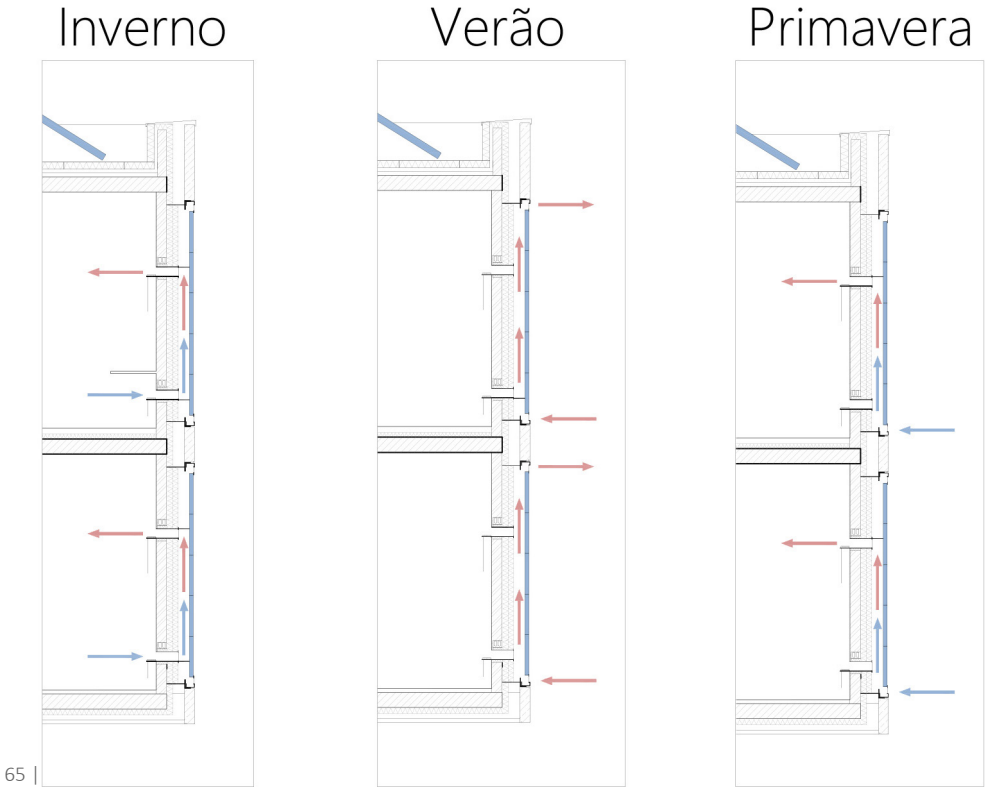
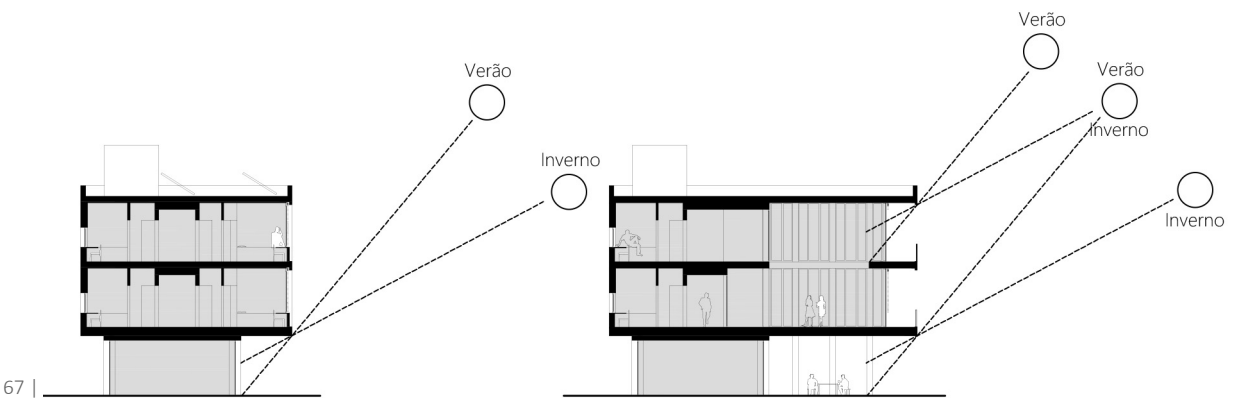
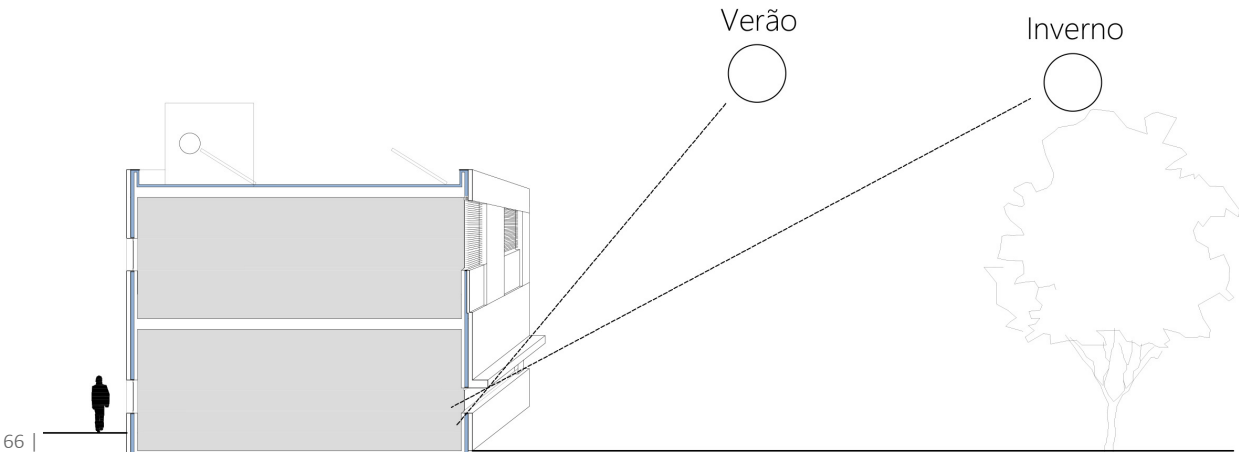


Figura 65 | Corte da fachada sul com os PV, sistema de recuperação de calor com os PV

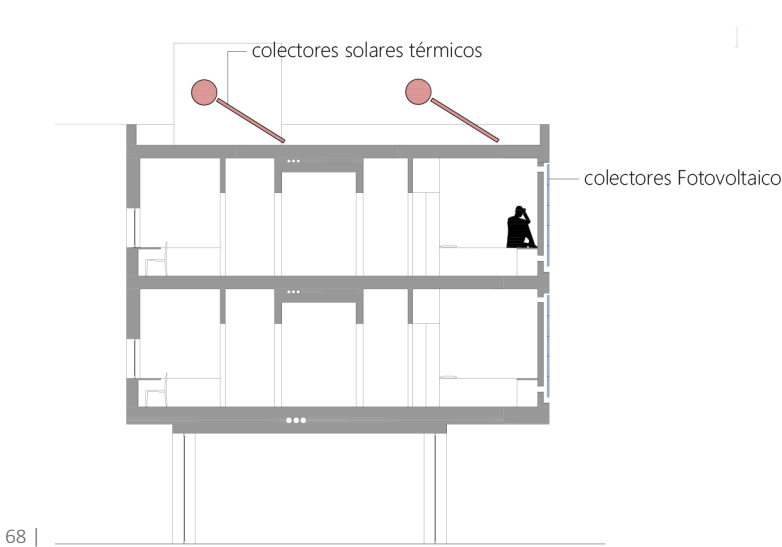
A iluminação natural dos espaços foi tida como imprescindível quer por razões de gastos económicos quer para o conforto nos espaços interiores. Assim, o corredor central transversal ao edifício apesar desta sua característica possui espaços de convívio e de refeições abertos para o corredor e de contacto com a fachada permitindo a sua iluminação e de todo o edifício.

Contudo, a radiação solar necessita de controlo no Verão. Assim, a fachada prevê estores exteriores integrados. Foram também previstos elementos de sombreamento consoante o ângulo de incidência solar ao longo do ano, para que a incidência solar seja directa no período de Inverno e indireta e sombreada no Verão. No Verão, foi considerada a variação do ângulo de incidência solar entre os 65º e os 75º para a colocação de palas e, noutros casos, para o recuo da janela em relação à testa da laje superior. No Inverno foi considerado um ângulo de incidência entre os 28º e os 50º de forma a que o dimensionamento do sombreamento não fosse excessivo e permitisse a incidência solar directa no Inverno.

Figura 66 | Corte esquemático representando radiação solar perante a pala proposta no edifício.
Figura 67 | Corte esquemático representando radiação solar perante a proposta no edifício, lado esquerdo preocupação com as lojas do r/ce imagem do lado direito preocupação com a sala de convívio e as esplanadas da lojas do r/c

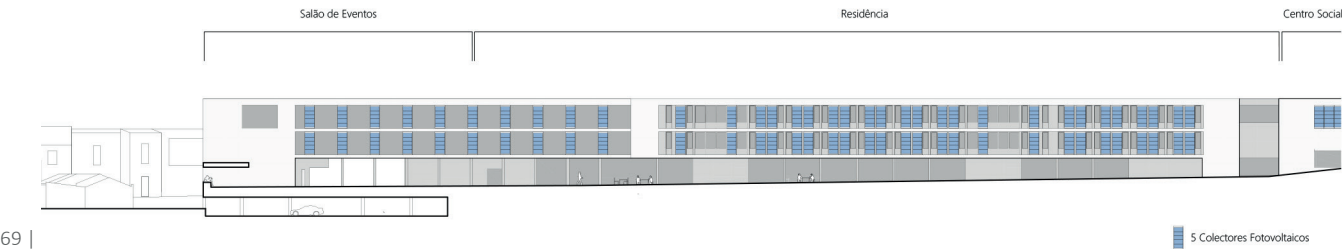


4.3.3. Estratégias Ativas



Mediante os estudos de consumo é possível uma avaliação da produção de energia mediante a introdução dos sistemas ativos de eficiência energética solares: os coletores fotovoltaicos e os coletores solares térmicos. A avaliação de ambos estes sistemas foi realizada através do programa Solterm, desenvolvido pelo LNEG. Os consumos como as produções estudadas foram realizados com a fonte energética elétrica (kWh) facultando as comparações e relações entre dados.

Figura 68 | Corte transversal esquemático implementados as estratégias activas



Os coletores fotovoltaicos no referido projeto estão orientados a sul potencializando a sua eficiência. Por serem constituintes da própria fachada estes, por razões formais, foram implementados a um ângulo de inclinação de 90°. Os coletores em questão são constituídos por células multicristalinas agrupadas num módulo com moldura.

O coletor fotovoltaico foi integrado num módulo que contempla uma caixa de ventilação que permite o aproveitamento do calor produzido pelo coletor para o aquecimento do ar do próprio edifício. Este sistema também potencia o rendimento energético do próprio coletor pois previne possíveis sobreaquecimentos deste a partir da circulação de ar; contudo o programa SolTerm não permite a quantificação deste fator.

Tendo como base a posição geográfica do edifício, o programa SolTerm permitiu a quantificação de fatores como a radiação solar durante o ano, a inclinação do módulo, o ângulo do azimute do coletor implementado, o coletor predefinido com as suas características e o número de painéis propostos

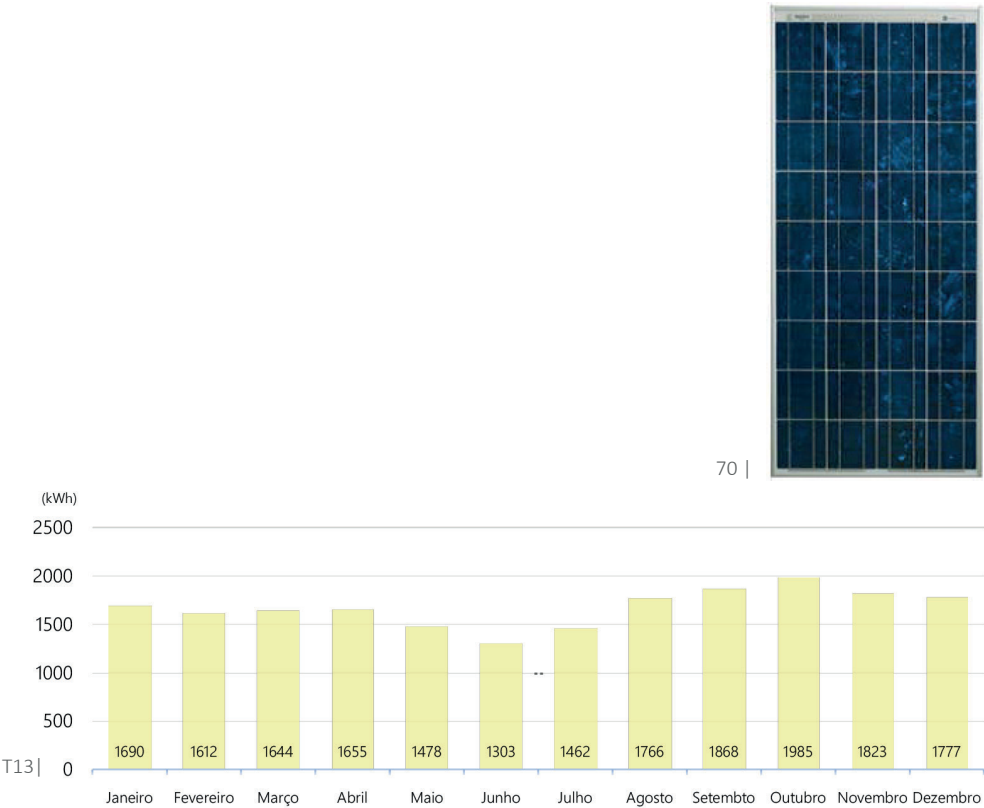
4.3.3.1 Coletores fotovoltaicos (PV)

Figura 69 | Alçado Sul, PV implementados no edifício

Modelo Painel	BP 380
Comprimento	1209 mm
Largura	537 mm
Espessura	50 mm
Área	065 m²
Potencia Nominal	80,1 Wp
Inclinação Proposta	90° (vertical)
nº Colectores Propostos	290

T12

Figura 70 | Painel Fotovoltaico BP 380
Tabela 12 | Caracterização do painel fotovoltaico
Gráfico 2 | Electricidade produzida pelos PV



Conclui-se que numa previsão de consumos anuais do edifício de 18 498 kWh e de uma emissão de 8039 kg de CO2 a estratégia de implantação de coletores fotovoltaicos apenas cobre 8% dos gastos anuais evitando uma emissão de gases de efeito de estufa de 653 kg por ano.

Estes resultados prendem-se essencialmente com o ângulo de incidência da radiação solar utilizado. Os 90 graus são bastante dispares de um ângulo otimizado calculado pelo programa SolTerm de 33 graus equacionando a inclinação da radiação solar. Caso a implementação dos PV’s possúisse este ângulo o rendimento dos coletores solares aumentaria 58%.

Os coletores solares térmicos, por estarem implementados na cobertura do edifício, foram incluídos no projeto de acordo com o melhor ângulo de instalação o que permitiu que a sua eficiência não estivesse dependente da formalização do projeto. O tipo de coletores utilizados foi um coletor plano com cobertura, o mais regular do mercado. Os coletores foram colocados num ângulo otimizado de 32 graus.

O programa utilizado para a análisedos dados foi igualmente o SolTerm que permite, para os coletores térmicos, uma maior pormenorização de dados em comparação com o que ocorre com os painéis fotovoltaicos. Por estes coletores não produzirem energia elétrica, mas capacidade de aquecimento de águas, a tradução para comparação de dados seria dificultada contudo programa utilizado permite através da capacidade máxima dos litros aquecidos pelo coletor avaliar qual a quantidade de energia necessária para cobrir a necessidade do edifício. Este também consegue também otimizar, conforme a necessidade do consumo, o número de depósitos e o volume adequado juntamente com o número necessário de coletores. Com

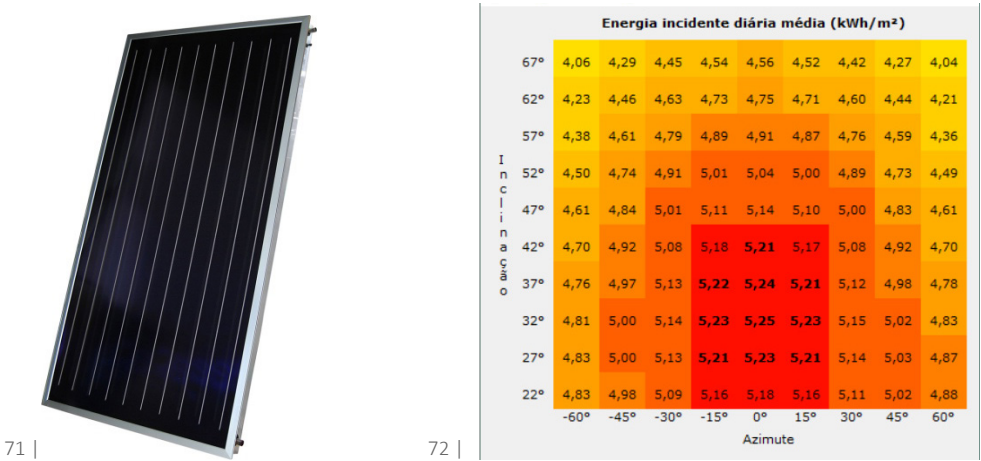
Conclusões dos dados

4.3.3.2.Coletores Solares Térmicos (ST)

Modelo Painei	Vulcano FKB - 1S
Comprimento	2070 mm
Largura	1145 mm
Espessura	90 mm
Área	2,27 m²
Potencia Nominal	80,1 Wp
Inclinação Proposta	32° (vertical)

T13 |

Tabela 13 | Caracterização dos painéis solares térmicos propostos
Figura 71 | Painei solar térmico Vulcano FKB- 1S
Figura 72 | SolTerm: Optimização da orientação solar com melhor eficiência o sitio de Sines, sendo 32° a melhor optimização

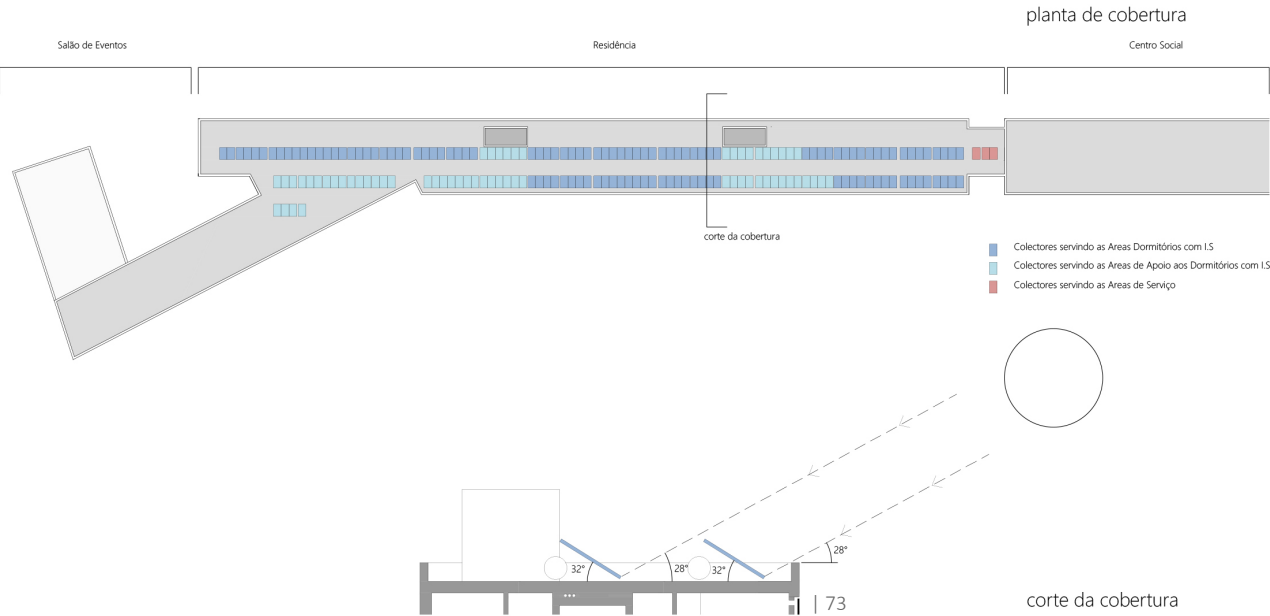


base nos litros necessários por áreas,foi selecionado o numero e a quantidade de depósitos necessários.

Com base nestes valores, os coletores solares térmicos foram implementados por secções para reduzir o comprimento da tubagem de água quente, prevenindo uma redução nas perdas térmicas e estabelecendo assim um número variável de depósitos em função do tipo de uso a que se destinam. Assim, foi atribuído um depósito para cada par vertical de casas de banho, ou seja, para quatro pessoas; um depósito ou vários (dependo da função de cada espaço) de apoio aos dormitórios (cozinha e lavandaria) para a utilização de 30 pessoas.

A tecnologia solar e a arquitectura - Um estudo de integração

Caso de Estudo: Residência de Estudantes de Sines



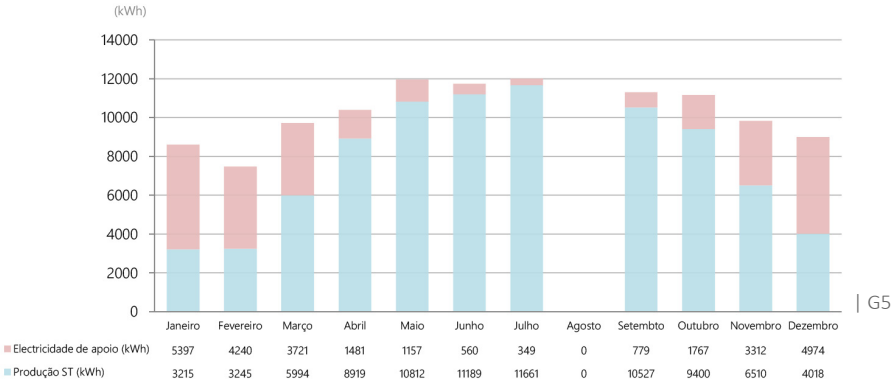
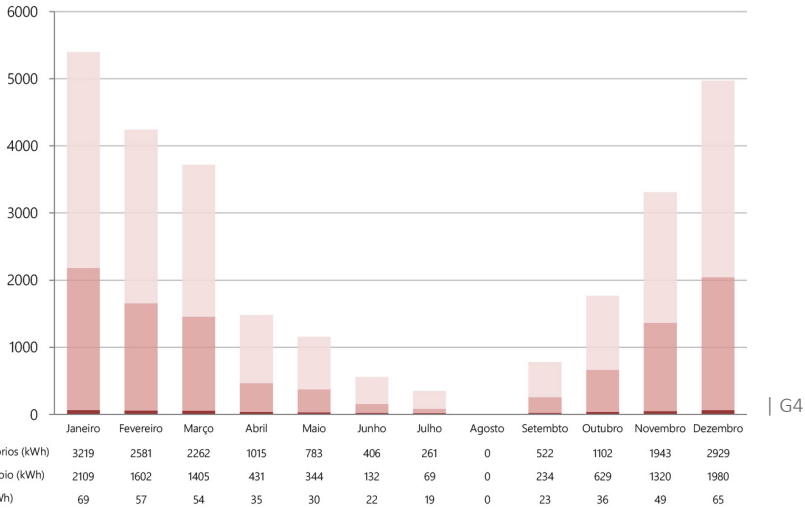
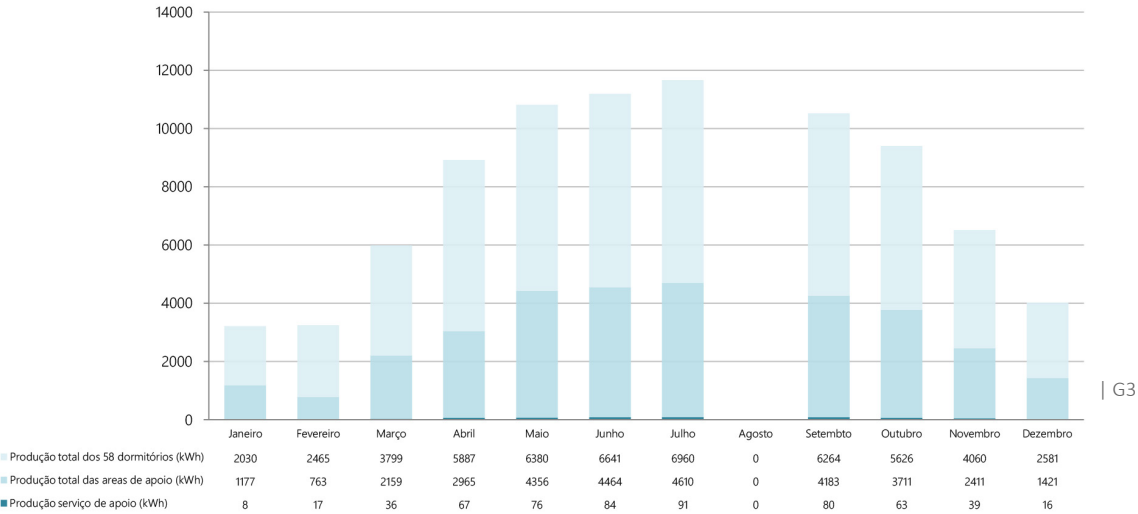
	nº colectores	nº depositos	l/deposito	total
Produção de 2 dormitórios (kWh)	4	1	200l	200l
Produção total dos 60 dormitórios (kWh)	120	1	6000l	6000l
Produção das áreas de apoio (geral) (kWh)	19	3	300l	900l
Produção das áreas de apoio (A) (kWh)	38	6	300l	1800l
Produção das áreas de apoio (B) (kWh)	24	6	300l	1800l
Produção serviço de apoio (kWh)	3	1	100l	100l
Total	208	18	7200l	10800l

Relativamente aos espaços de área de serviço que contemplam balneários foi estabelecido o uso de 100 litros de AQS por dia, sendo necessário apenas um depósito. Os cálculos abaixo mencionados dividem-se em duas zonas: a zona A e zona B (Figura 47). Em cada zona existem duas áreas de apoio, 29 quartos e um serviço de apoio, esta divisão ocorre pelos diferentes parâmetros de implementação dos ST’S – numa das zonas, na zona B,não foi possível a implementação de todos os ST’s necessários aos gastos da zona correspondente por restrições de espaço.

Tabela 14 | Instalação de ST pelas divisões da residência
Figura 73 | Planta de cobertura, representando os colectores de ST

A tecnologia solar e a arquitectura - Um estudo de integração

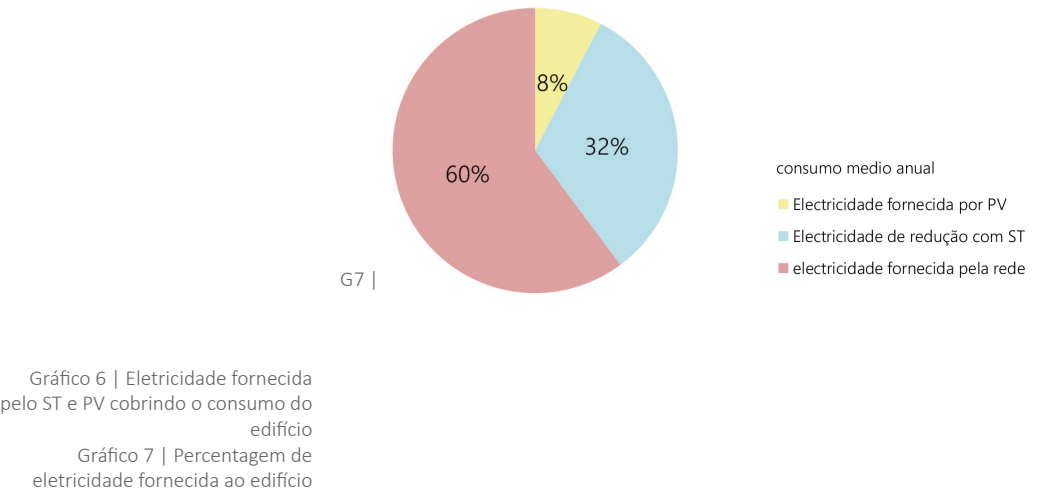
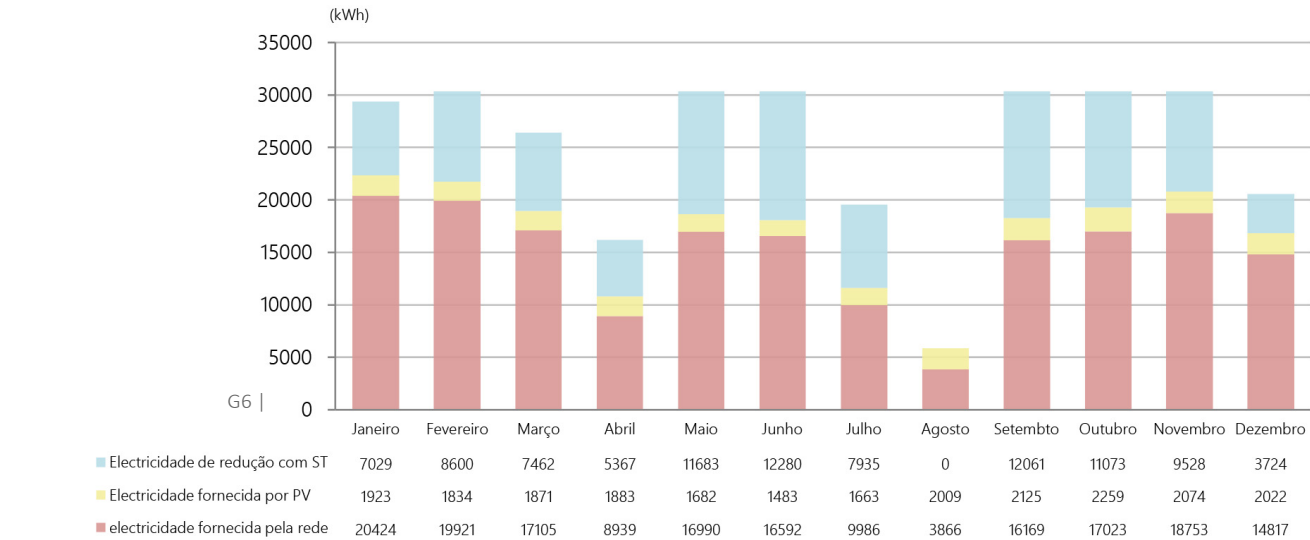
Caso de Estudo: Residência de Estudantes de Sines



Conclui-se que a utilização dos sistemas solares térmicos (ST's) e dos coletores fotovoltaicos (PV's), representam um grande decréscimo dos gastos energéticos do edifício. A utilização de ST's suprimiu a utilização total de esquentadores no edifício representando uma redução de cerca 73% nos consumos elétricos para o AQS. A implementação deste tipo de sistema reduziu em 32% os gastos do edifício e as estratégias combinadas de PV'S e ST'S uma redução de 40% dos consumos energéticos (Gráfico 7).

No cálculo de gastos e consumos não foram incluídos os aparelhos de renovação de ar e aparelhos de climatização, os cálculos apenas foram referentes ao uso de aparelhos e iluminação como é referido na secção de cálculo de consumos da Residência. As estratégias passivas procuraram diminuir os gastos a respeito da climatização do lugar e de renovação de ar.

4.3.3.3.Relação entre produção renovável e consumos



Todo este estudo partiu de preocupações consideradas como essenciais no processo de projeto.O estudo desenvolvido permitiu explorá-las de uma forma analítica e aprofundada. Refere-se uma preocupação necessária para o aproveitamento de recursos naturais tendo em conta o conforto do utente, implicando uma consciência do projetista ao contexto climático e geográfico do projeto. Estas preocupações foram traduzidas na utilização de sistemas passivos de eficiência energética e na implantação de sistemas fotovoltaicos procurando um equilíbrio destes com os princípios formais que um edifício destinado para o alojamento de cerca de 116 estudantes acarreta e entre a configuração urbana de um parque que este formaliza.

Um conhecimento prévio generalizado do mercado nacional de sistemas fotovoltaicos e das opções de dimensões e aparências destes sistemas permitiram uma evolução contínua do projeto com as estratégias necessárias que este sistema implica. Questões como a implantação do edifício de acordo com a sua orientação solar e uma determinação de uma forma embrionária do edifício foram condicionadas e potencializadas pelas estratégias passivas e ativas de eficiência energética.

Os maiores desafios encontrados envolveram conceções formais no invólucro exterior do edifício, questões onde a arquitetura e estes sistemas se encontram formalmente. A elaboração de um módulo que envolvesse o sistema fotovoltaico com a grelha de ventilação e a forma de como este se funde ou se impõe na globalidade do projeto ou de como estes 290 módulos tocam no edifício ao longo dos 220 metros da fachada em que estão implementados de forma a não serem dissonantes do projeto de arquitetura foi o principal desafio. O resultado métrico modular foi um exercício de gestão de fatores formais (e dentro destes, de adaptação ao contexto urbano) e técnicos que envolveu um processo extenso de tentativa-erro. Como já referido ao longo do trabalho, foi importante considerar que os sistemas de eficiência

4.4. Análise Crítica do Processo

energética não são a identidade ou o mote do projeto, mas procurando um equilíbrio entre estes para uma integração necessária entre estes campos.

Ao longo do processo destaca-se um défice de perceção das unidades de energia tratadas e, consequentemente, a ignorância de uma média de consumos energéticos regulares. Dentro desta área destaca-se o método que foi utilizado para o cálculo dos consumos do edifício que apesar de não terem levado a conclusões falaciosas podiam ter sido elaborados a partir do programa RevitAutodesk o que permitiria quantificar a necessidade de utilização de luz artificial em função do ciclo de iluminação natural variante durante o ano além de, com os mesmos dados inseridos, avaliar o conforto térmico através da escolha dos materiais utilizados e através dos sistemas passivos de aquecimento de ar e de refrigeração utilizados. Estas questões foram resultantes de um desconhecimento das potencialidades que certas ferramentas permitem. Se estas potencialidades fossem conhecidas poderia ter havido um processo mais rápido de conclusões relativamente às estratégias utilizadas.

A premissa inicial de uma implantação de sistemas fotovoltaicos na fachada revelou-se, traduzida em dados, injustificada. Baseado no software SolTerm o estudo aqui explanado de implantação dos PV’s resulta na produção anual de 22800 kWh. Num ângulo otimizado, que se revela ser de 33° ao contrário dos 90° implementados, a produção sobe para 36000kWh, um aumento de eficiência energética de 58%. Não descurando estes dados ressalta-se que o pressuposto deste estudo não foi o estudo de otimização de sistemas fotovoltaicos e solares térmicos, mas uma procura de relação entre estes sistemas e a arquitetura. Assumiu-se um tom de experimentalismo procurando formular uma ideia de integração que permitisse uma nova perspetiva sobre este tema.

5. Notas Conclusivas

Mediante a complexidade dos dados tratados e a sua interpretação (sobretudo para profissionais que não possuem formação específica) conclui-se que quando se pondera a utilização de estratégias energeticamente eficientes num projeto é imprescindível a utilização de ferramentas de autentificação de dados e ferramentas que ofereçam uma estimativa realista de produção de energia dos sistemas a utilizar e para uma maior fidedignidade de dados. Ferramentas como programas especializados como o EcoTec ou Solterm utilizados neste estudo ou programas BIM (BuildingInformationModel) como o RevitAutodesk tornam-se imprescindíveis numa correta utilização e potencialização dos sistemas energéticos integrando-se, necessariamente, no processo de projetode um edifício.

Esta necessidade influencia diretamente o processo de projeto de arquitetura uma vez que para os arquitetos (num exercício autónomo) chegarem a uma solução integrada terão de usar ferramentas que equacionem estas estratégias com o desenvolvimento projetual do edifício. Foi este fator que em muito se revelou na fase final deste estudo. Os programas BIM revelam um bom potencial como ferramenta integradora de elementos como opções estruturais, de isolamentos, de características de materiais, incidências solares, equacionamento de gastos energéticos e ponderação destes com estratégias energeticamente eficientes. Estes e os programas especializados assumem um papel fundamental como comparação de varias opções estratégicas para a eficiência energética, possibilitando diferentes ensaios rápidos e completos.

5.1.O arquiteto e a utilização de ferramentas informáticas em soluções energéticas eficientes

Internacionalmente a introdução destes programas é já corrente, ao contrário do panorama nacional em que grande parte dos profissionais de arquitetura desconhece todas as potencialidades que estes programas oferecem. Um desconhecimento que promulga a escassez de exemplos de estratégias energéticas eficientes e integradas. Muitos dos exemplos nacionais são promovidos quase exclusivamente pela área de engenharia.

É necessário permitir que estes programas sejam introduzidos na profissão pela possibilidade de estes tornarem acessíveis um leque de circunstâncias que dantes se tomavam como imprevisíveis e que dificultavam um pensar completo e integrado aos arquitetos. Salienta-se que a introdução destas ferramentas não deve descurar processos tradicionais e ferramentas mais intuitivas nas primeiras fases de projeto e nos primeiros anos de ensino da profissão, não se pretende uma desumanização e um desprendimento do desenho. De acordo com o estudo aqui explanado conclui-se que estes programas são indicados para estudos comparativos onde preocupações a nível de projeto de especialidades se iniciam. Como já referido, pondera-se o que dá o mote ao projeto de arquitetura:o projeto em si ou as estratégias para a eficiência energética; é necessário não descurar um ou outro de forma a que ambos se possam potencializar entre si.

5.2.A integração de energia solar no processo de projeto

No exercício da profissão de arquitetura é necessário saber conciliar e gerir todos os elementos envolvidos no projeto e a gestão das necessidades do utente. O papel do arquitecto é de conciliador do utente com um ambiente artificial e deste com o meio natural. É correntemente defendido que não existe definição de uma má ou boa arquitetura, mas um bom ou mau resultado da conciliação de tudo o que interage diretamente com o edificio e com quem o habita.

Este trabalho, e o processo que o gerou, procurou encontrar a informação e as ferramentas necessárias para uma boa gestão de uma das ambivalências com que o arquiteto tem de lidar no processo de projeto. Acredita-se que a postura da profissão terá de ser cada vez mais ativa nas questões ambientais. Demonstrou-se que, além de uma necessária consciencialização, existe por trás uma obrigação incontornável dada por factos comparativos de alternativas de produção de energia.

O trabalho moroso de integração dos sistemas energeticamente eficientes obrigou à perceção de que a informação necessária relativa a estes sistemas não é correntemente acessível ao público geral ou até ao arquiteto que necessita de um compêndio ou de uma ideia sistematizada dos sistemas existentes no mercado. Informação que foi encontrada, mas de forma dispersa ou aglomerada de uma forma apenas científica e não comercial. A oferta comercial transparente e informada é indispensável quando, além do rendimento energético dos sistemas, está em causa a obrigatoriedade de estes constituírem o revestimento exterior do projeto influenciando, assim, a estética deste e do meio urbano.

Concluiu-se que o mercado de tecnologia solar é um mercado ainda em constante evolução e de consequentes modificações e que, acrescentado a esta condição, é ainda sujeito a alterações legislativas e económicas que dificultam a sua utilização. Alterações que empresas como a EDP procuram englobar e simplificar assumindo-se como os intermediários entre estes fatores e ao público em geral.

As ferramentas e os processos que o arquiteto terá de absorver atualmente para a concretização de um projeto sustentável obrigam a novos métodos que não implicam um diferente processo projetual, mas um processo mais consciente. Um dos objetivos desta dissertação foi testar um processo em que não se parte de estratégias energéticas ativas para o projeto de arquitetura, ou seja, o projeto não depende destas estratégias para a dita

“identidade” do projeto, mas as reúne como componente, com a naturalidade que estas devem assumir no projeto.

Este desafio de integração nunca pode ser univalente. Tal como no exemplo referido neste trabalho, novas linguagens formalizaram-se a partir de novas tecnologias, mas também o campo das tecnologias se adaptou a estas. Este trabalho conjunto é atualmente desenvolvido e, por fruto deste, novos produtos são constantemente lançados no mercado resultando numa incapacidade de mapeamento de produtos fixa, é ainda um mercado em evolução. Por essa razão a abordagem adotada foi uma abordagem que procurou um maior exercício arquitetónico do que de pesquisa ou de catalogação de produtos viáveis ao contrário do que foi inicialmente previsto ou de até um estudo de potencialidades de softwares que permitissem uma conclusão de dados.

Assim o objetivo do estudo foi sendo ajustado no decorrer deste mesmo, e conclui-se por não ser um estudo de potencialidades do mercado das tecnologias solares, mas um estudo de como poderá ser o processo de projeto sobre estas. A terceira parte deste estudo revelou-se, como uma pesquisa pessoal e própria de metodologias num campo adquirido à priori e aqui exposto numa primeira e segunda parte.

Denota-se que este exercício, em termos práticos profissionais, levaria a uma necessidade de uma equipa de variados profissionais e um debate entre estes para um melhor resultado de eficiência energética. Assim o processo de integração consistiu num processo de descodificação e de assimilação de termos técnicos necessários, numa pesquisa exaustiva para a elaboração de um leque de produtos acessíveis, num processo tentativa-erro de projeto e, numa última fase, um confronto entre as ferramentas informáticas de avaliação de eficiência energética e o processo de projeto tradicional.

6. Bibliografia

ADENE. 2015. Planear Política Energia. [online]. [Accessed 18 Março 2015]. Available from World Wide Web: <<http://www.adene.pt/politica-energetica>>

ADENE. Implementar Certificação Energética de Edifícios. [online]. [Accessed 18 Março 2015]. Available from World Wide Web: <<http://www.adene.pt/certificacao-energetica-de-edificios>>

ALINE, Lima. 2015. Empresas desenvolvem telha que substitui as placas solares. [online]. [Accessed 1 Setembro 2015]. Available from World Wide Web: <<http://www.pensamentoverde.com.br/arquitetura-verde/empresas-desenvolvem-telha-que-substitui-placas-solares/>>

ALVARENGA, António, Sofia RODRIGUES, Rita RIBEIRO et al. 2014. Relatório do Estado do Ambiente 2014. Agência Portuguesa do Ambiente.

ALVARENGA, António, Sofia RODRIGUES, Rita RIBEIRO et al. 2013. Relatório do Estado do Ambiente 2013. Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.

ANTUNES, Paula, Ana SALGUEIRO, Rui SANTOS et al. 2000. Estudo Sobre Sector Electrico e o Ambiente. Lisboa: Centro de Economia e Gestão do Ambiente- Departamento de Ciências e Engenharias do Ambiente, FCT-UNL.

BASERGA MOZZETI ARCHITITTI. 2011. Shelter and regional hostel/Projects: Baserga Mozzeti Archititti. [online]. [Accessed 20 Agosto 2015]. Available from World Wide Web: <<http://www.basergamozzetti.ch/progetti.php?work=progetti>>

BP. 2013. BP Statistical Review of Word Energy June 2013. Londres: BP Statistical Review of World Energy.

BP. 2014. BP Statistical Review of World Energy June 2014. Londres : BP Statistical Review of World Energy.

BP PORTUGAL. 2016. Solar. [online]. Available from World Wide Web: <http://www.bp.com/pt_pt/portugal/produtoseservicos/solar.html>

BRITO, Ana. 2014. Renováveis prometem ajudar a reduzir a dependência energética de Portugal. [online]. [Accessed 10 Março 2015]. Available from World Wide Web: <<http://www.publico.pt/economia/noticia/renovaveis-prometem-fazer-descer-mais-a-dependencia-energetica-de-portugal-1671864>>

BRITO, Ana. 2014. Renováveis prometem ajudar a reduzir a dependência energética de Portugal. [online]. [Accessed 10 Março 2015]. Available from World Wide Web: <<http://www.publico.pt/economia/noticia/renovaveis-prometem-fazer-descer-mais-a-dependencia-energetica-de-portugal-1671864>>

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. 1987. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. [online]. Available from World Wide Web: <<https://pt.scribd.com/doc/12906958/Relatorio-Brundtland-Nosso-Futuro-Comum-Em-Portugues>>

DIÁRIO DA REPÚBLICA. DecretoLei n.o 80/2006 de 4 de Abril.
EDP. 2016. Simulação de sistemas solares processada pelo autor. [online]. [Accessed Jun 2016]. Available from World Wide Web: <<https://energia.edp.pt/particulares/servicos/energia-solar/>>

EDP-ENERGIAS DE PORTUGAL. 2016. Comercializador de último recurso, Compra de energia. [online]. [Accessed 20 Maio 2016]. Available from World Wide Web: <<http://www.edpsu.pt/pt/CUR/Pages/compraDeEnergia.aspx>>

ETLA. 2010. Interrupções Lectivas. [online]. Available from World Wide Web: <http://portal.etla.pt/index.php?view=categoryevents&id=1:interruptoes-lectivas&option=com_eventlist&Itemid=81>

EXTRUSAL. 2016. Produtos- F.013. [online]. Available from World Wide Web: <<http://www.extrusal.pt/index.php?id=77&prt=38>>

FERREIRA DOS SANTOS, Manuel. 2010. Custo da electricidade, eficiência e energias renováveis. [online]. [Accessed 15 Março 2015]. Available from World Wide Web: <<http://www.publico.pt/opiniao/jornal/custo-da-electricidade-eficiencia-e-energias-renovaveis-20803022#/comments>>

FRONTINI, Francesco, Maria Cristina Munari PROBST, Alessandra SCOGNAMIGLIO et al. 2012. Report T.41.A.2: IEA SHC Task 41 Solar energy and Architecture. Suécia: Editors MC Munari Probst, C Roecker (EPFL-LESO).

GERDES, Joost, Pilar DE ARRIBA SEGURADO, Francis ALTDORFER et al. 2012. Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU. France: Enerdata.

GREENPRO. 2004. Energia Fotovoltaica - Manual sobre tecnologias, projecto e instalação. Lisboa.

HERZOG, Thomas. 2001. Green Qestionnaire. In: Achitectural Design: Green Architecture, Julho: Wiley Publishing.

HERZOG, Thomas. 2013. Questionário Verde. In: O Campo Ampliado da Arquitectura, Antologia Teórica 1993-2009, São Paulo: Cosac Naify, pp.33-35.

HULD, Thomas and Irene PINEDO-PASCUA. 2012. Photovoltaic Solar Electricity Potential in European Countries. [online]. [Accessed 17 Março 2015]. Available from World Wide Web: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmmaps/eu_cmsaf_opt/PVGIS_EU_201204_publication.png>

JORNAL OFICIAL DA UNIÃO EUROPEIA. 2010. DIRECTIVA 2010/31/UE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO. [online]. [Accessed 10 Abril 2016]. Available from World Wide Web: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32010L0031>>
KAPLICKY, Jan. 2010. Jan Kaplicky of future systems. In: Constructing a New Agenda: Architectural Theory 1993-2009, New York: Princepton Architectural Press, pp.170-189.

LNEG. 2010. Solar XXI - Em direcção à energia zero. Lisboa: LNEG, Laboratório Nacional de

Energia e Geologia.

MAINCENT, Emmanuelle and Ása JOHANNESSON LINDÉN. 2014. European Economy. B-1049 Brussels: European Commission.

MALAQUIAS, José Luís. 2011. Revista Construção Sustentavel. SA. Av D. Antonio Correia de Sá, 98 RAL, 2705-905 Sintra.

MARCO, A C Miranda. 2008. Optimização de Sistemas Solares Térmicos. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

MARTINS, Guilherme Veiga e Vasconcelos Vieira. 2009. Energia Solar Térmica. Uma contribuição para a melhoria do RCCTE. Lisboa: Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

MATERIA. 2010. SolTech System. [online]. [Accessed 20 Março 2015]. Available from World Wide Web: <<http://materia.nl/material/soltech-system/>>

MAZUR, Allan. 2011. Energy Policy. 435 Crouse-Hinds Hall, Syracuse University, Syracuse, NY 13244, USA: L.A. Greening.

MONTEIRO, José Alberto Máximo. 2014. Produção Fotovoltaica: Legislação, tarifas,tecnologia necessária e viabilidade económica para a produção numa perspetiva de chave na mão. Dissertação realizado no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores.

MSF GROUPS. Natura Towers, case study. [online]. [Accessed 2016]. Available from World Wide Web: <http://www.msfgps.pt/upload/pdf/pdf_1340975894.pdf>

NIU, Shuwen, Yanqin JIA, Wendie WANG et al. 2013. Electrical Power and Energy Systems. Lanzhou 730020, China: Elsevier Ltd.

ORDEM DOS ARQUITECTOS. 2009. “Arquitectura na Europa: 10 Recomendações para melhor ambiente construído”. [online]. [Accessed Setembro 2015]. Available from World Wide Web: <<http://www.arquitectos.pt/documentos/1242122870F2iZH8ph6Gp41UI7.pdf>>

PINTO, Paulo Tormenta. 2014. Representações do Espaço no Tempo do Space-shuttle Columbia. In: Passagens N2, Lisboa: Caleidoscópio- Edição e Artes Gráficas, SA, p.4.

SOLAIRE FRANCE. 2013. Projects & References. [online]. [Accessed 30 Março 2015]. Available from World Wide Web: <<http://www.solairefrance.fr/en/projets-et-references.html>>

SOLAR EATING AND COOLING PROGRAM. 2009-2012. IEA-SHC Task 41 Solar Energy and Architecture- Collection of Case Studies. [online]. [Accessed 15 Maio 2016]. Available from World Wide Web: <<http://www.task41.iea-shc.org/casestudies/>>

SOLAR HEATING AND COOLING PROGRAM. February 2014. T.41.A.3/1 Designing Solar Thermal Systems for Architectural Integration. Christian Roecker & Maria Cristina Munari Probst.

SOLTECH ENERGY. 2015. SolTech Power. [online]. [Accessed 25 Março 2015]. Available from World Wide Web: <<http://www.soltechenergy.com/en/product/soltech-power>>

SUPSI. 2013. Home//Administration//Mont-Cenis Academy: BIPV. [online]. [Accessed 22 Março 2015]. Available from World Wide Web: <<http://www.bipv.ch/index.php/en/administration-s-en/item/590-montcenis>>

SUPSI. 2013. Technology. [online]. [Accessed 17 Março 2015]. Available from World Wide Web: <<http://www.bipv.ch/index.php/en/technology-top-en/photovoltaik-top-en>>



80Watt Photovoltaic module

BP 380

BP 407NE-1 05/08

The BP 380J is part of the BP Solar Poly 3-Series. It is an advanced 80W photovoltaic module with 12V nominal power output, making it ideal for battery charging applications. It addresses the needs of various battery based applications, such as caravan, boats, homes that do not have access to the utility grid and rural electrification. Other appliances are in remote industrial applications such as telemetry, security sensors and instrumentation systems. The 36 cells are connected in series and offer improved efficiency even under low light conditions through the use of advanced SiN coating. It has proven performance at high temperatures and its robust design makes the product durable in the field in almost any climate. This module has undergone the most rigorous testing to ensure reliable long term performance. The junction box is prepared with screw type terminals for flexible installation. There are two precasted holes for each size of cable glands, as 1/2" and M20.

Performance

Rated power	80W
Tolerance	±5%
Module efficiency	12.3%
Nominal voltage	12V
Warranty*	90%, power output over 12 years 80%, power output over 25 years Free from defects in materials and workmanship for 5 years

*Solar to BP Solar's Warranty document for terms and conditions.

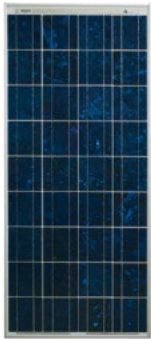
Qualification test parameters

Temperature cycling range	-40°C to +85°C for 200 cycles
Damp heat test	85°C and 85% relative humidity for 1000h
Front & rear load test (eg: wind)	2400Pa (equivalent to 245kg/m² load distributed)
Front load test (eg: snow and wind)	5400Pa* (equivalent to 550kg/m² load distributed)
Hailstone impact test	25mm hail at 23m/s from 1m distance

*When mounted in accordance with BP Solar's installation instructions

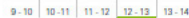
Quality and safety

- Conforms to European directives.
- Certified according to the IEC 61215 (Crystalline silicon terrestrial photovoltaic modules – Design qualification and type approval)
- Framed modules certified by TÜV Rheinland as Safety Class II (IEC 60364) equipment for use in systems up to 600 VDC.
- Listed by Underwriters Laboratories for electrical and fire safety (UL 1703 - Class C fire rating).
- Module electrical measurements are calibrated to world radiometric reference via third party international laboratories.
- Manufactured in ISO 9001 certified factories.
- This data sheet complies with the requirements of EN 50380.

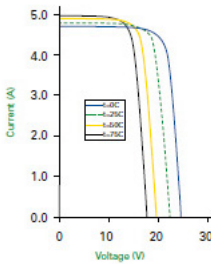


BP 380J scale 1:14

Efficiency (%)



BP 380J I-V Curves



F74 |

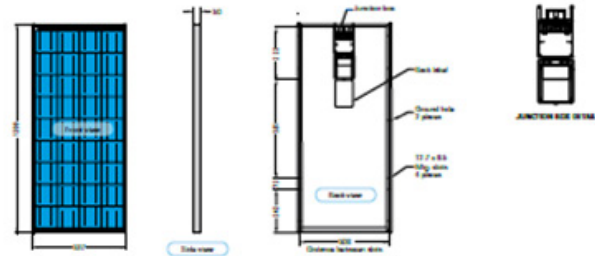


80Watt Photovoltaic module

BP 380

BP 407NE-1 05/08

Module diagram



Electrical characteristics	1000W/m² (STC)	800W/m² (NOCT)
Maximum power (P _{max})	80W	57.6W
Voltage at MPP (V _{mp})	17.6V	15.7V
Current at MPP (I _{mp})	4.5A	3.6A
Short circuit current (I _{sc})	4.6A	3.5A
Open circuit voltage (V _{oc})	22.1V	20.2V

Efficiency reduction at 200W/m²	<5% reduction (efficiency 11.7%)
Limiting reverse current	4.6A
Temperature coefficient of I _{sc}	(0.36±0.010)/°K
Temperature coefficient of V _{oc}	(-0.36±0.05)/°K
Temperature coefficient of P	(-0.5±0.05)/°K
NOCT*	47±2°C
Maximum series fuse rating	25A
Maximum system voltage	600V
Application class according to IEC 61730	Class A

*STC: Standard test conditions - irradiance of 1000W/m² at air mass 1.01 solar spectrum and a temperature of 25°C.
*NOCT: 800W, NOCT, AM 1.01 solar spectrum.
*NOCT: Normal Operating Cell Temperature (at 800W, 1.01 solar spectrum and a temperature of 25°C).

Mechanical characteristics

Solar cells	36 polycrystalline cells (125mm x 125mm) connected in series.
Front Cover	High transmission 3.2mm tempered glass.
Encapsulant	EVA
Back Cover	White polyester.
Frame	Silver anodized aluminium.
Diodes	Integratix™ technology includes 2 Schottky bypass diodes - one for every 18 cells - on a printed circuit board.

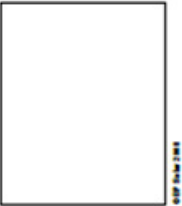
Junction Box	BP J-type junction box: IP 65 junction box with 4 terminal screw connection block, accepts PG13.5, M20, 12mm conduit, or cable fittings accepting 6-12mm diameter cable. Terminals accept 2.5-10mm² wire. Dimensions (mm): 143.50 x 112.50 x 37.5. (IP65); certified to meet UL 1703 flammability test.
--------------	---

Dimensions (mm)	1209±3 x 537±3 x 50
Weight (kg)	7.7

±0 dimensional tolerances within ±1% unless otherwise stated.

This publication assumes product conformity and specifications which are subject to change without notice. BP solar modules are industrially tested prior to shipment. During the installation process BP modules during the first ten months of deployment, module power may decrease by approx. 1% from typical P_{max}.

Your BP Solar distributor:



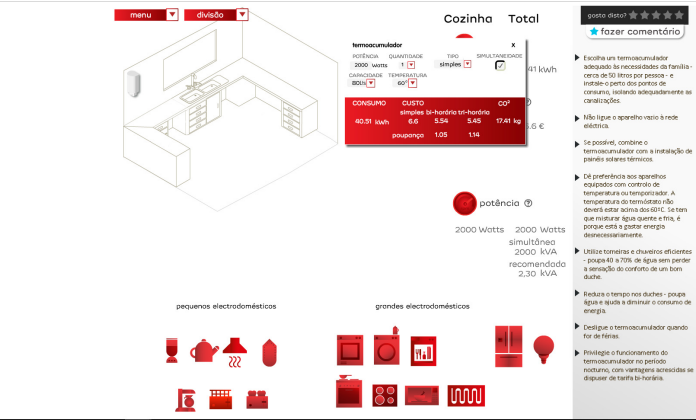
www.bpsolar.com



F75 |

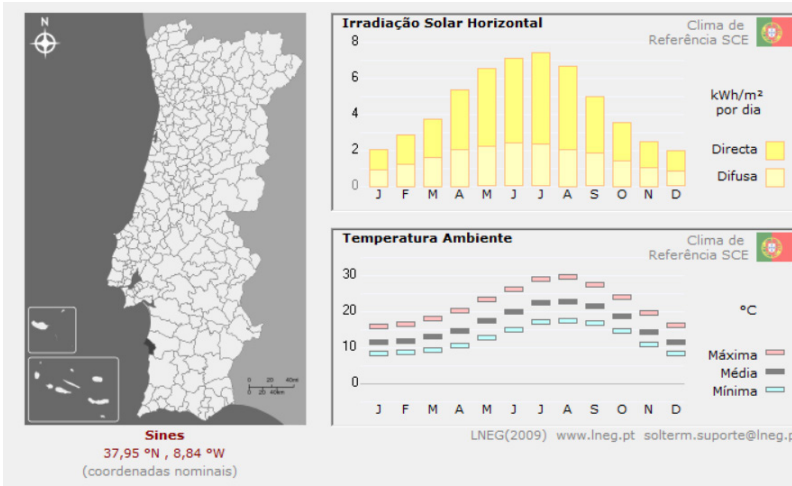
A tecnologia solar e a arquitectura - Um estudo de integração

Caso de Estudo: Residência de Estudantes de Sines



F76|

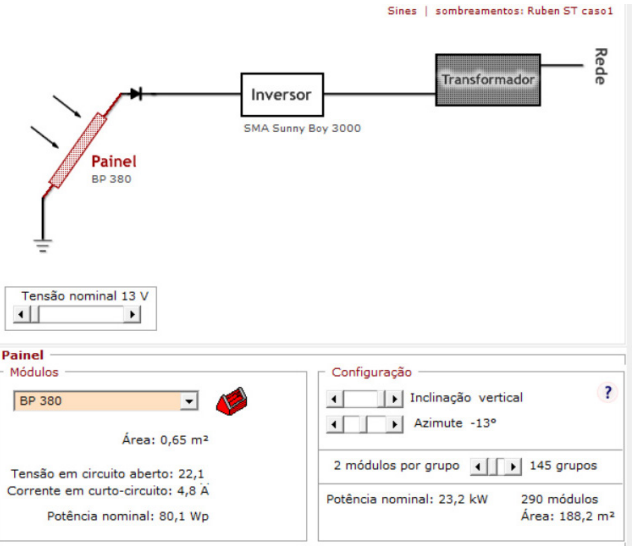
Figura 76 | Simulador EDP
Figura 77 | SolTerm- Irradiação de Sines



F77|

A tecnologia solar e a arquitectura - Um estudo de integração

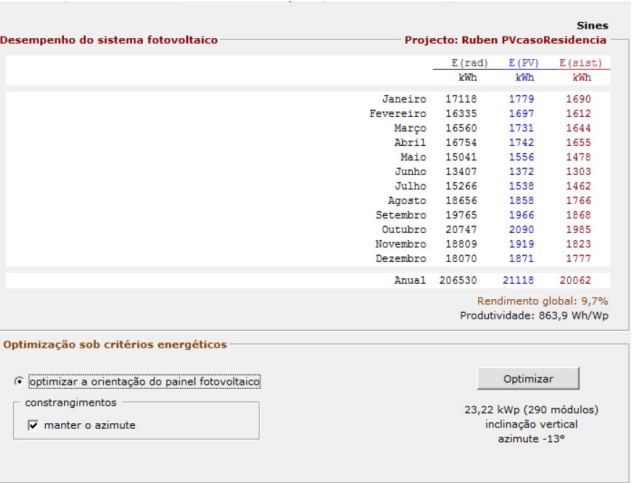
Caso de Estudo: Residência de Estudantes de Sines



F78|

Figura 78 | Programa SolTerm:
configuração dos Painéis
Fotovoltaicos

Figura 79 | Programa SolTerm:
valores obtidos produção dos
Fotovoltaicos



F79|

A tecnologia solar e a arquitectura - Um estudo de integração

Caso de Estudo: Residência de Estudantes de Sines

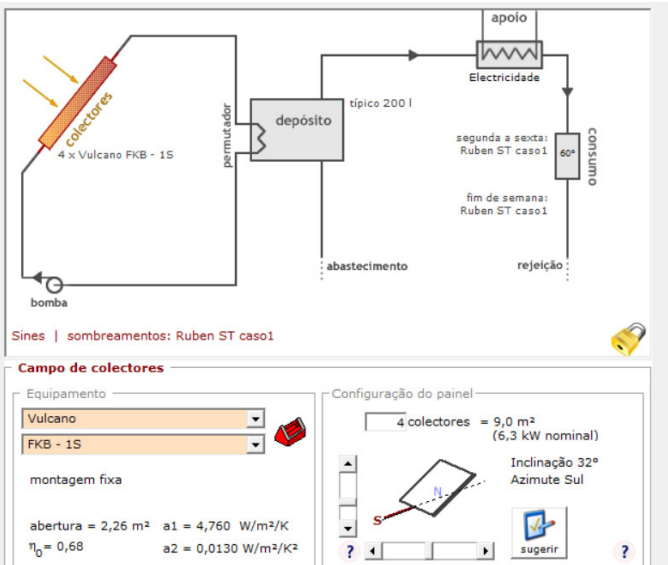
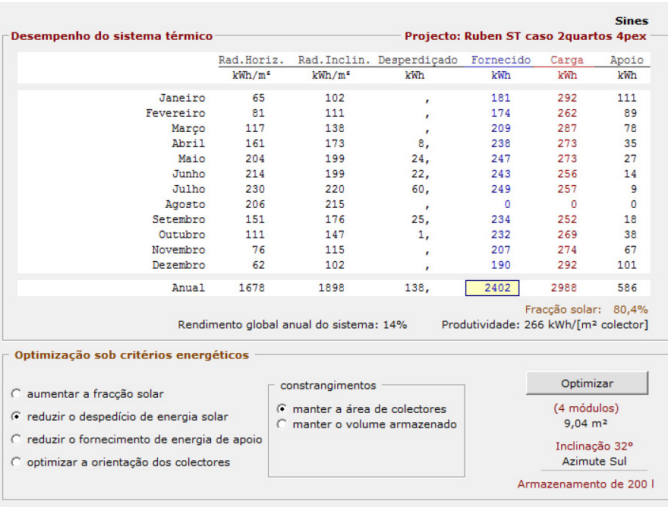


Figura 80 | Programa SolTerm: características dos solares térmicos para dois quartos 4pessoas

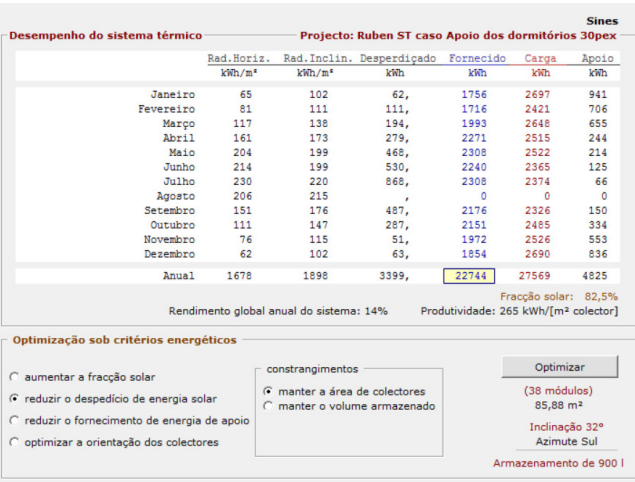
Figura 81 | Programa SolTerm: valores dos solares térmicos para dois quartos 4pessoas



F81 |

A tecnologia solar e a arquitectura - Um estudo de integração

Caso de Estudo: Residência de Estudantes de Sines



F82 |



F83 |

8 Índice de Imagens

8.1 Índice de Figura

FIGURA 1 NECESSIDADES DO EDIFÍCIO COBRINDO PELA RADIAÇÃO SOLAR. ESQUEMA DO AUTOR..... 155

FIGURA 2 CÉLULA, MÓDULO E PAINEL FOTOVOLTAICO. ESQUEMA DO AUTOR 156

FIGURA 3 ESQUEMA EXEMPLIFICATIVO DE PAINÉIS NECESSÁRIOS PARA FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA, POR HABITAÇÃO, EM PORTUGAL. ESQUEMA DO AUTOR..... 157

FIGURA 4 ESQUEMA EXEMPLIFICATIVO DA QUANTIDADE DE EMISSÕES DE CO2 QUE UM ÚNICO PAINEL EVITA DE SER PRODUZIDO, O MESMO QUE 8 ÁRVORES PODEM ABSORVER POR ANO. ESQUEMA DO AUTOR 157

FIGURA 5 MÓDULOS MONO-CRISTALINOS. IN: GLOBAL MARKET, N.D. MONO CRYSTALLINE SILICON SOLAR MODULE, 1W-250W, SOLAR SYS-TEMS. [ONLINE] AVAILABLE AT: [HTTP://WWW.GLOBALMARKET.COM/PRODUCT-INFO/MONO-CRYSTALLINE-SILICON-SOLAR-MODULE-1W-250W-SOLAR-SYSTEMS-468401.HTML](http://www.globalmarket.com/product-info/mono-crystalline-silicon-solar-module-1w-250w-solar-systems-468401.html) [ACCESSED 5 OUTUBRO 2016]. 159

FIGURA 6 MÓDULOS MONO-CRISTALINOS. IN: TECHNO PRECISION ENGINEERS & CONSULTANTS, N.D. SOLAR MODULE. [ONLINE] AVAILABLE AT: [HTTP://M.TECHNOPRECISION.IN/SOLAR-MODULE.HTML](http://m.technoprecision.in/solar-module.html) [ACCESSED 5 OUTUBRO 2016]. 159

FIGURA 7 EXEMPLO DE PELÍCULA FINA, THE MIA SOLÉ FLEX-02W. IN: SOLAR POWER WORLD, 2016. THE ADVANTAGES OF FLEXIBLE THIN-FILM SOLAR MODULES. [ONLINE] AVAILABLE AT: [HTTP://WWW.SOLARPOWERWORLDONLINE.COM/2016/05/ADVANTAGES-FLEXIBLE-CIGS-THIN-FILM-SOLAR-MODULES/](http://www.solarpowerworldonline.com/2016/05/advantages-flexible-cigs-thin-film-solar-modules/) [ACCESSED 5 OUTUBRO 2016]..... 160

FIGURA 8 EXEMPLO DE PELÍCULA FINA TRANSPARENTE. MODELO: ASP-LA. IN: ALIBABA, N.D. TRANSPARENT CdTe THIN FILM SOLAR MODULE. [ONLINE] AVAILABLE AT: [HTTPS://WWW.ALIBABA.COM/PRODUCT-DETAIL/TRANSPARENT-CDTE-THIN-FILM-SOLAR-MODULE_1818552387.HTML?SPM=A2700.7724838.0.0.MgMb10](https://www.alibaba.com/product-detail/Transparent-CdTe-thin-film-solar-module_1818552387.html?spm=A2700.7724838.0.0.MgMb10) [ACCESSED 5 OUTUBRO 2016]..... 160

FIGURA 9 ESQUEMA DO SISTEMA PV AUTÓNOMOS. ESQUEMA DO AUTOR 161

FIGURA 10 ESQUEMA DO SISTEMA LIGADO Á REDE. ESQUEMA DO AUTOR 161

FIGURA 11 ESQUEMA DO SISTEMA SOLAR TÉRMICO DE CIRCULAÇÃO TERMOSSIFÃO. ESQUEMA DO AUTOR 163

FIGURA 12 ESQUEMA DO SISTEMA SOLAR TÉRMICO CIRCULAÇÃO FORÇADA. ESQUEMA DO AUTOR..... 163

FIGURA 13 ESQUERDA, IMAGEM DE COLETORES PLANOS COM COBERTURA. À DIREITA, CORTE DO COLETOR. IN FARKAS, K. ET AL., 2012. T.41.A.2: SOLAR ENERGY SYSTEMS IN ARCHITECTURE- INTEGRATION CRITERIA AND GUIDELINES. MARIA CRISTINA MUNARI PROBST & CHRISTIAN ROECKER (EPFL-LESO)..... 164

FIGURA 14 À ESQUERDA, COLETORES PLANOS SEM COBERTURA. À DIREITA, CORTE DO COLETOR. IN: FARKAS, K. ET AL., 2012. T.41.A.2: SOLAR ENERGY SYSTEMS IN ARCHITECTURE- INTEGRATION CRITERIA AND GUIDELINES. MARIA CRISTINA MUNARI PROBST & CHRISTIAN ROECKER (EPFL-LESO). 165

FIGURA 15 À ESQUERDA, COLETORES DE TUBO DE VÁCUO. DIREITA, CORTE DO COLETOR. IN: FARKAS, K. ET AL., 2012. T.41.A.2: SOLAR ENERGY SYSTEMS IN ARCHITECTURE- INTEGRATION CRITERIA AND GUIDELINES. MARIA CRISTINA MUNARI PROBST & CHRISTIAN ROECKER (EPFL-LESO)..... 166

FIGURA 16 ESQUERDA, ESQUEMA: COLECTORES APENAS FIXADOS NO EDIFÍCIO. DIREITA, ESQUEMA: COLECTORES SOLARES INTEGRADOS COMO COBERTURA, FACHADA E JANELA. ESQUEMA DO AUTOR..... 169

FIGURA 17 EDIFÍCIO PAUL HORN-ARENA, TUBINGEN, ALEMANHA (2004). IN: STADTWERKE TUBINGEN, 2004. PHOTOVOLTAIKANLAGE PAUL HORN-ARENA. [ONLINE] AVAILABLE AT: [HTTPS://WWW.SWTUE.DE/UNTERNEHMEN/VERANTWORTUNG/ERNEUERBARE-ENERGIEN.HTML](https://www.swtue.de/unternehmen/verantwortung/erneuerbare-energien.html) [ACCESSED 5 OUTUBRO 2016]..... 170

FIGURA 18 EDIFÍCIO GINÁSIO BURGNEINTING, REGENSBURG, ALEMANHA (2005). IN: SOLAR EATING AND COOLING PROGRAM, 2009-2012. IEA-SHC TASK 41 SOLAR ENERGY AND ARCHITECTURE- COLLECTION OF CASE STUDIES. [ONLINE] AVAILABLE AT: [HTTP://WWW.TASK41.IEA-SHC.ORG/CASESTUDIES/](http://www.task41.iea-shc.org/casestudies/) [ACCESSED 15 MAIO 2016]..... 171

FIGURA 19 EDIFÍCIO GINÁSIO BURGNEINTING, ENCIMA UMA VISTA INTERIOR E DENTRO VISTA EXTERIOR. IN: SOLAR EATING AND COOLING PROGRAM, 2009-2012. IEA-SHC TASK 41 SOLAR ENERGY AND ARCHITECTURE- COLLECTION OF CASE STUDIES. [ONLINE] AVAILABLE AT: [HTTP://WWW.TASK41.IEA-SHC.ORG/CASESTUDIES/](http://www.task41.iea-shc.org/casestudies/) [ACCESSED 15 MAIO 2016]..... 171

FIGURA 20 EXEMPLO DE UM CARRO DO SEC XIX. IN: VALE, G.D., 2013. DIA DO AUTOMÓVEL. [ONLINE] AVAILABLE AT: [HTTP://WWW.CRIE SEU-CARRO.NET/AUTHOR/GUSTAVO/](http://www.crieseu-carro.net/author/gustavo/) [ACCESSED 25 SETEMBRO 2016]..... 173

FIGURA 21 EDIFÍCIO MATTERHORN GLACIER PARADISE, MATTERHORN, SUÍÇA (2008). IN: SOLAR EATING AND COOLING PROGRAM, 2009-2012. IEA-SHC TASK 41 SOLAR ENERGY AND ARCHITECTURE- COLLECTION OF CASE STUDIES. [ONLINE] AVAILABLE AT: [HTTP://WWW.TASK41.IEA-SHC.ORG/CASESTUDIES/](http://www.task41.iea-shc.org/casestudies/) [ACCESSED 15 MAIO 2016]..... 175

FIGURA 22 SISTEMA CONSTRUTIVO DO PAINEL FOTOVOLTAICO COMO FACHADA RESOLVENDO ISOLAMENTO DO EDIFÍCIO MATTERHORN GLACIER PARADISE. IN: SOLAR EATING AND COOLING PROGRAM, 2009-2012. IEA-SHC TASK 41 SOLAR ENERGY AND ARCHITECTURE- COLLECTION OF CASE STUDIES. [ONLINE] AVAILABLE AT: HTTP://WWW.TASK41.IEA-SHC.ORG/CASESTUDIES/ [ACCESSED 15 MAIO 2016].	175
FIGURA 23 EDIFÍCIO RENOVANDO A COBERTURA COM ST. IN: SOLEX ENERGY LTD, 2016. HOME : GALLERY. [ONLINE] AVAILABLE AT: HTTP://WWW.SOLEXENERGY.CO.UK/INDEX.PHP?MAIN_PAGE=PAGE_2 [ACCESSED 10 OUTUBRO 2016].	175
FIGURA 24 EDIFÍCIO SOLAR XII, FACHADA SUL INTEGRADO COM OS PAINÉIS FOTOVOLTAICOS E NA COBERTURA PAINÉIS SOLARES TÉRMICOS. FOTOGRAFIA DO AUTOR	177
FIGURA 25 SISTEMA PRODUÇÃO DE CALOR. IN: THORPE, D., 2015. THREE OFFICE BUILDINGS USING PASSIVE HEATING AND COOLING DESIGN. [ONLINE] AVAILABLE AT: HTTP://WWW.SUSTAINABLECITIESCOLLECTIVE.COM/DAVID-THORPE/1088807/THREE-OFFICE-BUILDINGS-USING-PASSIVE-HEATING-AND-COOLING-DESIGN [ACCESSED 25 SETEMBRO 2016].	177
FIGURA 26 EDIFÍCIO TOWER NATURA. IN: ABACUS SAVILLS E B. PRIME, 2015. MINDBURRY INSTALA-SE NAS NATURA TOWERS. [ONLINE] AVAIL-ABLE AT: HTTP://BLOG.IMOBILIARIO.COM.PT/2015/11/MINDBURRY-INSTALA-SE-NAS-NATURA-TOWERS.HTML#MORE [ACCESSED 25 SETEM-BRO 2016].	179
FIGURA 27 FACHADA SUL INTEGRADA COM PAINÉIS FOTOVOLTAICOS DO TOWER NATURE. FOTOGRAFIA DO AUTOR	179
FIGURA 28 PERSPETIVA DO QUARTO INDIVIDUAL. ESQUEMA DO AUTOR.	183
FIGURA 29 PERSPETIVA DO QUARTO DUPLO. ESQUEMA DO AUTOR.	183
FIGURA 30 PERSPETIVAS DOS QUARTOS INDIVIDUAIS IMPLEMENTADO DO PV NA FACHADA. ESQUEMA DO AUTOR	185
FIGURA 31 PERSPETIVA FACHADA SUL PROPOSTA. ESQUEMA DO AUTOR	187
FIGURA 32 DESENHOS TÉCNICOS DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS 01. ESQUEMA DO AUTOR	188
FIGURA 33 DESENHOS TÉCNICOS DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS 02. ESQUEMA DO AUTOR	189

FIGURA 34 ESQUIÇO DE PROCESSO: IDEIAS INICIAIS. ESQUEMA AUTOR.	190
FIGURA 35 EDIFÍCIO SOLAR XII, UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE RECUPERAÇÃO DE CALOR DOS PV. FOTOGRAFIA DO AUTOR	190
FIGURA 37 DESENHO DO ALÇADO SUL COM AS VENTILAÇÕES. ESQUEMA DO AUTOR	190
FIGURA 36 RENDER TANDO ANDO, 152 ELIZABETH STREET(NEW YORK) IN: ARCHDAILY, 2014. TADAO ANDO DESIGNS LUXURY RESIDENTIAL BUILDING IN NEW YORK. [ONLINE] AVAILABLE AT: HTTP://WWW.ARCHDAILY.COM/518236/TADAO-ANDO-DESIGNS-LUXURY-RESIDENTIAL-BUILDING-IN-NEW-YORK [ACCESSED 10 OUTUBRO 2016].	193
FIGURA 38 DESENHO DO ALÇADO SUL: UTILIZAÇÃO DE BETÃO. ESQUEMA DO AUTOR.	193
FIGURA 39 PESPETICA DO FACHADA SUL COM SISTEMAS CONSTRUTIVOS. ESQUEMA DO AUTOR	194
FIGURA 40 ALÇADO DA FACHADA SUL. ESQUEMA DO AUTOR.	195
FIGURA 41 PESPETIVA DA FACHADA SUL COM O SISTEMA CONSTRUTIVO 02, ESQUEMA DO AUTOR.	195
FIGURA 42 PESPETIVA EM ESQUIÇO DA FACHADA SUL. ESQUEMA DO AUTOR.	196
FIGURA 43 CORTE COM SISTEMA CONSTRUTIVOS DA FACHADA SUL. ESQUEMA DO AUTOR.	197
FIGURA 44 ESQUIÇO DA INTEGRAÇÃO FACHADA SUL COM NORTE UTILIZANDO BETÃO ENTRE OS PV. ESQUEMA DO AUTOR	198
FIGURA 45 ESQUIÇO DA INTEGRAÇÃO DA FACHADA SUL COM NORTE UTILIZANDO BETÃO ENTRE OS PV 02. ESQUEMA DO AUTOR	198
FIGURA 46 ESQUIÇO COM PENSAMENTO CONSTRUTIVO DA INTEGRAÇÃO DA FACHADA SUL COM A NORTE UTILIZANDO BETÃO ENTRE OS PV . ESQUEMA DO AUTOR.	199
FIGURA 47 ALÇADO DA INTEGRAÇÃO DA FACHADA SUL COM A NORTE UTILIZANDO BETÃO ENTRE OS PV . ESQUEMA DO AUTOR	201
FIGURA 48 ESQUIÇO DA FACHADA SUL NO PROCESSO QUASE FINAL. ESQUEMA DO AUTOR.	201

FIGURA 28 PLANTAS DA RESIDÊNCIA COM ORGANIZAÇÃO DO PROGRAMA. ESQUEMA DO AUTOR.....	203
FIGURA 29 TIPOLOGIA DE QUARTOS COM MARCAÇÃO DE ILUMINAÇÃO. ESQUEMA DO AUTOR.....	205
FIGURA 30 HORÁRIOS COMUNS DE USO DOS DORMITÓRIOS. ESQUEMA DO AUTOR	205
FIGURA 31 PERSPECTIVA DO QUARTO DUPLO. ESQUEMA DO AUTOR.....	205
FIGURA 32 PLANTA DA SALA DE ESTAR/REFEIÇÕES, COZINHA E LAVANDARIA COM MARCAÇÃO DE ILUMINAÇÃO. ESQUEMA DO AUTOR	206
FIGURA 33 HORÁRIOS COMUNS DE USO DAS ÁREAS DE APOIO AOS DORMITÓRIOS. ESQUEMA DO AUTOR.....	206
FIGURA 34 PERSPECTIVA DA SALA DE ESTAR/REFEIÇÕES. ESQUEMA DO AUTOR.....	206
FIGURA 35 HORÁRIOS COMUNS DE USO DAS ÁREAS DE COMUNS. ESQUEMA DO AUTOR.....	207
FIGURA 36 PLANTAS DAS ÁREAS COMUNS COM MARCAÇÃO DE ILUMINAÇÃO. ESQUEMA DO AUTOR	207
FIGURA 37 PLANTA DA SALA DE CONVÍVIO A 1/200. ESQUEMA DO AUTOR.....	207
FIGURA 38 PERSPECTIVA DA SALA DE CONVÍVIO. ESQUEMA DO AUTOR	207
FIGURA 39 HORÁRIOS COMUNS DE USO DAS ÁREAS DE COMUNS. ESQUEMA DO AUTOR.....	208
FIGURA 40 PLANTAS DAS ÁREAS DE SERVIÇO COM MARCAÇÃO DE ILUMINAÇÃO. ESQUEMA DO AUTOR	208
FIGURA 41 CORTE TRANSVERSAL DA RESIDÊNCIA, ORGANIZAÇÃO DE COLECTORES POR QUARTOS VERTICAIS. ESQUEMA DO AUTOR	210
FIGURA 63 CORTE TRANSVERSAL DO SISTEMA VENTILAÇÃO NATURAL UTILIZANDO NO INTERVALO DE VERÃO. ESQUEMA DO AUTOR	212
FIGURA 64 PLANTA DO SISTEMA DE VENTILAÇÃO NATURAL, ENCIMA O BLOQUEIO DO VENTO ATÉ AOS CORREDORES DA RESIDÊNCIA SISTEMA UTILIZADO NO INVERNO E EM BAIXO, A VENTILAÇÃO NATURAL UTILIZADO NO VERÃO. ESQUEMA DO AUTOR	212

FIGURA 65 CORTE DA FACHADA SUL COM OS PV, SISTEMA DE RECUPERAÇÃO DE CALOR COM OS PV. ESQUEMA DO AUTOR	213
FIGURA 66 CORTE ESQUEMÁTICO REPRESENTANDO RADIAÇÃO SOLAR PERANTE A PALA PROPOSTA NO EDIFÍCIO. ESQUEMA DO AUTOR	215
FIGURA 67 CORTE ESQUEMÁTICO REPRESENTANDO RADIAÇÃO SOLAR PERANTE A PROPOSTA NO EDIFÍCIO, LADO ESQUERDO PREOCUPAÇÃO COM AS LOJAS DO R/CE IMAGEM DO LADO DIREITO PREOCUPAÇÃO COM A SALA DE CONVÍVIO E AS ESPLANADAS DA LOJAS DO R/C. ESQUEMA DO AUTOR	215
FIGURA 68 CORTE TRANSVERSAL ESQUEMÁTICO IMPLEMENTADOS AS ESTRATÉGIAS ACTIVAS. ESQUEMA DO AUTOR	217
FIGURA 69 ALÇADO SUL, PV IMPLEMENTADOS NO EDIFÍCIO. ESQUEMA DO AUTOR	218
FIGURA 70 PAINEL FOTOVOLTAICO BP 380 . IN: BP PORTUGAL, 2016. SOLAR. [ONLINE] AVAILABLE AT: HTTP://WWW.BP.COM/PT_PT/PORTUGAL/PRODUTOSESERVICOS/SOLAR.HTML	219
FIGURA 71 PAINEL SOLAR TÉRMICO VULCANO FKB- 1S. IN: HIDROARRUDA, 2016. SISTEMA FORÇADO. [ONLINE] AVAILABLE AT: HTTP://HI-DROARRUDA.PT/SISTEMA-FORCADO-2/ [ACCESSED 10 OUTUBRO 2016].....	221
FIGURA 72 SOLTERM: OPTIMIZAÇÃO DA ORIENTAÇÃO SOLAR COM MELHOR EFICIENCIA O SITIO DE SINES, SENDO 32° A MELHOR OPTIMIZAÇÃO. RETIRADO DO PROGRAMA SOLTERM	221
FIGURA 73 PLANTA E CORTE DE COBERTURA, REPRESENTANDO OS COLECTORES DE ST. ESQUEMA DO AUTOR	222
FIGURA 74 CARATERÍSTICAS DO PV: BP 380 (CATALOGO) 01. IN: BP PORTUGAL, 2016. SOLAR. [ONLINE] AVAILABLE AT: HTTP://WWW.BP.COM/PT_PT/PORTUGAL/PRODUTOSESERVICOS/SOLAR.HTML	240
FIGURA 75 CARATERÍSTICAS DO PV: BP 380 (CATALOGO) 02. IN: BP PORTUGAL, 2016. SOLAR. [ONLINE] AVAILABLE AT: HTTP://WWW.BP.COM/PT_PT/PORTUGAL/PRODUTOSESERVICOS/SOLAR.HTML	241
FIGURA 76 SIMULADOR EDP. IN: EDP, 2016. SIMULAÇÃO DE SISTEMAS SOLARES PROCESSADA PELO AUTOR. [ONLINE] AVAILABLE AT: HTTPS://ENERGIA.EDP.PT/PARTICULARES/SERVICOS/ENERGIA-SOLAR/ [ACCESSED JUNE 2016].	242

8.2 Índice de Tabela

FIGURA 77 SOLTERM- IRRADIAÇÃO DE SINES. RETIRADO DO PROGRAMA SOLTERM 242

FIGURA 78 PROGRAMA SOLTERM: CONFIGURAÇÃO DOS PAINELIS FOTOVOLTAICOS. RETIRADO DO PROGRAMA SOLTERM 243

FIGURA 79 PROGRAMA SOLTERM: VALORES OBTIDOS PRODUÇÃO DOS FOTOVOLTAICOS. RETIRADO DO PROGRAMA SOLTERM 243

FIGURA 80 PROGRAMA SOLTERM: CARACTERÍSTICAS DOS SOLARES TÉRMICOS PARA DOIS QUARTOS 4PESSOAS. RETIRADO PROGRAMA SOLTERM 244

FIGURA 81 PROGRAMA SOLTERM: VALORES DOS SOLARES TÉRMICOS PARA DOIS QUARTOS 4PESSOAS. RETIRADO DO PROGRAMA SOLTERM 244

FIGURA 82 PROGRAMA SOLTERM: VALORES DOS SOLARES TÉRMICOS PARA APOIO DOS DORMITÓRIOS NO CASO (GERAL) 29 PESSOAS. RETIRADO DO PROGRAMA SOLTERM 245

FIGURA 83 PROGRAMA SOLTERM: VALORES DOS SOLARES TÉRMICOS PARA APOIO DOS DORMITÓRIOS NO CASO (A) 58 PESSOAS. RETIRADO DO PROGRAMA SOLTERM 245

FIGURA 84 PROGRAMA SOLTERM: VALORES DOS SOLARES TÉRMICOS PARA APOIO DOS DORMITÓRIOS NO CASO (B) 58 PESSOAS. RETIRADO DO PROGRAMA SOLTERM 246

FIGURA 85 PROGRAMA SOLTERM: VALORES DOS SOLARES TÉRMICOS PARA SERVIÇO DE APOIO +- 2 PESSOAS. RETIRADO PROGRAMA SOLTERM 246

TABELA 2 ESTIMATIVA HORÁRIOS DOS ALUNOS. TABELA DO AUTOR 16

TABELA 3 CONSUMOS MENSIS DE ELECTRICIDADE DOS DORMITÓRIOS. ESQUEMA DO AUTOR 18

TABELA 4CONSUMOS MENSIS DE ELECTRICIDADE DOS APOIOS DOS DORMITÓRIOS. TABELA DO AUTOR 20

TABELA 5 CONSUMOS MENSIS DE ELECTRICIDADE DAS ÁREAS COMUNS. TABELA DO AUTOR 21

TABELA 6 CONSUMOS MENSIS DE ELECTRICIDADE DAS ÁREAS DE SERVIÇO. TABELA DO AUTOR..... 22

TABELA 7 CONSUMOS MENSIS DE ELECTRICIDADE TOTAL DO EDIFÍCIO. TABELA DO AUTOR 23

TABELA 8 DIAS DE FERIAS DOS ALUNOS DA ETLA (ETLA, 2010) CONJUGANDO COM O CONSUMO DE ELETRICIDADE (kWh). TABELA DO AUTOR 23

TABELA 9 ELECTRICIDADE NECESSÁRIA POR MES EM AQS. TABELA DO AUTOR 23

TABELA 10 CONSUMOS DO ESQUENTADOR ELETRICO (kWh) PERANTE AO FUNCIONAMENTO DA RESIDÊNCIA. TABELA DO AUTOR 24

TABELA 11 LITROS NECESSÁRIO PARA CADA DIVISÃO. TABELA DO AUTOR 24

TABELA 12 CARACTERIZAÇÃO DO PAINEL FOTOVOLTAICO. TABELA DO AUTOR..... 35

TABELA 13 CARACTERIZAÇÃO DOS PAINÉIS SOLARES TÉRMICOS PROPOSTOS. TABELA DO AUTOR 36

TABELA 14 INSTALAÇÃO DE ST PELAS DIVISÕES DA RESIDÊNCIA. TABELA DO AUTOR..... 37

8.3 Índice de Grafico

GRÁFICO 1 CONSUMOS DE ELECTRICIDADE MENSAL DA RESIDÊNCIA. GRÁFICO DO AUTOR 24

GRÁFICO 2 ELECTRICIDADE PRODUZIDA PELOS PV. GRAFICO DO AUTOR..... 36

GRÁFICO 3 ELETRICIDADE NECESSÁRIA COMO APOIO AOS ST. GRÁFICO DO AUTOR 38

GRÁFICO 4 PRODUÇÃO DE AQS EM KWH PELO ST. GRAFICO DO AUTOR 38

GRÁFICO 5 PRODUÇÃO (INCLUINDO E ENERGIA DE APOIO) DE AQS EM KWH PELO ST. GRAFICO DO AUTOR 39

GRÁFICO 6 ELETRICIDADE FORNECIDA PELO ST E PV COBRINDO O CONSUMO DO EDIFÍCIO. GRAFICO DO AUTOR 39

GRÁFICO 7 PERCENTAGEM DE ELETRICIDADE FORNECIDA AO EDIFÍCIO. GRAFICO DO AUTOR..... 39

