U.PORTO

MESTRADO INTEGRADO

ARQUITETURA

A Eficiência Energética em Obra Moderna

Requalificação Bioclimática do Bairro das Caixas da Marinha Grande

Tomé Almeida Bandeiras Prazeres

M

2022

U.PORTO

Tomé A. B. Prazeres. A Eficiência Energética em Obra Moderna

M.FAUP **2022**

A Eficiência Energética em Obra Moderna

Requalificação Bioclimática do Bairro das Caixas da Marinha Grande

Tomé Almeida Bandeiras Prazeres

FACULDADE DE ARQUITETURA

A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM OBRA MODERNA

Requalificação Bioclimática do Bairro das Caixas da Marinha Grande

Tomé Almeida Bandeiras Prazeres

Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitetura
Orientação: Prof.º Doutor Arq. Eliseu Manuel Vieira Gonçalves

Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto - 2022

Notas

A presente dissertação foi escrita segundo o novo acordo ortográfico.
Todas as citações em idioma estrangeiro encontram-se traduzidas pelo autor.

Agradecimentos

Ao Prof.º Doutor Arq.º Eliseu Gonçalves, por aceitar este desafio, confiar em mim e orientar-me nesta longa e difícil maratona. Foi um prazer enorme trabalhar consigo.

A todos os professores com quem tive a honra de partilhar a sala de aula.

Aos meus pais, por todo o apoio, ajuda e sacrifício que fizeram para poder alcançar e materializar este sonho.

Aos meus amigos e colegas de curso que partilharam comigo todos os momentos desta jornada académica, e não só.

A todas estas e outras pessoas que de uma forma mais ou menos expressiva, contribuíram para que este momento chegasse. Obrigado!

Abstract

Discussion of climate change is imperative. We are living in decisive moment for the human species. If we do not act drastically and urgently, it will become more difficult for human beings to adapt to the devastating effects of global warming. In Portugal, extreme weather events potentiated by climate change have caused the death of the vulnerable population due to the poor energy performance of their homes. This poverty is present in the housing buildings of the Architecture of the Modern Movement.

The aim of this dissertation is to renovate a “modern” residential complex, “Bairro das Caixas da Marinha Grande” (BCMG), committed to the present, preserving its identity – metamorphosis. To balance the drawing of the bioclimate architecture strategies with the ones to the building to requalify, always aiming for the occupant’s thermal comfort.

We intend to demonstrate that, to achieve the efficacy of requalifying a bioclimate “modern” building, several fields need to be discussed: to evaluate the social, architectural and geographic characteristics of the study object, according to the “modern” and bioclimate practice of architecture.

Experimentally, this project intends to offer future pedagogic strategies in bioclimate renovations in “modern” buildings, or others. Also, it seeks to contribute to the reflection on inclusion of bioclimate regimes and strategies in rehabilitation of the Architecture of the Modern Movement.

Being able to preserve the “modern” architecture identity and create a bioclimate architecture only brings advantages to the population: maintaining architectural heritage, reducing a building’s ecological footprint, improving quality of life and lowering costs associated with thermal comfort.

Keywords

Bioclimatic, Modern, Climate, Energy Efficiency, Thermal Comfort, BCMG

Resumo

As alterações climáticas são a questão mais premente dos nossos tempos. Poder-se-á dizer que vivemos num momento decisivo para a espécie humana. Sem uma ação drástica e urgente, será cada vez mais difícil, para o ser humano, adaptar-se aos efeitos devastadores do aquecimento global. Os extremos climáticos potencializados pela alteração climática em Portugal têm provocado a morte da população mais idosa e carenciada devido ao grau de pobreza energético das suas habitações. Esta pobreza está muito presente nos edifícios habitacionais da Arquitetura do Movimento Moderno.

O objetivo da dissertação passa por requalificar um conjunto residencial "moderno", o Bairro das Caixas da Marinha Grande (BCMG), comprometido com o presente, preservando a sua identidade – metamorfose. Conseguir equilibrar o desenho das estratégias da arquitetura bioclimática com as do edifício a requalificar, visando sempre o conforto térmico do habitante.

Pretende-se demostrar que, para se atingir a eficácia de uma requalificação bioclimático de um edifício "moderno", é necessário abordar vários campos: o estudo das características sociais, arquitetónicas e geográficas do objeto de estudo, sendo as duas últimas perspetivadas segundo o olhar da Arquitetura "Moderna" e Bioclimática.

O espírito experimental deste estudo e requalificação, pretende oferecer estratégias pedagógicas futuras em requalificações bioclimáticas em edifício "moderno" ou em outro qualquer. Deseja também contribuir para a reflexão da inclusão de regimes e estratégias bioclimáticas na reabilitação da Arquitetura do Movimento Moderno.

Conciliar a preservação da identidade da arquitetura "moderna" com a implementação da arquitetura bioclimática, só traz vantagens ao Homem: preservação do património arquitetónico, redução da pegada ecológica do edifício, qualidade de vida e redução nos custos com o conforto térmico.

Keywords
Requalificação, Bioclimático, Moderno, Clima, Eficiência Energética, Conforto Térmico, BCMG

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 9

1. CONTEXTUALIZAÇÃO 19

1.1 POBREZA ENERGÉTICA EM PORTUGAL 20

1.2 HISTÓRIA DO BCMG 23
1.2.1 O programa das HE-FCP 23
1.2.2 O autor 27

2. PROBLEMAS PROJETUAIS 31

2.1 INTERVIR NA “MODERNIDADE” DO BCMG 32
2.1.1 Sinais de “modernidade” 34
2.1.2 Continuidade na mudança 39
2.1.3 Metamorfose 42

2.2 AS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DA MARINHA GRANDE 46
2.2.1 Clima 46
2.2.2 Zona de conforto térmico 54

3. DESEMPENHO ENERGÉTICO E ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA DO BCMG 61

3.1 IMPLANTAÇÃO 65

3.1.1 Exposição Solar 65
3.1.2 Movimentação do ar 72
3.1.3 Superfície do solo 74

3.2 PERDAS TÉRMICAS 76

3.3 CONTROLO SOLAR 86
3.3.1 Ganhos térmicos 86
3.3.2 Proteção solar 97

3.4 VENTILAÇÃO 104

CONSIDERAÇÕES FINAIS 110

BIBLIOGRAFIA 114

ÍNDICE DE IMAGENS 116

NOTAS 121

Anexo 124
Apêndice 152

INTRODUÇÃO

Objeto
Objetivo
Metodologia e Estrutura

"Desde os tempos mais remotos que a principal finalidade da habitação é ajudar o ser humano a combater melhor as inconstâncias hostis do meio ambiente e a proteger-se das condições climáticas adversas."[1]

1. GONÇALVES, H.; GRAÇA, J. Mariz. Conceitos bioclimáticos para os edifícios em Portugal. Pág. 9

Nesses tempos mais remotos ainda não existiam os conceitos de arquitetura bioclimática ou solar passiva, mas existia um conhecimento vernacular, caracterizado pela noção muito exata, por via sensitiva, da relação entre o clima, a forma, o material construtivo e o bem-estar físico.

No entanto, os mecanismos e as instruções deixadas por quem construía, segundo o conhecimento vernacular, foram-se desvanecendo ao longo dos séculos e substituídos por uma suposta arquitetura moderna racional. Esta tendência era caracterizada por construções arbitrariamente orientadas aos pontos cardeais.

O bem-estar do Homem tornou-se muito dependente do uso da energia. O custo desta, despendida na climatização, não para de subir a um ritmo dramático e os mais vulneráveis economicamente, são os que mais sofrem.

Cada vez mais em Portugal se começa a reconhecer a gravidade do problema da pobreza energética, mesmo sendo dos países de clima mais ameno da União Europeia. Mais de metade do parque habitacional em Portugal não atinge os mínimos de eficiência energética estipulados pela Organização Mundial da Saúde. A população mais pobre é a mais afetada, não tendo recursos monetários para se proteger das alterações climáticas, bem como diminuir a sua pegada ambiental. Em 2019, é o 6º país no ranking da União Europeia, onde a população é incapaz de manter a casa adequadamente aquecida devido ao seu estado de pobreza.

Vivem-se tempos onde é visível o crescimento da preocupação pela crise ambiental mas esta não acompanha a velocidade da degradação do nosso habitat. O aquecimento global é uma das maiores preocupações do mundo e tem vindo a agudizar-se nos últimos anos. Portugal é o 5º País no ranking da União Europeia, em 2018, no que toca ao contributo para o efeito de estufa.

As alterações climáticas no clima urbano são cada vez mais sentidas e a incapacidade de resposta a estas é cada vez mais visível. Hoje a adaptação climática é um dos maiores desafios das cidades. As áreas urbanas são as mais vulneráveis a microclimas muito severos devido às suas características morfológicas, bem como à grande

concentração populacional. Exemplo disso são os eventos climáticos extremos e as “ilhas de calor e frio” que desencadeiam grandes amplitudes térmicas.

“(...) efeitos na saúde da população tanto das ondas de calor como das vagas de frio evidenciando-se em ambos os casos a vulnerabilidade diferenciada de diferentes grupos populacionais.”[2]

2. CONGRESSO DA GEOGRAFIA PORTUGUESA 11 PORTO. As dimensões e a responsabilidade social da geografia: XI Congresso da geografia portuguesa: livro de atas. Pág. 467

Vários estudos têm demostrado o impacto e o perigo das temperaturas extremas para a saúde das pessoas. É nos idosos, doentes crónicos, indivíduos socialmente isolados e nas faixas populacionais socioeconomicamente mais débeis, onde se sentem mais estes efeitos, chegando a provocar a morte.

As cidades apresentam uma paisagem complexa devido ao intenso e desmedido crescimento urbano. A cobertura natural foi fragmentada e substituída por uma combinação de materiais impermeáveis, com cores, volumetrias e características físico-químicas distintas das originais, sem que houvesse uma avaliação dos potenciais impactos. Hoje existe uma incapacidade dos ecossistemas suportarem as atividades humanas, a qualidade dos ambientes urbanos e o bem-estar das pessoas. Todas estas transformações potencializaram o que hoje chamamos de “ilhas de calor e frio”.

O perigo para a saúde humana aumenta quando os contextos bioclimáticos são desfavoráveis. O risco é maior quando existe a simultaneidade de episódios climáticos extremos e vulnerabilidade dos organismos (capacidade de resposta às adversidades).

Objeto

O estudo do clima e da eficiência energético recai sobre o Bairro das Caixas da Marinha Grande (BCMG). Sita no centro da cidade da Marinha Grande, na Rua Luís de Camões. Projetado pelo arquiteto Francisco da Conceição Silva, inserido no programa das Casas de Renda Económica (CRE), financiado pelo organismo das Habitações Económicas da Federação de Caixas de Previdência (HE-FCP), mais concretamente, pela instituição da Caixa Sindical de Previdência do Pessoal da Indústria Vidreira. A sua construção iniciou-se em 1956. Hoje apresenta um estado de degradação visível, problemas de salubridade e deficiência no controlo ambiental.

O BCMG faz parte da história da Arquitetura do Movimento Moderno em Portugal. Obra singular e "moderna" pela inovação formal e conceitos base. O desenho do bairro provém das regras do programa das CRE, do gosto e dos métodos projetuais do autor.

O bairro é definido por dois blocos de dois pisos perpendiculares entre si, articulando a volumetria com o tecido urbano e com a apropriação dos habitantes dos espaços exteriores públicos e privados. O projeto do bairro é coroado com um jardim público, possibilitando a ligação entre diferentes classes socias. Um dos blocos era composto por casas em banda com espaços exteriores privados, reservadas aos funcionários administrativos. O outro bloco possuía uma visão mais moderna, composto por oito casas com um sistema de acesso por galeria, destinado ao operariado.[3]

Hoje, a maioria das habitações do bairro estão ao encargo do Instituto de Gestão Financeira de Segurança Social (IGFSS) e as restantes, sob gestão particular. Sem melhorias substanciais na eficiência energética, o bairro caracteriza-se pela realidade precária socioeconómica e ambiental.

A falta de recursos monetários, má eficiência energética da habitação e delicada condição física do habitante do BCMG, alimentam vulnerabilidade social, económica e ambiental, remetendo para noções de carência e de exclusão.

3. TAVARES, Maria Fernanda Gaspar. Habitações económicas: Federação de caixas de previdência: arquitetura e modos de atuação no exercício do projeto. Pág. 234



Imagem 1. Pormenor da fachada nascente do bloco B.



Imagem 2. Vista da fachada sul do bloco B e das fachadas nascente dos blocos A e B.



Imagem 3. Vista da fachada norte do bloco B e das fachadas nascente dos blocos A e B.



Imagem 4. Vista da fachada norte do bloco B e das fachadas poente dos blocos A e B.



Imagem 5. Vista da fachada sul do bloco B e das fachadas poente dos blocos A e B.

Objetivo

O objetivo da dissertação é adquirir conhecimento sobre a arquitetura bioclimática e aplicá-la numa proposta de requalificação de um edifício "moderno", o Bairro das Caixas da Marinha Grande, com todas as suas características construtivas, sociais e geográficas.

A requalificação tem o propósito de preservar o Património da Arquitetura do Movimento Moderno e melhorar o nível energético da obra em estudo. A conservação assenta numa lista de prioridade de preservação onde o principal aspeto não é a imagem, mas sim as ideias que fundamentam a obra em estudo. A melhoria da eficiência energética passa pela utilização dos elementos e fatores climáticos, em benefício do edifício, para minimizar os impactos ambientais, reduzir o consumo energético e oferecer melhor qualidade de vida aos locatários.

Esta dissertação pretende montar algumas estratégias de controlo bioclimático na requalificação do BCMG. Contudo, os desenhos não devem ser interpretados como fazendo parte de um possível projeto de execução. A requalificação implementa estratégias passivas adequadas aos princípios de responsabilidade social e ambiental. Estas medidas têm em vista um incremento do conforto térmico no fogo, contribuindo para a economia de energia e visando o desenvolvimento sustentável.

Com o estudo das várias temáticas deste trabalho, pretende-se que o produto final não consista numa: *"(...)solução única, rígida e estática; o controle do meio ambiente exige um certo descontrole e não é possível fazer simplesmente "engenharia ambiental", qualquer abordagem técnico-numérica deve ser entendida como um complemento ao que chamaríamos de "arquitetura ambiental", uma abordagem global ao desenho, no qual a pessoa recetora do mesmo passe a ser o primeiro fator a considerar."*[4]

4. SERRA, Rafael. Arquitetura y Climas. Pág. 19

Este trabalho pretende contribuir para a reflexão sobre a inclusão de reformas bioclimáticas e de estratégias de controlo bioclimático, na reabilitação física de edifícios "modernos", para combater a pobreza e promover a inclusão social dos habitantes, e assim diminuir a privação socioeconómica e ambiental.

O espírito experimental desta requalificação pretende guiar estratégias pedagógicas para futuramente ensinar a avaliar e conservar a essência do Património da Arquitetura Moderna, comprometido com o presente e futuro.

Pretende-se alertar os arquitetos, os engenheiros, os construtores, os estudantes, as autarquias e os demais gabinetes de projetos para as alterações climáticas, a pobreza energética e as condições da habitação em Portugal.

Metodologia e Estrutura

O BCMG é um edifício "moderno" com graves problemas térmicos pela sua conceção, utilizando como única solução os dispositivos de climatização que contribuíem para o aquecimento do planeta. Outra consequência do uso destes aparelhos é o custo elevado nas contas mensais de energia dos habitantes socioeconomicamente débeis.

Para se chegar a uma requalificação bioclimática em obra "moderna" é fundamental analisar o edifício pela sua história e pelo que representa ao Movimento Moderno e aos cidadãos. Posteriormente, abordam-se as variáveis: o clima e o habitante. Para finalizar, analisa-se o desempenho energético do edifício e as melhores soluções passivas para o combater.

Com isto, a primeira fase da dissertação passa por entender o fenómeno das alterações climáticas e da pobreza energética em Portugal. Analisa-se o contributo dos edifícios no aumento do aquecimento do planeta, o agravamento da pobreza energética no parque habitacional português, espelhado no ambiente do BCMG.

Numa segunda fase, trata-se a discussão internacional e nacional da preservação da Arquitetura do Movimento Moderno. Esta discussão cruza três campos: edifício, identidade e meio ambiente. Pretende-se refletir sobre a capacidade transformadora do Movimento Moderno, a sua adaptação e atualização, desde as suas origens até aos dias de hoje. É pertinente analisar vários tipos de intervenções com finalidades distintas em edifícios "modernos". Analisa-se o objeto de estudo segundo o programa em que está inserido, o autor e o Movimento Moderno. Depois de identificada a identidade do edifício, compara-se com o estado atual.

Numa fase posterior, carateriza-se o clima e os respetivos fatores e elementos. Pretende-se conhecer o concelho da Marinha Grande e os microclimas que se fazem aí sentir. Analisa-se no bairro, a possibilidade de acontecer episódios climáticos extremos e "ilhas de calor e frio". Por último compreender a implantação do bairro e como está exposto às questões territoriais e climáticas.

Se é imprescindível clarificar a variável exterior, o clima, é também importante clarificar a variável interior, o Homem: compreender as suas exigências físicas, não esquecendo as psíquicas, tendo sempre em conta o seu estado socioeconómico para diminuir a sua vulnerabilidade. Cada pessoa exige um determinado nível de conforto, segundo a idade, sexo e patologias. Para isso, estudam-se as áreas da termorregulação e os índices de conforto térmico. Procura-se contacto direto com o habitante para perceber a sua realidade.

Numa última fase, para alcançar o conforto nos múltiplos fogos, identificam-se os problemas energéticos. É crucial assinalar as patologias e deficiências dos imóveis. Analisam-se algumas requalificações de âmbito da eficiência energética e sustentável. Analisadas as bases de conhecimento e olhar crítico, inicia-se o processo de intervenção. Definem-se e desenham-se as estratégias de controlo bioclimático: promover os ganhos térmicos (controlo solar e combater as perdas) e aumentar a qualidade do ar (ventilação).

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1 POBREZA ENERGÉTICA EM PORTUGAL

1.2 HISTÓRIA DO BCMG

1.2.1 O PROGRAMA DAS HE-FCP
O arquiteto das HE
Adaptação ao carácter do habitante
O projeto

1.2.2 O AUTOR

1.1 POBREZA ENERGÉTICA EM PORTUGAL

A pobreza energética traduz-se na incapacidade de milhares de famílias custearem as suas necessidades de conforto térmico, nas suas habitações, para aquecer ou arrefecer de forma adequada.

Conforme o Observatório da União Europeia (UE) para a Pobreza Energética, mais de 50 milhões de famílias europeias vivem em pobreza energética. Apesar desta realidade não ser apenas portuguesa, o nosso país está longe de ficar bem no retrato a nível europeu. Segundo o estudo sobre a pobreza energética realizado pela Energias de Portugal (EDP) e pelo Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade de Lisboa (ISEG), Portugal aparece no fundo da tabela, em 25º lugar, como um dos países com maior nível de pobreza energética da Europa. Segundo este estudo, 75% do edificado nacional não tem condições de isolamento térmico.[1]

1. Pobreza energética em Portugal (EDP).

	COUNTRIES (list)	Index
1	Sweden	95.4
2	Phileland	85.6
3	Denmark	81.9
4	Austria	81.2
5	Luxembourg	80.9
6	UK	80.5
7	Ireland	79.3
8	Netherlands	78.1
9	Germany	75.8
10	France	73.3
11	Belgium	67.6
12	Spain	64.7
13	Romania	64.2
14	Poland	61.0
15	Czech Republic	60.2
16	Croatia	58.8
17	Malta	58.6
18	Estonia	58.0
19	Italy	52.1
20	Slovenia	51.3
21	Cyprus	46.2
22	Greece	43.7
23	Lithuania	42.4
24	Latvia	40.0
25	Portugal	36.7
26	Slovakia	8.4
27	Hungary	6.2
28	Bulgaria	0.7

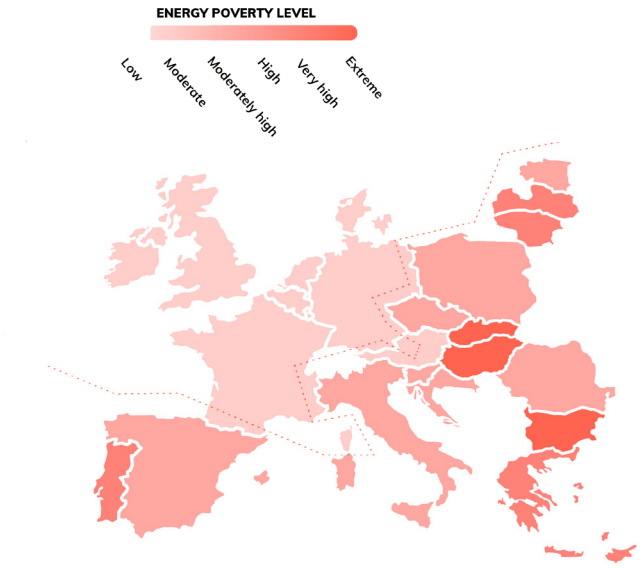


Imagem 6. Índice de Pobreza Doméstica Europeia (EDPI) mostra que a maioria dos países europeus tem taxas de pobreza crescentes que variam de "moderadamente alta" a "extrema", em famílias de baixa renda.

Em Portugal, a maioria das habitações não está preparada para o frio, nem para o calor e muito menos para os extremos de calor potencializados pela mudança climática. Ainda hoje, no nosso país, se morre de frio, sobretudo nas zonas rurais e entre a população mais idosa e carenciada. O frio e a humidade, que só por si agravam as doenças crónicas, respiratórias e cardiovasculares, ajudam a justificar a mortalidade no inverno. No entanto as vagas extremas de calor no verão começam a ter destaque no aumento de número de mortes.

Portugal está longe de fazer parte dos países mais frios da Europa e não se compreende por que razão se passa mais frio no nosso território, em relação aos países com temperaturas muito mais baixas. De acordo com o estudo, 22,5% da população portuguesa reconhece

estar em situação de pobreza energética, esta não tem condições financeiras para aquecer a casa no inverno e mantê-la fresca no verão.[2]

A carência económica não é sinónimo de pobreza energética. Muita da pobreza energética está ligada à pobreza económica, no entanto, pode estar também relacionada com os hábitos culturais e com o património arquitetónico.

A OMS definiu que o mínimo legal para uma habitação nova é de classe energética B numa escala de A+ a F. É o nível mínimo da qualidade de construção segundo o nível da eficiência energética e o mínimo de conforto térmico. Os 75% do parque habitacional português é ineficiente do ponto de vista energético, com uma classificação C ou inferior.

Segundo Selwin Wever, responsável por parte da EDP, no estudo realizado em parceria com o ISEG, afirma que: *"(...) o tema da pobreza energética tem sido relativamente ignorado pelas entidades responsáveis. Não há tantas políticas ativas em Portugal como em outros países com situações de pobreza energética menos graves que a nossa. Há muito a fazer em Portugal neste aspeto, mas para estes caminhos serem acelerados são necessárias medidas e incentivos."*[3]

Portugal tem como única política de combate à pobreza energética a Tarifa Social, fazendo parte dos únicos cinco países da UE com uma medida, apenas. Sobre esta medida, Ana Quelhas, Diretora de Planeamento Energético, diz que a: *"Tarifa Social é importante na medida em que constitui um alívio ao orçamento das famílias, mas é um instrumento incompleto no combate à pobreza energética pois não endereça o problema na sua génese. Uma forma mais estrutural de resolver o problema passa pelo investimento na qualidade de construção das casas e em equipamentos de eficiência energética. Estas medidas reduzem a necessidade de climatização, fazendo com que uma medida de apoio ao preço, como a tarifa social, possa ser menor todos os anos, ou mesmo desnecessária."*[4]

2. Pobreza energética em Portugal (EDP).

3. Pobreza Energética: um problema com solução (EDP).

4. Pobreza energética em Portugal (EDP).

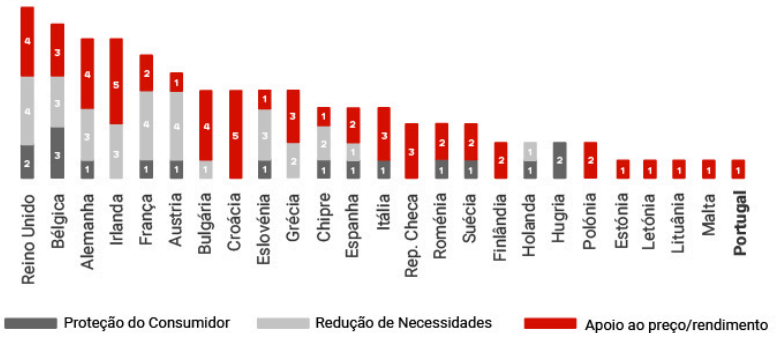


Imagem 7. Número de políticas publicas de combate à pobreza energética por país na EU.

Portugal está obrigado a monitorizar a sua situação de pobreza energética e a introduzir medidas específicas para combatê-la, para atingir a neutralidade carbónica em 2050. Esta monotorização deve-se ao estado da pobreza energética em Portugal e às emissões de Gases de Efeito de Estufa (GEE) provenientes dos edifícios. Na União Europeia, no ano de 2019, os edifícios representavam um terço das emissões globais de CO2 e os estudos mostram que esta se tem agravado.[5] No ciclo de vida de um edifício, as emissões de GEE provêm mais de 80% do seu período de utilização.[6] Essas emissões têm origem sobretudo da utilização de sistemas de climatização, e com eles o grande consumo de energia para o seu funcionamento.

5. WASSOUF, Micheel. De la casa pasiva al estándar Passivhaus. La arquitectura pasiva en climas cálidos.

6. IPCC (2014). Fifth Assassent Report: Climate Change 2014.

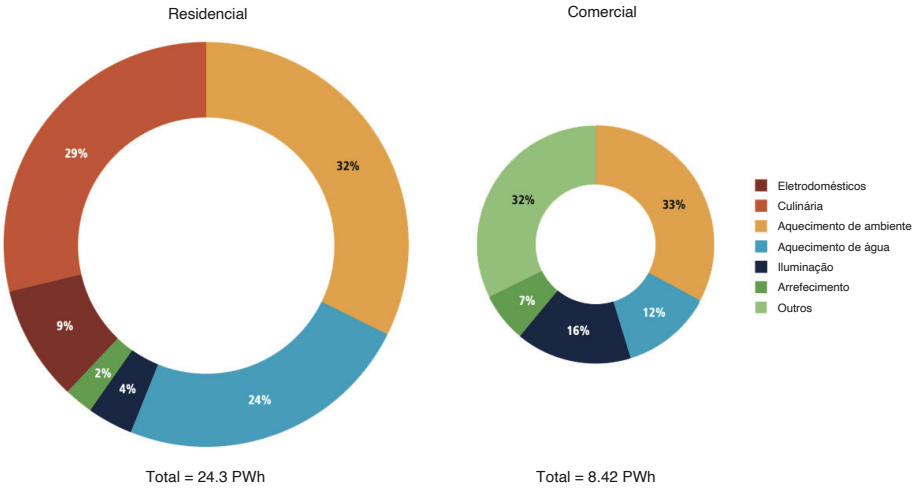


Imagem 8. IEA (2013). Consumo final de energia dos edifícios escala mundial, em 2010.

As emissões de GEE, provenientes dos edifícios, devem ser reduzidas a 60% até 2030. Parte da solução deste problema passa pela implementação de medidas passivas e sustentáveis na construção ou "reciclagem" das edificações. Para se alcançar estes objetivos, os Estados-Membros da UE terão de duplicar a taxa de renovação dos edifícios, até 2030.

A pobreza energética, em Portugal, é um problema que parece não ter um fim à vista, pelo menos, a curto prazo. Todas as entidades, inclusive os arquitetos, são convidados a um esforço adicional em impor, na construção e reconstrução, estratégias bioclimáticas para aumentar o conforto térmico que irá reduzir consideravelmente os níveis de pobreza energética e os gases de efeito estufa.

1.2 HISTÓRIA DO BCMG

1.2.1 O PROGRAMA DAS HE-FCP

As Habitações Económicas da Federação de Caixas de Previdência (HE-FCP) tinham como objetivo a construção de “Casas Económicas” e “Casas de Renda Económica” (CRE), ou seja, habitação económica através do apoio financeiro das instituições de previdência.[7]

7. TAVARES, Maria Fernanda Gaspar. Habitações económicas: Federação de caixas de previdência: arquitetura e modos de atuação no exercício do projeto. Pág. 84 e 85

O BCMG foi financiado pela instituição da Caixa Sindical de Previdência do Pessoal da Indústria Vidreira, com o objetivo de criar “Casas





Imagem 9 (esq.). Carimbo das HE-FCP.
Imagem 10 (dir.). Símbolo das HE-FCP.

de Renda Económica” para os trabalhadores da indústria vidreira da Marinha Grande.

O programa das CRE era uma ferramenta operativa das Habitações Económicas (HE) com o objetivo de resolver a impossibilidade de acesso a terrenos de custos acessíveis e a carência habitacional. O destino das suas construções era sobretudo as classes de trabalhadores de um nível económico médio, situadas nos centros urbanos e industriais.

O principal foco das HE era o projeto de financiamento e o de construção de habitação de “renda económica”. Para conseguir reduzir ao mínimo o valor de renda mensal praticada, tentaram reduzir ao máximo o custo da construção de habitação, implementando medidas para orientar e melhorar o aproveitamento do interior das habitações.

O funcionamento das HE, na construção das CRE, fazia-se através de um grande controlo sobre o plano operacional. Estudavam e propunham os planos gerais, os planos de repartição, atribuição e distri-

buição das habitações pelas caixas federadas. Também estudavam os planos de financiamento efetuados pelas caixas federais, os contratos das empreitadas e os contratos com as câmaras municipais.[8]

8. TAVARES, Maria Fernanda Gaspar. Habitações económicas: Federação de caixas de previdência: arquitetura e modos de atuação no exercício do projeto. Pág. 85

O ARQUITETO DAS HE

O arquiteto teve um papel fundamental na concessão e na eficácia dos objetivos das HE. Tinha a responsabilidade de acompanhar todo o processo desde o início, com o conhecimento efetivo do local de implantação, resolvendo todos os casos de necessária adaptação ou alteração.

As HE foram constituídas por uma nova geração de arquitetos que adotou um conjunto de medidas que iam ao encontro das correntes internacionais do movimento moderno sobre a habitação coletiva e a ideia funcionalista da casa-máquina de habitar. Essas medidas foram: a adoção do bloco em altura, a racionalização dos métodos construtivos e outras características técnicas orientadas para o conforto de uma família moderna. A nova geração projetou habitações mais atraentes, económicas e cómodas.

Em conjunto com as ideias das HE, essa nova geração de arquitetos implementou um conjunto de transformações ao nível da economia do espaço/custo de construção, mas também não descorou as necessidades diárias dos utentes e a influência da distribuição espacial no quotidiano doméstico.

Os objetivos das HE interligados aos princípios da corrente internacional do movimento moderno e com o crescente problema habitacional, levou a que o papel do arquiteto na sociedade fosse motivo de discussão e: *"(...) foi-se aproximando cada vez mais de uma obrigação social."*[9]

9. ibidem. Pág. 79

Nuno Teotónio Pereira afirmava que as HE eram um: *"(...) espaço de liberdade para os jovens arquitetos"*[10] . Esta liberdade marcou o espírito de oposição e reação à arquitetura de orientação oficial, emergida em organizações de movimentos associativos, tal como as "Iniciativas Culturais Arte e Técnica" (ICAT) em Lisboa e a "Organização dos Arquitetos Modernos" (ODAM) no Porto.

10. ibidem. Pág. 106

ADAPTAÇÃO AO CARÁCTER DO HABITANTE

Nas HE a correta ação disciplinar do método projetual, consistia em conhecer a realidade das pessoas para resolver as funções habitacionais com base nas caraterísticas sociológicas dos habitantes a

alojar. Existia uma vontade de encontrar uma solução que se ajustasse às necessidades e ao carácter de cada povo e região. Os desejos e os gostos dos habitantes eram postos na discussão do projeto, como por exemplo, se necessitavam de um forno para o pão, de uma arrecadação para animais ou alfaias agrícolas, de uma pequena oficina artesanal, entre outros.

As Caixas de Previdência (CP) que representavam um determinado ofício, eram um ponto de partida para o desenho do projeto. O ofício dos inquilinos determinava vivências específicas no espaço doméstico e estas eram traduzidas formalmente. Isto originou um espaço de discussão entre os projetistas e a população a alojar.

As HE criaram um modelo estandardizado de família através de estatísticas tipificadas de cada região ou povo. Este modelo era um mecanismo para resolver por vezes a falta de comunicação entre o arquiteto e os utilizadores futuros. Este método levou à flexibilidade do uso de alguns compartimentos do espaço doméstico.

O PROJETO

O programa das CRE foi estabelecido segundo regulamentos específicos, particularmente na Lei 2007 de 7 de Maio de 1945, seguida do Decreto-Lei 35611 de 25 de Abril de 1946. As bases que orientaram as CRE foram: oferecer boas condições de higiene, solidez e duração, ter acesso direto a cada fogo, possuir sistemas de distribuição de água e de esgotos ligados às redes públicas dos centros urbanos ou a redes privativas. Ter também um máximo de rés-do-chão e três pisos, com o mínimo de três divisões para os fogos de 2ª classe e de cinco para as de 1ª classe (para além de cozinha, despensa, casa de banho e retrete). Existiam casos particulares onde os mínimos eram reduzidos respetivamente a duas e quatro divisões.[11]

11. LAMEIRA, Gisela; ROCHA, Luciana [et al.]. Mapa da habitação: guia para uma terminologia específica em arquitectura habitacional apoiada pelo Estado em Portugal [1910-1974]. Pág. 5

As habitações com menos quartos destinavam-se a famílias de classe operária (2ª classe) e as de maior dimensão a famílias de classe média (1ª classe). Na 1ª classe estavam incluídos os funcionários administrativos que poderiam coabitar com o operariado no mesmo agrupamento habitacional.

As HE tinham uma arquitetura planificada e normalizada mas também orgânica, viva e variada. Esta diversidade deve-se ao facto de possuírem um ponto de partida estandardizado que depois era ajustado segundo o reconhecimento local. Esse plano inicial consistia em repetir a célula base, suprimir as áreas de circulação, concentrar o

núcleo de águas e relacionar um espaço central comum, onde ocorre a vida doméstica, com o espaço exterior. Mesmo com um ponto de partida estandardizado, os projetos não eram rígidos nem definitivos mas sim adaptáveis às circunstâncias de cada caso e sujeitos a aperfeiçoamentos.

Quando as CP representavam um determinado ofício, os projetos eram projetados à circunstância, normalmente eram de escala mais reduzida com menor número de pisos e apresentavam uma maior união do ponto de vista formal.

As HE, estimuladas pela "Unidade de Habitação de Marselha" do arquiteto Le Corbusier, defendiam as vantagens da criação de jardins junto dos agrupamentos habitacionais, estimulando a higiene e o gosto pelo ar livre.

Nas CRE foi implementada a estratégia de um espaço comum e moderno na habitação. Essa estratégia foi executada no desenho da cozinha com todas as agregações funcionais possíveis (cozinhar, comer, estar e serviços), motivando uma forma nova de habitar. A cozinha era considerada um espaço primário da organização funcional e social, e foi restringida a três categorias: "cozinha integrada em zona de estar", "cozinha nicho" e a "cozinha separada". Estas eram configuradas em esquemas de cozinha em "L", em linha, em corredor e em "U".

As habitações do BCMG são compostas pelas "cozinha nicho" e "cozinha separada". A "cozinha nicho" é uma espécie de alcova onde todos os equipamentos estão inseridos. A "cozinha separada" é um espaço autónomo com todas as suas funções, limitadas a uma mesma área podendo ter zona de trabalho anexa integrada ou separada.

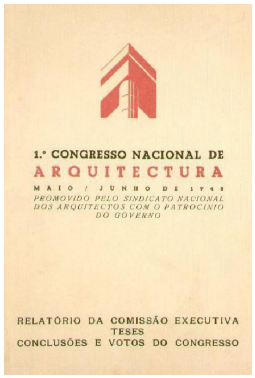
Com as HE criaram-se novos tipos de construção e novas formas de habitar em Portugal. Eram gestoras de programas habitacionais, como também eram um espaço de discussão e experimentação de processo de projeto e formas de contacto entre o organismo e os projetistas, incluindo, sempre que possível, a população a alojar.

Ao caracterizar as HE-FCP e o programa das CRE, consegue-se desmistificar parte das intenções subjacentes ao edifício em estudo. Clarifica-se: o seu financiamento, o porquê da sua encomenda, em que contexto local e temporal foi mandado ser construído, a quem era dirigido, a sua nova ideia de habitar e parte da organização espacial e formal.

1.2.2 O AUTOR

Francisco da Conceição Silva (1922-1982) foi um dos mais importantes arquitetos portugueses do século XX. O seu percurso singular inscreveu-o na história da Arquitetura Moderna Portuguesa.

Fez parte da organização Iniciativas Culturais Arte e Técnica (ICAT) e representou com outros colegas, no I Congresso Nacional de Arquitetura, a nova geração de arquitetos portugueses, atentos aos propagados princípios do Movimento Moderno. Com esta base teórica e exemplar, estes começam a projetar Arquitetura Moderna, firmemente crentes num imperioso Zeitgeist, em consciência plena de que se vivia um tempo novo que, finalmente, atravessara as fronteiras portuguesas.



11. Capa do relatório do 1º Congresso Nacional de Arquitetura.

Existia em Portugal um sonho de uma rápida modernização que, com Conceição Silva, encontrou melhor eco nos meios arquitetónicos portugueses, não só através da sua obra, como da postura teórica.

O início da carreira de Conceição Silva foi descrito pela continuidade da referência regionalista com a implementação gradual de traços "modernos". Posteriormente, abandona esse regionalismo e a sua arquitetura é caracterizada pela radicalização "moderna". Pôs em prática a sua ideia base de controlo total sobre o projeto e foi distiguindo pela sua informação nacional e internacional sempre atualizada, na perscrutação de uma modernidade que se projetasse no futuro nacional. Parecia-lhe extraordinariamente significativa a forte tendência, fruto do aparecimento de novos processos de construção em Portugal, importados de países tecnicamente mais evoluídos.

Na perspetiva da sua profissão, Conceição defende que o arquiteto: *"(...) não deve ser tido somente como aquele individuo que concebe um edifício."*[12] Segundo esta perspetiva, o arquiteto tem de ter uma atividade muito mais ampla e deve estar dentro de todos os assuntos que o rodeiam, desde os sociais aos construtivos. Deve ser uma pes-

12. Silva, J. P. C.; Silva, F. M. C. Francisco da Conceição Silva, arquiteto: 1922-1982. Pág. 9

soa presente e comprometida com a sua criação e tem de gerar condições para garantir a realização daquilo que se propõe fazer. Conceição afirma ser imprescindível, sobretudo em empreendimentos de maior envergadura, existir o controlo desde a criação à conceção. Para isso, tem de haver uma forte comunicação ou controlo sobre quem constrói. Segue a ideia de que o "atelier" deve ter a capacidade de criar mas ao mesmo tempo de executar, pois assim nunca dependerá da evolução da indústria. Depois destes princípios todos, Conceição finaliza: *"E então o projeto terá a sua própria expressão relacionada com o processo de construir."*[13]

13. Silva, J. P. C.; Silva, F. M. C. Francisco da Conceição Silva, arquiteto: 1922-1982. Lisboa: Sociedade Nacional de Belas Artes. Pág. 10

Conceição Silva defende a necessidade de os arquitetos também participarem em todas as alavancas das decisões sobre a produção da arquitetura e cidade e não se remeterem apenas ao projeto. Lutava em todas as circunstâncias, na procura de um ambiente, desejava ele evolutivo, que permitisse a inserção do Homem na sociedade. Este tinha uma íntima e espontânea compreensão da complexidade do "habitat".

Alguns dos colegas, amigos e professores que conviveram e trabalharam com Conceição Silva, referiam-se à sua pessoa e obra como:

"(...) o Arquiteto como garante de uma qualidade na sua visão sintética e globalizante, mas numa perspetiva de adaptação às realidades mutantes da produção em geral e da sociedade que a suporta."[14]

14. ibidem. Pág. 26

"(...) a obra enorme que produziu e que fica marcada pela sua preocupação de a Arquitetura ganhar dimensão inovadora e possibilitadora de proporcionar ao Homem um "habitat" que, albergando-o, lhe consentisse, material, cultural e (vá lá) politicamente, vida plena."[15]

15. ibidem. Pág. 14

A leitura da obra de Conceição Silva passa pela reflexão técnica, estética, cultural e ainda sociológica. A sua carreira foi marcada pela sua coerência, criatividade, qualidade conceptual e construtiva, sem grande exuberância e pelo seu "estilo" característico. Marcou a arquitetura portuguesa pelo rigor do processo que se refletia nas suas obras.

O BCMG e a sua herança arquitetónica, são as justas provas da qualidade de Conceição Silva e da sua identidade. Pode-se afirmar que este soube conceber e construir grandes obras arquitetónicas, no controlo da totalidade através de um grande cuidado do pormenor. Um arquiteto de vontade afirmativa na expressão arquitetónica "moderna", mas com maturidade e sensibilidade na inserção com o local. Mais que um arquiteto era o homem preocupado com a sociedade.

Imagem 12. Francisco da Conceição Silva no seu atelier.



2. PROBLEMAS PROJETUAIS

2.1 INTERVIR NA “MODERNIDADE” DO BCMG

2.1.1 SINAIS DE “MODERNIDADE”

2.1.2 CONTINUIDADE NA MUDANÇA

2.1.3 METAMORFOSE
Das intenções à circunstância
Fadiga formal

2.2 AS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DA MARINHA GRANDE

2.2.1 CLIMA
Macroclima
Microclima

2.2.2 ZONA DE CONFORTO TÉRMICO
Índice de conforto

2.1 INTERVIR NA "MODERNIDADE" DO BCMG

"(...) compreender o campo patrimonial e o projeto arquitetónico não como pares antagônicos, mas como uma mesma dimensão que aborda os valores da memória, os desafios atuais e as oportunidades futuras para a herança do Movimento Moderno."[1]

1. TOSTÕES, Ana; KOSELJ, Natasa. Metamorphosis: The Continuity of Change. Lisboa: Docomomo Internacional; Liubliaba: Docomomo Eslovénia, 2018. Pág. 550

A Arquitetura Moderna atravessa agora um tempo paradigmático, não só pela sua inevitável degradação mas também pelo impacto dos novos cenários do séc. XXI, que nos obrigam a repensar a sua conservação e reutilização.

Alguns edifícios "modernos" são essenciais à leitura da cidade e por si só, basta para serem preservados. Outros que testemunham uma viagem no tempo na arquitetura e outros que constituem uma conjugação perfeita da linguagem e mestria de uma criação. Pondo isto em linguagem corrente, existem aqueles edifícios que são admirados e aqueles que nos ajudaram a viver e amar a cidade. Todos os edifícios acrescentam algo às pessoas ou à cidade e por isso: *"(...) não precisa de ter nenhuma qualidade ou antiguidade excecional à priori."*[2]

2. ibidem. Pág. 249

Qualquer intervenção de recuperação e de reutilização requere, do ponto de vista teórico, um amplo conhecimento e competências. No processo de preservação de um edifício "moderno" é necessário examinar e proceder de acordo com uma orientação multidisciplinar antes de iniciarmos qualquer projeto de intervenção. Esta metodologia está presente em vários estudos, realçando os seguintes: "Metamorfose como processo comum de mudança, identidade, autenticidade e materiais preservados no caso de estudo Novocomum de Giuseppe Terragni"[3], de Carolina Di Biase, Alessia Facchi, Anna Greppi e Camilla Casonato; "Reflexões sobre a conservação do património arquitetónico"[4], de Bruno Reichlin; "O frontão Jai-Alai de Gernika de 1963"[5], de GerLilia Maure; "Instituto Salk para estudos biológicos: projeto de conservação da parede da janela de teca"[6], de Kyle Normandin e Sara Lardinois; "Contribuições das workshops académicos para a discussão sobre a reutilização de edifícios modernistas"[7], de Michel Melenhorst e Francisco Teixeira Bastos; "O projeto Ferantov Vrt: a contribuição dos alunos para o processo de preservação do património moderno"[8], de Sonja Ifko. A metodologia que ambos os estudos falam é a seguinte:

3. ibidem. Pág. 254
4. MOLINA, J. M. de; PICO, Ramón. ¿Renovarse o morir?: Experiencias, apuestas y paradojas de la intervención en la arquitectura del Movimiento Moderno. Pág. 183
5. ibidem. Pág. 49
6. TOSTÕES, Ana; KOSELJ, Natasa. Metamorphosis: The Continuity of Change. Lisboa: Docomomo Internacional; Pág. 424
7. ibidem. Pág. 554

8. ibidem. Pág. 658

- Estudo contextual
- Análise do estado atual
- O que preservar?

Uma requalificação ou restauro de um edifício "moderno" exige uma prévia investigação de carácter contextual para se poder identificar e posteriormente conservar os valores que o caracterizam. Este estudo passa por reunir informações, análises e interpretações sobre o aspeto original do edifício em análise. A recolha de dados passa pelo enquadramento histórico até à análise arquitetónica (estética, estilo e função). No caso do BCMG, esta recolha passou pelo enquadramento do programa da HE-FCP, pelo estudo do autor e pelos sinais de "modernidade" no bairro.

O projeto inicial pode ser deduzido textualmente, graficamente, fotograficamente ou oralmente através dos dados provenientes de arquivos públicos e privados, com o propósito de torná-los visíveis por meio de desenhos e gráficos.

A consulta à documentação de projeto de um edifício, compreendida através das "lentes" fornecidas pelas imagens, desenhos e narrativas historiográficas, é o que realmente orienta o difícil processo de decisões de intervenção. Exemplo disso são as requalificações do Sanatório Zonnestraal, na Holanda, projetado por Jan Duiker e requalificado pelos arquitetos Bierman Henket e Wessel de Jonge e da Villa Savoy, em França, projetada por Le Corbusier e requalificada inicialmente pelo arquiteto Jean Dubuisson e finalizada pelo arquiteto Jean-Louis Véret.



Imagem 13 (esq.). Sanatório Zonnestraal antes da recuperação.
Imagem 14 (dir.). Sanatório Zonnestraal depois da recuperação.



Imagem 15 (esq.). Villa Savoye antes e depois da recuperação.
Imagem 16 (dir.). Villa Savoye antes e depois da recuperação.

2.1.1 SINAIS DE “MODERNIDADE”

Entre 1940 e1960, existiu um desenvolvimento urbano e habitacional que incorporou influências estrangeiras do Movimento Moderno, por meio de diferentes abordagens e em diferentes graus.

Vários sinais de modernidade materializaram-se nos edifícios de habitação coletiva. Observaram-se soluções inovadoras no contexto urbano na concepção de fachadas, no desenvolvimento de novos sistemas de acesso, na articulação de várias tipologias habitacionais, na organização do programa funcional e na experimentação de novos materiais.

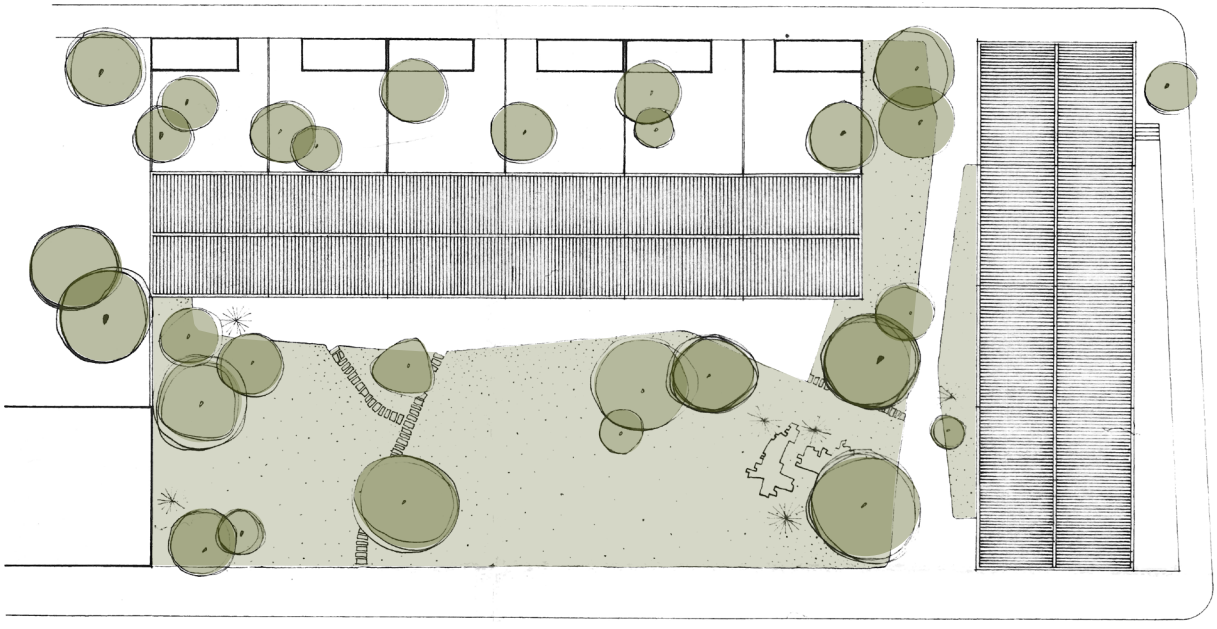
A arquitetura do Movimento Moderno é definida pela clara relação entre a forma e estrutura, traduzida em processos de modelação e pré-fabricação, resultando na própria definição de implantação, distribuição, composição em planta, organização do fogo, volumetria e alçado.

Quando se procura os sinais de “modernidade” no edifício, tem de se salientar a escala, porque nos edifícios de menor dimensão a modernidade tem um “tratamento mais apurado” e é mais evidente. Os sinais são:

Implantação

- Disposição regular dos blocos no terreno;
- Blocos de forma retangular, estreita e comprida;
- Utilização de espaço verde como barreira ao construído;
- O contacto dos edifícios com o solo e com a topografia natural é feito a partir da estrutura de betão armado.

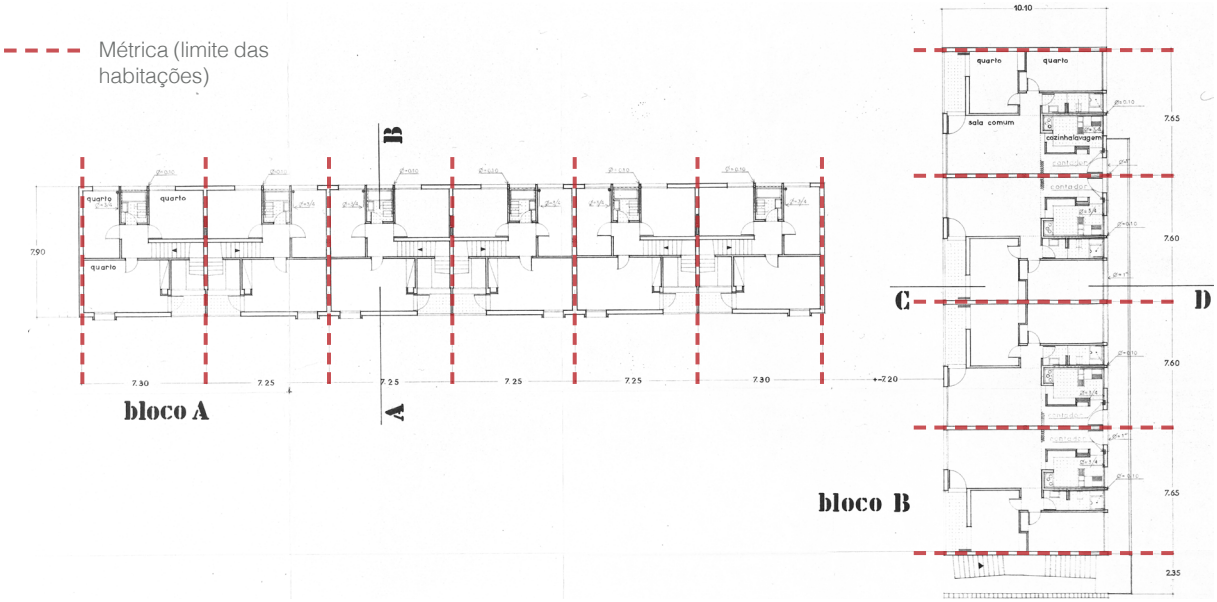
Imagem 17. Planta de implantação do BCMG. Desenho original em anexo.

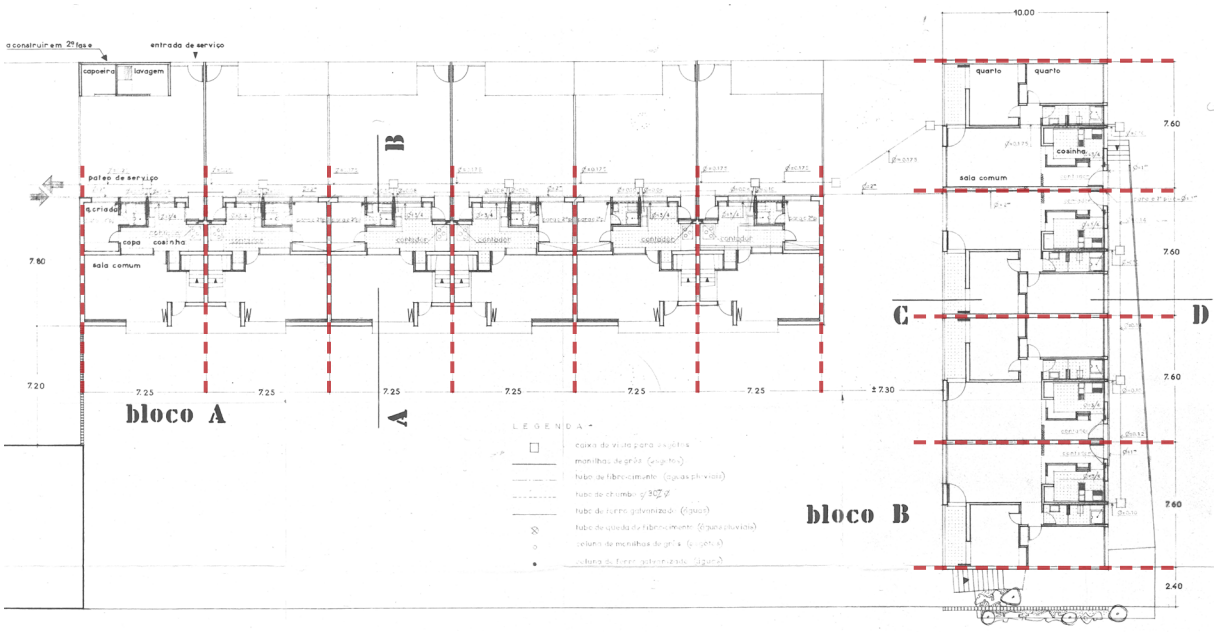


Composição em planta

- A composição da planta dos blocos obedece a uma métrica precisa, resultante da distância entre eixos estruturais;
- Os módulos são formados pelo afastamento entre pilares e estes desenham os limites das habitações.

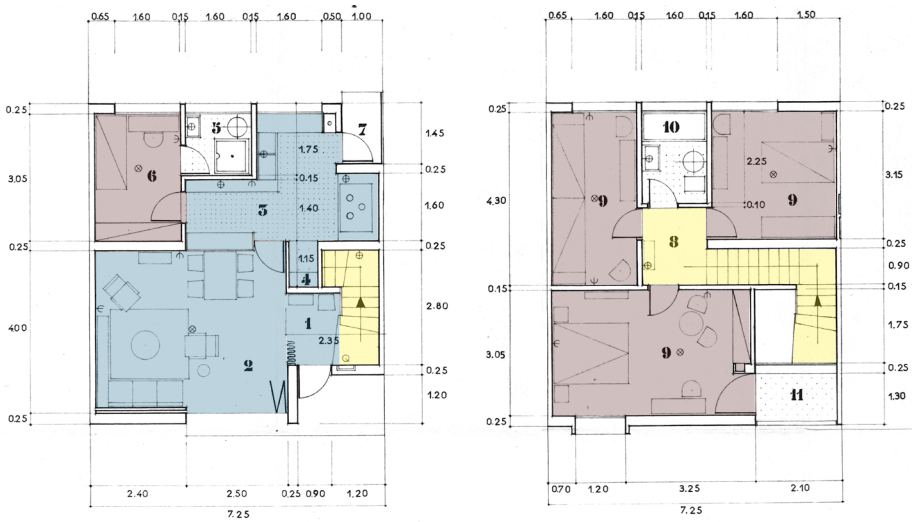
Imagem 18. Planta do piso 0 do BCMG. Desenho original em anexo.
Imagem 19. Planta do piso 1 do BCMG. Desenho original em anexo.





Organização do fogo

- Obedece a rigorosos esquemas funcionais com a separação entre espaços diurnos e noturnos, entre as entradas, principal e secundária, e entre as zonas de estar e de serviços;
- Distribuição racional das áreas, procurando a melhor exposição solar e orientação para as vistas;
- Transparece sempre a ideia de “planta livre”, existindo espaços fixos e espaços flexíveis e outros mais evolutivos. Estes espaços estão sempre enquadrados nos limites estabelecidos pela rede estrutural do bloco;
- Introdução de espaços multifuncionais e eliminação de espaços de circulação desnecessários.



Espaços diurnos
Espaços noturnos
Espaços de circulação/distribuição

Imagem 20. Planta tipo do Piso 0 (esq.) e do piso 1 (dir.) do bloco A. Desenho original em anexo.



Imagem 21. Planta tipo do bloco B. Desenho original em anexo.

Distribuição

- Os blocos possuem uma clara distribuição interna através de eficientes circuitos e acessos que assinalam as áreas privadas (fogos), as áreas públicas (jardim) e as áreas de serviço (galeria e a escada de acesso a esta).

Composição volumétrica

- Os blocos apresentam-se de forma geometrizada, como peças unitárias e paralelepípedos regulares, sólidos e independentes;
- O desenho da galeria de distribuição é cuidado e existe um recuo nos alçados laterais para a inserção do volume da escada;
- A forma monolítica provém da estrutura híper estática e rígida, composta por pilares e vigas de betão armado que constroem uma malha tridimensional;
- A estrutura tem outras capacidades para além das puramente técnicas. Tem função de carácter formal quando observamos o betão aparente como material plástico e volumes salientes em consola.





Imagem 22 (esq.). Galeria de distribuição do bloco B.
Imagem 23 (dir.). Escada de acesso à galeria do bloco B.

Alçado

- Reflexo entre a estrutura e a forma: marcação horizontal das lajes e vertical dos eixos da estrutura nas fachadas;
- Utilização de janelas horizontais e grandes sacadas de vidro;
- As fachadas são caracterizadas pelos planos livres e abstratos, compostos por cheios e vazios, cores, materiais e revestimentos exteriores. Esta simbiose resulta em imagens de depurado sentido estético;
- Os materiais de revestimento: diversidade de texturas e materiais utilizados na galeria de distribuição e na parede da escada de acesso. Destaque para a utilização da grelha de ventilação nas fachadas na zona da lavandaria e da casa de banho;
- Possui uma forte linguagem arquitetónica e material, muito devido à diversidade de materiais utilizados, juntamente com a combinação de materiais tradicionais e novas técnicas de aplicação;
- Acabamento inferior destaca-se com uma base em pedra.

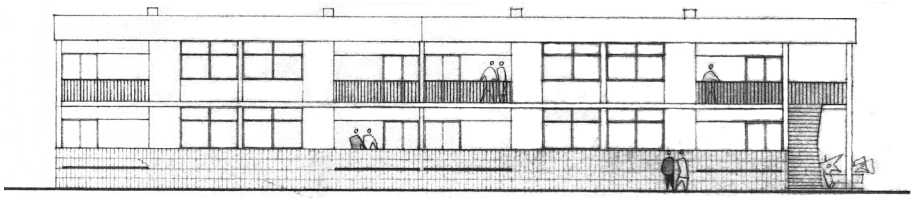


Imagem 24. Alçado sul do bloco B este do BCMG. Desenho original em anexo.

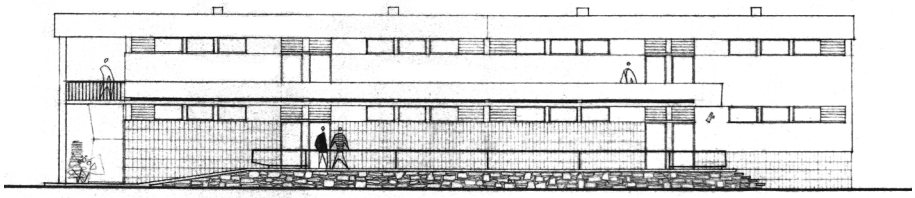
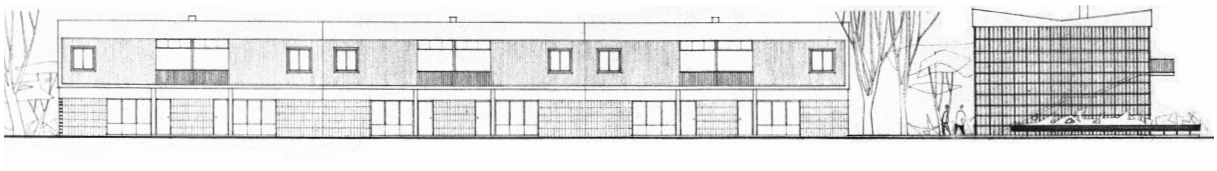
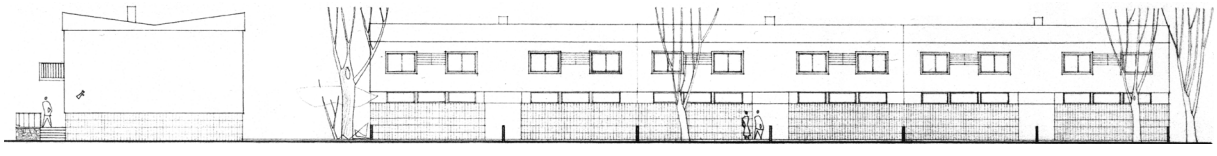


Imagem 25. Alçado norte do BCMG. Desenho original em anexo.
Imagem 26. Alçado nascente do BCMG. Desenho original em anexo.
Imagem 27. Alçado poente do BCMG. Desenho original em anexo.





2.1.2 CONTINUIDADE NA MUDANÇA

Os edifícios vão sofrendo alterações ao longo do tempo, quer por ação do próprio tempo, quer pela ação humana. É verdade que se podem ler essas alterações como uma expressão da permanência da identidade do edifício por meio da mudança. No entanto, a perceção desse processo pode gerar uma sensação de envelhecimento, declínio e fragmentação.

Em todo o tipo de requalificação existe o dever natural e a necessidade de visitar o edifício: de sentir a sua "substância", de analisar o seu estado atual e contactar os seus utilizadores.

Para estudar as mudanças efetuados ao longo do tempo e o impacto destas no desenho do edifício, comparamos o estado atual com o projeto inicial. Feita a análise do desenho, segue-se o mapeamento da extensão das transformações.

A história é marcada pelas mudanças parciais e contínuas, típicas de edifícios residenciais, pertencentes a diferentes proprietários. A soma das inovações individuais resulta numa profunda mudança no exterior do edifício e numa alteração significativa dos espaços e materiais pretendidos pelo arquiteto. Muitos dos edifícios não estão protegidos pelos regimes de proteção do Património da Arquitetura Moderna, deixando as intervenções à mercê das decisões arbitrárias dos proprietários.

É muito recorrente, proveniente das decisões tomadas pelos proprietários, alterações na aparência do edifício e no aparecimento de um catálogo variável de diferentes tipos e sistemas de janelas e portas, com novos tipos de materiais, proporções e métricas.Imagem 28 e 29

As grandes superfícies envidraçadas em edifícios modernos sem controlo solar, tem vindo a provocar sobreaquecimentos consideráveis na estação quente, obrigando à instalação de sistemas de proteção solar.Imagem 30 e 31

Nos dias de hoje, um edifício moderno sem qualquer requalificação é incapaz de oferecer conforto térmico. Sobretudo em habitação, o homem sentiu necessidade de procurar esse conforto seguindo o caminho mais fácil e rápido, a utilização de sistemas de climatização. Imagem 32 e 33

Com o evoluir das tecnologias e da distribuição dos serviços essenciais, a arquitetura que antecede à chegada destes, não foi preparada para os receber, tendo de se adaptar, muitas vezes, sacrificando o desenho do edifício.Imagem 36 e 37

Por vezes a carência de espaços cobertos ou herméticos resulta em construções concebidas ao critério desmedido de cada locatário. O resultado são fachadas adulteradas, embebidas nessas transformações.[Imagem 38 e 39]

Algumas das adulterações ao desenho original exterior do edifício, são feitas pela falta de sensibilidade do utilizador e algumas delas, não têm necessidade de existir.[Imagem 40 e 41]





Imagem 28 (esq.). Portas de entrada da fachada norte do bloco B.
Imagem 29 (dir.). Janelas da fachada norte do bloco B.





Imagem 30 (esq.). Estores das marquises da fachada sul do bloco B.
Imagem 31 (dir.). Antenas e estores das marquises da fachada sul do bloco B.





Imagem 32 (esq.). Aparelhos de climatização na fachada nascente do bloco A.
Imagem 33 (dir.). Chaminés das salamandras na fachada nascente do bloco A.



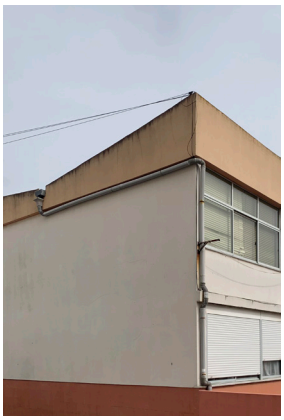


Imagem 34 (esq.). Tubo de queda de águas pluviais na fachada sul do bloco B.
Imagem 35 (dir.). Tubo de queda de águas pluviais na fachada poente do bloco B.





Imagem 36 e 37. Canalização e contadores de gás na fachada norte bloco B.





Imagem 38 (esq.). Anexos nos pátios de serviço a poente do bloco A.
Imagem 39 (dir.). Marquises da fachada este do bloco A.





Imagem 40 (esq.). Vegetação nos pátios de serviço do bloco A.
Imagem 41 (dir.). Chaminé da churrasqueira na fachada nascente do bloco A.

2.1.3 METAMORFOSE

"A "metamorfose" como conceito biológico descreve uma mudança completa da aparência sem a perda da identidade do ser."[9]

9. TOSTÕES, Ana; KOSELJ, Natasa. Metamorphosis: The Continuity of Change. Pág. 249

Cada vez mais os arquitetos têm a oportunidade ou a obrigação de reutilizar edifícios que têm perdido a sua função original. Estes possuem materiais e técnicas antiquadas que não cumprem as exigências de conforto.

Numa requalificação existe a necessidade de conservar valores da obra de relevância histórica e os que a dignificam. É importante definir aspetos que têm contribuído para a sua relevância e os que são suscetíveis à eliminação ou transformação em prol da sua requalificação. Desenvolver um pensamento crítico para alimentar o processo projetual e expressá-lo em proposta arquitetónica.

"Muito embora materiais, construção e detalhes sejam importantes testes de autenticidade para sustentar e realizar a "ideia" do arquiteto, algumas substituições seriam aceitáveis em obras modernas desde que as intenções do arquiteto quanto à forma, espaço e aparência fossem ainda reconhecíveis."[10]

10. ibidem. Pág. 252

Seguindo esta linha de pensamento, existe, conforme definido pelo "Docomomo ISC/Registers to Icononos", a "Modern Movement and the Worl Heritage List"[11] , uma ordem de verificação de autenticidade e de prioridade de preservação:

11. ibidem. Pág. 251

1. A ideia
2. Imagem: forma, espaço e aparência
3. Construção e detalhes
4. Materiais

DAS INTENÇÕES À CIRCUNSTÂNCIA

"Em verdade há que se defender, teimosamente, a todo o custo, os valores do passado mas há que defendê-los com uma atitude construtiva, quer reconhecendo a necessidade que deles temos e aceitando a sua atualização, quer fazendo-os acompanhar de obras contemporâneas" [12]

12. TÁVORA, Fernando. "Da organização do espaço". Pág. 58

A Arquitetura Moderna atravessa tempos difíceis pela sua inevitável degradação e pelos novos cenários que impulsionam intervenções no ambiente construído: mudança da dinâmica urbana, requisitos ambientais, novos comportamentos sociais, avanço tecnológico e expectativa dos usuários.[13]

13. TOSTÕES, Ana; KOSELJ, Natasa. Metamorphosis: The Continuity of Change. Pág. 546

Requalificar um edifício "moderno" oferece uma nova oportunidade à Arquitetura Moderna e à cidade, que deve olhar para o passado de forma a integrar as memórias coletivas, e para o futuro, promover novas oportunidades para a vida da comunidade.

A história é algo a preservar desde que esta não interfira com o presente, pois o Homem vive segundo as regras do presente e não do passado. Fernando Távora tinha uma ideia do passado e da história muito clara, justificando-a de uma forma prática, operativa e formativa:

"O passado é uma prisão de que poucos sabem livrar-se airosamente; vale muito, mas é necessário olhá-lo não em si próprio, mas em função de nós próprios"[14]

"A História vale na medida em que pode resolver os problemas do presente e na medida em que se torna um auxiliar e não uma obsessão"[15]

Segundo o professor Adrian Forty: *"(...) a arquitetura não se faz de uma só vez; tal como outros objetos culturais, é feita e refeita vezes sem conta (...)"*[16], produto da alteração da envolvente e das pessoas que a experimentam. Quando se intervém no património da Arquitetura Moderna, tem que se ter em atenção que estamos perante uma obra "aberta" ao futuro, estritamente ligada ao uso que a coletividade faz dela.

Fernando Távora entendia que a arquitetura que se praticara na sua época, a arquitetura moderna, era a resposta à circunstância, ou seja, resposta à necessidade das pessoas. Hoje, a necessidade dos habitantes do BCMG é a falta de conforto térmico devido ao fraco desempenho energético da sua habitação.

"Se a arquitetura, como já tivemos oportunidade de afirmar, ela não poderá colocar-se numa posição de vítima, mas deverá agir para melhoria da circunstância pré-existente"[17]

14. MOLINA, J. M. de; PICO, Ramón. ¿Renovarse o morir?: Experiencias, apuestas y paradojas de la intervención en la arquitectura del Movimiento Moderno. Pág. 157

15. ibidem. Pág. 158

16. ibidem. Pág. 45

17. TÁVORA, Fernando. "Da organização do espaço". Pág. 55



Imagem 42. Transformação de 530 alojamentos (edifícios G, H, I), no bairro "Grand Parc", executada pelos arquitetos Lacaton e Vassal.

A leitura do processo de projeto e construção de arquitetura moderna permite desenvolver uma estratégia de intervenção, utilizando o conhecimento e a circunstância como método. Este conhecimento é traduzido pelas intenções do autor e das CRE, embebidas nas ideias do movimento moderno. O método passa por se saber que parte do conhecimento terá que ser mantido e qual a ser sacrificado.

A fragilidade construtiva dos edifícios do Movimento Moderno, reflexo da inclusão de novos materiais numa indústria de construção pouco desenvolvida, nomeadamente em Portugal, implica agora uma atualização segundo o conhecimento contemporâneo, porque, como diz Távora, a arquitetura:

"É espaço organizado por e para os homens de determinado momento (...) e organizado com uma qualidade tal que (...), mortos os homens que as produziram, as obras continuam a viver porque o seu essencial não morre."[18]

18. MOLINA, J. M. de; PICO, Ramón. ¿Renovarse o morir?: Experiencias, apuestas y paradojas de la intervención en la arquitectura del Movimiento Moderno. Pág. 162

A releitura do "moderno", na cultura arquitetónica atual, introduz um desejo de sublimação da "linguagem modernista" que corresponde a uma espécie de restauro das ideias/intenções, onde a contemporaneidade se assume como prolongamento do "moderno".

Analisando novamente a intervenção do arquiteto Gonçalo Byrne, denota-se que as suas intenções vão ao encontro do "restauro das ideias". Decide-se reforçar a unidade do projeto inicial do arquiteto Alberto Pessoa, propondo um restauro dos edifícios e das ideias, mas não esquecendo a circunstância. Afina-se a "máquina moderna", atualizando-a funcionalmente e construtivamente, inclusive termicamente.

"(...) trata-se de levar à luz o seu valor como ponto de arranque da nossa arquitetura e dos problemas e ânsias que ainda nos preocupam."[19]

19. ibidem. Pág. 156

Restringirmo-nos à salvação do passado, implica vivermos sem tranquilidade. Intervir com a finalidade de preservar, é preservar a história, mas também as suas lacunas. Intervir no edifico BCMG com a ambição apenas de preservar o que foi a arquitetura moderna em Portugal e a obra de Francisco da Conceição, é pôr em primeiro lugar o património em vez do habitante. Se a arquitetura é um serviço posto ao dispor da sociedade para satisfazer as suas necessidades, porquê apenas restaurar e conservar um edifício que não dá resposta às necessidades do habitante? Se em 1945 este edifício foi resposta à circunstância, hoje a circunstância é outra e tem de existir evolu-

ção. Preservar o património à custa do sacrifício do Homem? Ou seja, restaur o edifício favorecendo o interesse de quem quer comtemplar esta obra, à custa das famílias que o habitam, com pouco conforto térmico e sem poder económico para o ter.

"O património também é um projeto que se transforma connosco."[20]

20. MOLINA, J. M. de; PICO, Ramón. ¿Renovarse o morir?: Experiencias, apuestas y paradojas de la intervención en la arquitectura del Movimiento Moderno. Pág. 192

FADIGA FORMAL

A Arquitetura Moderna encontra-se em perigo de desaparecer de forma acelerada devido a um problema de desvalorização atual.

A inseparável ligação do "moderno" com o "novo" assume um modo relevante sobre a valorização desta arquitetura. A perda do carácter de novidade com o passar do tempo leva a uma desvalorização irreversível que implica o seu esgotamento significativo. Passam a ser obras interpretadas como velhas, inexpressivas, neutralizadas como objeto cultural, incapazes de provocar reações e sentimentos nas pessoas.

"E neste deslocamento se pode chegar a confundir a pura investigação, que não implica necessariamente a conservação do objeto investigado, com o prazer, que é o que justifica a sua permanência."[21]

21. ibidem. Pág. 154

Para combater a "fadiga formal" tem que se buscar uma interpretação distante do que eram os supostos e os critérios que existiam quando se ergueu a obra. Pretende-se conservar as ideias do autor e reinterpretar a imagem do edifício. Encontrar novos estímulos capazes de suscitar, no momento atual, uma "experiência renovada" que confira um novo sentido a esta arquitetura e uma readaptação aos utentes e à envolvente. Trata-se de uma revalorização cultural, frente à simples reposição física e material.

A interseção do conhecimento e do horizonte de expetativas que se projeta sobre uma obra, cria um diálogo que conduz à concretização da intervenção, o que permite interpretá-la, compreendê-la e, em consequência, apreciá-la. Com cada nova concretização, a obra adquire uma nova valorização.

As sucessivas alterações que se acumulam vão configurando e enriquecendo o universo valorativo da obra. Vão formando a sua própria tradição, sempre suscetível de novas incorporações. No entanto estas recreações têm de ser controladas, estudadas, coerentes e homogéneas em todo o edifício.

"Só se pode evitar o seu desaparecimento se o interesse suscitado pela obra se mantém permanentemente aberto com sucessivas concretizações que o atualizam"[22]

22. MOLINA, J. M. de; PICO, Ramón. ¿Renovarse o morir?: Experiencias, apuestas y paradojas de la intervención en la arquitectura del Movimiento Moderno. Pág. 155

Não podemos converter a Arquitetura do Movimento Moderna em "património antigo", seguindo o caminho perigoso da "nostalgia". Também não podemos considerar que o seu valor recai sobre a novidade, limitando o seu ensino à busca obsessiva do inédito. Podemos entender que a arquitetura atual é a continuidade daquela arquitetura "moderna", despertando o nosso interesse por ela.

"Só deste modo podemos resgatá-la do mundo nubloso da saudade, para transformá-la em referência ativa para o nosso trabalho"[23]

23. ibidem. Pág. 156

2.2 AS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DA MARINHA GRANDE

2.2.1 CLIMA

"Construir uma "casa solar" significa construir com o clima, ou seja, considerar as diferentes características climáticas de cada região para, através de formas de construção apropriadas, se conseguir um clima interior otimizado e confortável para os seus habitantes."[24]

24. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. Pág. 28

Para uma requalificação bioclimática é imprescindível estudar o clima. O estudo deste passa por compreender os efeitos dos diversos fatores geomorfológicos e espaciais (sol, altitude, ventos, massa terrestre e aquática, topografia, vegetação e o solo) como também pelos seus elementos climáticos (temperatura, humidade e movimento das massas de ar, precipitação, nebulosidade e radiação solar). É importante entender o que tem de ser controlado no ambiente para obter os resultados esperados durante uma requalificação bioclimática.

Existem duas escalas de clima, a macro e a micro, e ambas são definidas segundo a escala do objeto em estudo. O objeto de estudo são dois blocos habitacionais inseridos no concelho da Marinha Grande (macroclima) e o num centro urbano (microclima). Os fatores globais adjacentes ao concelho definem o macroclima e os fatores locais adjacentes ao centro da cidade determinam o microclima.

Macroclima:
Concelho da Marinha Grande

Microclima:
Centro urbano da Marinha Grande

Objeto de estudo:
BCMG

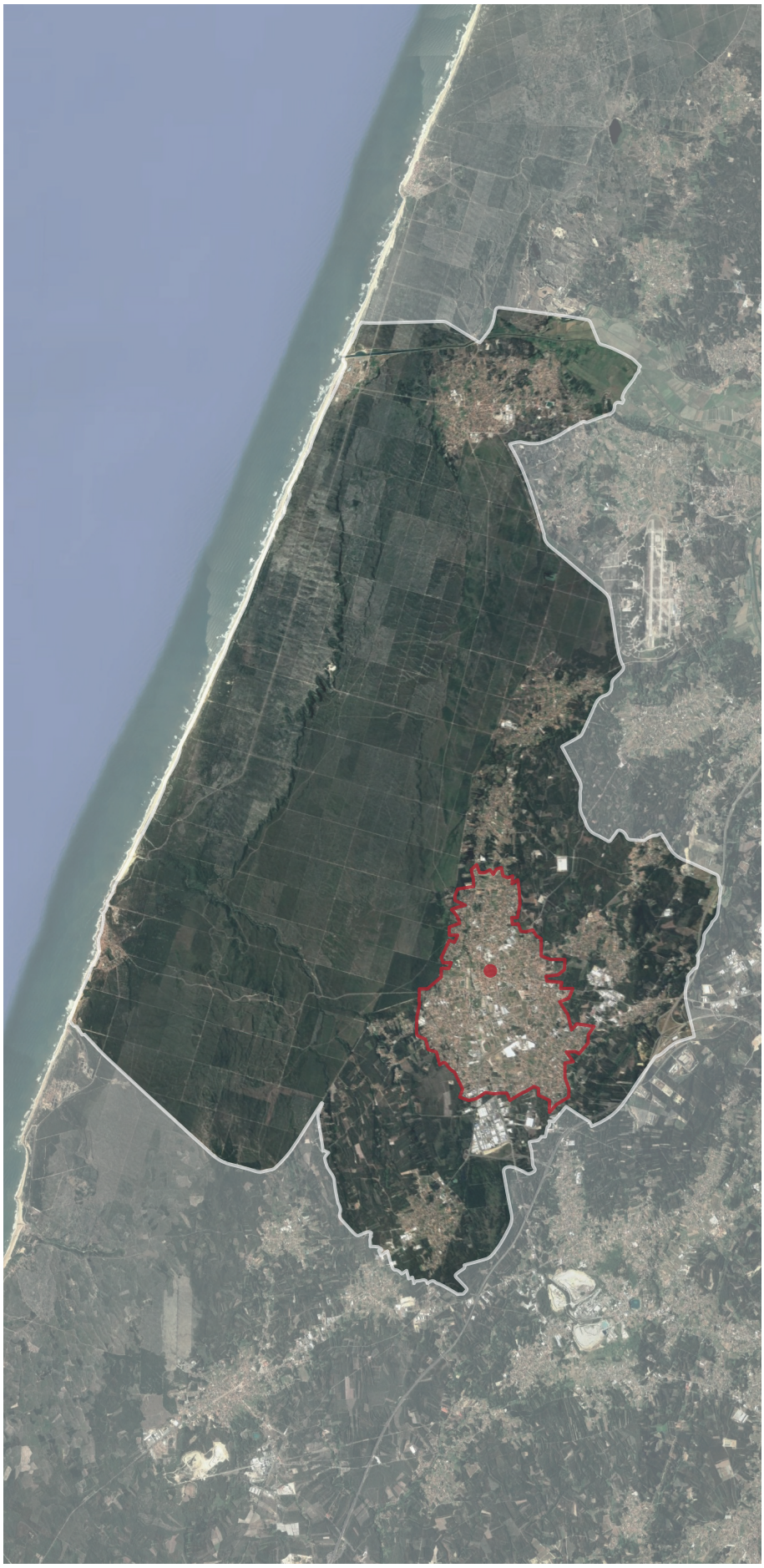


Imagem 43. Mapa do concelho da Marinha Grande.

MACROCLIMA

Os fatores climáticos globais são aqueles que condicionam, determinam e dão origem ao macroclima: ventos dominantes, massas de água e terra, altitude e latitude.

A simbiose entre os fatores globais climáticos origina climas distintos por todo o mundo. Neste sentido, ao longo dos tempos, tem existido uma tentativa de categorização das diferentes configurações climáticas através de várias entidades e especialistas.

Segundo o regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), o País é dividido em três zonas climáticas de Inverno e três zonas climáticas de Verão. A cada concelho de Portugal Continental é atribuído uma zona climática com os correspondentes dados climáticos de referência.

A atribuição da zona climática ao concelho é determinada pela sua proximidade à costa litoral e altitude. Analisada estas nuances, o concelho da Marinha Grande é definido pela zona climática de inverno, "I1" e pela zona climática de verão, "V1". Os valores de referência para cada zona são:

- Estação de aquecimento (I1):
    - Duração: 6 a 6.3 meses
    - G_{Sul}: 108 KWh/m^2 [25]
- Estação de arrefecimento (V1):
    - θ_{atm} ext.: 19ºC [26]
    - G_{Sul}: 380 KWh/m^2

25. Valores de referência da energia solar média mensal, incidente numa superfície vertical orientada a sul.

26. Valores de referência de Verão das temperaturas exteriores.

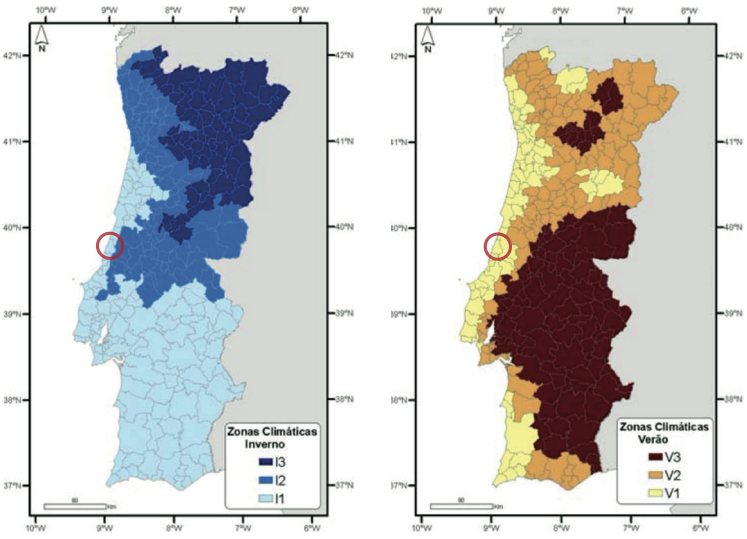


Imagem 44. Zonas climáticas de Inverno, em Portugal Continental, com a localização do concelho da Marinha Grande.

Imagem 45. Zonas climáticas de Verão, em Portugal Continental, com a localização do concelho da Marinha Grande.

Os principais elementos climáticos utilizados pelas organizações meteorológicas que ajudam o arquiteto a entender as características climáticas de uma determinada zona e a saber como combatê-las, são: temperatura, humidade do ar, movimento do ar (vento), precipitação, nebulosidade, duração da luz solar (dia) e radiação solar.

O problema na apresentação de dados climáticos, é encontrar um equilíbrio entre os dois extremos: a informação demasiado detalhada e excessivamente simplificada. Apresentar os dados da temperatura de hora em hora, durante um ano, iria provocar um exagero de resultados onde seria impossível extrair qualquer tipo de informação útil. Ao invés, a simplificação excessiva, como a exposição apenas da média da temperatura anual, iria ocultar detalhes importantes, induzindo em erro a leitura dos mesmos, em relação ao território em causa.

Segundo Szokolay, existe quatro variáveis climáticas que afetam diretamente o conforto térmico: a temperatura, humidade do ar, movimento do ar e a radiação solar. Estes são os quatro constituintes do clima mais importantes para o arquiteto, para fins de projeto de edifícios. No entanto, também se considera válida, e não menos importante, a precipitação como variável climática a ter em conta na execução de arquitetura bioclimática.[27]

27. SZOKOLAY, Steven V. Introduction to architectural science. The basis of sustainable design. Architectural press. Pág. 28

Os dados, as tabelas e os gráficos, permitem a compreensão e a comparação entre dados de uma determinada configuração climática, de uma forma simplificada. Com a leitura e comparação dos dados climáticos, da zona da implantação do BCMG, é possível desenvolver um estudo de identificação das necessidades ambientais e, consequentemente, alcançar os níveis de conforto térmico satisfatório.

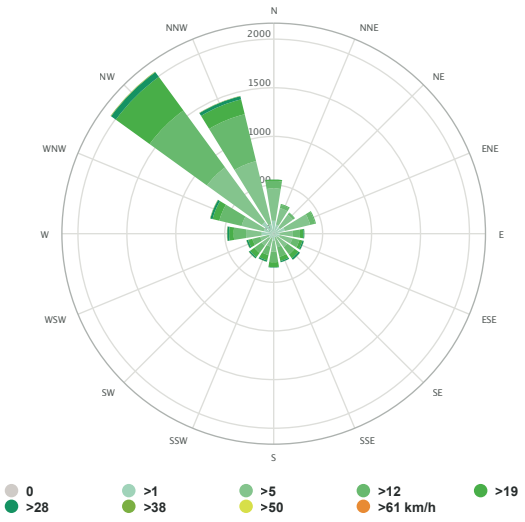


Imagem 46. Direção do vento do concelho da Marinha Grande.

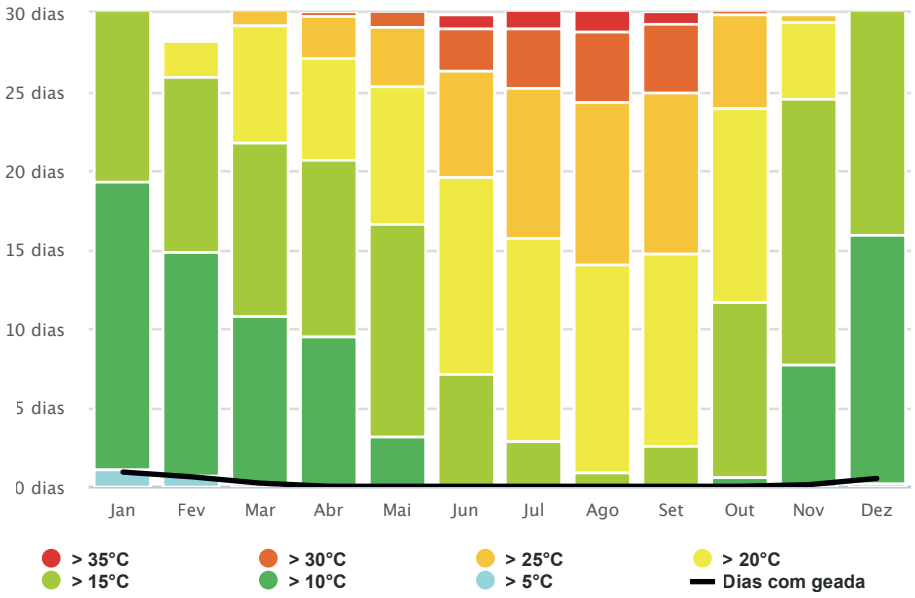


Imagem 47. Temperaturas do concelho da Marinha Grande.

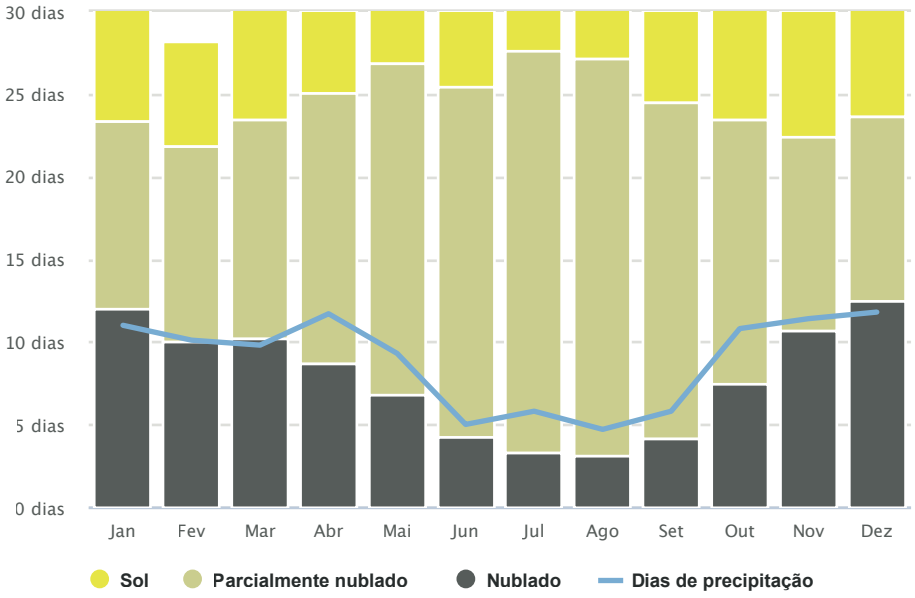


Imagem 48. Nebulosidade, sol e precipitação do concelho da Marinha Grande.

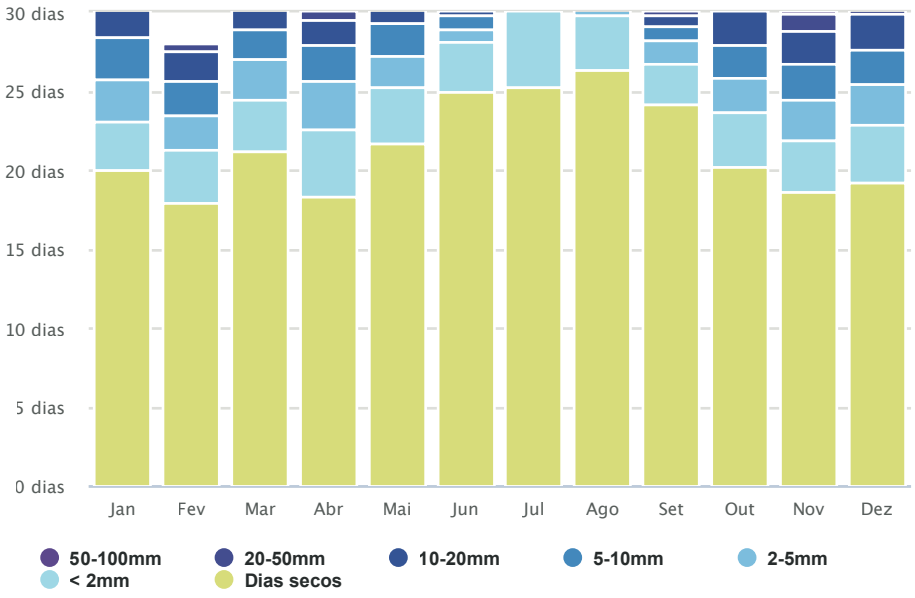


Imagem 49. Precipitação do concelho da Marinha Grande.

	Temperatura		Humidade	
	Média máx. diária ºC	Média mín. diária ºC	Relativa manhã %	Relativa tarde %
jan	14.6	5.6	90.6	80.5
fev	16.6	6.7	91.2	73.3
mar	16.8	8.4	84.4	69.5
abr	17.6	10.2	79.9	64.6
mai	21.7	12.4	70.8	62.4
jun	21.5	14.2	77	64.3
jul	24.2	16.3	81	70.9
ago	25.1	16.2	84.9	68.7
set	25.5	14.9	90.9	71.8
out	21.1	11.7	91.3	74.9
nov	17.3	10.3	96.4	82.4
dez	15.8	7.9	86.1	77.2

	Radiação	Precipitação	Movimento do ar
	Média diária mensal W/m2	Totais mensais mm	Velocidade km/h
jan	2332	51.2	10.3
fev	2752	33.5	10.6
mar	4043	110.9	13
abr	4896	108.7	12.3
mai	4947	30.2	10.4
jun	5840	28.1	12.6
jul	6423	3.2	12.7
ago	5765	11	12.9
set	4845	13.8	10.1
out	3220	74.8	11.1
nov	2353	124.8	11.8
dez	2273	93.5	11

Imagem 50. Tabela de dados climáticos referentes ao concelho da Marinha Grande.

MICROCLIMA

O urbanista, Kevin Lynch, define o microclima através da forma espacial das pequenas superfícies, constituídas por determinada topografia, superfície de solo e pelas formas criadas pelo Homem. Destaca ainda as alterações que os microclimas podem provocar no clima "geral" (macroclima).[28]

28. ROMERO, M. A. B. Princípios bioclimáticos para o desenho urbano. Pág. 19

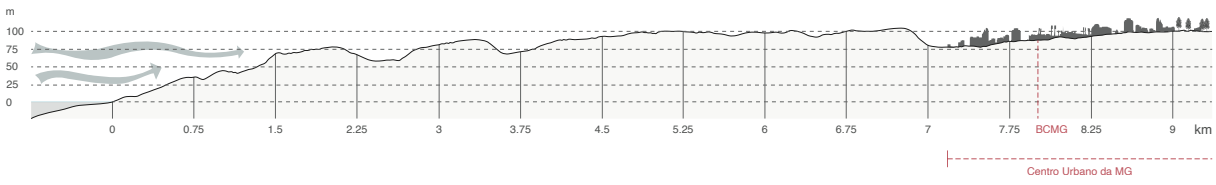
Os fatores climáticos locais são aqueles que condicionam, determinam e dão origem ao microclima, isto é, ao clima que se verifica num ponto específico, cidade, quarteirão, bairro ou rua, Estes fatores são a topografia, vegetação e a superfície do solo natural ou construído. A delineação do perímetro de estudo do microclima deveu-se à forma de "ilha" urbana bastante edificada, que o centro da Marinha Grande apresenta.

Não é suficiente conhecer a classificação climática do concelho, pois muitas vezes estes valores são anulados ou modificados pelos fatores climáticos locais, adjacentes ou pertencentes ao centro da cidade.

A forma da superfície terrestre afeta particularmente o microclima. A força, direção e conteúdo da humidade dos fluxos de ar, são muito influenciados pela topografia. Os fluxos de ar podem ser desviados ou canalizados pelas ondulações da superfície terrestre. De uma maneira geral, quando abordamos este fator, deve-se ter em atenção o declive, orientação, exposição e elevação das ondulações da superfície terrestre.

As oscilações da superfície do concelho em estudo são mínimas, e quando existentes, são de declive pouco acentuado. No entanto, realça-se a barreira que o declive do terreno cria entre o mar e o centro urbano, afetando a intensidade dos ventos marítimos e dominantes (noroeste).

Imagem 51. Corte perpendicular à linha costeira do concelho da Marinha Grande (forma do terreno).



A vegetação contribui significativamente no estabelecimento dos microclimas, e exemplo disso é o do microclima em estudo. A vegetação tende a estabilizar os efeitos do clima sobre as suas proximidades imediatas, reduzindo os extremos climáticos.

A vegetação absorve grande parte da energia enquanto nos outros materiais, toda a energia absorvida é convertida em calor. Em termos de sensação térmica, as árvores podem arrefecer até 5ºC em comparação com outros espaços semelhantes onde esse tipo de vegetação não existe.[29]

29. OLGYAY, Victor. Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism. Pág.51

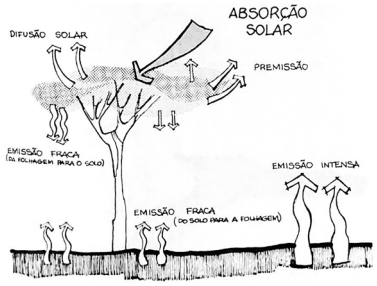


Imagem 52. Efeito regulador da vegetação na radiação solar.

A vegetação de folha persistente, de pequeno ou grande porte, é bastante apropriada para construir barreiras protetoras dos ventos dominantes no ano inteiro. A Mata Nacional de Leiria é exemplo disso, pois é composta por pinheiro/eucalipto. Esta separa de norte a sul o interior do concelho do oceano, diminuindo a influência marítima onde os ventos dominantes provenientes de noroeste são reduzidos. A título de exemplo, uma fileira de árvores pode reduzir a velocidade do vento em 63%.[30]

30. ROMERO, M. A. B. Princípios bioclimáticos para o desenho urbano. Pág. 31

O estudo da superfície do solo é feito segundo dois aspetos: o solo natural e o construído (pavimentos e infraestruturas).

Na análise de uma superfície do solo, é imprescindível estudar o albedo definido pelo poder difusor de uma superfície (proporção entre a radiação absorvida e refletida por uma superfície). O arquiteto Lynch

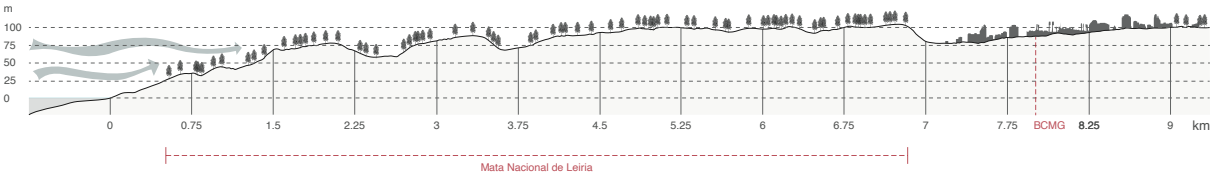


Imagem 53. Corte perpendicular à linha costeira do concelho da Marinha Grande (vegetação).

afirma que, se os materiais de superfície de alto albedo e baixa condutibilidade ajudam a criar um microclima de extremos, já que não auxiliam para equilibrar os contrastes, exemplo disso são os pavimentos construídos.

O processo de urbanização, ao substituir a cobertura vegetal por construções e ruas pavimentadas, altera o equilíbrio do centro urbano e produz um balanço térmico especial. As áreas centrais urbanas ganham notavelmente energia térmica através da absorção e armazenamento de calor das massas construídas.

A circulação de ar de um centro urbano assimila-se a uma "ilha quente" rodeada por um entorno mais frio. Este fenómeno é conhecido como "ilha de calor". Nos centros urbanos, as temperaturas médias diárias, em geral, são superiores em 1 a 2ºC.[31] A criação de diferentes campos de pressão provoca uma ventilação própria que pode alterar o movimento do ar "natural" local.

31. ENERGY RESEARCH GROUP - A Green Vitruvius: Princípios e práticas de projeto para uma arquitetura sustentável. Pág. 48

Devido à existência de obstáculos à circulação do vento, edifícios e outras estruturas, o escoamento do ar nos centros urbanos tende a ser mais lento, em média, mas mais desordeiro. Estas barreiras impedem a circulação do vento, reduzindo o seu potencial efeito de arrefecimento.[32]

32. idem. Pág. 48

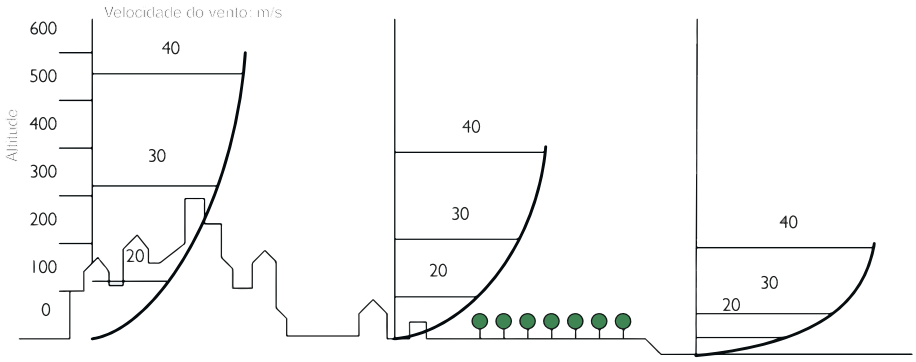


Imagem 54. Velocidade do vento sobre a cidade, conjunto de árvores e campo aberto.

2.2.2 ZONA DE CONFORTO TÉRMICO

"O conforto que o ser humano percebe em determinado lugar, na prática, é um fenômeno muito mais complexo do que muitos dos especialistas nos querem fazer crer. A razão é que vários parâmetros e fatores intervêm ao mesmo tempo, algo que costuma ser esquecido e que é decisivo para esta questão."[33]

33. SERRA, Rafael. Arquitetura y Climas. Pág. 13

Considera-se o homem como um ser vivo, imerso num ambiente particular com o qual mantém todo o tipo de relacionamento. Tanto o ambiente como a pessoa, devem ser estudados para otimizar qualquer projeto arquitetónico. Para se tentar oferecer conforto térmico ao habitante, deve-se combinar os parâmetros ambientais e as condições do usuário:

- Os parâmetros ambientais são as características de um determinado espaço que se pode definir em termos energéticos. Os quatro parâmetros principais, diretamente relacionados com o bem-estar térmico do habitante, são: a temperatura, a humidade, o movimento do ar e a radiação;

- Os fatores de conforto são o reflexo da forma de estar de cada usuário, no espaço. São condições externas ao ambiente, no entanto, influenciam a apreciação deste por parte dos habitantes. Estas condições pessoais são definidas pelos fatores, fisiológico e sociológico.

No processo de conforto térmico, ocorrem fenômenos energéticos complexos de troca de energia entre o corpo e o ambiente. Quando ocorrem variações de temperatura externas, o organismo do ser humano faz um esforço extra para manter a sua temperatura interna constante (37º).[34]

34. FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. Manual de conforto térmico. Pág. 20 e 21

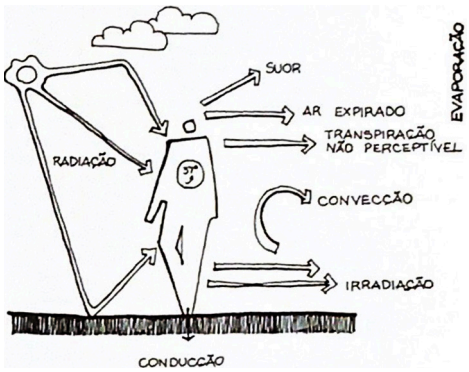
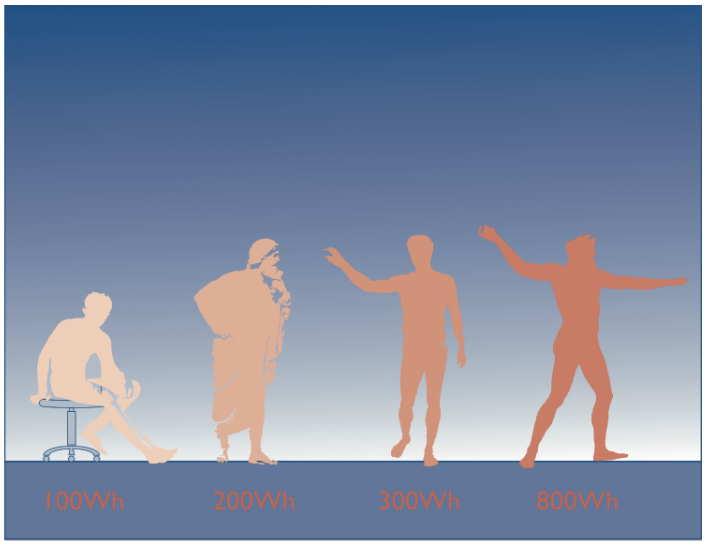


Imagem 55. Processos de trocas térmicos entre o Homem e o ambiente. ROMERO, M. A. B. Princípios bioclimáticos para o desenho urbano. Pág. 49

A quantidade de calor que é produzida pelo organismo, em determinado ambiente, depende sobretudo do tipo e intensidade da atividade. A produção de calor compensa as perdas do organismo e mantém a temperatura estável, dando uma sensação de conforto. Se o equilíbrio não existir, quando a temperatura interna aumenta ou diminui, ocorre uma sensação de desconforto.



ATIVIDADE	W/m²	met
Em Repouso		
Dormir	40	0.7
Reclinado	45	0.8
Sentado, quieto	60	1.0
Em pé, relaxado	70	1.2
Caminhar (num plano horizontal)		
0.89 m/s	115	2.0
1.34 m/s	150	2.6
1.79 m/s	220	3.8
Atividades no Escritório		
Ler, sentado	55	1.0
Escrever	60	1.0
Digitar	65	1.1
Arquivar, sentado	70	1.2
Arquivar, em pé	80	1.4
Caminhar	100	1.7
Levantar pessoa, embalar	120	2.1
Condução/Voo		
Automóvel	60-115	1.0-2.0
Avião, rotina	70	1.2
Avião, aterragem com instrumentos	105	1.8
Avião, combate	140	2.4
Veículo pesado	185	3.2
Atividades Ocupacionais Diversas		
Cozinhar	95-115	1.6-2.0
Limpeza da casa	115-200	2.0-3.4
Sentado, movimento dos membros	130	2.2
Trabalho com máquina		
serrar (bancada leve)	105	1.8
ligeiro (indústria elétrica)	115-140	2.0-2.4
pesado	235	4.0
Manuseamento de sacos de 50Kg	235	4.0
Trabalho de pá e picareta	235-280	4.0-4.8
Atividades Lúdicas Diversas		
Dança, social	140-255	2.4-4.4
Ginástica, exercício	175-235	3.0-4.0
Ténis, individuais	210-270	3.6-4.0
Basquetebol	290-440	5.0-7.6
Luta, competitiva	410-505	7.0-8.7

Imagem 73. Produção de calor.

As condicionantes fisiológicas são determinadas pelo sexo e idade. As sociológicas são definidas pelo tipo de atividade, de educação, de ambiente familiar, de roupa e o tipo de alimentação.

As necessidades térmicas de um indivíduo não são apenas influenciadas pela sua atividade como também por outros fatores:

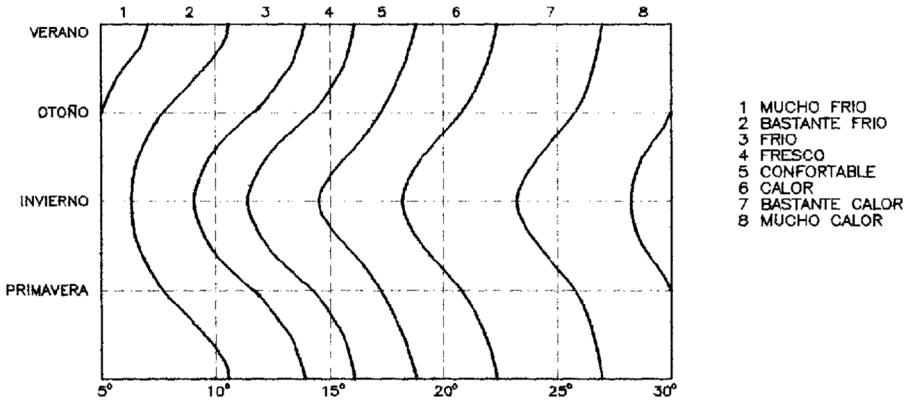
- A idade e sexo do indivíduo: quanto mais idosa for a pessoa maior é a necessidade de ambientes mais quentes. Esta preferência acontece também no organismo da mulher, pois tem o metabolismo (produção de calor) inferior ao do homem. A mulher necessita 1ºC, em média, a mais que o homem;[35]

35. OLIVEIRA, T. A. de; RIBAS, O. T. Sistemas de controle das condições ambientais de conforto. Pág. 31

- O tipo de roupa que a pessoa utiliza é um fator a ter em consideração porque cumpre a função de barreira às trocas de calor por evaporação, da humidade advinda da transpiração, por convecção e radiação na resistência térmica. A roupa funciona como isolador térmico onde mantém, junto à pele, uma camada de ar mais aquecido ou menos aquecido consoante: as características de isolamento, o seu ajuste ao corpo e a porção de corpo que cobre. A roupa também tem o papel na redução dos ganhos de calor relativo à radiação solar direta e na sensibilidade do corpo às variações de temperatura e velocidade do ar.

- O processo de aclimatização dos indivíduos nos climas onde estão inseridos: o homem tende a produzir hábitos e alterações metabólicas segundo o meio ambiente onde vive, equilibrando as condições térmicas adversas.

A época do ano também tem um papel no conforto térmico, devido ao seu efeito na sensação térmica. Em temperaturas iguais, correspondem a sensações diferentes, o frio é mais percetível no verão, devido à variação do ritmo vital, de acordo com as estações.



57. Gráfico da sensação biotérmica. SERRA, Rafael. Arquitectura y energia natural. Pág. 84

ÍNDICE DE CONFORTO

"A zona de conforto poderá ser descrita como sendo o ponto em que o homem despende a menor quantidade de energia para se adaptar ao seu ambiente."[36]

36. ENERGY RESEARCH GROUP. A Green Vitruvius: Princípios e práticas de projeto para uma arquitetura sustentável. Pág. 26

Para o estudo da zona de conforto, este trabalho apoiou-se no índice de conforto térmico do Diagrama Bioclimático do arquiteto Baruch Givoni. Este diagrama apoia-se no gráfico psicométrico, com o objetivo de categorizar a zona de conforto, evidenciar as necessidades de ajuste dos valores climáticos, para que estes se aproximem da referida zona, dentro do possível.

O diagrama de Givoni utiliza a carta psicométrica para delimitar as áreas correspondentes às necessidades térmicas do ambiente em causa, segundo a zona de conforto. Estas áreas, inclusive, representam as zonas de intervenção das estratégias bioclimáticas adaptadas a cada uma dessas necessidades. Conforme Givoni, a carta psicométrica pode ser dividida em várias áreas:[37]

37. GIVONI, Baruch. (1992). Confort, climate analysis and building design guidelines.

Zona de Conforto

1. Zona de ventilação
    a. Diurna
    b. Noturna
2. Zona de arrefecimento por evaporação
3. Zona de humidificação
4. Zona de arrefecimento por inércia térmica
5. Zona de aquecimento por inércia térmica
6. Zona de aquecimento solar passivo
7. Zona de aquecimento artificial
8. Zona de arrefecimento artificial

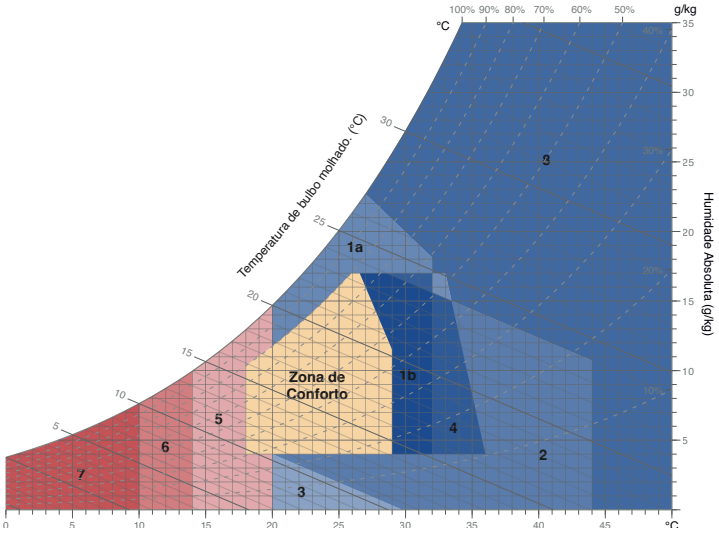


Imagem 58. Classificação das necessidades sobre o gráfico pscicométrico.

Neste estudo adotam-se os valores da zona de conforto de Givoni e a sua temperatura ideal de 20ºC. No entanto, devem ser sempre considerados os fatores fisiológicos e sociológicos humanos, referidos anteriormente. A linha de temperatura ideal separa, à esquerda, as zonas que necessitam de estratégias de aquecimento e à direta, as que necessitam de estratégias de arrefecimento.

Para a localização do objeto de estudo, verifica-se em condições naturais, as necessidades térmicas que fundamentalmente são de aquecimento, exceto em alguma parte dos meses da estação quente. As necessidades de aquecimento chegam a ultrapassar as capacidades das estratégias bioclimáticas contudo estas atenuam essa necessidade. A estação quente acaba por ser mais amena, com vários dias dos meses mais quentes, dentro da zona de conforto.

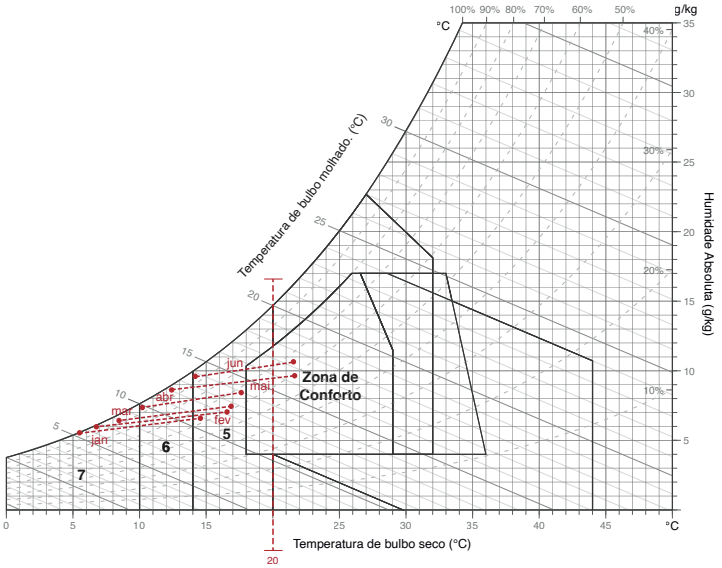


Imagem 59. Identificação das necessidades térmicas do local do BCMG, no primeiro semestre do ano.

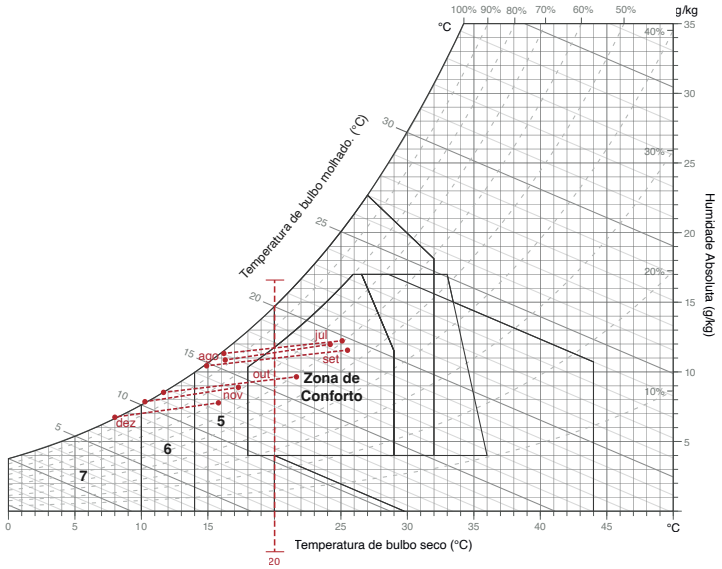


Imagem 60. Identificação das necessidades térmicas do local do BCMG, no segundo semestre do ano.

3. DESEMPENHO ENERGÉTICO E ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA DO BCMG

3.1 IMPLANTAÇÃO

3.1.1 EXPOSIÇÃO SOLAR

3.1.2 MOVIMENTAÇÃO DO AR

3.1.3 SUPERFÍCIE DO SOLO
Estratégia adotada

3.2 PERDAS TÉRMICAS
Estratégia adotada

3.3 CONTROLO SOLAR

3.3.1 GANHOS TÉRMICOS
Estratégia adotada

3.3.2 PROTEÇÃO SOLAR
Estratégia adotada

3.4 VENTILAÇÃO
Estratégia adotada

"O problema do conforto térmico tem difícil solução, se é que esta existe, e quiçá a única atuação razoável consiste em oferecer ao usuário as máximas possibilidades de controlo sobre as condições do seu ambiente e, em qualquer caso. Procurar que este meio ambiente tenha certa "variedade natural" no tempo, que, como já comentamos, sempre facilitará uma melhor adaptação às condições ambientais."[2]

A pobreza energética em Portugal nos edifícios residenciais, começa a sensibilizar e inquietar os arquitetos e as entidades responsáveis, devido à necessidade urgente de aplicar estratégias para a melhoria do desempenho energético.

Para se poder iniciar o processo de adaptação climática do objeto de estudo, foi feito o estudo das seguintes matérias:

- Estudo contextual;
- Postura do arquiteto face à requalificação de um edifício "moderno";
- Fatores e condições climáticas;
- Exigências térmicas dos habitantes;
- Problemas térmicos das habitações;
- Estratégias de controlo e combate bioclimáticos.

As várias escalas de clima, os fatores climáticos e as características construtivas, permitiram identificar os problemas que o BCMG sofre. Para os fundamentar, mais do que a teoria, existe quem vivencie todos os dias o interior dos blocos habitacionais. Segundo os residentes, o desconforto térmico tem se agravado. Dentro dos problemas mencionados, os mais citados foram: elevado desconforto térmico na estação fria, correntes de ar indesejadas e excesso de humidade nos interiores.

A implementação de conforto térmico não era o principal foco da Arquitetura do Movimento Moderno.[3] Esta despreocupação é caracterizadora do bairro em estudo: inexistência de qualquer tipo de corte térmico, má calafetação das janelas e portas, e dispositivos ineficazes de ganhos térmicos e proteção solar. No entanto, o bairro possui algumas particularidades que se não existissem, o seu desempenho energético seria ainda pior: forma compacta e regular dos seus blocos, organização interior e das fenestrações potencializa uma ventilação eficaz, fachadas de pouca ou nula incidência solar com fenestrações de tamanho reduzido e fachadas de maior incidência com fenestrações de grande área.

1. Por uma questão de gestão de quantidade de conteúdo, tempo e não sendo o objetivo final desta dissertação, não se desenvolve o projeto para além da escala 1:50. Com isto, os desenhos devem ser analisados segundo a escala indicada na legenda de cada imagem.

2. SERRA, Rafael. Arquitetura y Climas. 1ª ed. Barcelona: Gustavo Gilli, 1999. Pág. 22

3. TOSTÕES, Ana; KOSELJ, Natasa. Metamorphosis: The Continuity of Change. Pág. 442

O bairro é composto por uma população envelhecida e socioeconomicamente carenciada. A maior parte dos residentes são idosos, com patologias múltiplas e reformas baixas. A maioria passa os seus dias no interior das suas habitações, com uma atividade bastante reduzida, não produzindo grandes valores de calor. Estes dependem sobretudo da qualidade térmica do ambiente das suas habitações e da roupa que vestem.

Os principais problemas e os maiores gastos ocorrem durante a estação fria. No entanto, conforme o testemunho de alguns habitantes, na estação quente existe a necessidade da utilização esporádica de ventoinhas.

Os problemas térmicos têm afetado fisicamente e psicologicamente o habitante, como também monetariamente, devido aos exorbitantes gastos provenientes da utilização dos dispositivos de climatização e de desumidificação. Na maioria dos casos, devido à impossibilidade de pagar tais quantias, a única solução é não os utilizar, para reduzir os gastos. Logicamente, a falta de poder económico, potencializa o desconforto térmico.

O bairro, desde a sua construção, foi intervencionado uma única vez. Essas alterações aconteceram ao nível energético, substituição das janelas (de alumínio de vidro simples) e portas exteriores (de madeira), e ao nível da pintura exterior do bloco A. Introduziu-se janelas de alumínio de vidro duplo e portas de alumínio. Os habitantes acreditaram na melhoria do ambiente das suas habitações, mas essa melhoria não se sentiu, indignando os residentes.

O clima temperado, o desempenho climático da envolvente imediata ao bairro, o desempenho energético dos blocos habitacionais e os fatores físicos e socioeconómicas dos residentes, permite elaborar várias soluções passivas de adaptação climática para melhor desempenho térmico. Para o bom funcionamento e eficácia das soluções utilizadas, é necessário instruir o habitante de como e quando utilizá-las.

Ao se identificar as necessidades do bairro, percebe-se então, que o principal objetivo consiste em potencializar ao máximo o aquecimento durante a estação fria. Neste sentido, assegurar a redução da utilização dos dispositivos ativos de aquecimento.

Todas as intervenções de adaptação climática utilizadas foram estudadas visando o maior conforto térmico do individuo, mas não esquecendo e preservando as ideias que fundamentam o BCMG como obra

"moderna" e singular. O foco em resolver os problemas ambientais e dos habitantes do BCMG, não pode ignorar o facto de se estar a intervir num edifício "moderno". As intenções fundadoras do projeto do bairro, tornaram-se parte da base desta intervenção. Para serem continuadas, têm de ser interpretadas segundo o objetivo final, o melhoramento do desempenho ambiental em obra "moderna". Os princípios a continuar e a preservar são os seguintes:

- Oferecer condições de higiene, solidez e duração;
- Preocupação com a Arquitetura em ganhar uma dimensão inovadora, experimental, criativa e de mudança;
- A arquitetura deve incentivar a discussão e a experimentação de processo de projeto e formas de contacto entre o organismo e os projetistas, incluindo sempre que possível a população a alojar;
- Imprescindível conhecer as realidades das pessoas para quem se dirige o projeto para encontrar a solução mais ajustada às suas necessidades. Só assim se consegue atingir uma correta ação disciplinar;
- Os projetos devem ser adaptados às circunstâncias de cada caso, existindo o dever de aplicar um plano de reconhecimento local, originando uma arquitetura planificada, orgânica, viva e variada;
- Adaptação da arquitetura às realidades mutantes, estando incessantemente sujeita a um aperfeiçoamento;
- Orientação dos esforços para oferecer um "habitat" confortável, cómodo, atraente e económico;
- Qualidade conceptual e construtiva;
- Objeto final deve refletir o rigor do processo projetual;
- O papel do arquiteto não se deve remeter apenas para "o construir", deve ser mais amplo, abrangendo as obrigações sociais.

Esta requalificação pretende ser uma reflexção didática da história da arquitetura, aplicando o conhecimento dos princípios ideológicos da Arquitetura Moderna, do Arq.º Francisco da Conceição Silva e das HE-FCP, numa proposta atualizada e comprometida com o presente e futuro.

3.1 IMPLANTAÇÃO

Após o estudo do macro e microclima, existe a necessidade de estudar o clima à escala quarteirão, onde está inserido o BCMG. Depois de se identificar as alterações que os fatores climáticos locais exercem nas características climáticas do centro urbano da Marinha Grande, analisam-se agora, quais são os fatores existentes no entorno imediato aos blocos habitacionais em estudo.

À escala do quarteirão, as características e desenho urbano podem alterar o microclima local, já estudado anteriormente. Podem atenuar ou potencializar a "ilha de calor" existente no aglomerado urbano; diminuir, aumentar ou direcionar os ventos de forma vantajosa e ainda potencializar ou impedir a radiação solar em horas cruciais.

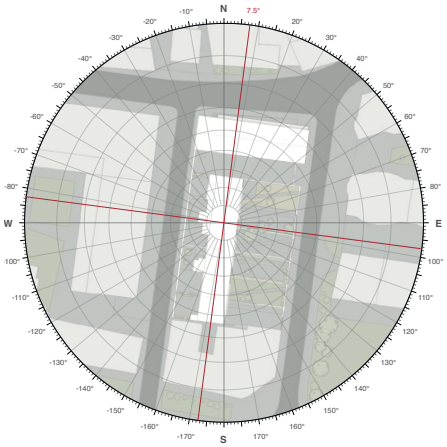
3.1.1 EXPOSIÇÃO SOLAR

O estudo da exposição solar é de extrema importância para se perceber como a incidência solar trabalha sobre os blocos do BCMG. O objetivo final deste estudo é saber onde e como tem de se utilizar soluções de controlo ou combate solar.

Os gráficos solares auxiliam o estudo da insolação e sombreamento. É utilizado na análise da incidência solar na totalidade vertical das fachadas: efeitos de sombreamento de edifícios vizinhos, do próprio edifício, dos dispositivos de sombreamento e da vegetação circundante. Para este estudo ser eficaz tem que se analisar a incidência solar no seu extremo, nos dois solstícios do ano.

Estuda-se o desenho urbano envolvente, para se perceber se existe obstruções à incidência solar na totalidade vertical das fachadas dos blocos. Exemplo desses obstáculos são as edificações vizinhas que envolvem o bairro. Sendo o bairro constituído por dois blocos analisa-se também a relação entre eles.

Para se iniciar o estudo da insolação nas fachadas do objeto de estudo, insere-se a orientação das mesmas no gráfico solar. Esta análise possibilita saber a quantidade de radiação solar disponível para cada fachada. Esclarece-se no apêndice a leitura de uma carta solar para a compreensão das cartas seguintes:



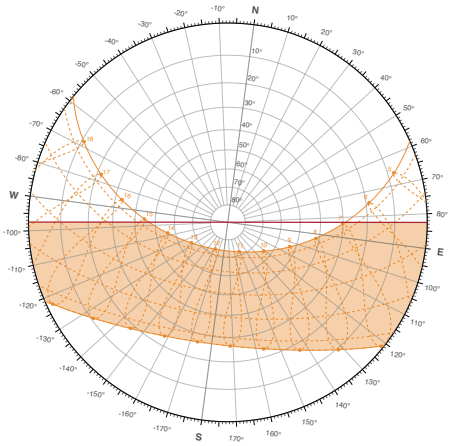


Imagem 61 (esq.). Orientação do BCMG inserida na Carta Solar.
Imagem 62 (dir.). Insolação incidente na fachada sul.

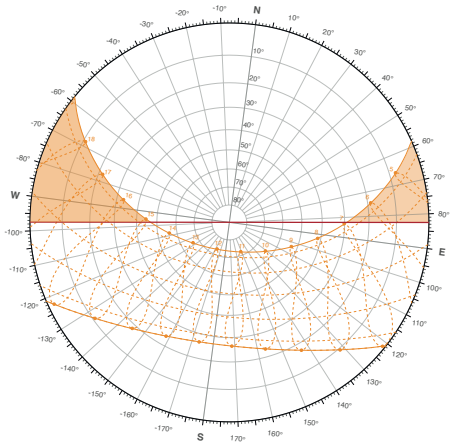


Imagem 63. Insolação incidente na fachada norte.

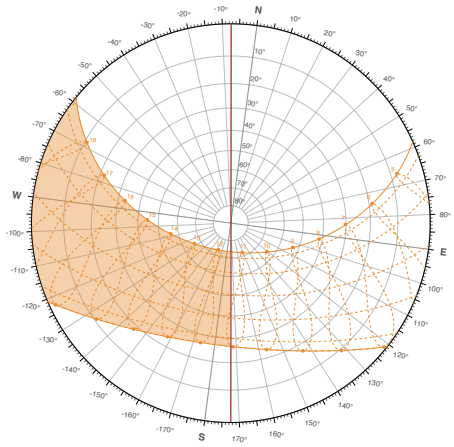


Imagem 64. Insolação incidente na fachada nascente.

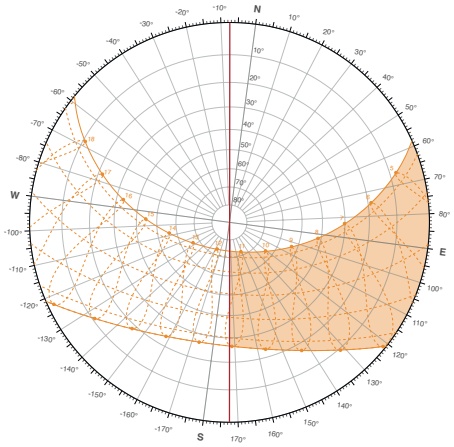


Imagem 65. Insolação incidente na fachada poente.

A face de um edifício orientada a sul deve ser sempre mais longa que as orientadas a nascente e poente, para melhor aproveitamento da radiação máxima solar direta. Um edifício mal orientado (nascente/poente) é mais frio no inverno, devido à fachada mais reduzida estar exposta a sul e mais quente no Verão, devido às grandes fachadas estarem orientadas a este e oeste. Um edifício bem direcionado, com o auxílio de um simples sombreador, na estação quente, consegue facilmente anular a radiação na fachada sul, enquanto nas outras fachadas seria difícil de o fazer.[4] O BCMG, segundo este estudo, define o bloco B como um edifício bem orientado e o bloco A como mal orientado.

4. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. Pág. 41

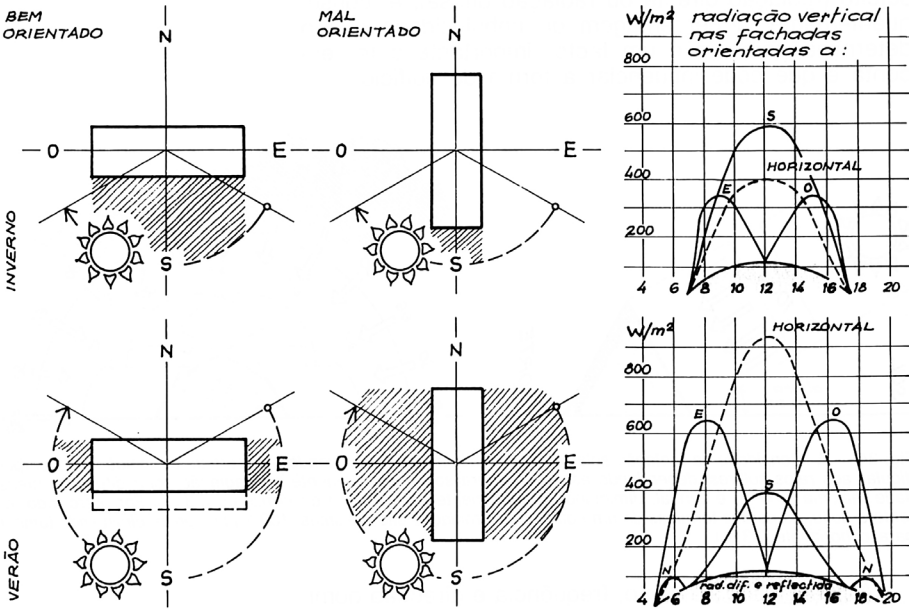


Imagem 66. Representação de um edifício bem e mal orientado, e respetivos valores da radiação nas fachadas no verão e no inverno.

Para que no Inverno sejam assegurados os ganhos solares indispensáveis ao contributo de boas condições térmicas e de bem-estar, é necessário analisar se as fachadas a sul recebem sol na sua totalidade vertical. Como é visível nas plantas já apresentadas, a fachada sul do bloco B é uma empena acoplada ao edifício vizinho. Por isso o estudo da insolação proveniente de sul recai sobre o bloco A.

A cércea de construção e a distância mínima entre edifícios, está consagrada na legislação de planeamento urbano, determinada em função da altura mínima do sol no inverno, proveniente de sul. Considera-se então, a altura solar mínima verificada na latitude do bairro no solstício de inverno, a 22 de dezembro, e que equivale a, aproximadamente, 27º.

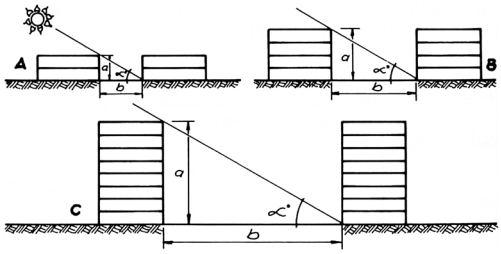
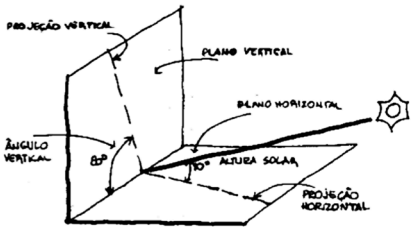


Imagem 67. Para determinada cércea existe um determinado espaçamento. Maior a cércea, maior o espaçamento entre edifícios.

O estudo recai sobre o caso extremo, o solstício de inverno, porque é onde existe a maior necessidade de ganhos térmicos, pelo facto de ser o menor dia do ano (luz solar) e a altura solar ser baixa, potencializando as obstruções à radiação solar direta. A partir desta data, as condições de incidência solar melhoram.

Para a análise das obstruções dos edifícios vizinhos, é imprescendível perceber que existe uma diferença entre os ângulos de incidência de um raio solar (ângulos de altitude e azimute, explicados no apêndice) e as suas projeções horizontais e verticais, em planos horizontais e verticais. Os ângulos de incidência e as suas projeções em determinados planos podem ser bastante distintas. Pode existir um raio de sol com uma altura solar de 10º (ângulo solar) e o seu ângulo vertical (ângulo formado pela projeção vertical e o plano horizontal) ter 80º.[5]

5. BITTENCOURT, Leonardo. Uso das cartas solares: diretrizes para arquitetos.



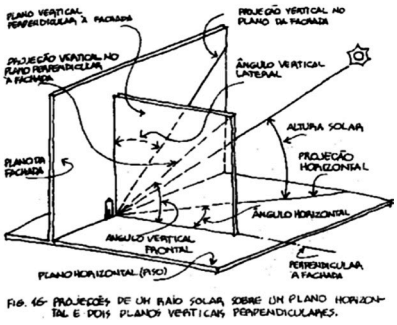


Imagem 68 (esq.). Diferença entre o ângulo da altura solar e o ângulo vertical, correspondente.
Imagem 69 (dir.). Projeções de um raio solar sobre um plano horizontal, vertical e vertical frontal.

Na análise do bairro, verifica-se que o bloco B não recebe sol na totalidade vertical da fachada sul. No entanto, sendo o volume do bloco A perpendicular a este, apenas uma porção da fachada, correspondente a dois fogos, é a que é afetada.

O volume do bloco A, sendo um edifício orientado nascente/poente, achou-se por bem estudar a obstrução solar causada pelos edifícios vizinhos no dia 22 de dezembro a meio da manhã (9:30 h) e a meio da tarde (14:30 h), nas fachadas nascente e poente. Nestas horas, o edifício não recebe, em ambas as fachadas, incidência solar direta na totalidade vertical. A fachada poente é a mais prejudicada, devido às cérceas e à proximidade dos edifícios vizinhos.



Imagem 70. Insolação sul no dia 22 de Dezembro. Planta do BCMG sem a proposta de requalificação. Esc. 1:1000

Imagem 71. Insolação sul no dia 22 de Dezembro (ângulo solar de 27º, um ângulo vertical de 82,3º e um ângulo vertical frontal de 27,2º). Fachada sul do BCMG sem a proposta de requalificação. Esc. 1:500



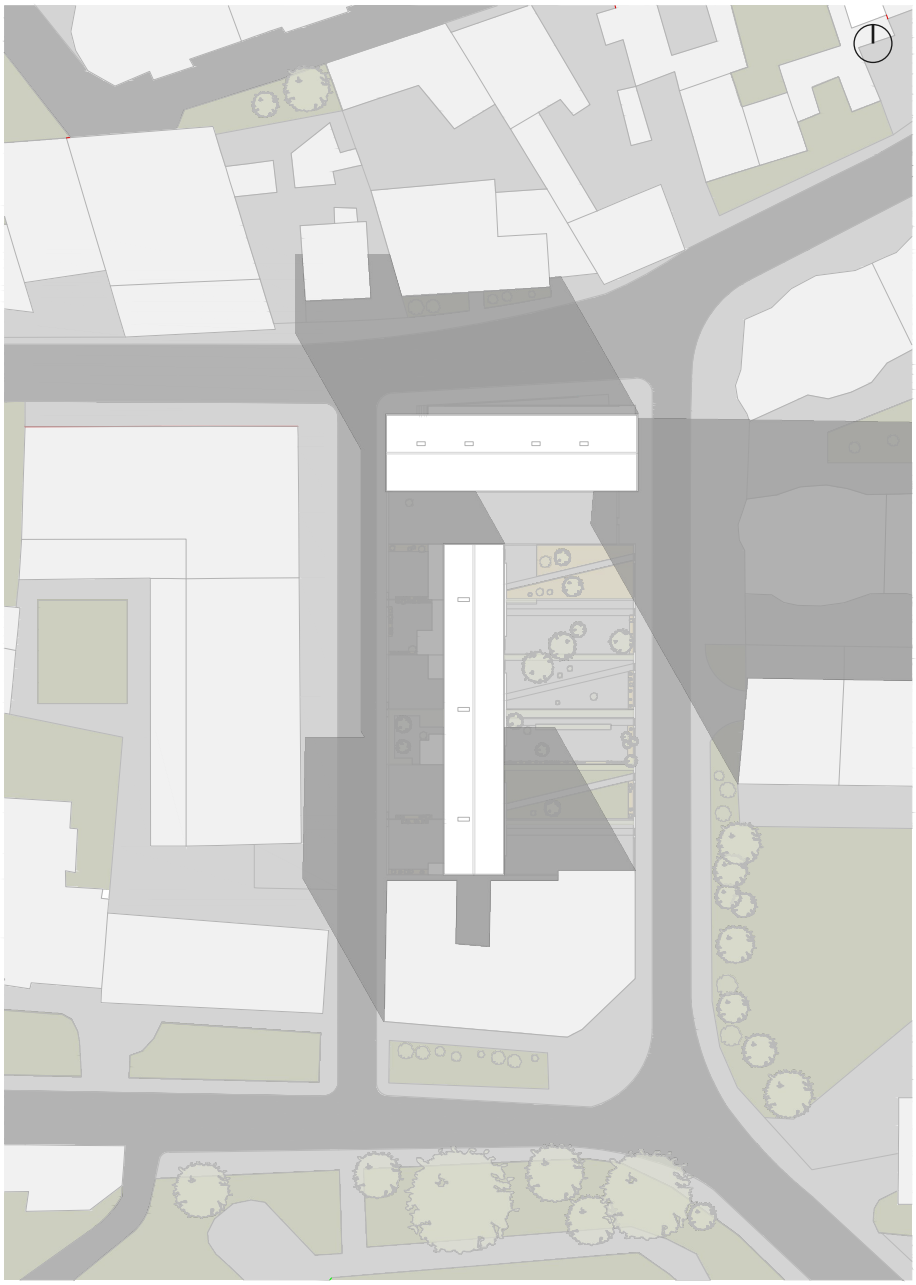


Imagem 72. Insolação às 9:30 h da manhã, no dia 22 de Dezembro. Planta do BCMG sem a proposta de requalificação. Esc. 1:1000

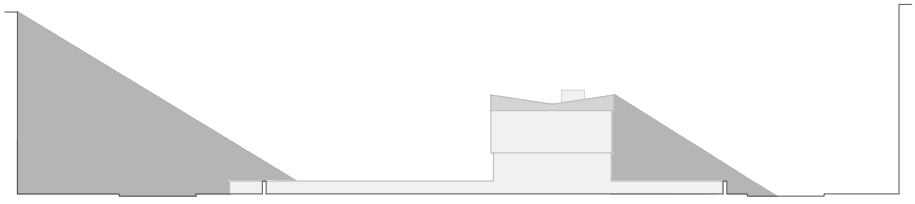


Imagem 73. Insolação às 9:30 h da manhã, no dia 22 de Dezembro (um ângulo solar de 17º, um ângulo vertical de 31,8º e um ângulo vertical frontal de 19,4º). Fachada norte do bloco A sem a proposta de requalificação. Esc. 1:500

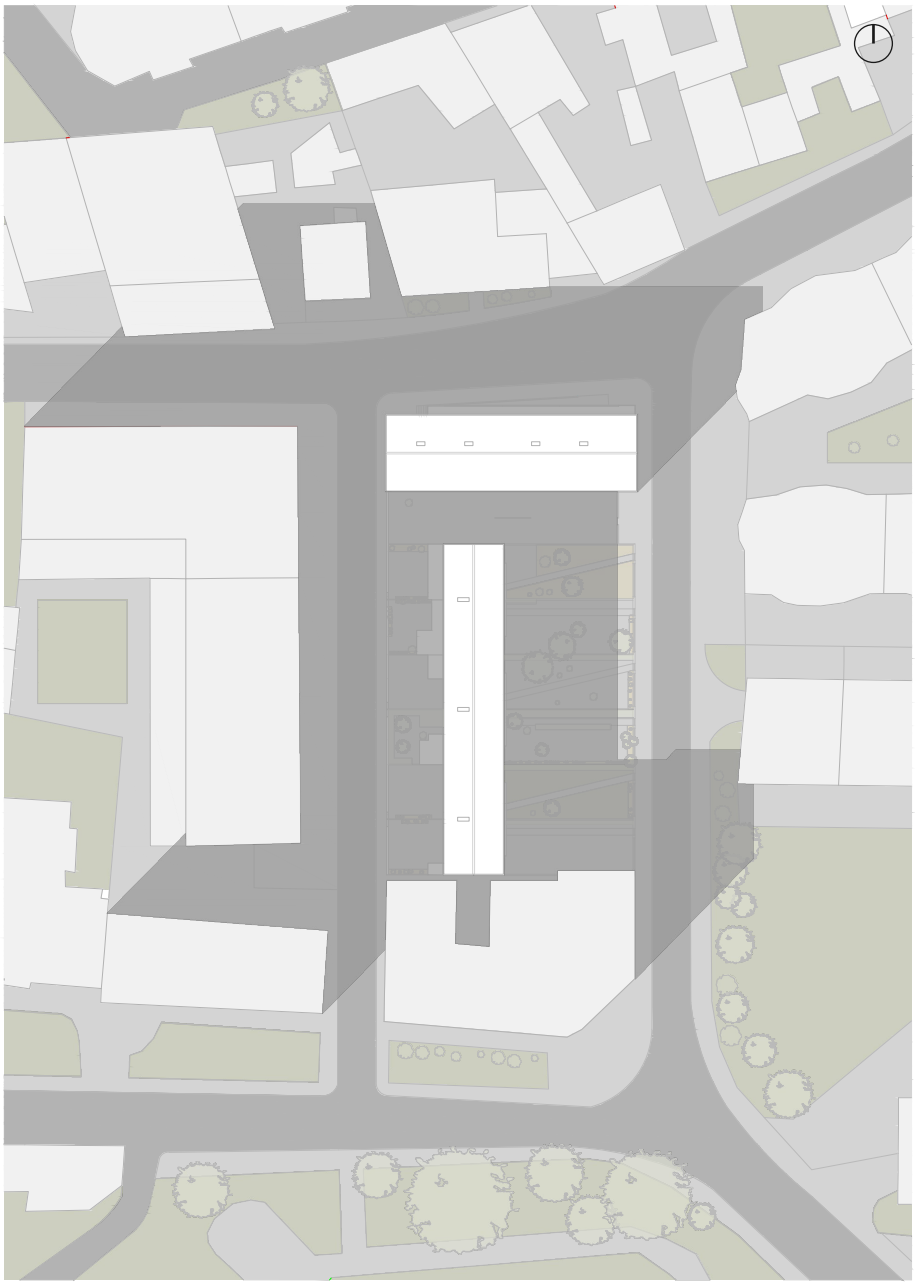


Imagem 74. Insolação às 14:30 h, no dia 22 de Dezembro. Planta do BCMG sem a proposta de requalificação. Esc. 1:1000

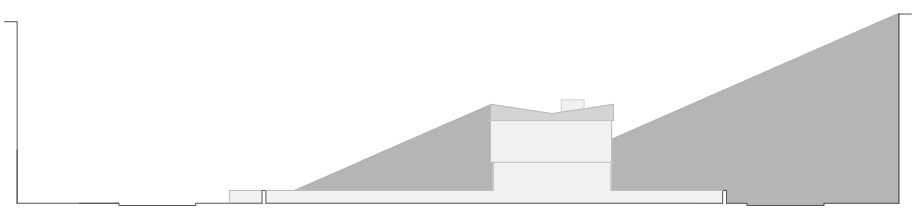


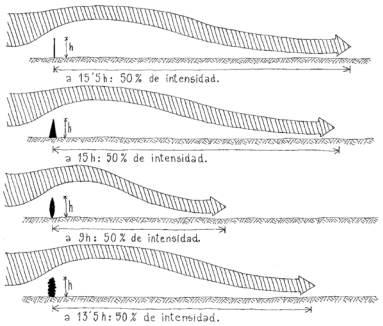
Imagem 75. Insolação às 14:30 h, no dia 22 de Dezembro (um ângulo solar de 17°, um ângulo vertical de 23,6° e um ângulo vertical frontal de 23,2°). Fachada norte do bloco A sem a proposta de requalificação. Esc. 1:1000

3.1.2 MOVIMENTAÇÃO DO AR

Depois de se identificar o sentido dos ventos dominantes, estuda-se o movimento do ar no quarteirão. Como já referido, a intensidade dos ventos dominantes é reduzida pela Mata Nacional de Leiria, no entanto não deixam de existir. Por isso, o vento constante e com maior intensidade, chega de noroeste.

O vento encontra várias barreiras na sua circulação, barreiras naturais e construídas. Em regra geral, a intensidade do vento com barreiras naturais ou construídas, passa para metade do seu valor, até uma distância de 10 ou 15 vezes a altura da barreira.[6] Se a barreira for construída continua, a intensidade do vento tem uma redução de três-quartos até uma distância de 10 vezes a altura do edifício. Estas regras também são empregues ao próprio edifício em estudo, afetando o espaço adjacente a este e a outros próximos. Esta análise recai tanto em corte como em planta, para se identificar o túnel de vento (zona protegida dos ventos).

6. SERRA, Rafael. Arquitetura y Climas. Pág. 47



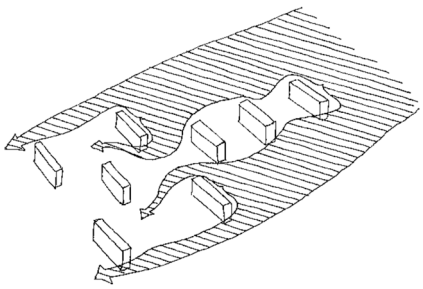


Imagem 76 (esq.). Relação entre a altura da barreira, a intensidade do vento e a distância de redução.
Imagem 77 (dir.). Túnel de vento em planta.

O estudo do movimento do ar é fundamental numa requalificação bioclimática e o que se pretende, é desenhar o percurso do seu movimento e a sua ação sobre os blocos habitacionais. Segundo a localização, a forma e a altura das barreiras construídas que ladeiam o bairro, aliadas ao sentido dos ventos dominantes, consegue-se elaborar o percurso do movimento do ar sobre o bairro. Este percurso é também fundamentado pelos habitantes do bairro.

A incidência dos ventos dominantes no bairro recai principalmente sobre a fachada norte e poente do bloco B. Este funciona como barreira e bifurcação, direcionando o movimento do ar para sul e este. As barreiras naturais que existem, devido à sua quantidade e dimensão, não chegam a ter relevância no estudo do movimento do ar.

O movimento do ar ao encontrar um edifício, cria sobre as diferentes superfícies, efeitos de pressão, depressão e em última estância, cor-

rentes de ar dentro do edifício. Quando o vento incide perpendicularmente numa fachada, gera pressão alta sobre esta. Uma depressão na oposta e uma ligeira depressão nas laterais, nas zonas mais próximas à fachada de incidência e nas mais afastadas, gera uma pequena pressão. Este processo de análise também se emprega em outras direções de incidência.

A análise efetuada do movimento do ar e as suas zonas de incidência no bairro, permite identificar as áreas de pressão e depressão, e descobrir onde se localiza o túnel de vento. As fachadas com as depressões mais acentuadas vão coincidir com a zona protegida dos ventos (túnel de vento).

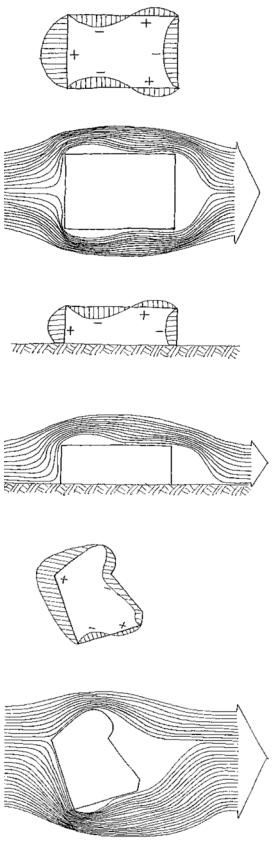


Imagem 78. Pressões e depressões em diferentes casos.

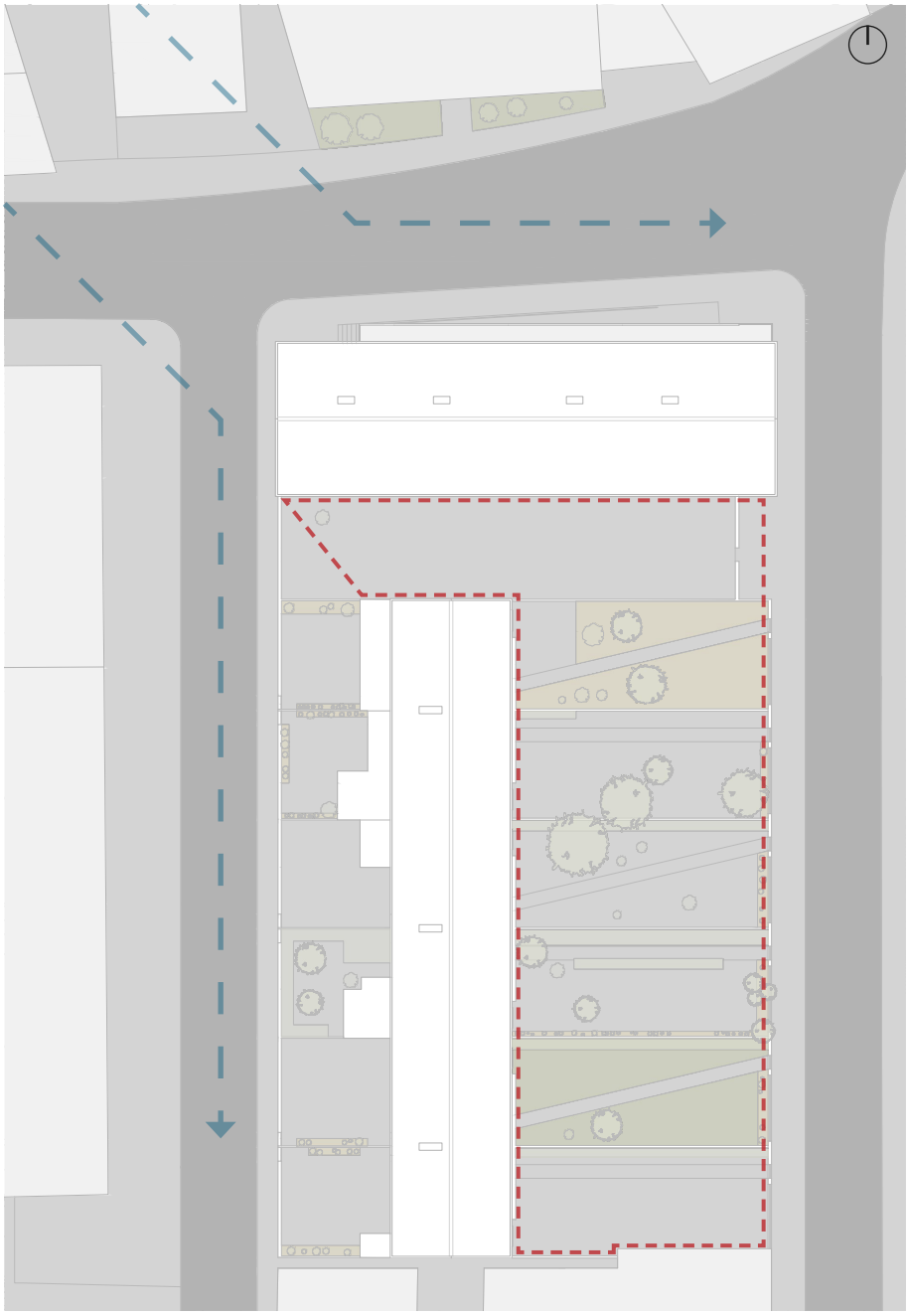


Imagem 79. Esquema do movimento do ar. Planta do BCMG sem a proposta de requalificação. Esc. 1:500

3.1.3 SUPERFÍCIE DO SOLO

As superfícies construídas, geralmente de tendência de cor escura, como por exemplo o alcatrão das estradas, possuem valores de absorção muito acentuados, aquecendo de forma desmedida e desadequada o ambiente. Se a diferença de temperatura destes materiais com o ambiente, durante o dia é elevada, à noite é ainda maior. Estes tipos de pavimentos absorvem calor durante o dia e irradiam-no durante a noite.

A superfície natural é um dos elementos que pode ajudar a temperar o microclima através das suas capacidades de reflexão. Uma superfície com relva reduz a temperatura através da absorção da insolação e posteriormente evaporação. Em dias de estação quente as superfícies com relva estão geralmente 10 a 14ºC mais frescas do que as construídas.[7]

7. OLGYAY, Victor. Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism. Pág.51

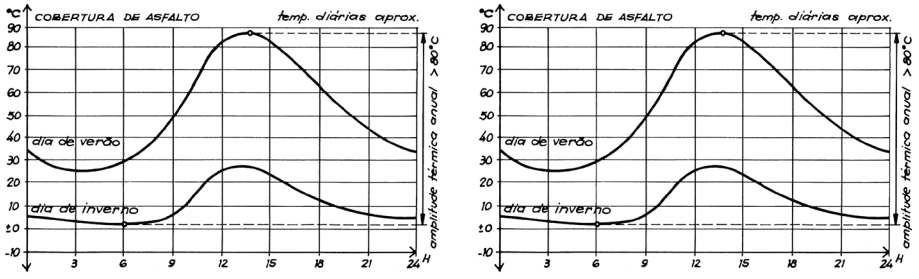


Imagem 80. Amplitudes térmicas na envolvente do edifício. Cobertura da superfície me asfalto e em relva.

Uma percentagem superior de superfície construída, em relação à superfície natural, geralmente suscita pequenas alterações no ciclo térmico diário e provoca o chamado fenómeno de “ilha de calor”, devido ao albedo e condutibilidade do material construído.

Para equilibrar o clima circundante a um edifício, tem de se criar “reguladores de microclimas urbanos”, através de “ilhas verdes”, para atenuar a “ilha de calor” e torná-lo mais ameno. No entanto, a sua eficácia só é possível se esta estiver protegida dos ventos dominantes, pois se este for um pouco mais forte, anula todas as diferenças climáticas. As zonas ajardinadas junto aos edifícios são reservas de ar fresco.

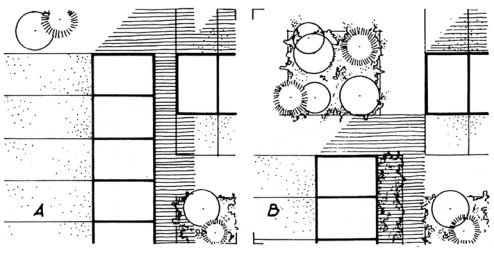
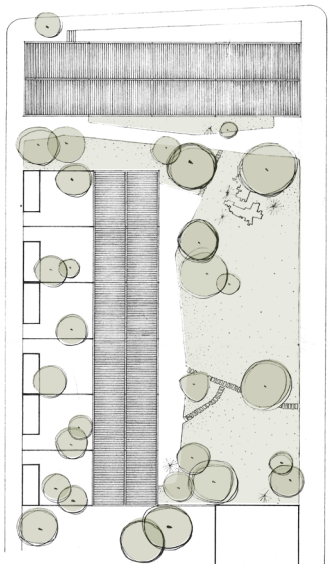


Imagem 81. A procura pelo último cm² livre para construção, deveria dar lugar ao direito ao Sol a todas as fachadas orientadas a sul e o aparecimento de pequenas “ilhas verdes” na paisagem cinzenta do asfalto.

ESTRATÉGIA ADOTADA

Efetuada a compreensão das consequências das superfícies construídas e as vantagens das naturais, identificou-se estes dois tipos de superfície na envolvente próxima ao BCMG, sendo visível uma maior área de superfície construída face à natural. Esta desigualdade potencializa a "ilha de calor" e os extremos de temperatura no quarteirão. Para anular este fenómeno implementou-se uma área verde junto aos blocos habitacionais, reimplementando o desenho do jardim do arquiteto Conceição Silva.



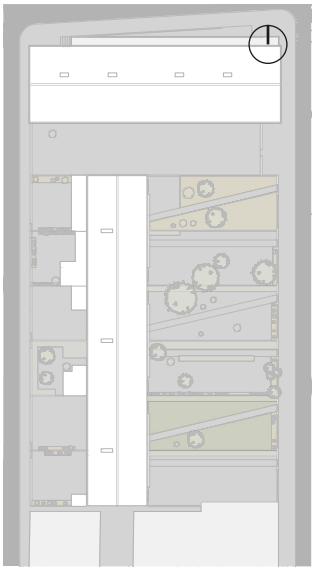
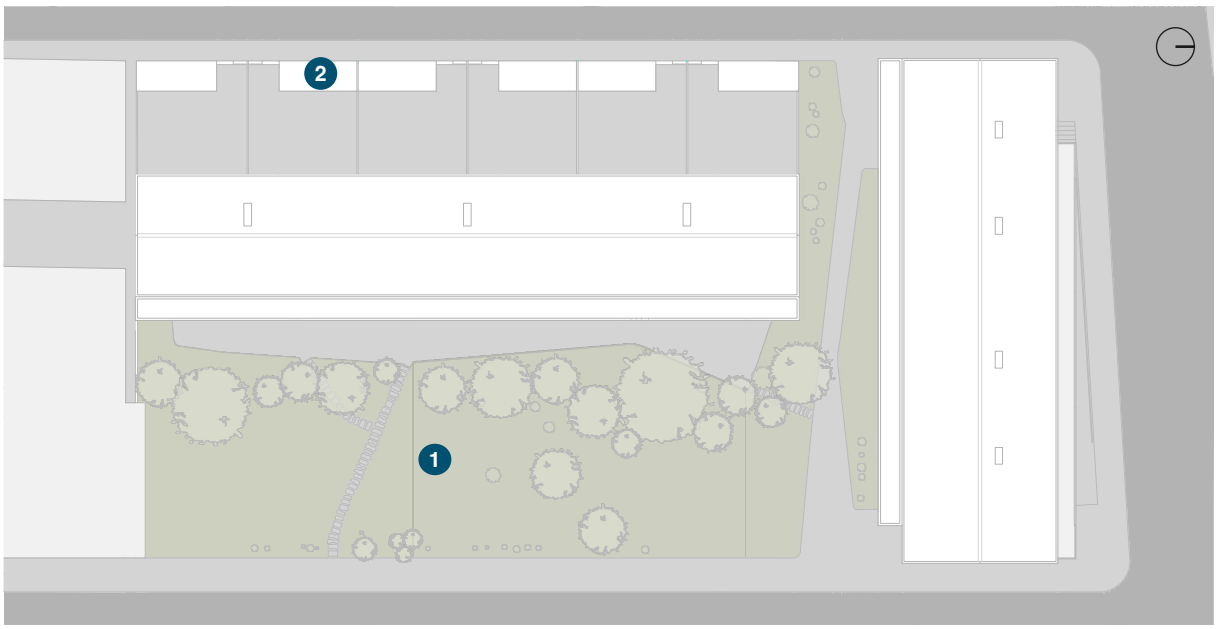


Imagem 82 (esq.). Planta de implantação do BCMG. Desenho original no anexo A.
magem 83 (dir.). Superfícies construídas e naturais. Planta do BCMG sem a proposta de requalificação. Esc. 1:1000

Imagem 84. Correção das áreas das superfícies construídas e naturais. Planta do BCMG com a proposta de requalificação. Esc. 1:500

1. Reposição do desenho do jardim de Conceição Silva.
2. Reposição dos anexos projetados por Conceição Silva.



3.2 PERDAS TÉRMICAS

A forma de um edifício é um fator de grande influência nas suas perdas térmicas, independentemente de uma boa implantação ou de uma alta resistência à transmissão térmica total. Quanto mais compacta é a forma do edifício, de poucas saliências e reentrâncias e de área reduzida em contato com exterior (exclui-se a face em contato com o solo), menor são as perdas de calor e melhor será o seu balanço térmico.

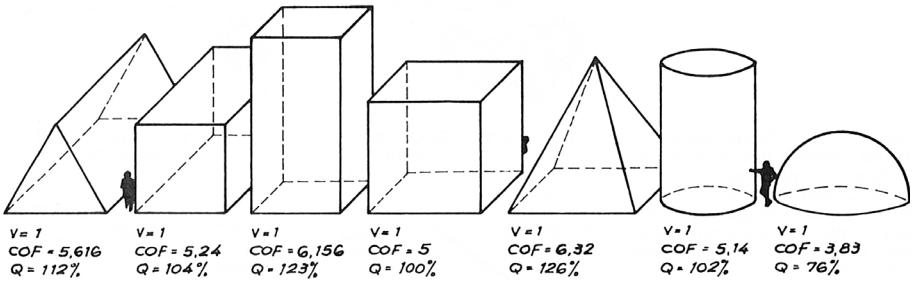


Imagem 85. Perdas térmicas "Q" (em percentagem) para diferentes formas de igual volume.

Segundo a imagem, a volumetria do objeto em estudo, possui o valor mediano entre as formas apresentadas. Corresponde, então, a um balanço térmico razoável relativamente à sua forma.

A forma e a materialidade estão interligadas num processo conducente a um maior equilíbrio das trocas térmicas do edifício. Para se compreender o fenómeno das trocas térmicas é necessário esclarecer o fenómeno de fluxo de calor. Os fenómenos naturais de fluxo de calor podem acontecer através de três processos diferentes: condução, convecção e por radiação. Para melhor entendimento do processo de fluxo de calor, cita-se a analogia de Szokolay:

"Assim como a água flui de uma posição mais alta para uma mais baixa, o calor flui de uma zona (ou corpo) de temperatura mais elevada para uma de temperatura mais baixa."[8]

8. SZOKOLAY, Steven V. Introduction to architectural science. The basis of sustainable design. Architectural press. Pág. 7

No que toca às perdas térmicas, realçam-se apenas os processos de condução e convecção. O fluxo de calor por condução ocorre entre as partículas de temperaturas distintas que constituem os elementos construtivos. Numa parede simples (sem isolamento nem caixa de ar) as partículas mais quentes do lado interior influenciam as mais frias do lado exterior. Reduzir as perdas térmicas passa pela utilização de materiais de baixa condutibilidade (materiais isolantes) para atrasar o fluxo de calor.

O fluxo de calor por convecção acontece no ar que percorre o interior do edifício, que aquece o ar mais frio, quer seja interior ou exterior.

A estanquidade do espaço interior permite que o ar quente tenha influência apenas no ar frio interior.

Para se assegurar um ambiente interior saudável e confortável termicamente durante a estação fria, é imprescindível minimizar as perdas térmicas. A aplicação de isolamento térmico na envolvente do edifício (estrutura, parede, pavimento e cobertura) reduz, substancialmente, as perdas de calor do interior e o consumo de energia na utilização dos dispositivos de aquecimento.

As trocas térmicas ocorrem sobretudo com a atmosfera, mas também com o terreno. As perdas térmicas provenientes das superfícies em contato com o terreno acontecem de forma diferente das que se efetuam com a atmosfera. O solo, ao possuir menores amplitudes térmicas, diminui as perdas térmicas e torna-as mais constantes entre o período dia e noite.[9]

9. Pela inexistência de desenhos e informação da laje do piso térreo do BCMG, não foi possível desenhá-la pelo qual não será incluída nos desenhos.
Contudo, não afetou a proposta de requalificação devido ao foco do estudo das perdas térmicas ser as trocas com a atmosfera e pela estratégia adotada do isolamento ser feita pelo exterior.

O fenômeno das trocas térmicas com a atmosfera é o que requer maior atenção. O isolamento das superfícies exteriores é fundamental para manter a temperatura a níveis adequados dos espaços interiores.

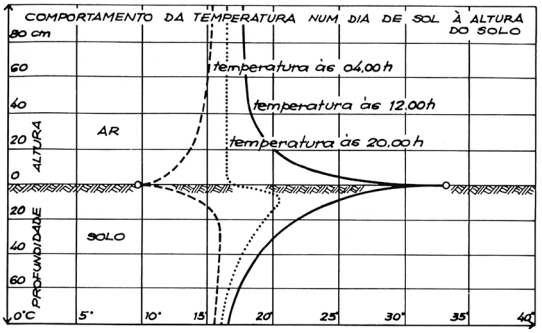


Imagem 86. Representação esquemática das temperaturas diárias no ar e no solo, onde a partir da profundidade de 60cm, as amplitudes térmicas são praticamente nulas.

Um material de isolamento térmico é caracterizado pelo seu coeficiente de condutibilidade térmica. A sua eficácia é boa quando o valor do seu coeficiente é inferior ao da madeira, que varia entre 0,13 e 0,17 W/mK.[10] Quanto melhor a propriedade isolante do material, maior é a resistência à passagem do fluxo de calor e menor é o valor do coeficiente.

10. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. Pág.56

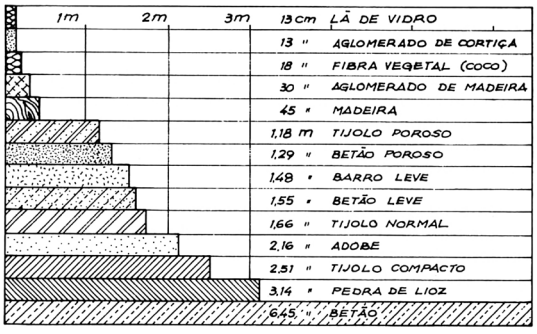


Imagem 87. Comparação esquemática da resistência térmica de materiais com espessuras diferentes.

Qualquer material pode controlar as trocas térmicas entre o interior e o exterior, numa relação intrínseca entre espessura e condutibilidade térmica. Porém, os materiais que não apresentam uma baixa condutibilidade como os de isolamento térmico, terão sempre a necessidade de uma maior espessura para que sejam eficazes. A utilização de materiais com boa propriedade isolante, evita grandes expessuras das paredes exteriores, devido à ótima relação espessura/condutibilidade. Um material isolante eficaz é um material leve que mantem bolhas de ar imobilizadas que isolam a passagem de calor.[11]

11. SERRA, Rafael. Arquitetura y Climas. Pág. 40

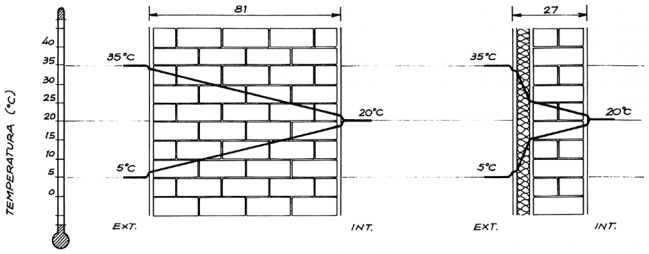


Imagem 88. Representação esquemática das linhas de temperatura (verão e inverno) em duas paredes de igual resistência térmica, sem e com isolamento.

Nas paredes exteriores, o material isolante deve aplicar-se sempre do lado exterior para garantir menores amplitudes térmicas nas paredes, menor deterioração do material, maior massa acumulativa térmica interior e impedir a condensação de vapores nas paredes, causada por temperaturas baixas.[12] A aplicação do lado exterior garante a continuidade do material isolante, sem as interrupções, absolvendo possíveis pontes térmicas.

12. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. Pág.59

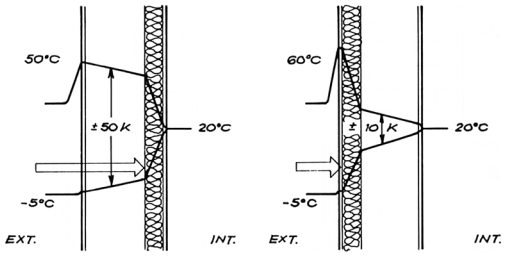


Imagem 89. Representação esquemática da diferença, entre a aplicação do material isolante no exterior e interior.

As pontes térmicas são definidas pelas superfícies onde ocorrem transmissões térmicas mais elevadas do que no resto da construção. São estas que potencializam a condensação de vapores devido à falta ou ao fraco isolamento. A constante condensação nas paredes frias (espaços húmidos de pouca ventilação e mal aquecidos), origina a formação de bolores e fungos, provocando vários tipos de alergias das vias respiratórias.

Segundo o RCCTE, as situações onde é recorrente ocorrer o fenômeno da ponte térmica, são:[13]

13. INETI. Manual de apoio à aplicação do RCCTE. Ineti, Lisboa, 2006. Pág. 30

- Contato dos pavimentos térreos e de paredes (enterradas) com o terreno;

- Ligação da fachada com os pavimentos térreos;
- Ligação da fachada com pavimentos sobre locais não-aquecidos ou exteriores;
- Ligação da fachada com pavimentos intermédios;
- Ligação da fachada com cobertura inclinada ou em terraço;
- Ligação da fachada com varanda;
- Ligação entre duas paredes verticais;
- Ligação da fachada com caixa de estore;
- Ligação da fachada com padieira, ombreira ou peitoril.

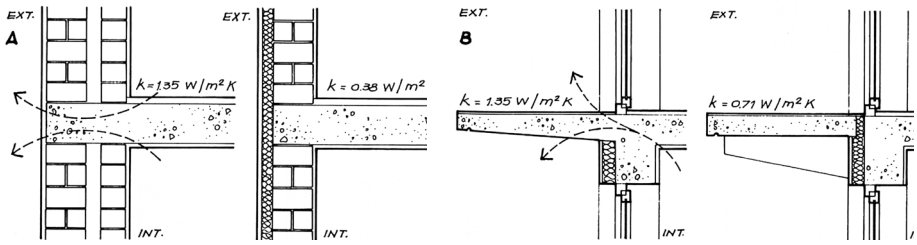


Imagem 90. Exemplo de pontes térmicas em duas situações distintas e respetiva solução. A caixa-de-ar não impede a formação de pontes térmicas, o que não se verifica com a aplicação de material isolante exterior (A). Em lajes de varandas também é possível a anulação das pontes térmicas.

A cobertura é dos elementos do edifício que está exposta às maiores amplitudes térmicas. Durante o dia alcança elevadas temperaturas devido à sua exposição direta à radiação solar e à noite onde se evidencia as maiores perda de calor para a atmosfera, pelo processo de radiação. Um isolamento ineficaz na cobertura gera temperaturas insustentáveis no interior das habitações, quer nas noites frias de inverno, quer nos dias solarengos de verão. Para climas temperados o isolamento deve ser reforçado a norte e nas coberturas com material isolante de pelo menos 10 cm de espessura.[14]

14. SERRA, Rafael. Arquitetura y Climas. Pág. 26

Em relação à fenestração, dados recentes mostram que a sua má idealização e conceção podem provocar perdas energéticas até 35% das necessidades térmicas de um edifício.[15] As perdas térmicas pela fenestração acontecem através da transmissão térmica direta e sobretudo pela infiltração excessiva de ar frio através das frinchas mal calafetadas.

15. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. Pág.62

A janela como: *"(...)a mais simples e genuína ponte térmica do edifício"*[16], tem de ter uma atenção redobrada. Apresenta um balanço térmico próprio, devido aos seus ganhos solares diretos e às acrescidas perdas de calor. As janelas podem ser substancialmente reduzidas com a implementação de vários componentes: vidro duplo ou mesmo triplo, utilização de isolantes exteriores (persianas), isolamento interior (reposteiros especiais) e caixilharia com características isolantes. Estas medidas são de implementação prioritária na requalificação de qualquer edifício.

16. ibidem. Pág.63

ESTRATÉGIA ADOTADA

Para o isolamento dos edifícios em estudo, foi tido em conta alguns exemplos de requalificações a nível energético em edifícios modernos. No entanto realçava o estudo, "Conservação de energia vs. conservação do património: avaliação dos cenários de reabilitação térmica pelo caso de estudo de Terrassenhaussiedlung Graz"[17] , de Alexander Eberl, onde se avaliou os vários cenários de reabilitação térmica do conjunto habitacional em estudo. Foram estudados os cenários de aplicação de isolamento interior e exterior, tendo em conta a eficiência energética, a construção física, a aparência arquitetónica e a praticabilidade.

17. TOSTÕES, Ana; KOSELJ, Natasa. Metamorphosis: The Continuity of Change. Pág. 442



Imagem 91. Fachada sudeste do edifício nº 33 do conjunto habitacional "Terrassenhaussiedlung Graz".

Segundo este estudo, a aplicação do isolamento pelo interior é a abordagem típica quando se trata da renovação de edifícios historicamente relevantes. É caracterizada por não resolver as questões de "saúde" do edifício (deterioração dos elementos estruturais e secundários através das condensações), por ser menos económico e prático devido à aplicação do material isolante em piso, parede e teto, por reduzir o espaço interior e potencializar as pontes térmicas. No entanto, tem a vantagem de não existir grandes alterações no aspeto exterior do edifício.

A aplicação do isolamento pelo exterior garante a melhor conservação física do edifício e potencializa a longevidade do edifício, contudo, oculta a autenticidade dos materiais e tem maior impacto na apa-

rência do edifício, com a alteração das proporções. O maior impacto que esta estratégia traz aos edifícios, pode ser minimizado ou mesmo nulo com as soluções adequadas, possibilitando a continuidade das ideias estruturalista (imagem).

O confronto entre as duas estratégias de isolamento levou à discussão, se a preservação da imagem da fachada supera a preservação dos princípios que sustentam a obra. Alexander Eberl conclui que:

"Indiscutivelmente, não é a fachada que torna a propriedade historicamente valiosa, mas sim as suas ideias subjacentes de pioneirismo, experiências e processos de desenho; e parece questionável se é a abordagem certa para conservar uma propriedade, que foi liderada por ideias de desenho estruturalista, de transformabilidade e adaptabilidade, no seu estado inicial."[18]

18. TOSTÕES, Ana; KOSELJ, Natasa. Metamorphosis: The Continuity of Change. Pág. 447

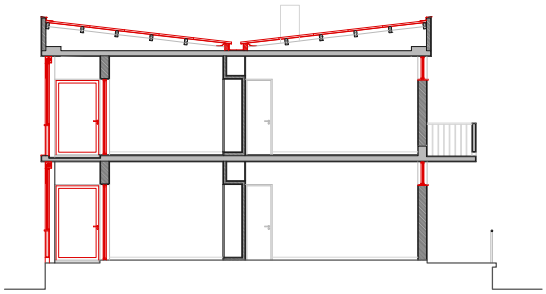




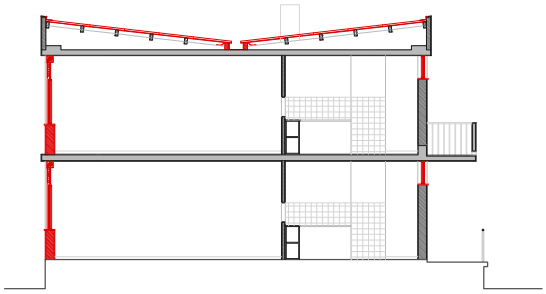
Imagem 92 (esq.). Elementos do edifício afetados pela estratégia de isolamento interior: nenhuma superfície externa é visivelmente afetada. Conjunto habitacional "Terrassenhaussiedlung Graz".
Imagem 93 (dir.). Elementos do edifício afetados pela estratégia de isolamento exterior: a maior parte dos elementos da envolvente serão visivelmente afetados, exceto as janelas. Conjunto habitacional "Terrassenhaussiedlung Graz".

Depois de se identificar as patologias térmicas, a maneira mais eficiente de resolver as perdas térmicas e estudar os possíveis cenários de isolamento num edifício "moderno", desenha-se a requalificação com um cuidado face à imagem do edifício.

Para minimizar as perdas térmicas no objeto em estudo e dar continuidade às ideias subjacentes a este, propôs-se isolar o edifício pelo exterior, com especial atenção à cobertura, e substituir as janelas e portas de entrada. Estas alterações visam minimizar ao máximo as perdas de calor e conservar o ar quente do interior, tendo uma atenção redobrada às zonas expostas mais ao frio e ao vento.



Corte A



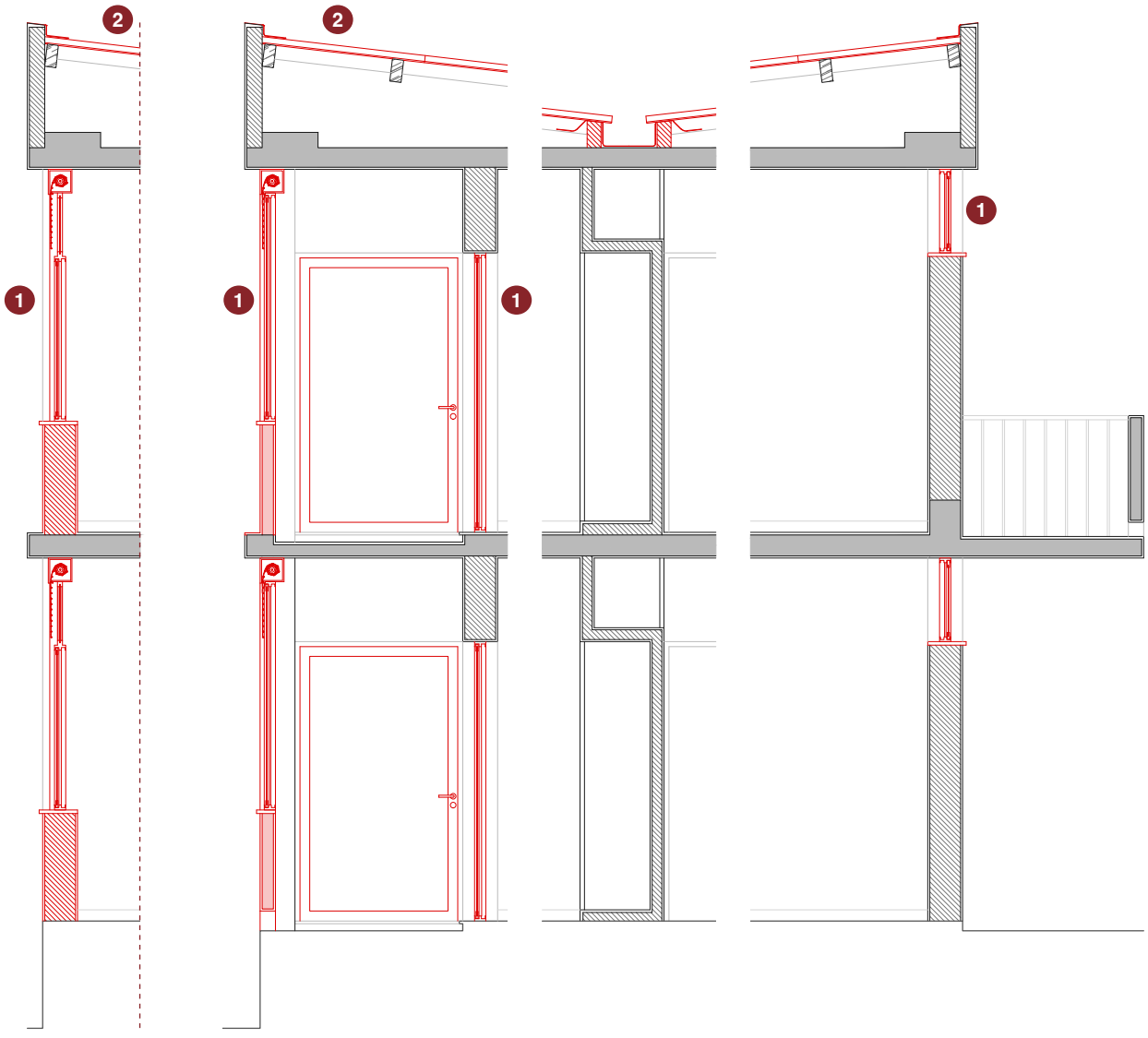
Corte B

Imagem 94. Corte transversal (A e B) do bloco B sem a proposta de requalificação. Esc. 1:200

Imagem 95. Corte transversal (A e B) do bloco B sem a proposta de requalificação. Esc. 1:50

1. Caixilharia de vidro simples
2. Chapa de fibrocimento (contém amianto)

■ Demolição

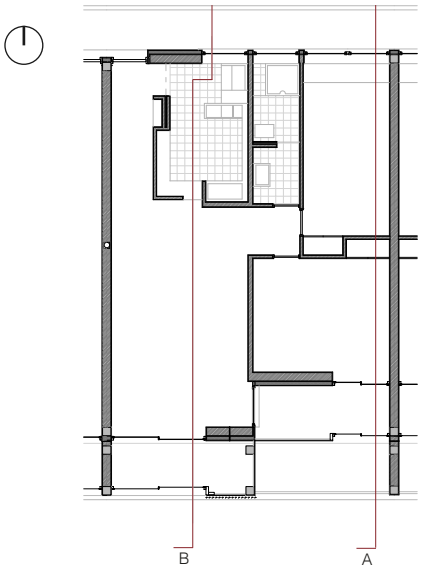


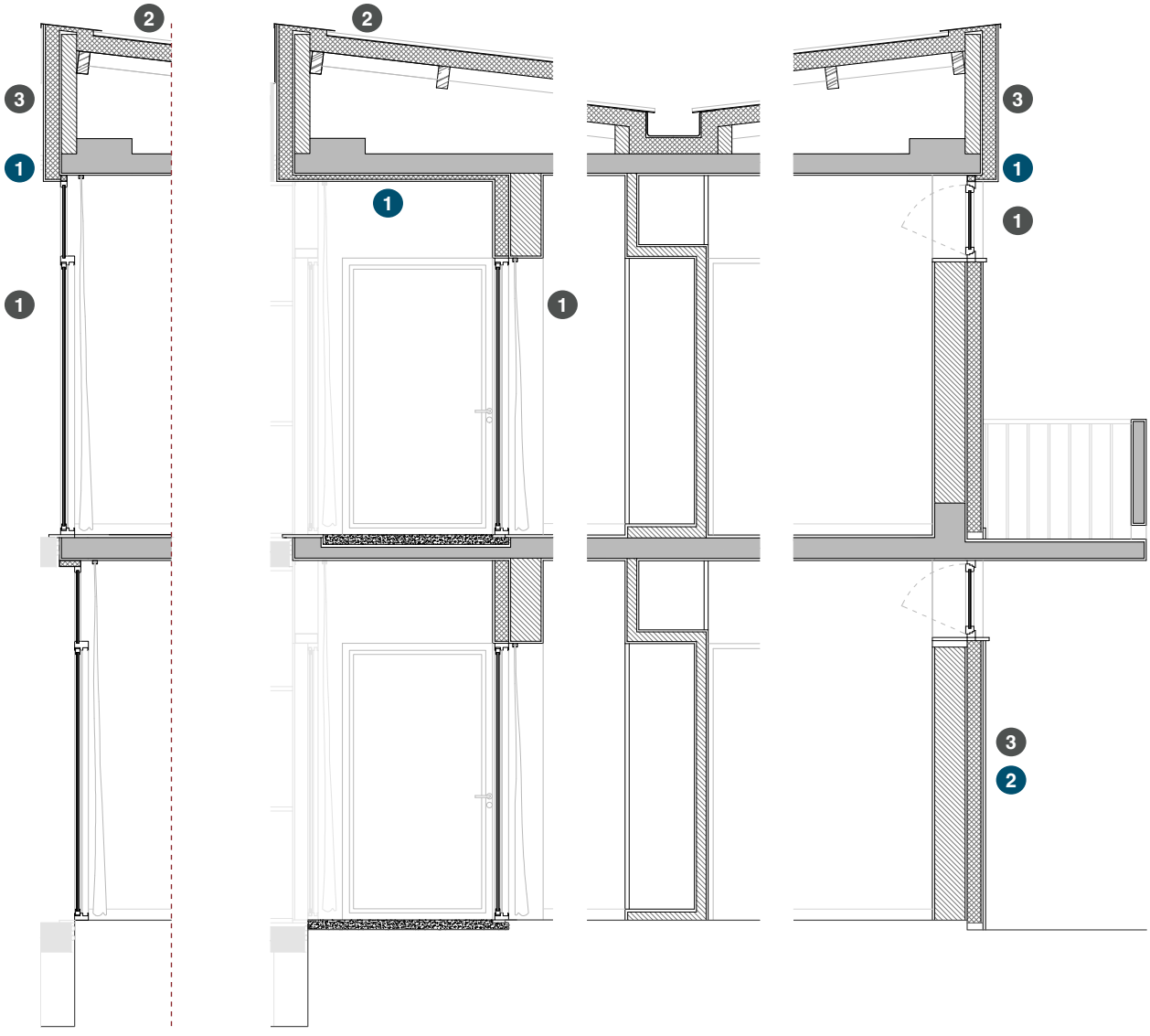
Corte B

Corte A

Imagem 96. Planta tipo do bloco B com a proposta de requalificação. Esc. 1:200
Imagem 97. Corte transversal (A e B) do bloco B com a proposta de requalificação. Esc. 1:50

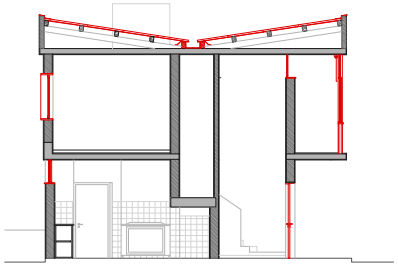
1. Caixilharia de vidro duplo
2. Isolamento de 12 cm (acabamento em chapa de zinco)
3. Isolamento de 10 cm (sistema ETICS)
1. Isolamento de 3 cm (menor impacto na alteração das proporções)
2. Reposição do acabamento em mosaico hidraulico (13 x 26 cm)



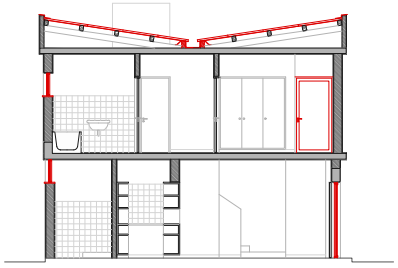


Corte B

Corte A



Corte C



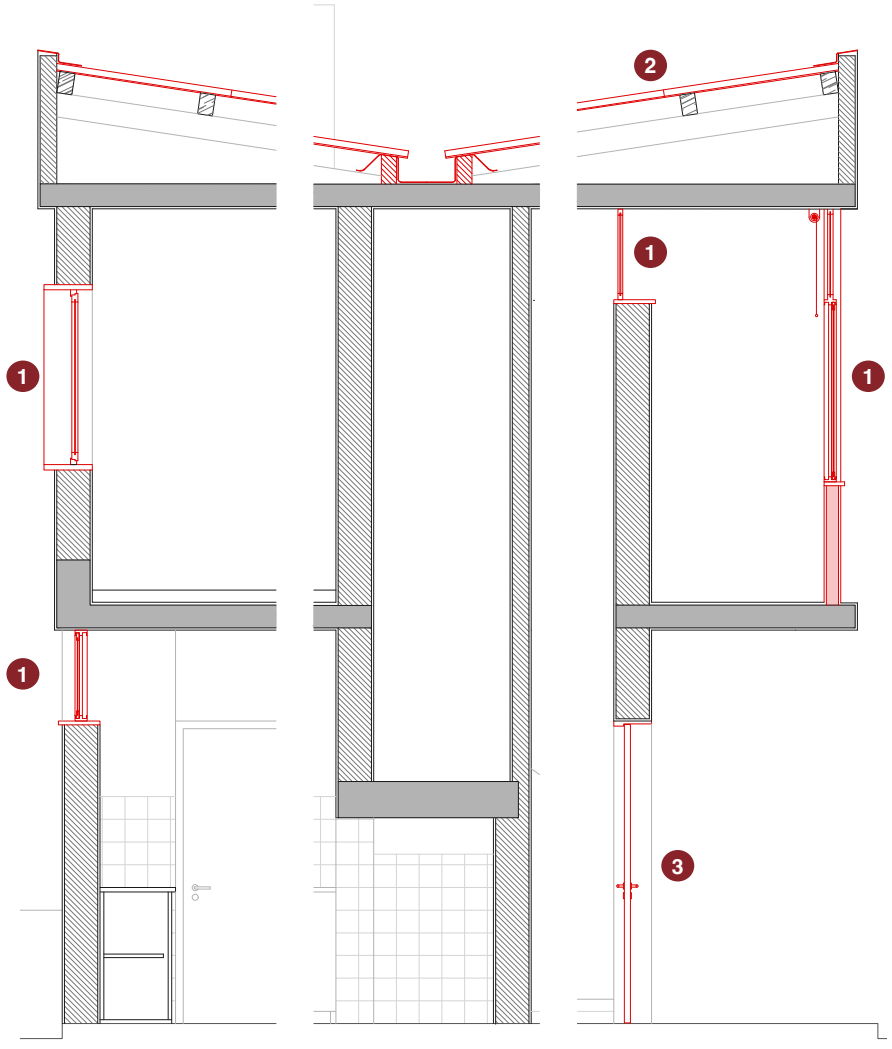
Corte D

Imagem 98. Corte transversal (C e D) do bloco A sem a proposta de requalificação. Esc. 1:200

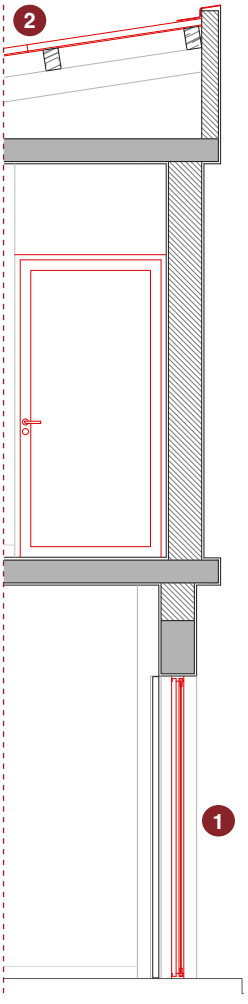
Imagem 99. Corte transversal (C e D) do bloco A sem a proposta de requalificação. Esc. 1:50

1. Caixilharia de vidro simples
2. Chapa de fibrocimento (contém amianto)
3. Porta de madeira

Demolição

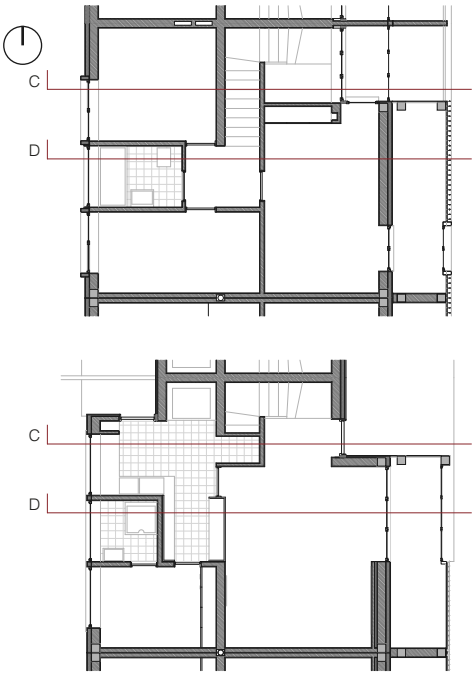


Corte C



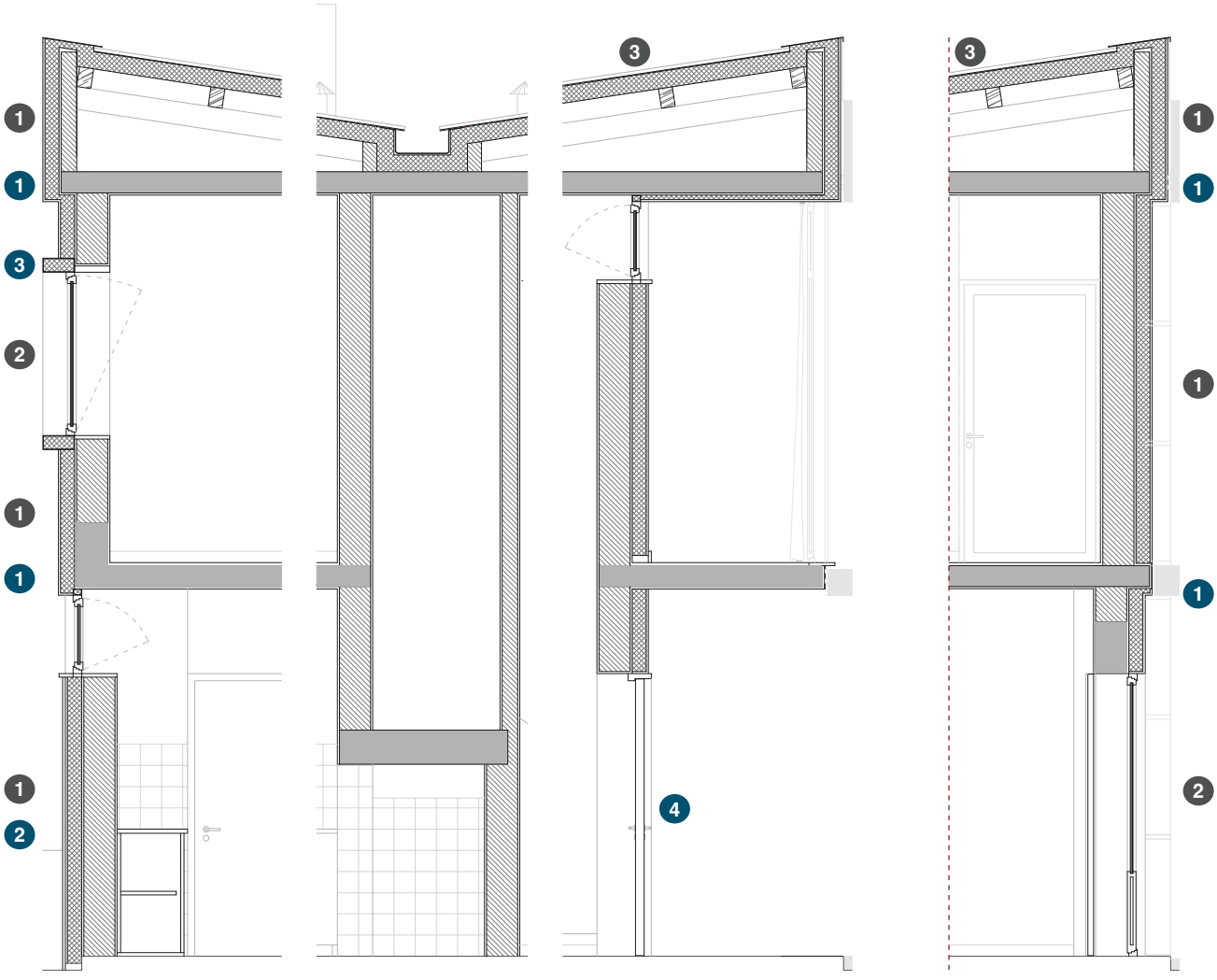
Corte D

Imagem 100. Planta tipo (Piso 0 e 1) do bloco A com a proposta de requalificação. Esc. 1:200
Imagem 101. Corte transversal (C e D) do bloco A com a proposta de requalificação. Esc. 1:50



1. Isolamento de 10 cm (sistema ETICS)
2. Caixilharia de vidro duplo
3. Isolamento de 12 cm (acabamento em chapa de zinco)

1. Isolamento de 3 cm. Menor impacto na alteração das proporções
2. Reposição do mosaico hidraulico (13 x 26 cm)
3. Perfil metálico. Reposição da "moldura" original da janela
4. Porta com corte térmico mais eficiente



Corte C

Corte D

3.3 CONTROLO SOLAR

Otimizar o desempenho energético do edifício na estação fria passa pela implementação de sistemas de aproveitamento e combate de energia solar de forma passiva. O arquiteto tem de considerar os materiais e dispositivos de melhor eficácia para o edifício e clima em questão.

A eficácia das soluções implementadas passa pela resposta dinâmica às variações, a curto e longo prazo, das condições climáticas e pelo controlo das diferentes amplitudes térmicas que se fazem sentir diariamente e sazonalmente.

No tipo de clima em estudo, importa controlar minuciosamente as diferenças térmicas entre os períodos de necessidade de aquecimento e arrefecimento. A partir dos materiais e dos dispositivos de controlo solar, consegue-se atingir o domínio das referidas amplitudes.

3.3.1 GANHOS TÉRMICOS

Para se compreender os ganhos solares, temos de reavivar o fenómeno fluxo de calor. Os fenómenos naturais de fluxo de calor, que interessam ao edifício para ganhos térmicos, são o de radiação e convecção.

O fluxo de calor por radiação consiste na emissão de energia de uma determinada fonte através de ondas eletromagnéticas. O sol, como principal fonte, liberta as respetivas ondas em forma de radiação solar. Estas, ao atingirem o edifício, originam ganhos térmicos muito bem-vindos, na estação fria.

A obtenção de ganhos térmicos a partir de sistemas passivos, faz-se com a implementação de dispositivos construtivos integrados ou cupulados ao edifício, cujo propósito é contribuir para o seu aquecimento natural. Na estação fria, estes sistemas pretendem maximizar a captação do sol através de vãos envidraçados bem orientados e dimensionados, aos quais se podem associar elementos massivos, que permitirão o armazenamento da energia solar e sua utilização em horas posteriores. Estes dispositivos são designados de “Sistemas de Aquecimento Passivo” e são organizados em: ganho direto, ganho indireto ou desfasado e ganho isolado.[19]

19. GONÇALVES, H.; GRAÇA, J. Mariz. Conceitos bioclimáticos para os edifícios em Portugal. Pág. 34

Estes sistemas desempenham o papel de coletores solares, acumuladores da energia solar e ainda de agentes de distribuição de calor, por processos naturais de transferência de calor (fluxo de calor).

O sistema de ganho direto assenta, simplesmente, na captação da radiação solar para o interior do espaço doméstico através de vãos envidraçados.

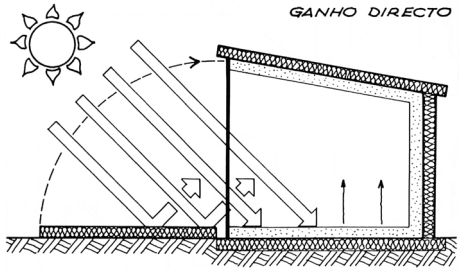


Imagem 102. Representação esquemática de um sistema de ganho direto.

A envolvente do espaço interior deve ser composta por materiais compactos de grande capacidade de armazenamento térmico e respetivas superfícies de elevado poder de absorção da radiação solar (cor escuras). Se o ambiente doméstico não possuir tais princípios, dificulta a diminuição das amplitudes térmicas interiores. Durante o período diurno, a massa térmica absorve o calor resultante da incidência direta da radiação solar e, durante o período noturno, devolve-o ao espaço.

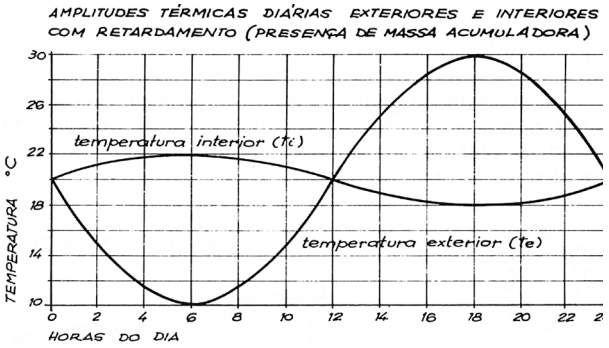


Imagem 103. A presença de massa acumulativa provoca o desfasamento entre os picos das temperaturas exteriores e interiores.

A janela é um componente imprescindível no contributo da energia solar para o aquecimento do espaço doméstico, sendo a sua orientação e dimensionamento, fatores decisivos para a sua eficácia. No entanto, para uma janela devidamente dimensionada ser eficaz, tem que existir a correspondente capacidade interior de acumulação térmica e a localização certa do isolamento térmico.

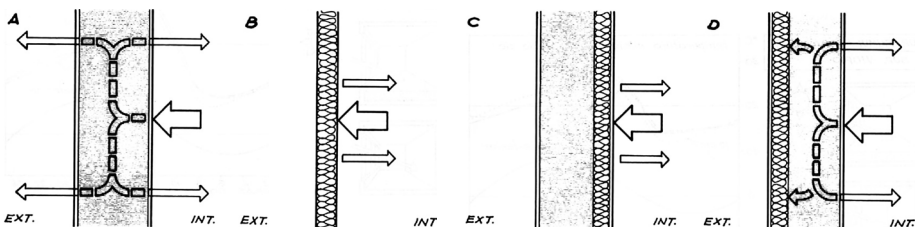


Imagem 104. (A) Uma parede de maciça sem isolamento tem uma capacidade de acumulação térmica medíocre. (B) Um material isolante não tem capacidade de armazenamento térmico. (C) Uma parede maciça com isolamento interior não tem capacidade de armazenamento térmico. (D) Uma parede maciça com isolamento exterior tem uma capacidade de armazenamento térmico maximamente otimizada.

As superfícies translúcidas possuem a vantagem de difundir a radiação em várias direções, permitindo ativar a massa acumulativa térmica do teto.

O sistema de ganho isolado concilia os princípios térmicos dos sistemas de ganho direto e indireto. A captação dos ganhos solares e o armazenamento da energia captada, não se encontram nas áreas ocupadas dos edifícios, pelo que operam independentemente. O sistema de ganho isolado é constituído por um espaço fechado de vidro (ou material de características idênticas), provocando um efeito de estufa e de uma massa acumuladora térmica. A energia solar é transmitida ao espaço adjacente ao sistema de ganho isolado por convecção. Este sistema, não só aproveita a radiação solar direta, como também possibilita um bom aproveitamento da radiação difusa, própria dos dias de céu encoberto.

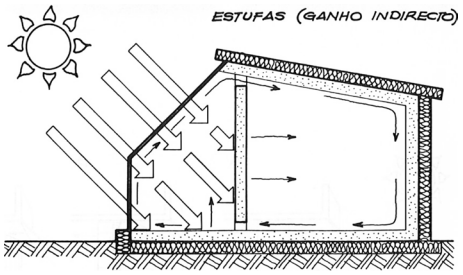


Imagem 105. Representação esquemática de um sistema de ganho isolado.

Em períodos de fraca insolação, frios ou noturnos, o dispositivo utilizado exerce a função de zona térmica intermédia (zona tampão) entre o ambiente exterior e o interior do edifício, reduzindo ligeiramente as perdas térmicas.

O calor captado pelo espaço “de estufa” pode ser transmitido ao espaço interior doméstico diretamente por circulação de ar, através das aberturas que permitem a circulação de ar (ganho direto). O calor também pode ser retido pela massa acumuladora, para posterior aquecimento do espaço “de estufa” por radiação, e consequentemente, por convecção para os espaços domésticos adjacentes (ganho indireto).

O dimensionamento de uma estufa exige sobretudo um equilíbrio entre a área de captação solar e a massa de armazenamento térmico disponível, sem o qual excessos de temperatura ou elevadas amplitudes térmicas terão facilmente lugar. Para existir acumulação térmica, os materiais constituintes do pavimento e parede, devem ser maciços.

Para o controlo absoluto sobre este sistema “de estufa”, deve existir a possibilidade de desativá-lo em dias quentes, através de dispositivos de ventilação e sombreamento.

Os custos de construção de estruturas de ganhos isolados, independentemente do seu grau de sofisticação, são sempre investimentos de baixo custo, se olharmos para a redução no consumo de energia para o aquecimento que gera a longo prazo. Esta redução está estimada, entre 15 a 30%.[20]

20. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. Pág. 99

ESTRATÉGIA ADOTADA

Para melhorar os ganhos térmicos dos blocos habitacionais, sobretudo o do bloco A, recorreu-se a vários exemplos de requalificações, realçando a dos Arq.º Anne Lacaton e Jean-Philippe Vassal, na transformação de 530 alojamentos (edifícios G, H, I), no bairro “Grand Parc”, Bordéus.

A requalificação visou a sustentabilidade, inclusive do ponto de vista econômico. Este projeto tem a característica de se poder preservar ao máximo as estruturas existentes. Apenas algumas partes da antiga fachada foram demolidas e as janelas substituídas. Foi criada uma estrutura autoportante colocada nas frentes mais ensolaradas, capaz de melhorar o conforto térmico e o comportamento energético. A estrutura é composta por pré-fabricados de conglomerado de betão armado assente numa estrutura autoportante com fundações próprias. É fechada por grandes superfícies transparentes, compostas por simples painéis de policarbonato com cortinas térmicas que proporcionam sombreamento.[21]

21. Gounod, haendel and ingres refurbishment.

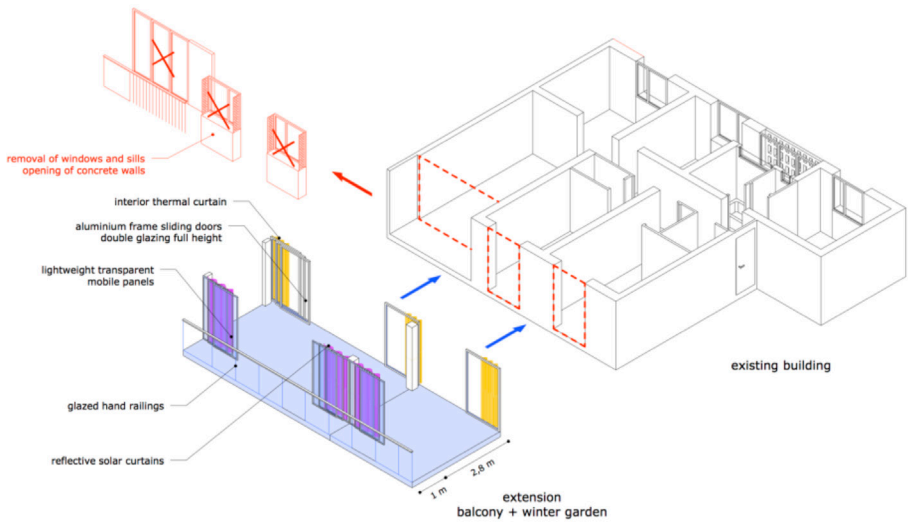


Imagem 106. Estratégia de transformação de Lacaton e Vassal, na transformação de 530 alojamentos (edifícios G, H, I), no bairro “Grand Parc”.

O espaço flexível que a estrutura trouxe ao edifício pode ser explorado de acordo com as necessidades do habitante e seu funcionamento energético comporta-se como uma estufa, podendo variar de acordo com as estações do ano.[22]

22. Gounod, haendel and ingres refurbishment.



Imagem 107. Espaço da estrutura autoportante no mês de fevereiro.



Imagem 108. Espaço da estrutura autoportante no mês de julho.

Depois de estudar as deficiências ao nível de ganhos térmicos nos edifícios do BCMG, o estudo do exemplo apresentado, de como se pode potencializar os ganhos térmicos num edifício, elaborou-se o desenho de uma estrutura autoportante, seguindo as ideias de Lacaton e Vassal e funciona de igual modo à construída no “Grand Parc”. A utilização do policarbonato translúcido, na capacidade de difusão solar às massas de acumulação e da condutibilidade e cor dos materiais massivos aplicados nestes espaços, funcionam como bons armazenadores de energia solar. Esta solução, sendo autoportante, “liberta” o edifício, anulando possíveis contactos a este que originassem pontes térmicas.

A solução adotada traz vantagens térmicas e de durabilidade ao edifício e monetárias ao habitante. No entanto a sua eficácia está dependente do bom funcionamento por parte do morador. Exemplo desse bom funcionamento, é a abertura das janelas na estação quente para desativar a função da estufa.

O tratamento do bloco B não seria igual ao do bloco A. Só se justifica a aplicação das estruturas autoportantes em fachadas ensolaradas, o que não acontece na fachada poente do bloco B.

A estratégia utilizada resolve o problema dos ganhos térmicos e permite a continuidade das intenções fundadoras do projeto do bairro, com a vantagem de oferecer novos espaços domésticos aos habitantes do bairro. Não querendo deixar o desenho dos alçados do arquiteto Conceição Silva apenas na memória de quem o presenciou, fez-se um exercício de leitura, compreensão e reinterpretação do desenho. Este exercício assenta no transporte das métricas, proporções, opacidades/transparências e cheios/vazios da fachada do autor para a fachada da estrutura autoportante. Tenta-se recriar a imagem da fachada com materiais adequados à resolução da problemática.

Imagem 109. Alçado sul do bloco B no período da estação fria, com a proposta de requalificação. Esc. 1:50

1. Estrutura para a "planta trepadeira"
2. Policarbonato plano alveolado (translúcido)
3. Vidro Simples
4. Vidro Duplo

1. Estrutura (13 x 26 cm) para a "planta trepadeira". Reposição do desenho do mosaico hidráulico.
2. Reposição do guarda-corpo original.

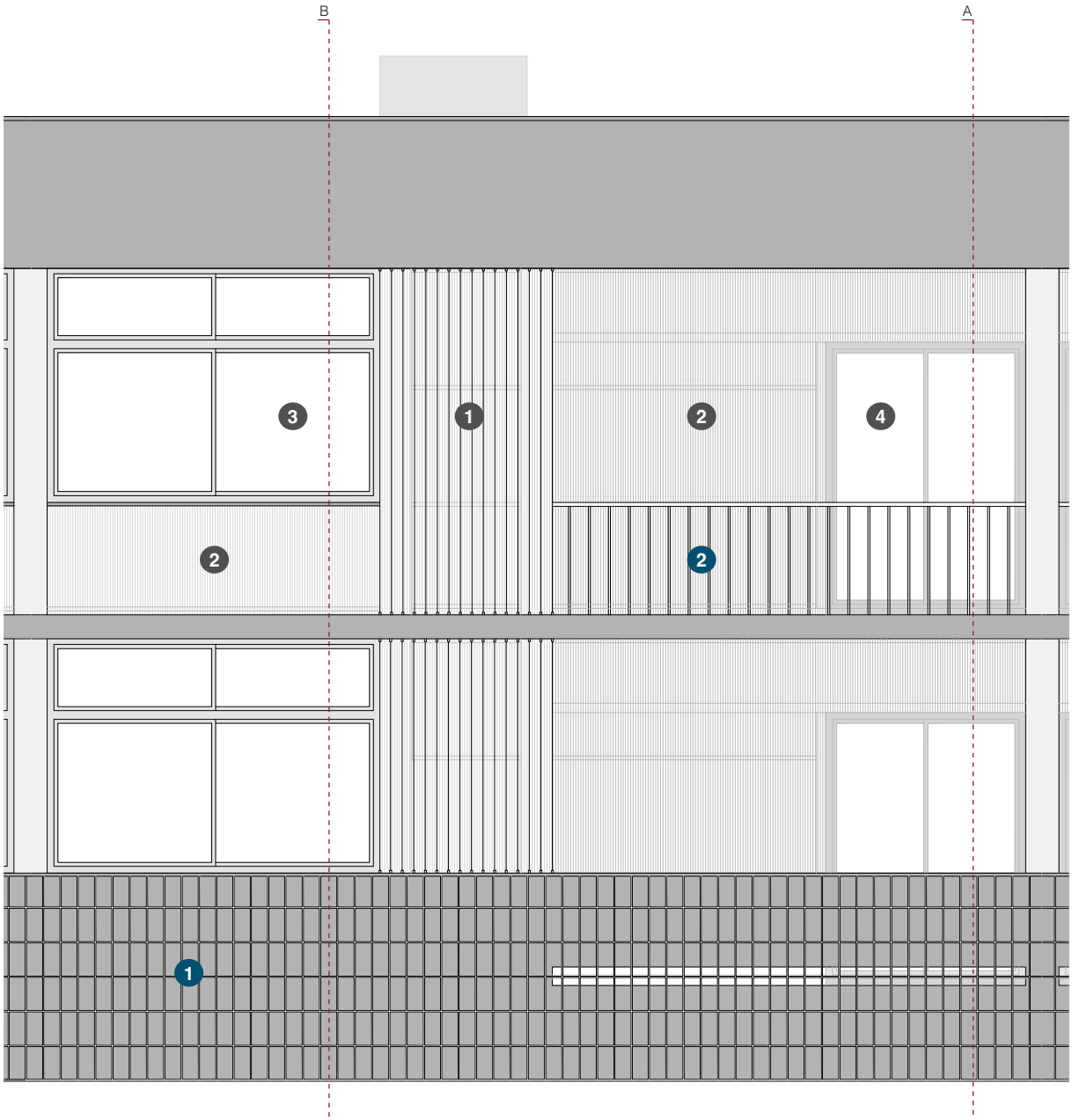


Imagem 110. Insolação sul no dia 22 de dezembro. Corte transversal (A e B) do bloco B com a proposta de requalificação. Esc. 1:200
Imagem 111. Insolação sul no dia 22 de dezembro. Corte transversal (A e B) do bloco B com a proposta de requalificação. Esc. 1:50

2 Policarbonato plano alveolado (translúcido)

3 Vidro Simples

4 Vidro Duplo

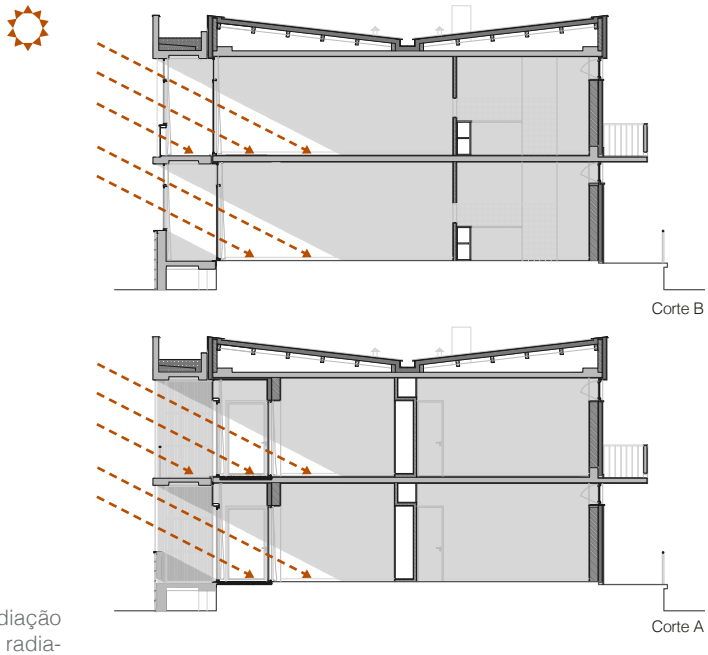
5 Estrutura autoportante (conglomerado de betão armado)

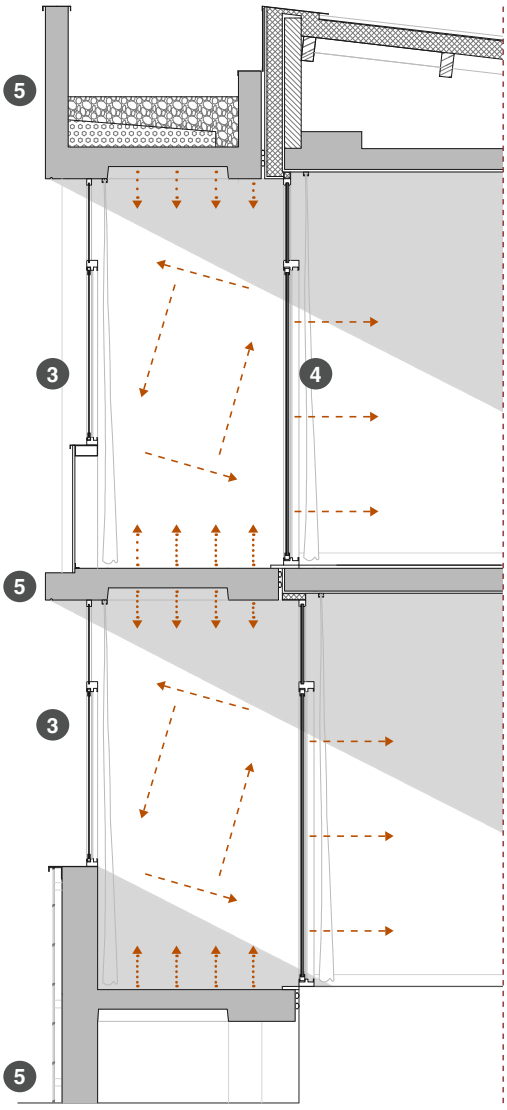
Radiação solar direta

Movimento do calor

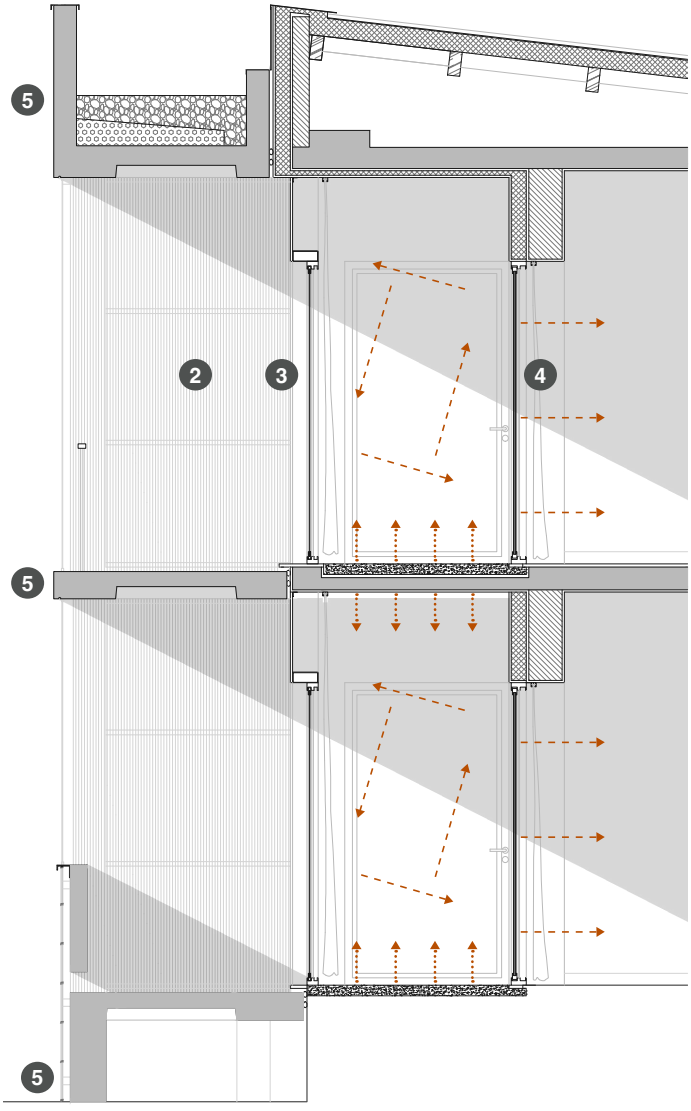
Emissão de radiação (proveniente da radiação solar direta)

Emissão de radiação (proveniente da radiação solar difusa)

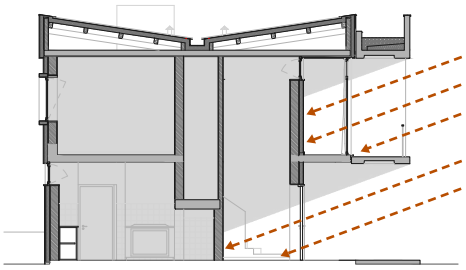




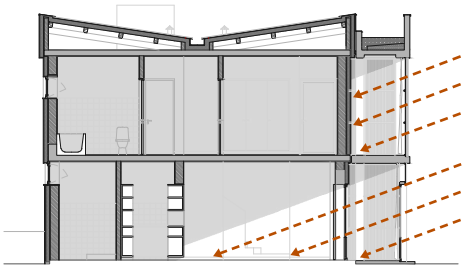
Corte B



Corte A



Corte C



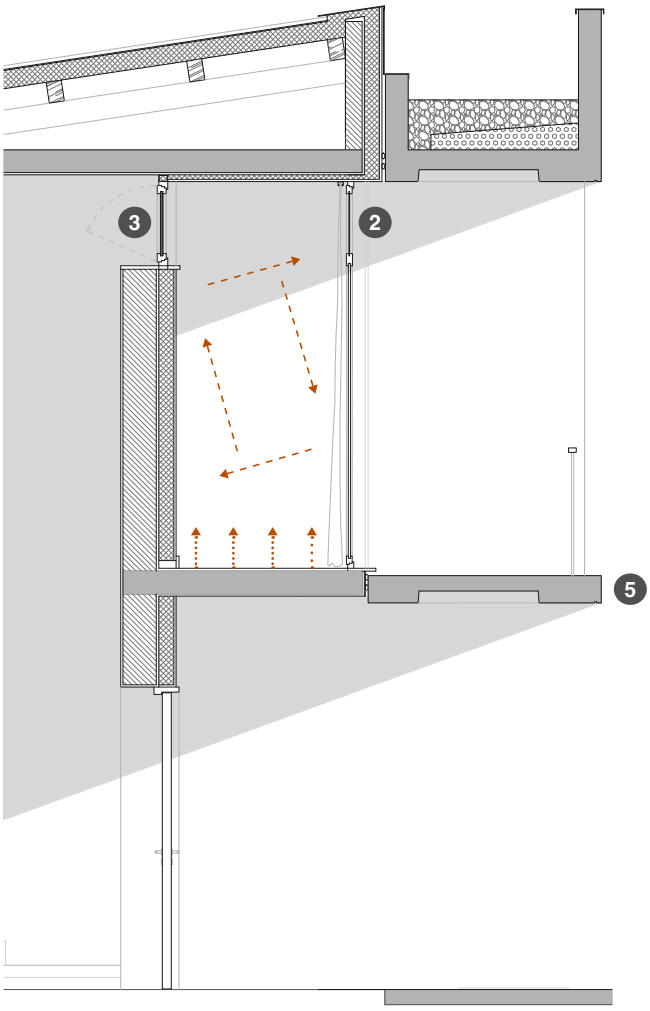
Corte D

Imagem 112. Insolação às 9:30 h, no dia 22 de dezembro. Corte transversal (C e D) do bloco A com a proposta de requalificação. Esc. 1:200

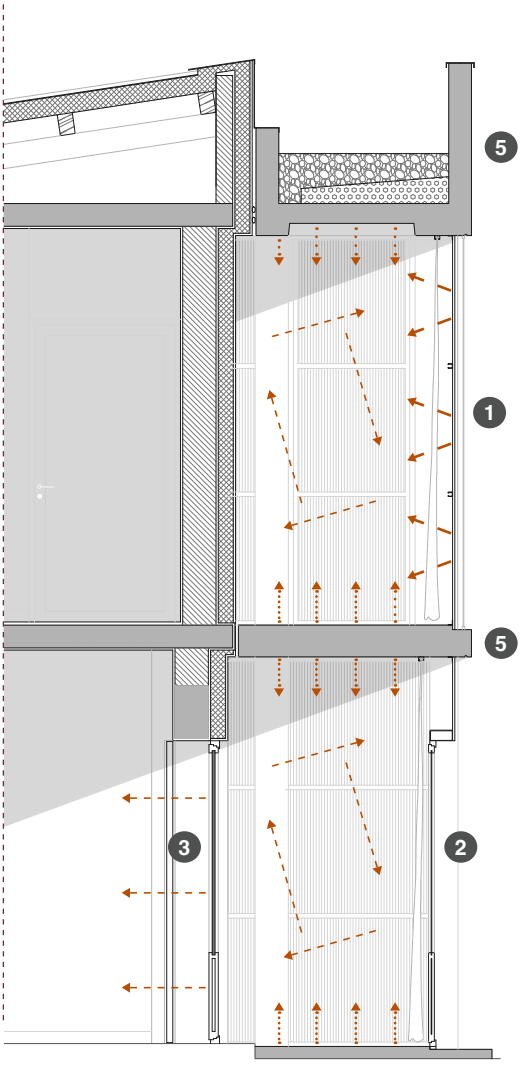
Imagem 113. Insolação às 9:30 h, no dia 22 de dezembro. Corte transversal (C e D) do bloco A com a proposta de requalificação. Esc. 1:50

1. Policarbonato plano alveolado (translúcido)
2. Vidro Simples
3. Vidro Duplo
4. Estrutura autoportante (conglomerado de betão armado)

- Radiação solar difusa
- Radiação solar direta
- Movimento do calor
- Emissão de radiação (proveniente da radiação solar difusa)
- Emissão de radiação (proveniente da radiação solar direta)



Corte C



Corte D

Imagem 114. Alçado nascente do bloco A no período da estação fria, com a proposta de requalificação. Esc. 1:50

1 Policarbonato plano alveolado (translúcido)

2 Vidro Simples

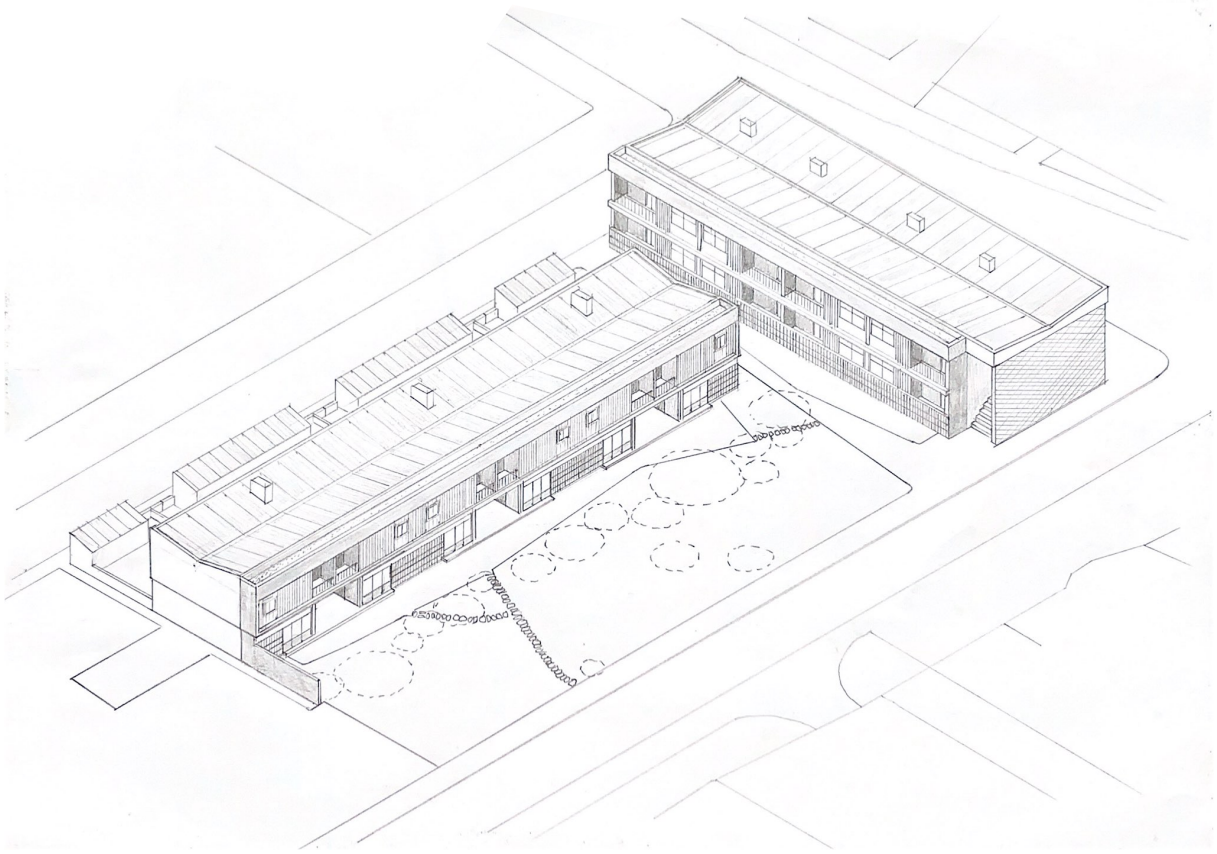
1 Estrutura (13 x 26 cm) para a "planta trepadeira". Reposição do desenho do mosaico hidráulico.

2 Reposição do guarda-corpo original.

3 Estrutura de 10 em 10 cm para a "planta trepadeira". Reposição da métrica do desenho original.



Imagem 115. Axonometria do BCMG no período da estação fria, com a proposta de requalificação.



3.3.2 PROTEÇÃO SOLAR

A proteção solar de um edifício faz-se através de dispositivos de sombreamento e vegetação. Estes tornam-se particularmente úteis na estação quente, para impedir o excesso de radiação solar no espaço doméstico.

A eficiência dos sistemas de sombreamento depende da sua localização (interior ou exterior), do seu tipo (persiana, "brise-soleil", etc) e dimensionamento. A eficácia: *"pode ser definida segundo um coeficiente de efeito, expresso pela quantidade de energia solar (em percentagem) transmitida para o interior."*[23]

23. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. Pág. 66

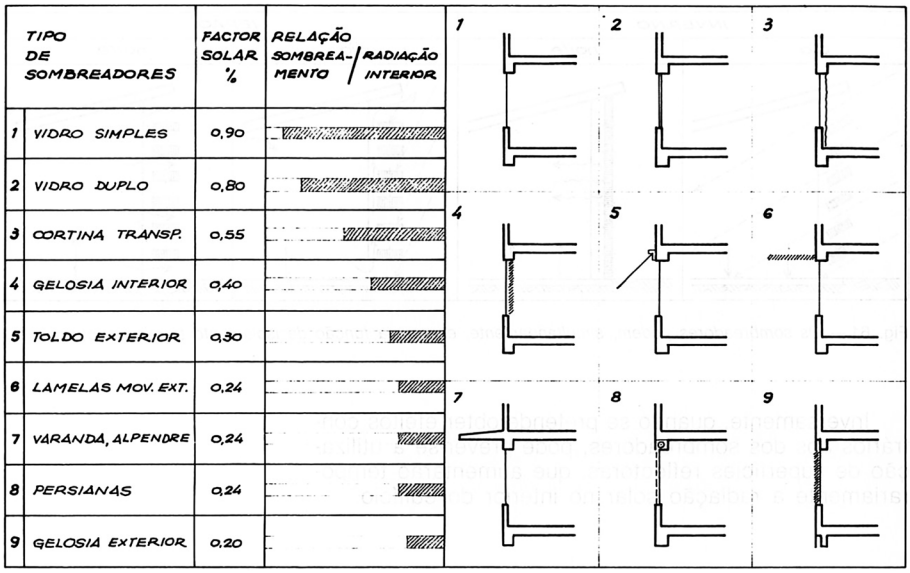


Imagem 116. Exemplificação esquemática de alguns dispositivos de sombreamento e respetivos coeficientes de efeito (percentagem da radiação transmitida para o interior).

Os dispositivos aplicados no exterior do edifício são fortemente recomendados e eficazes devido ao facto dos interiores provocarem um aquecimento suplementar do ambiente, por efeito de convecção.

A utilização de vegetação é uma forma prática, económica e eficaz de obter sombreamento no edifício, com uma boa integração estética e ambiental. A vegetação de folha caduca representa um ideal contributo natural à proteção periódica anual da quantidade de radiação solar no espaço interior do edifício, que se pretenda ser a máxima durante a estação fria e nula na estação quente. Em edifícios baixos as árvores funcionam bastante bem, inclusive em inclinações de radiação solar baixas.

A "planta trepadeira", é uma solução eficaz e económica. A sua ramagem muito espessa, forma uma camada de ar imóvel entre a folhagem

e a superfície a proteger. Uma camada de ar imóvel de 5cm de espessura numa fachada exterior equivale, no seu poder de isolamento térmico, ao valor correspondente ao efeito de uma janela de vidro duplo.[24]

24. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. Pág. 49

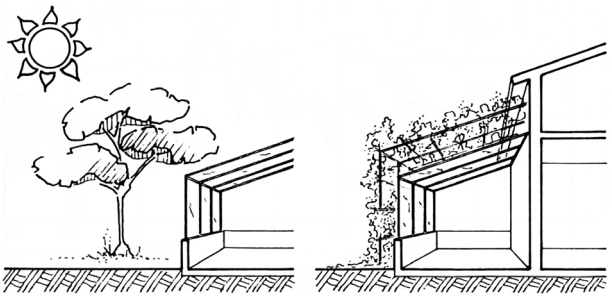


Imagem 117. Folha caduca em dois tipos de vegetação: árvore e trepadeira.

ESTRATÉGIA ADOTADA

Com a aplicação da estrutura autoportante com grandes superfícies transparentes e translúcidas, existe a necessidade de anular o seu efeito de estufa na estação quente. A anulação do efeito de estufa passa pela abertura das janelas, permitindo a ventilação e a extração de ar quente, e pela adoção de estratégias de sombreamento.

O estudo das estratégias utilizadas foi feito a partir da incidência solar durante a época mais quente do ano, onde o sol percorre o céu numa posição mais alta, 74º. As soluções utilizadas foram pensadas e desenhadas segundo a sua eficácia e o seu impacto no desenho da fachada. Estes são: varanda, pérgula revestida com planta trepadeira de folha caduca, árvore de folha caduca e ainda cortina térmica, semelhante à utilizada na requalificação mencionada anteriormente, de Lacaton e Vassal.

As estratégias utilizadas proporcionam uma resposta dinâmica às variações a curto e longo prazo das condições climáticas (diárias e sazonais). No inverno estas são anuladas possibilitando ao máximo os ganhos térmicos. Para o bom funcionamento, estas dependem da intervenção do utilizador.

No bloco A, a fachada nascente está sujeita a uma incidência solar de baixa inclinação devido à desfavorável orientação do edifício. Com isto, a estratégia adotada da varanda perde substancialmente a sua eficácia de sombreamento. Sempre que possível foi aliada a "planta trepadeira" à cortinha térmica, ambas complementadas pela plantação de uma linha de árvores de folha caduca.

Imagem 118. Axonometria do BCMG no período da estação quente, com a proposta de requalificação.

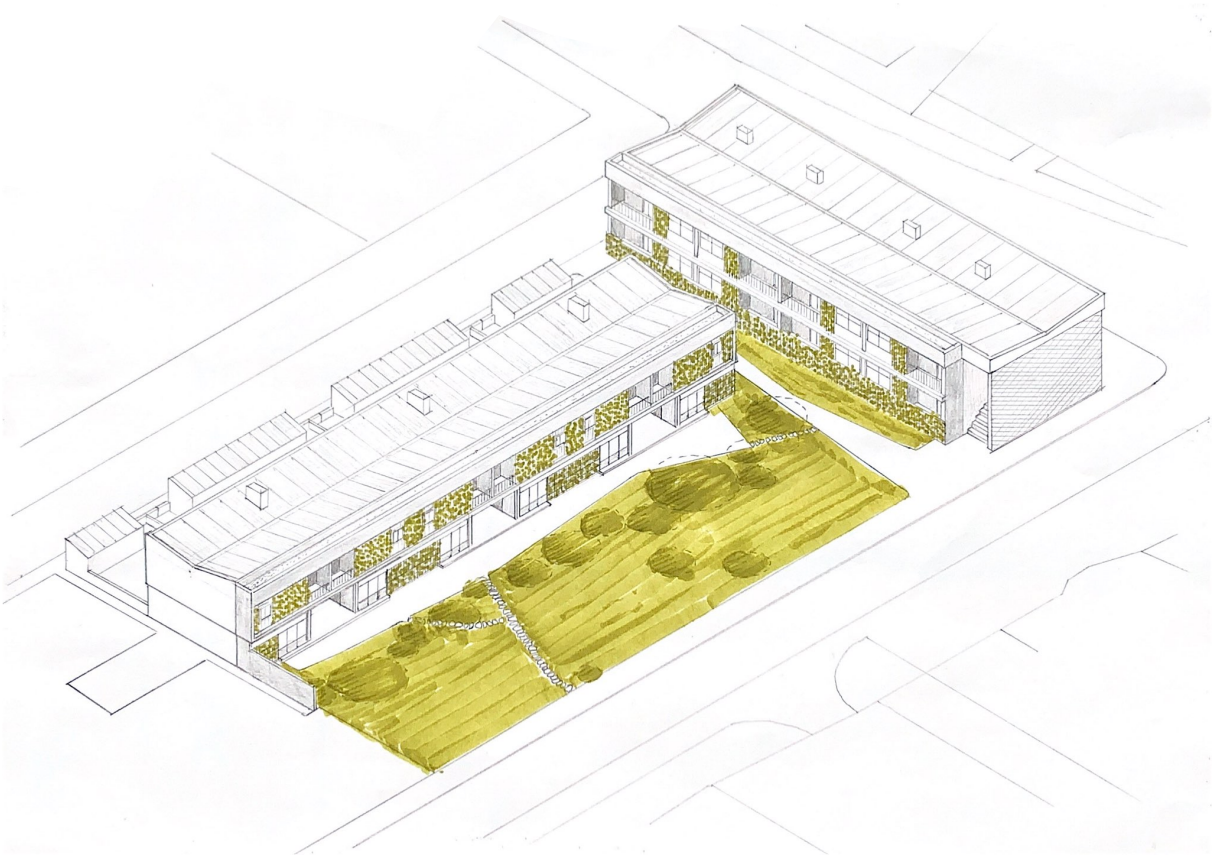


Imagem 120. Alçado sul do bloco B no período da estação quente, com a proposta de requalificação. Esc. 1:50

1 "Planta trepadeira" de folha caduca

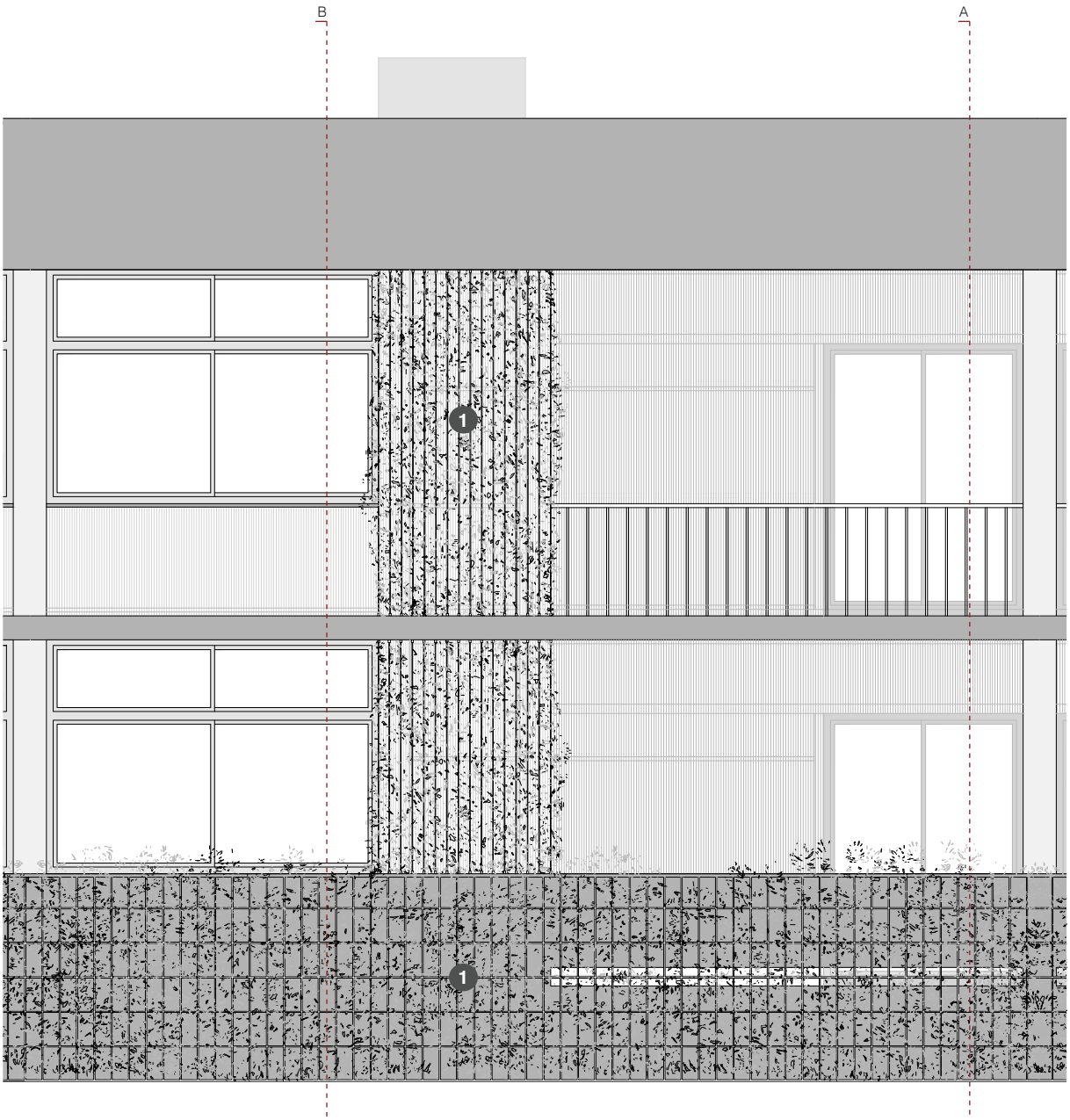
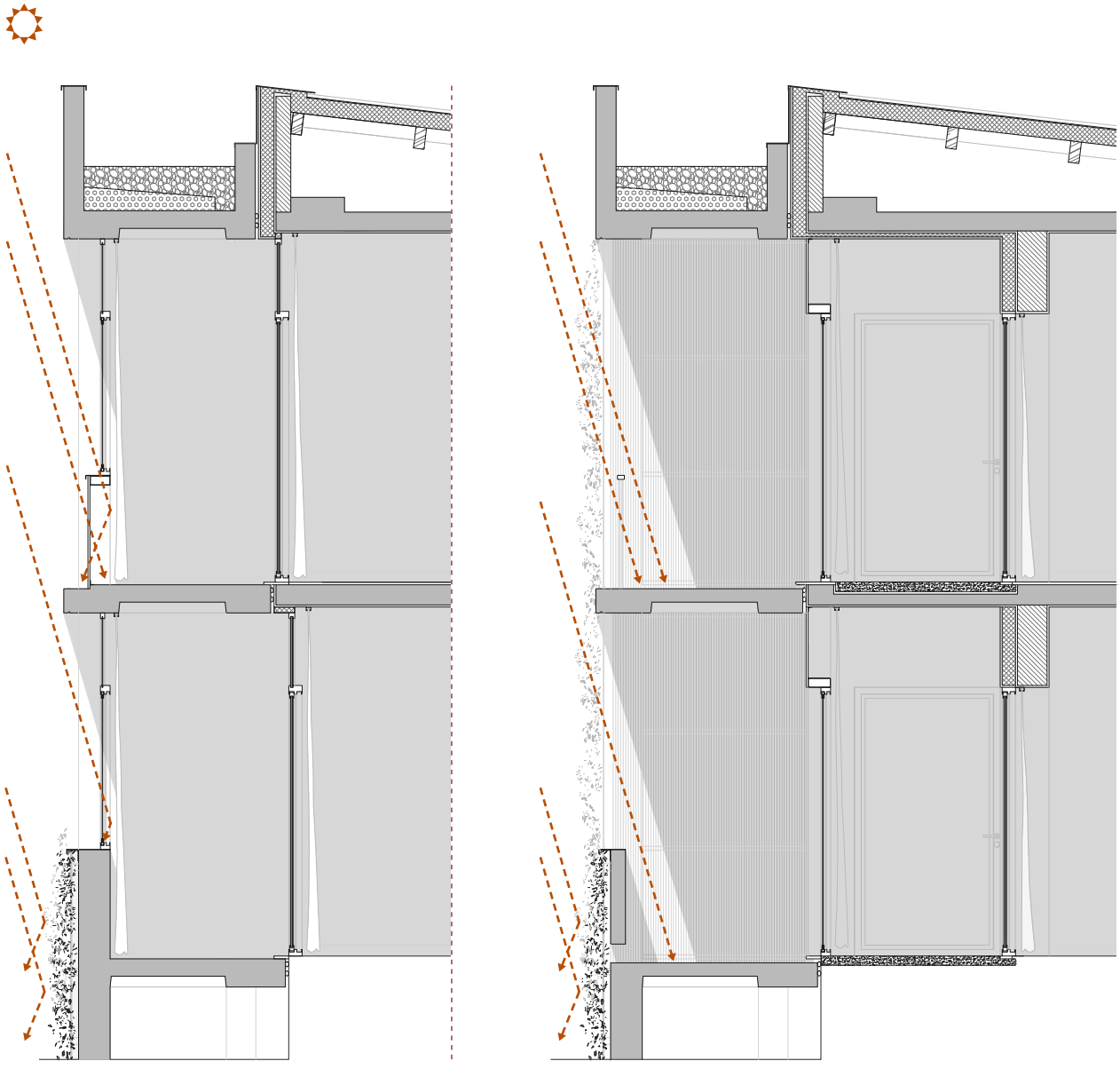


Imagem 121. Insolação sul no dia 22 de junho. Corte transversal (A e B) do bloco B com a proposta de requalificação. Esc. 1:50

2 Cortina térmica

Radiação solar direta



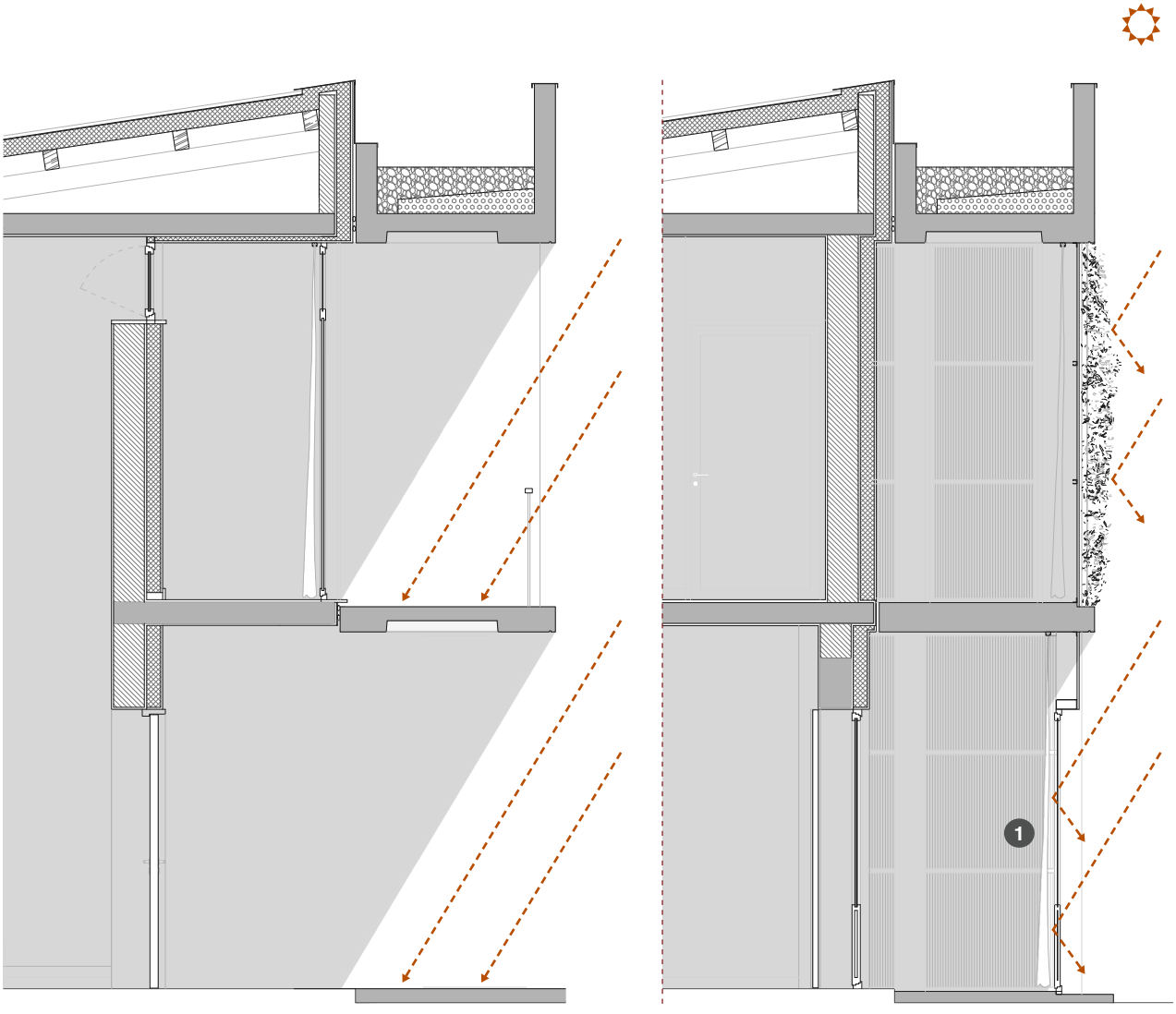
Corte B

Corte A

Imagem 122. Insolação às 9:30 h, no dia 22 de junho. Corte transversal (C e D) do bloco A com a proposta de requalificação. Esc. 1:50

1 Cortina térmica

Radiação solar direta

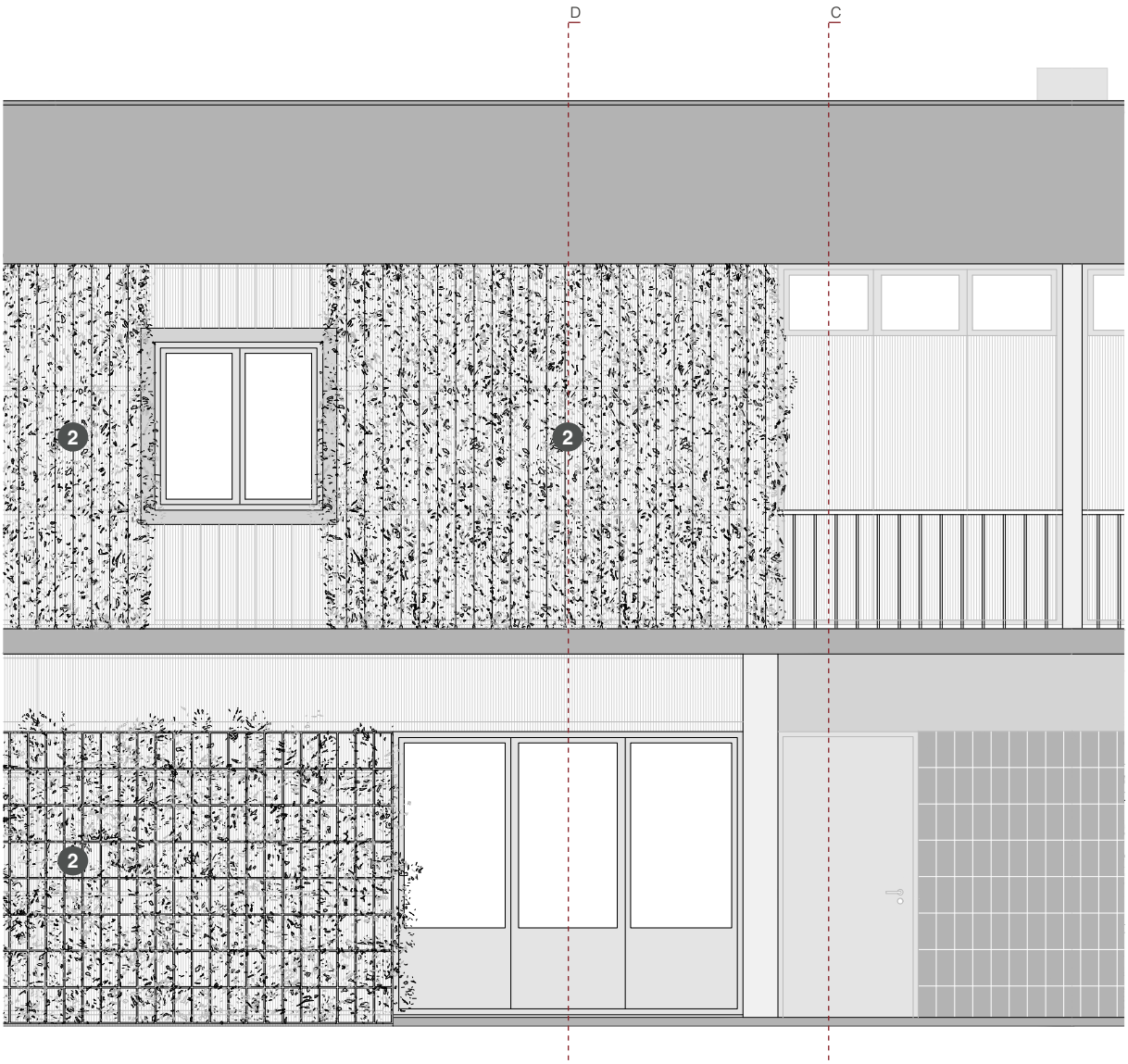


Corte C

Corte D

Imagem 123. Alçado nascente do bloco A no período da estação quente, com a proposta de requalificação. Esc. 1:50

2 "Planta trepadeira" de folha caduca



3.4 VENTILAÇÃO

Para a compreensão da matéria deste capítulo, é importante esclarecer a distinção entre ventilação natural e infiltrações de ar. A ventilação natural pressupõe um ato voluntário do habitante na procura de um ambiente mais confortável. As infiltrações de ar são causadas por falhas construtivas, provocando situações de desconforto.[25] As infiltrações exageradas são muito ocorrentes nos edifícios em Portugal contribuindo para elevadas perdas térmicas do ambiente habitacional.

25. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. Pág.70

Para se alcançar os níveis de conforto necessários numa habitação tem que se controlar o movimento do ar. Para isso é fundamental a criação de um ambiente hermético através de calafetação eficaz das juntas dos aros e dos batentes das janelas, e na colocação de vedantes nas frinchas das portas. Assegurado isto, o bom funcionamento da ventilação natural depende da organização espacial interior e das aberturas ao exterior.

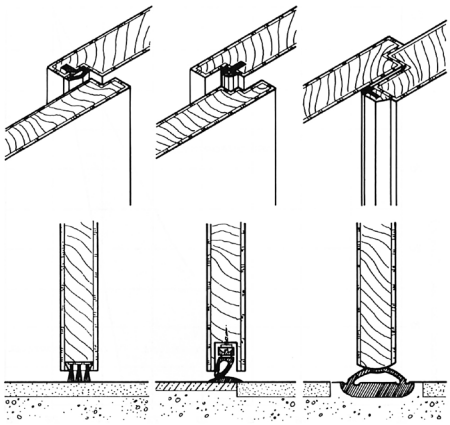


Imagem 124. Exemplos de vedantes de fácil aplicação nas frinchas das portas.

Em dias de vento, a ventilação do espaço doméstico aproveita as diferentes zonas de pressão provocadas por este nas superfícies exteriores do edifício, potencializando uma ventilação natural dos espaços domésticos. O movimento natural do ar tende a fluir da zona de alta pressão para a zona de baixa pressão. O fluxo do ar não tende a distribuir-se em caminhos distintos, mas sim, onde exista maiores diferenças de pressões e resistências mais baixas.

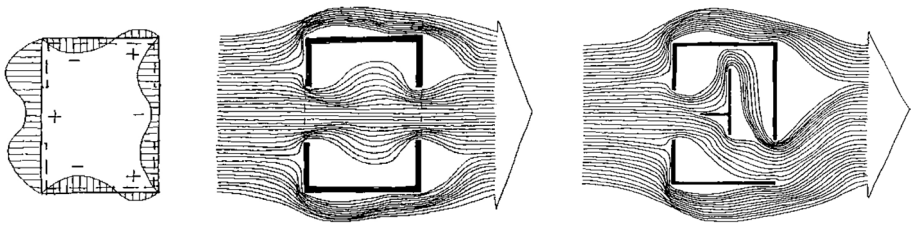


Imagem 125. Corrente de ar entre aberturas em situações de pressão distintas.

No espaço doméstico existem espaços de ar praticamente estáticos a evitar, para resolver esse problema, implementa-se a ventilação cruzada de todos os espaços habitacionais.

Para uma eficaz ventilação é importante subdimensionar as aberturas de saída de ar em comparação com as de entrada, porque o ar que sai circula mais lento do que o ar que entra. Outra estratégia é colocar as aberturas de saída de ar numa posição mais alta e as de entrada numa mais baixa, com a finalidade de o ar mais quente sair pelas aberturas superiores e o ar mais fresco, proveniente do exterior, entrar pelas mais inferiores. Esta solução tem especial importância em dias em que a intensidade do vento é mínima.

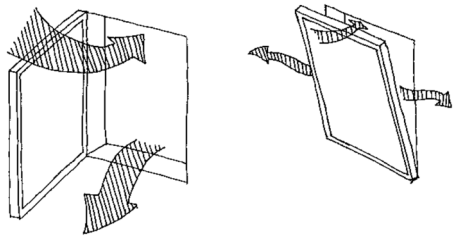


Imagem 126. Dispositivos de regulação do fluxo de ar.

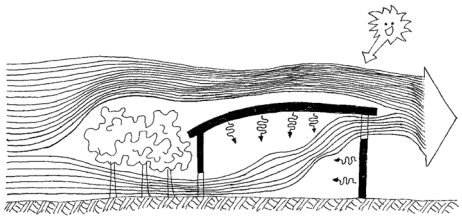


Imagem 127. Corrente de ar entre aberturas colocadas em níveis diferentes.

Enquanto a temperatura e a humidade do ar elevadas produzem sensação de calor, o seu movimento produz sensação de frio. Aproximadamente, cada 0,3m/s, de velocidade do ar, equivale a uma descida de 1ºC na sensação térmica do habitante exposto à corrente de ar.[26] Um projeto bioclimático deve assegurar a ventilação natural para reduzir a temperatura na estação quente, a humidade do espaço e, consequentemente, aumentar os níveis de salubridade.

26. SERRA, Rafael. Arquitetura y Climas. Pág. 20

ESTRATÉGIA ADOTADA

Feita a análise à ventilação natural dos edifícios, conclui-se que a organização espacial interior, a disposição e o tamanho das fenestrações, potencializam minimamente uma boa ventilação, mais eficaz no bloco B. No entanto, esta ventilação não é totalmente controlada pelo usuário devido, sobretudo, às infiltrações de ar indesejadas provenientes das fenestrações expostas aos ventos mais fortes e dominantes. Estas infiltrações devem-se à má calafetação e ao uso de janelas de correr, que permitem mais infiltrações de ar.

Propôs-se então a substituição das caixilharias por umas adequadas à situação a que estão expostas (ventos dominantes), não esquecendo as métricas do desenho inicial do autor. Sempre que foi possível, foram substituídas as janelas de correr pelas de batente, (hermeticamente mais eficazes) e logicamente todas são bem calafetadas.

A cobertura também foi alvo de estudo relativamente à sua ventilação, implementando-se uma estratégia de ventilação natural que, sobretudo nos dias de maior calor, irá anular o sobreaquecimento da mesma. Esta solução foi pensada de forma a diminuir a transmissão de fluxo de calor para o espaço doméstico, com a adoção de solução de pouco impacto na imagem do edifício.

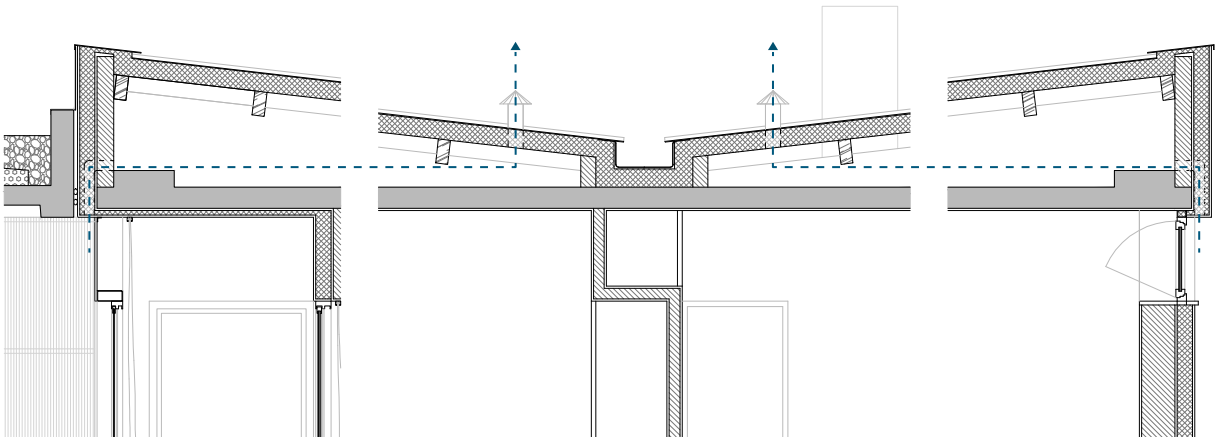


Imagem 128. Corte transversal (A) da cobertura do bloco B com a proposta de requalificação. Esc.1:50

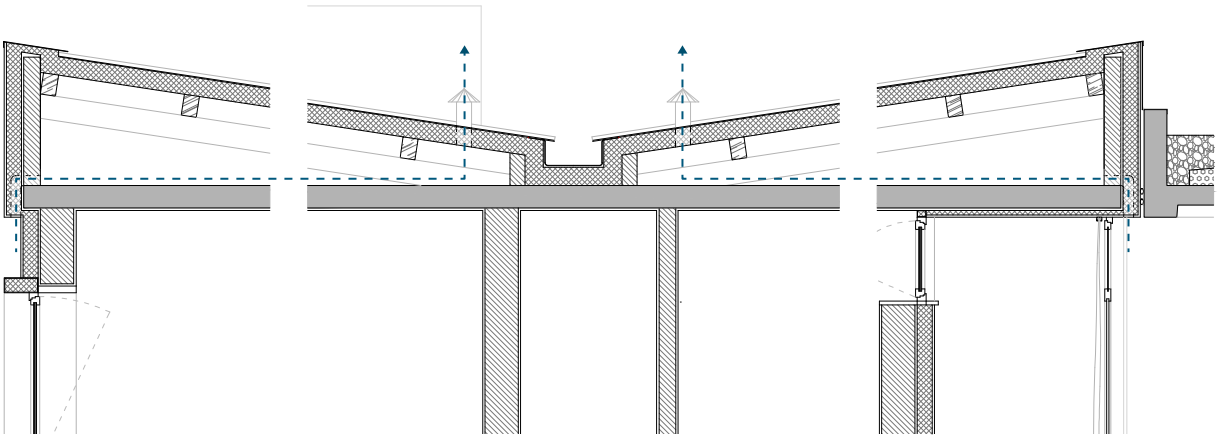


Imagem 129. Corte transversal (C) da cobertura do bloco A com a proposta de requalificação. Esc.1:50

- - - → Movimento do ar

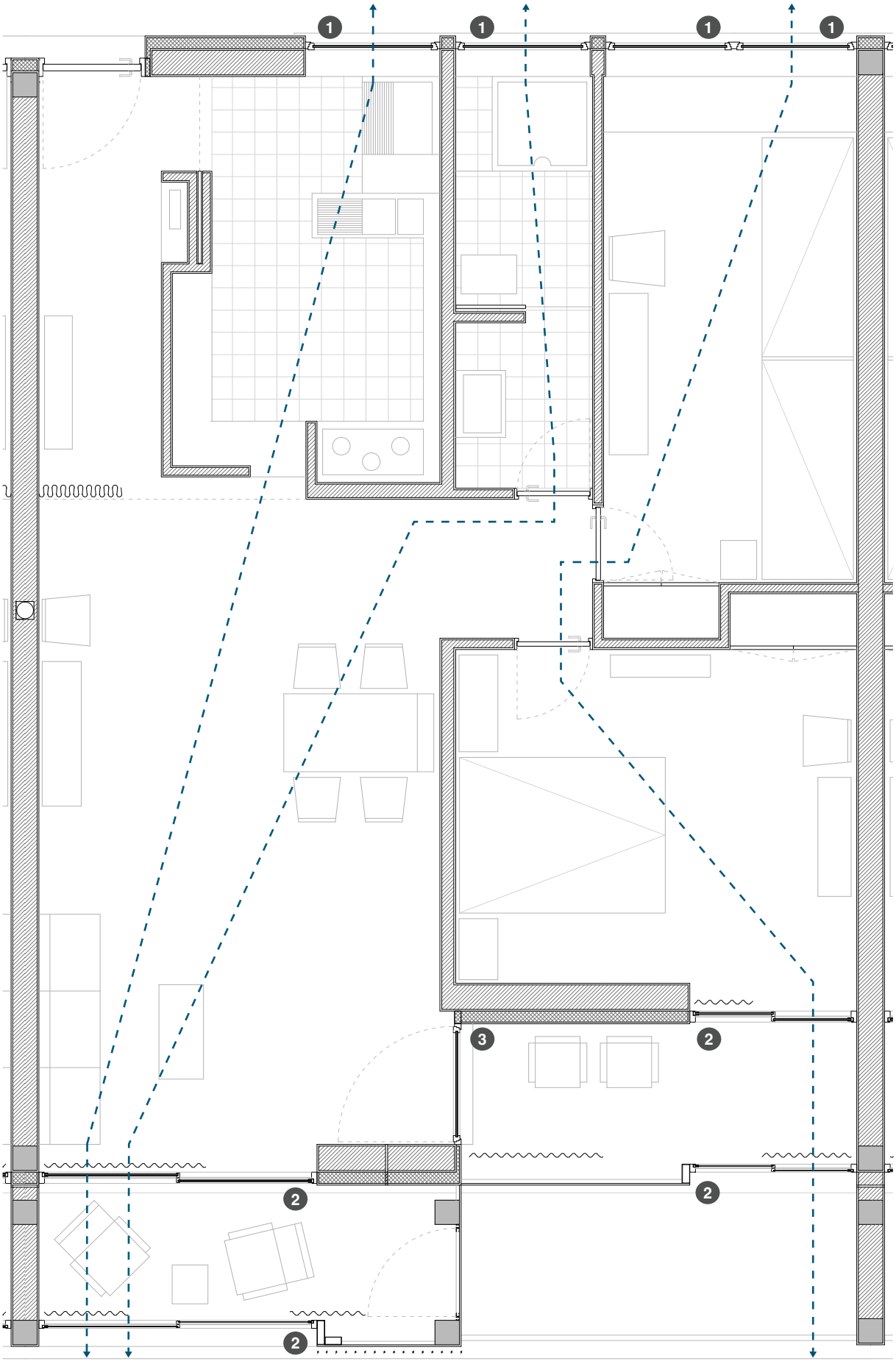


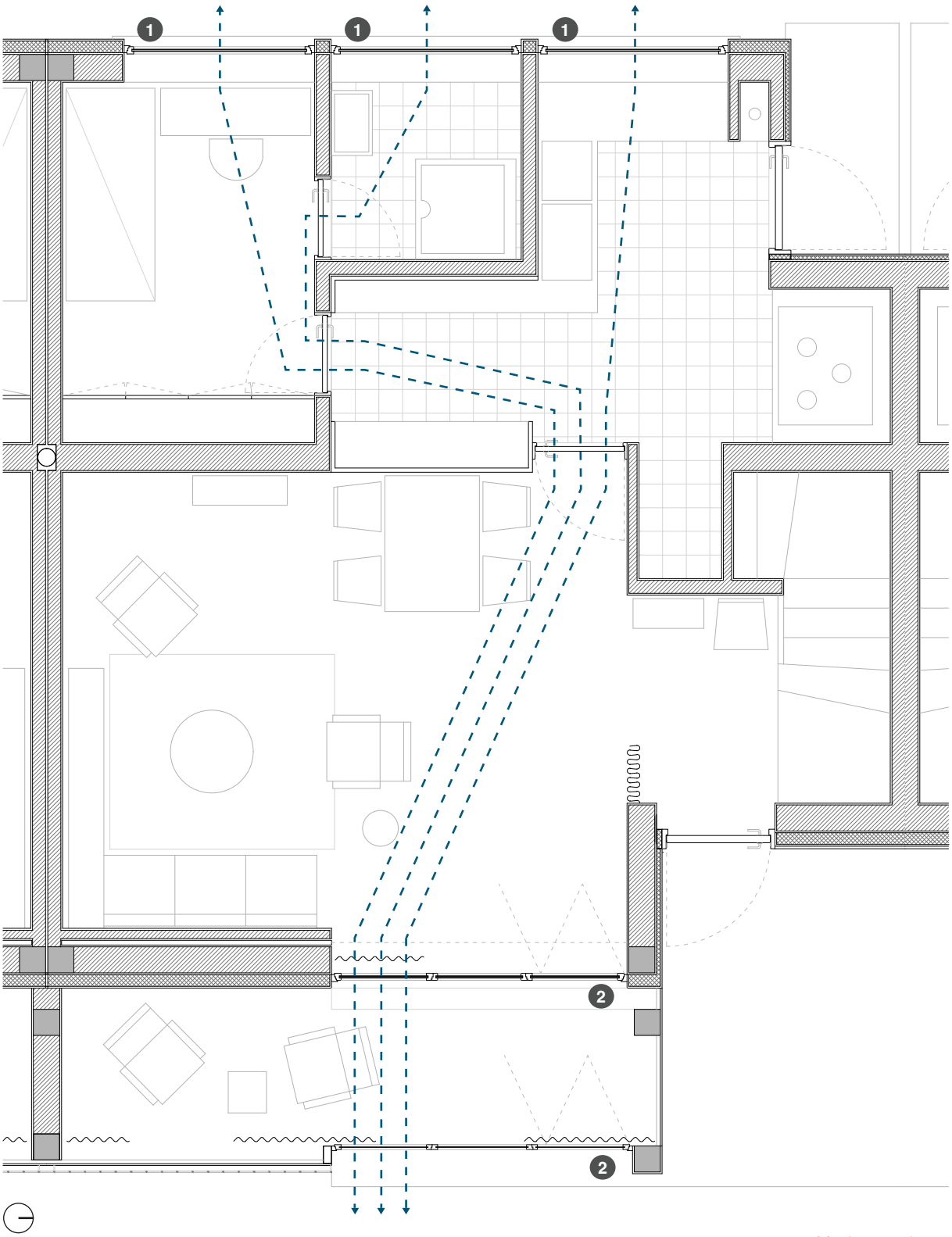
Imagem 130. Planta tipo do bloco B com a proposta de requalificação. Esc. 1:50

Movimento do ar

1 Janela de basculante

2 Janela de correr

3 Janela de oscilobatente

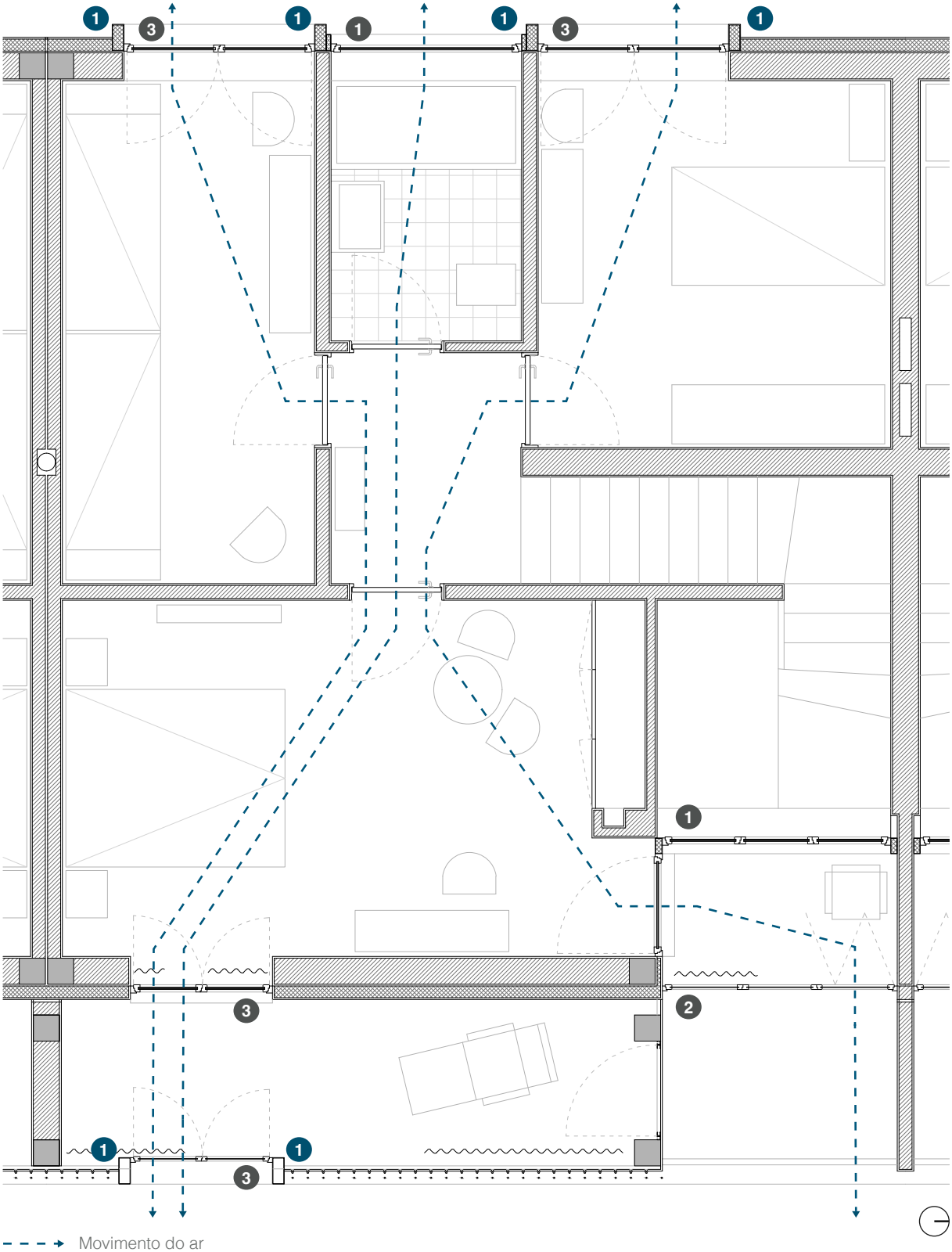


Movimento do ar

1 Janela de basculante

2 Janela em harmónio

Imagem 131. Planta tipo (piso 0) bloco A com a proposta de requalificação. Esc. 1:50



Movimento do ar

1. Janela de basculante
2. Janela em harmónio
3. Janela de oscilobatente

1. Perfil metálico. Reposição da "moldura" original da janela

Imagem 132. Planta tipo (piso 1) bloco A com a proposta de requalificação. Esc. 1:50

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento vernacular transportava a qualidade da arquitetura em combater o clima de uma forma passiva e oferecer conforto térmico ao Homem de uma forma natural. Nesta dissertação, pretendeu-se trazer esse conhecimento passado, assente, hoje, nas bases da arquitetura bioclimática, para a reforma dos edifícios habitacionais "modernos." Contudo, este estudo teve em conta a preservação do património da Arquitetura do Movimento Moderno. Para preservar este património foi importante entender em que bases está assente a arquitetura "moderna" e qual a ordem de prioridade de preservação. Só assim se consegue justificar as necessárias alterações efetuadas no edifício.

A melhoria do desempenho energético do BCMG é exequível com técnicas passivas, respeitando a preservação do Património do Movimento Moderno. Esta preservação foi assegurada com a continuidade dos princípios fundadores do bairro. Ao preservar a identidade da obra, a atenção recaiu sobre a imagem. Houve a preocupação em recriar o aspeto original dos alçados com materiais contemporâneos, selecionados segundo os critérios de autossuficiência energética, baixa manutenção e maior durabilidade.

Os alçados do bairro, a norte e a poente, demostram claramente o esforço por repor a imagem dos alçados.(imagem 134 e 136) Nos alçados, a sul e a nascente, é aplicada uma estrutura autoportante que respeita o desenho dos alçados originais, nas métricas, proporções, cheios e vazios e opacidades.(imagem 133 e 135) Com a implementação da nova imagem da estrutura autoportante, combate-se, não só os problemas de eficiência energética, como também o da fadiga formal.

As estratégias utlizadas no BCMG, vêm ao encontro dos problemas evidenciados com a recente crise sanitária provocada pela pandemia SARS-CoV-2. Os problemas de saúde física e mental agudizaram-se e deram ênfase aos problemas levantados no desenho da habitação coletiva, relativamente à falta de flexibilidade e qualidade dos espaços e da relação interior/exterior.[1]

1. Viviendas para una ciudad más sana: tres estrategias proyectuales.

A implementação de um espaço flexível luminoso, criado pela estrutura autoportante, veio trazer uma nova relação interior-exterior na ventilação, insolação e no "contacto" com a envolvente. Esta relação tornou-se ainda mais agradável com a reimplementação do jardim que Conceição Silva desenhara. Enquanto, para o bloco B, este contacto é apenas contemplativo, para o bloco A é também físico.

O novo espaço implementado pode ser usado de forma flexível, consoante a estação do ano e a necessidade do utilizador. A título de exemplo, pode dar origem a uma zona de estar, com a colocação de plantas e sofás, ou de uma zona de secagem de roupa. A expansão da área interna do fogo torna-se mais relevante no bloco B, devido à área mínima de habitação que os fogos têm e à inexistência de zona exterior privada.

A criação destes espaços de mediação entre o ambiente externo e interno, possibilitou ao habitante ventilar a sua habitação o ano inteiro. Exemplo disso, é no período da estação fria, onde esses espaços, pelas suas características acumulativas de calor, possibilitam a ventilação sem grandes perdas térmicas do espaço doméstico, melhorando assim a sua salubridade.

Porém, a adoção do novo espaço ao fogo traz algumas desvantagens como a diminuição da radiação solar direta nos espaços interiores e, consequentemente a anulação do efeito que esta tem sobre a erradicação dos micro-organismo prejudiciais à saúde. Outra desvantagem é um maior custo no investimento, contudo é realizado em prol do conforto físico, psicológico e financeiro do locatário, da salubridade da habitação e do ambiente. Com estes fatores negativos, a implementação deste tipo de solução pode ser posta em causa.

Resumidamente, a requalificação bioclimática do BCMG traz grandes vantagens ao habitante, à sociedade e ao ambiente: continuidade e durabilidade do edifício no tempo, dentro das leis energéticas futuras, reposição e continuidade da identidade do edifício, aumento significativo do conforto e da salubridade do espaço doméstico, e melhoria na qualidade financeira do habitante pela redução dos gastos no conforto.

Um dos principais fatores que pode comprometer a eficácia das estratégias adotadas, é o próprio habitante. A falta de informação ou sensibilização deste, em relação às potencialidades dos mecanismos aplicados e do espaço que habita, pode ser determinante na falha da estratégia utilizada. Para tal não acontecer, a formação do habitante é outra das estratégias da própria requalificação.

O trabalho apresentado demonstra os passos necessários para se proceder à requalificação de edifício “moderno”, mantendo a sua identidade (ideias base) e atingir as metas da arquitetura bioclimática. Em síntese, uma requalificação bioclimática de um edifício “moderno” ou de outro qualquer, é concebida segundo as seguintes etapas:

1. Estudo monográfico da obra, com o objetivo de se identificar o valor arquitetónico e clarificar os aspetos formais, funcionais, construtivos e materiais. Analisar o estado atual do edifício e compará-lo com o projeto inicial, esclarecendo a natureza das alterações, caso existam;

2. Perceber até onde pode chegar a preservação segundo o objetivo final da requalificação, seguindo sempre a ordem de preservação, com a obrigatoriedade de respeitar a primeira;

3. Compreensão das escalas climáticas, macro e micro. Identificar as necessidades e os problemas térmicos das habitações. Analisar também o clima da envolvente imediata ao objeto de estudo e estudar o potencial dos fatores climáticos, segundo o objeto de estudo. Reconhecimento dos problemas térmicos das habitações;

4. Identificação das necessidades térmicas do habitante. Compreender as suas exigências físicas, segundo a idade, sexo e patologias, não esquecendo o estado socioeconómico;

5. Desenvolver estratégias identificadas como favoráveis ao lugar e ao edifício. A finalidade é garantir que todos os períodos do ano e do dia, sejam devidamente controlados para alcançar condições de conforto térmico e que a identidade do projeto inicial seja continuada ou reposta, visando, sempre que possível, a imagem desenhada pelo autor.

Concluo que a metodologia utilizada nesta dissertação pode contribuir para a preservação e divulgação do património da Arquitetura Moderna e que a implementação de novos elementos, formas e materiais relacionados com os problemas atuais, numa fachada de um edifício “moderno”, não é sinónimo de identidade adulterada.



Imagem 133. Alçado nascente do BCMG. Comparação do original com o da requalificação. Esc. 1:200

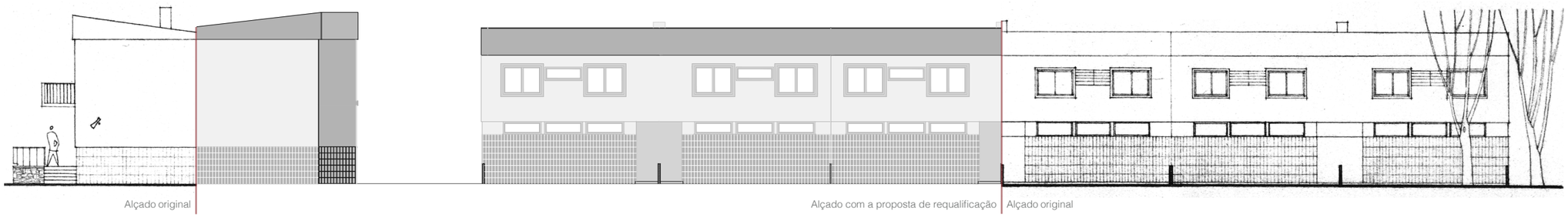


Imagem 134. Alçado poente do BCMG. Comparação do original com o da requalificação. Esc. 1:200

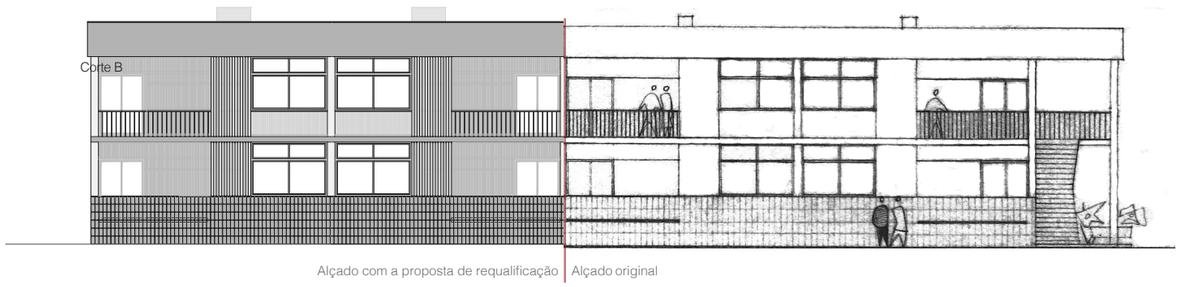


Imagem 135. Alçado sul do bloco B. Comparação do original com o da requalificação. Esc. 1:200

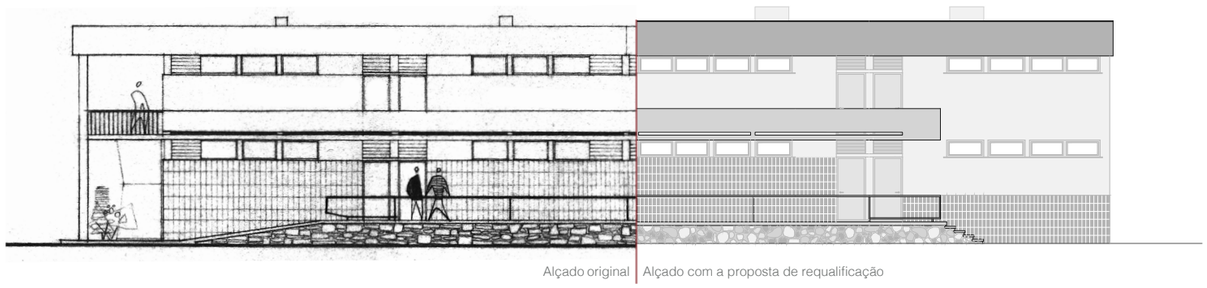


Imagem 136. Alçado norte do bloco B. Comparação do original com o da requalificação. Esc. 1:200

BIBLIOGRAFIA

BANHAM, Reyner. **The architecture of the Well-tempered Environment.** Chicago: University of Chicago, 1969.

BITTENCOURT, Leonardo. **Uso das cartas solares: diretrizes para arquitetos.** 4ª ed. Brasil, Maceió: EDUFAL, 2004.

CONGRESSO DA GEOGRAFIA PORTUGUESA 11 PORTO. **As dimensões e a responsabilidade social da geografia: XI Congresso da geografia portuguesa: livro de atas.** Porto: Universidade do Porto. Faculdade de Letras, 2017.

DOMINGO, María; MUÍÑA, Iolanda Muíña [et al.]. **Criterios de intervención en el patrimonio arquitectónico del siglo XX.** Madrid: Ministerio de Cultura, D.L, 2011.

ENERGY RESEARCH GROUP. **A Green Vitruvius: Princípios e práticas de projeto para uma arquitetura sustentável.** Lisboa: Ordem dos Arquitetos, 2001.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico. 5ª ed.** São Paulo: Studio Nobel, 2001.

GIVONI, Baruch. **Confort, climate analysis and building design guidelines. Energy and Buildings.** 18: 11-23, 1992

GONÇALVES, H.; GRAÇA, J. Mariz. **Conceitos bioclimáticos para os edifícios em Portugal.** Lisboa: DGGE/IP-3E, 1998.

INETI. **Manual de apoio à aplicação do RCCTE.** Lisboa: Ineti, 2006.

LAMEIRA, Gisela; ROCHA, Luciana [et al.]. **Mapa da habitação: guia para uma terminologia específica em arquitectura habitacional apoiada pelo Estado em Portugal [1910-1974].** Porto: Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto, 2019.

MOITA, Francisco. **Energia Solar Passiva 1.** [S.l], Imprensa Nacional: Casa da Moeda, 1987.

MOLINA, J. M. de; PICO, Ramón. **¿Renovarse o morir?: Experiencias, apuestas y paradojas de la intervención en la arquitectura del Movimiento Moderno.** Barcelona: Fundación Docomomo Ibérico, 2007.

OLGYAY, Victor. **Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism.** New Jersey: Princeton University Press, cop. 1963.

OLIVEIRA, T. A. de; RIBAS, O. T. **Sistemas de controle das condições ambientais de conforto.** Brasília: Série Saúde & Tecnologia, 1995.

RAMOS, Rui Jorge Garcia [et al.]. **Leituras de Marques da Silva: reexaminar a modernidade no início do século XXI: arquitectura, cidade, história, sociedade, ciência, cultura.** Porto: Fundação Instituto Arquiteto José Marques da Silva, 2011

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano.** São Paulo: Projeto, 1988.

SERRA, Rafael. **Arquitetura y Climas.** 1ª ed. Barcelona: Gustavo Gilli, 1999.

SERRA, Rafael. **Arquitectura y energia natural.** Barcelona: Edicions de la Universitat Politécnica de Catalunya, 1995.

SILVA, J. P. C.; Silva, F. M. C. **Francisco da Conceição Silva, arquiteto: 1922-1982.** Lisboa: Sociedade Nacional de Belas Artes.

SZOKOLAY, Steven V. I**ntroduction to architectural science. The basis of sustainable design.** United Kingdom, Oxford: Architectural press; 2004.

TAVARES, Maria Fernanda Gaspar. **Habitações económicas: Federação de caixas de previdência: arquitectura e modos de actuação no exercício do projecto.** Porto: FAUP, 2015. Dissertação de doutoramento.

TÁVORA, Fernando. **Da organização do espaço.** 6ª ed. Porto: Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto, 2006.

TOSTÕES, Ana; KOSELJ, Natasa. **Metamorphosis: The Continuity of Change.** Lisboa: Docomomo Internacional; Liubliaba: Docomomo Eslovénia, 2018.

WASSOUF, Micheel. **De la casa pasiva al estándar Passivhaus. La arquitectura pasiva en climas cálidos.** 1ª ed. Barcelona: Gustavo Gili, 2019.

WEBGRAFIA

Pobreza energética em Portugal (EDP). Acedido em: 27, 01, 2022, em: https://www.edp.com/pt-pt/historias-edp/pobreza-energetica--em-portugal

Pobreza Energética: um problema com solução (EDP). Acedido em: 27, 01, 2022, em https://www.edp.com/pt-pt/historias-edp/pobreza-energetica-um-problema-com-solucao

PCC (2014). Fifth Assassent Report: Climate Change 2014. Acedido em: 25, 01, 2022, em: https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/

IPCC (2021). Sixth Assessment Report: Climate Change 2021. Acedido em: 25, 01, 2022, em https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/

SNIRH. Parâmetros com dados. Acedido em: 02, 06, 2021, em: https://snirh.apambiente.pt/index.php?idMain=2&idItem=1&objCover=920123704&objSite=920685506

Meteoblue. Dados históricos simulados de clima e tempo para Marinha Grande. Acedido em: 05, 06, 2021, em: https://www.meteoblue.com/pt/tempo/historyclimate/climatemodelled/marinha-grande_portugal_2266703

TuTiempo. Clima Monte Real. Acedido em: 03, 06, 2021, em: https://pt.tutiempo.net/clima/ws-85400.html

WeatherOnline. Monte Real. Acedido em: 05, 06, 2021, em: https://www.weatheronline.pt/weather/maps/city

Sunpath 2d. Acedido em: 23, 05, 2021, em: https://drajmarsh.bitbucket.io

IPMA. Normas Climatológicas. Acedido em: 25, 05, 2021, em: https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/?print=true

Gounod, haendel and ingres refurbishment. Acedido em: 27, 04, 2021, em: https://www.lacatonvassal.com/data/documents/20190711-1022261804_Arketipo119.pdf

Viviendas para una ciudad más sana: tres estrategias proyectuales. Acedido em: 18, 05, 2022, em: https://revistas.uva.es/index.php/ciudades/article/view/5647/4599

ÍNDICE DE IMAGENS

INTRODUÇÃO

1. Pormenor da fachada nascente do bloco B. Fotografia da autoria do autor.
2. Vista da fachada sul do bloco B e das fachadas nascente dos blocos A e B. Fotografia da autoria do autor.
3. Vista da fachada norte do bloco B e das fachadas nascente dos blocos A e B. Fotografia da autoria do autor.
4. Vista da fachada norte do bloco B e das fachadas poente dos blocos A e B. Fotografia da autoria do autor.
5. Vista da fachada sul do bloco B e das fachadas poente dos blocos A e B. Fotografia da autoria do autor.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

6. Índice de Pobreza Doméstica Europeia (EDPI) mostra que a maioria dos países europeus tem taxas de pobreza crescentes que variam de "moderadamente alta" a "extrema", em famílias de baixa renda. Acedido em: 27, 01, 2022, em: https://www.edp.com/pt-pt/historias-edp/pobreza-energetica-em-portugal
7. Número de políticas publicas de combate à pobreza energética por país na EU. Acedido em: 27, 1, 2022, em: https://www.edp.com/pt-pt/historias-edp/estudo-pobreza-energetica
8. IEA (2013). Consumo final de energia dos edifícios escala mundial, em 2010. Acedido em: 25, 01, 2022, em: https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/
9. Carimbo das HE-FCP. OLIVEIRA, Filipa. Habitações Económicas: Federação de Caixas De Previdência. Casas de Renda Económica em Coimbra. Coimbra: FCTUC, 2012. Dissertação de Mestrado. Pág. 78
10. Símbolo das HE-FCP. OLIVEIRA, Filipa. Habitações Económicas: Federação de Caixas De Previdência. Casas de Renda Económica em Coimbra. Coimbra: FCTUC, 2012. Dissertação de Mestrado. Pág. 78
11. Capa do relatório do 1º Congresso Nacional de Arquitetura. Acedido em: 16,03,2022, em: https://pt.wikipedia.org/wiki/I_Congresso_Nacional_de_Arquitectura
12. Francisco da Conceição Silva no seu atelier. Silva, J. P. C.; Silva, F. M. C. Francisco da Conceição Silva, arquiteto: 1922-1982. Pág.11

2. PROBLEMAS PROJETUAIS

13. Sanatório Zonnestraal antes e depois da recuperação. Acedido em: 15,03,2022, em: https://theurbanearth.wordpress.com/2010/11/22/sanatorio-zonnestraal-hilversum-holanda/
14. Sanatório Zonnestraal depois da recuperação. Acedido em: 15,03,2022, em: https://theurbanearth.wordpress.com/2010/11/22/sanatorio-zonnestraal-hilversum-holanda/
15. Villa Savoye antes da recuperação. Acedido em: 16,03,2022, em: http://arquitetablog.blogspot.com/2011/04/villa-savoye-antes-da-restauracao.html
16. Villa Savoye depois da recuperação. Acedido em: 16,03,2022, em: http://arquitetablog.blogspot.com/2011/04/villa-savoye-antes-da-restauracao.html
17. Planta de implantação do BCMG. Desenho original em anexo. Acedido em: 27,04,2021, em: Processo nº 2514 do Arquivo Municipal da Câmara Municipal da Marinha Grande. Edição da autoria do autor, do desenho de Francisco da Conceição Silva.
18. Planta do piso 0 do BCMG. Desenho original em anexo. Acedido em: 27,04,2021, em: Processo nº 2514 do Arquivo Municipal da Câmara Municipal da Marinha Grande. Edição da autoria do autor, do desenho de Francisco da Conceição Silva.
19. Planta do piso 1 do BCMG. Desenho original em anexo. Acedido em: 27,04,2021, em: Processo nº 2514 do Arquivo Municipal da Câmara Municipal da Marinha Grande. Edição da autoria do autor, do desenho de Francisco da Conceição Silva.
20. Planta tipo do Piso 0 e 1 do bloco A. Desenho original em anexo. Acedido em: 27,04,2021, em: Processo nº 2514 do Arquivo Municipal da Câmara Municipal da Marinha Grande. Edição da autoria do autor, do desenho de Francisco da Conceição Silva.
21. Planta tipo do bloco B. Desenho original em anexo. Acedido em: 27,04,2021, em: Processo nº 2514 do Arquivo Municipal da Câmara Municipal da Marinha Grande. Edição da autoria do autor, do desenho de Francisco da Conceição Silva.
22. Galeria de distribuição do bloco B. Fotografia da autoria do autor.
23. Escada de acesso à galeria do bloco B. Fotografia da autoria do autor.
24. Alçado sul do bloco B este do BCMG. Desenho original no anexo A. Acedido em: 27,04,2021, em: Processo nº 2514 do Arquivo Municipal da Câmara Municipal da Marinha Grande. Edição da autoria do autor, do desenho de Francisco da Conceição Silva.
25. Alçado norte do BCMG. Desenho original no anexo A. Acedido em: 27,04,2021, em: Processo nº 2514 do Arquivo Municipal da Câmara Municipal da Marinha Grande. Edição da autoria do autor, do desenho de Francisco da Conceição Silva.
26. Alçado nascente do BCMG. Desenho original no anexo A. Acedido em: 27,04,2021, em: Processo nº 2514 do Arquivo Municipal da Câmara Municipal da Marinha Grande. Edição da autoria do autor, do desenho de Francisco da Conceição Silva.
27. Alçado poente do BCMG. Desenho original no anexo A. Acedido em: 27,04,2021, em: Processo nº 2514 do Arquivo Municipal da Câmara Municipal da Marinha Grande. Edição da autoria do autor, do desenho de Francisco da Conceição Silva.
28. Portas de entrada da fachada norte do bloco B. Fotografia da autoria do autor
29. Janelas da fachada norte do bloco B. Fotografia da autoria do autor

30. Estores das marquises da fachada sul do bloco B. Fotografia da autoria do autor
31. Antenas e estores das marquises da fachada sul do bloco B. Fotografia da autoria do autor
32. Aparelhos de climatização na fachada nascente do bloco A. Fotografia da autoria do autor
33. Chaminés das salamandras na fachada nascente do bloco A. Fotografia da autoria do autor
34. Tubo de queda de águas pluviais na fachada sul do bloco B. Fotografia da autoria do autor
35. Tubo de queda de águas pluviais na fachada poente do bloco B. Fotografia da autoria do autor
36. Canalização e contadores de gás na fachada norte bloco B. Fotografia da autoria do autor
37. Canalização e contadores de gás na fachada norte bloco B. Fotografia da autoria do autor
38. Anexos nos pátios de serviço a poente do bloco A. Fotografia da autoria do autor
39. Marquises da fachada este do bloco A. Fotografia da autoria do autor
40. Vegetação nos pátios de serviço do bloco A. Fotografia da autoria do autor
41. Chaminé da churrasqueira na fachada nascente do bloco A. Fotografia da autoria do autor
42. Transformação de 530 alojamentos (edifícios G, H, I), no bairro "Grand Parc", executada pelos arquitetos Lacaton e Vassal. Acedido em: 13,03,2022, em: https://www.lacatonvassal.com/index.php?idp=80
43. Mapa do concelho da Marinha Grande. Desenho da autoria do autor.
44. Zonas climáticas de Inverno, em Portugal Continental. INETI. Manual de apoio à aplicação do RCCTE. Ineti, Lisboa, 2006. Pág. 9
45. Zonas climáticas de Verão, em Portugal Continental. INETI. Manual de apoio à aplicação do RCCTE. Ineti, Lisboa, 2006. Pág. 10
46. Direção do vento do concelho da Marinha Grande. Acedido em: 05,06,2021, em: https://www.meteoblue.com/pt/tempo/historyclimate/climatemodelled/marinha-grande_portugal_2266703
47. Temperaturas do concelho da Marinha Grande. Acedido em: 05,06,2021, em: https://www.meteoblue.com/pt/tempo/historyclimate/climatemodelled/marinha-grande_portugal_2266703
48. Nebulosidade, sol e precipitação do concelho da Marinha Grande. Acedido em: 05,06,2021, em: https://www.meteoblue.com/pt/tempo/historyclimate/climatemodelled/marinha-grande_portugal_2266703
49. Precipitação do concelho da Marinha Grande. Acedido em: 05,06,2021, em: https://www.meteoblue.com/pt/tempo/historyclimate/climatemodelled/marinha-grande_portugal_2266703
50. Tabela de dados climáticos referentes ao concelho da Marinha Grande. Tabela da autoria do autor.
51. Corte perpendicular à linha costeira do concelho da Marinha Grande (forma do terreno). Desenho da autoria do autor.
52. Efeito regulador da vegetação na radiação solar. ROMERO, M. A. B. - Princípios bioclimáticos para o desenho urbano. São Paulo: Projeto, 1988. Pág. 33
53. Corte perpendicular à linha costeira do concelho da Marinha Grande (vegetação). Desenho da autoria do autor.
54. Velocidade do vento sobre a cidade, conjunto de árvores e campo aberto. ENERGY RESEARCH GROUP. A Green Vitruvius: Princípios e práticas de projeto para uma arquitetura sustentável. Lisboa: Ordem dos Arquitetos, 2001. Pág. 49
55. Processos de trocas térmicos entre o Homem e o ambiente. ROMERO, M. A. B. Princípios bioclimáticos para o desenho urbano. São Paulo: Projeto, 1988. Pág. 49
56. Produção de calor. ENERGY RESEARCH GROUP. A Green Vitruvius: Princípios e práticas de projeto para uma arquitetura sustentável. Lisboa: Ordem dos Arquitetos, 2001. Pág. 27
57. Gráfico da sensação biotérmica. SERRA, Rafael. Arquitectura y energia natural. Barcelona: Edicions de la Universitat Politécnica de Catalunya, 1995. Pág. 84
58. Classificação das necessidades sobre o gráfico pscicométrico. Acedido em: 01,06,2021, em: https://drajmarsh.bitbucket.io/psychro-chart2d.html
59. Identificação das necessidades térmicas do local do BCMG, no primeiro semestre do ano. Acedido em: 01,06,2021, em: https://drajmarsh.bitbucket.io/psychro-chart2d.html
60. Identificação das necessidades térmicas do local do BCMG, no segundo semestre do ano. Acedido em: 01,06,2021, em: https://drajmarsh.bitbucket.io/psychro-chart2d.html

3. DESEMPENHO ENERGÉTICO E ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA DO BCMG

61. Orientação do BCMG inserida na Carta Solar. Desenho da autoria do autor.
62. Insolação incidente na fachada sul. Desenho da autoria do autor.
63. Insolação incidente na fachada norte. Desenho da autoria do autor.
64. Insolação incidente na fachada nascente. Desenho da autoria do autor.
65. Insolação incidente na fachada poente. Desenho da autoria do autor.
66. Representação de um edifício bem e mal orientado, e respetivos valores da radiação nas fachadas no verão e no inverno. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. [S.l], Imprensa Nacional: Casa da Moeda, 1987. Pág. 41
67. Para determinada cércea existe um determinado espaçamento. Maior a cércea, maior o espaçamento entre edifícios. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. [S.l], Imprensa Naciona: Casa da Moeda, 1987. Pág. 45
68. Diferença entre o ângulo da altura solar e o ângulo vertical, correspondente. BITTENCOURT, Leonardo. Uso das cartas solares: diretrizes para arquitetos. 4ª ed, EDUFAL. Maceió, Brasil, 2004. Pág. 44
69. Projeções de um raio solar sobre um plano horizontal, vertical e vertical frontal. BITTENCOURT, Leonardo. Uso das cartas solares: diretrizes para arquitetos. 4ª ed, EDUFAL. Maceió, Brasil, 2004. Pág. 45
70. Insolação sul no dia 22 de Dezembro. Planta do BCMG sem a proposta de requalificação. Esc. 1:1000. Desenho da autoria do autor.
71. Insolação sul no dia 22 de Dezembro (ângulo solar de 27º, um ângulo vertical de 82,3º e um ângulo vertical frontal de 27,2º). Fachada sul do BCMG sem a proposta de requalificação. Esc. 1:500. Desenho da autoria do autor.
72. Insolação às 9:30 h, no dia 22 de Dezembro. Planta do BCMG sem a proposta de requalifica-

ção. Esc. 1:1000. Desenho da autoria do autor.
73. Insolação às 9:30 h, no dia 22 de Dezembro (um ângulo solar de 17º, um ângulo vertical de 31,8º e um ângulo vertical frontal de 19,4º). Fachada norte do bloco A sem a proposta de requalificação. Esc. 1:500. Desenho da autoria do autor.
74. Insolação às 14:30 h, no dia 22 de Dezembro. Planta do BCMG sem a proposta de requalificação. Esc. 1:1000. Desenho da autoria do autor.
75. Insolação às 14:30 h, no dia 22 de Dezembro (um ângulo solar de 17º, um ângulo vertical de 23,6º e um ângulo vertical frontal de 23,2º). Fachada norte do bloco A sem a proposta de requalificação. Esc. 1:1000. Desenho da autoria do autor.
76. Relação entre a altura da barreira, a intensidade do vento e a distância de redução. SERRA, Rafael. Arquitetura y Climas. 1ª ed. Barcelona: Gustavo Gilli, 1999. Pág. 47
77. Túnel de vento em planta. SERRA, Rafael. Arquitetura y Climas. 1ª ed. Barcelona: Gustavo Gilli, 1999. Pág. 48
78. Pressões e depressões em diferentes casos. SERRA, Rafael. Arquitetura y Climas. 1ª ed. Barcelona: Gustavo Gilli, 1999. Pág. 48
79. Esquema do movimento do ar. Planta do BCMG sem a proposta de requalificação. Esc. 1:500. Desenho da autoria do autor.
80. Amplitudes térmicas na envolvente do edifício. Cobertura da superfície me asfalto e em relva. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. [S.l], Imprensa Nacional: Casa da Moeda, 1987. Pág. 48
81. A procura pelo último cm2 livre para construção, deveria dar lugar ao direito ao Sol a todas as fachadas orientadas a sul e o aparecimento de pequenas "ilhas verdes" na paisagem cinzenta do asfalto. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. [S.l], Imprensa Nacional: Casa da Moeda, 1987. Pág. 39
82. Planta de implantação do BCMG. Desenho original no anexo A. Edição da autoria do autor, do desenho de Francisco da Conceição Silva.
83. Superfícies construídas e naturais. Planta do BCMG sem a proposta de requalificação. Esc. 1:1000. Desenho da autoria do autor.
84. Correção das áreas das superfícies construídas e naturais. Planta do BCMG com a proposta de requalificação. Esc. 1:1000. Desenho da autoria do autor.
85. Perdas térmicas "Q" (em percentagem) para diferentes formas de igual volume. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. [S.l], Imprensa Nacional: Casa da Moeda, 1987. Pág.40
86. Representação esquemática das temperaturas diárias no ar e no solo, onde a partir da profundidade de 60cm, as amplitudes térmicas são praticamente nulas. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. [S.l], Imprensa Nacional: Casa da Moeda, 1987. Pág.58
87. Comparação esquemática da resistência térmica de materiais com espessuras diferentes. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. [S.l], Imprensa Nacional: Casa da Moeda, 1987. Pág.56
88. Representação esquemática das linhas de temperatura (verão e inverno) em duas paredes de igual resistência térmica, sem e com isolamento. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. [S.l], Imprensa Nacional: Casa da Moeda, 1987. Pág.59
89. Representação esquemática da diferença, entre a aplicação do material isolante no exterior e interior. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. [S.l], Imprensa Nacional: Casa da Moeda, 1987. Pág.59
90. Exemplo de pontes térmicas em duas situações distintas e respetiva solução. A caixa-de-ar não impede a formação de pontes térmicas, o que não se verifica com a aplicação de material isolante exterior (A). Em lajes de varandas também é possível a anulação das pontes térmicas. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. [S.l], Imprensa Nacional: Casa da Moeda, 1987. Pág.60
91. Fachada sudeste do edifício nº 33 do conjunto habitacional "Terrassenhaussiedlung Graz". TOSTÕES, Ana; KOSELJ, Natasa. Metamorphosis: The Continuity of Change. Lisboa: Docomomo Internacional; Liubliaba: Docomomo Eslovénia, 2018. Pág. 443
92. Elementos do edifício afetados pela estratégia de isolamento interior: nenhuma superfície externa é visivelmente afetada. Conjunto habitacional "Terrassenhaussiedlung Graz". TOSTÕES, Ana; KOSELJ, Natasa. Metamorphosis: The Continuity of Change. Lisboa: Docomomo Internacional; Liubliaba: Docomomo Eslovénia, 2018. Pág. 445
93. Elementos do edifício afetados pela estratégia de isolamento exterior: a maior parte dos elementos da envolvente serão visivelmente afetados, exceto as janelas. Conjunto habitacional "Terrassenhaussiedlung Graz". TOSTÕES, Ana; KOSELJ, Natasa. Metamorphosis: The Continuity of Change. Lisboa: Docomomo Internacional; Liubliaba: Docomomo Eslovénia, 2018. Pág. 444
94. Corte transversal (A e B) do bloco B sem a proposta de requalificação. Esc. 1:200. Desenho da autoria do autor.
95. Corte transversal (A e B) do bloco B sem a proposta de requalificação. Esc. 1:50. Desenho da autoria do autor.
96. Planta tipo do bloco B com a proposta de requalificação. Esc. 1:200. Desenho da autoria do autor.
97. Corte transversal (A e B) do bloco B com a proposta de requalificação. Esc. 1:50. Desenho da autoria do autor.
98. Corte transversal (C e D) do bloco A sem a proposta de requalificação. Esc. 1:200. Desenho da autoria do autor.
99. Corte transversal (C e D) do bloco A sem a proposta de requalificação. Esc. 1:50. Desenho da autoria do autor.
100. Planta tipo (Piso 0 e 1) do bloco A com a proposta de requalificação. Esc. 1:200. Desenho da autoria do autor.
101. Corte transversal (C e D) do bloco A com a proposta de requalificação. Esc. 1:50. Desenho da autoria do autor.
102. Representação esquemática de um sistema de ganho direto. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. [S.l], Imprensa Naciona: Casa da Moeda, 1987. Pág.79
103. A presença de massa acumulativa provoca o desfasamento entre os picos das temperaturas exteriores e interiores. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. [S.l], Imprensa Nacional:

Casa da Moeda, 1987. Pág.80
104. (A) Uma parede maciça sem isolamento tem uma capacidade de acumulação térmica medíocre. (B) Um material isolante não tem capacidade de armazenamento térmico. (C) Uma parede maciça com isolamento interior não tem capacidade de armazenamento térmico. (D) Uma parede maciça com isolamento exterior tem uma capacidade de armazenamento térmico maximamente otimizada. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. [S.l], Imprensa Nacional: Casa da Moeda, 1987. Pág.86
105. Representação esquemática de um sistema de ganho isolado. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. [S.l], Imprensa Nacional: Casa da Moeda, 1987. Pág.93
106. Estratégia de transformação de Lacaton e Vassal, na transformação de 530 alojamentos (edifícios G, H, I), no bairro "Grand Parc". Acedido em: 05, 05, 2022, em: https://www.lacatonvassal.com/index.php?idp=80
107. Espaço da estrutura autoportante no mês de fevereiro. Acedido em: 05, 05, 2022, em: https://www.lacatonvassal.com/index.php?idp=80
108. Espaço da estrutura autoportante no mês de julho. Acedido em: 05, 05, 2022, em: https://www.lacatonvassal.com/index.php?idp=80
109. Alçado sul do bloco B no período da estação fria, com a proposta de requalificação. Esc. 1:50. Desenho da autoria do autor.
110. Insolação sul no dia 22 de dezembro. Corte transversal (A e B) do bloco B com a proposta de requalificação. Esc. 1:200. Desenho da autoria do autor.
111. Insolação sul no dia 22 de dezembro. Corte transversal (A e B) do bloco B com a proposta de requalificação. Esc. 1:50. Desenho da autoria do autor.
112. Insolação às 9:30 h, no dia 22 de dezembro. Corte transversal (C e D) do bloco A com a proposta de requalificação. Esc. 1:200. Desenho da autoria do autor.
113. Insolação às 9:30 h, no dia 22 de dezembro. Corte transversal (C e D) do bloco A com a proposta de requalificação. Esc. 1:50. Desenho da autoria do autor.
114. Alçado nascente do bloco A no período da estação fria, com a proposta de requalificação. Esc. 1:50. Desenho da autoria do autor.
115. Axonometria do BCMG no período da estação fria, com a proposta de requalificação. Desenho da autoria do autor.
116. Exemplificação esquemática de alguns dispositivos de sombreamento e respetivos coeficientes de efeito (percentagem da radiação transmitida para o interior). MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. [S.l], Imprensa Nacional: Casa da Moeda, 1987. Pág.67
117. Folha caduca em dois tipos de vegetação: árvore e trepadeira. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. [S.l], Imprensa Nacional: Casa da Moeda, 1987. Pág.100
118. Axonometria do BCMG no período da estação quente, com a proposta de requalificação. Desenho da autoria do autor.
120. Alçado sul do bloco B no período da estação quente, com a proposta de requalificação. Esc. 1:50. Desenho da autoria do autor.
121. Insolação sul no dia 22 de junho. Corte transversal (A e B) do bloco B com a proposta de requalificação. Esc. 1:50. Desenho da autoria do autor.
122. Insolação às 9:30 h, no dia 22 de junho. Corte transversal (C e D) do bloco A com a proposta de requalificação. Esc. 1:50. Desenho da autoria do autor.
123. Alçado nascente do bloco A no período da estação quente, com a proposta de requalificação. Esc. 1:50. Desenho da autoria do autor.
124. Exemplos de vedantes de fácil aplicação nas frinchas das portas. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. [S.l], Imprensa Nacional: Casa da Moeda, 1987. Pág.72
125. Corrente de ar entre aberturas em situações de pressão distintas. SERRA, Rafael. Arquitetura y Climas. 1ª ed. Barcelona: Gustavo Gilli, 1999. Pág. 49
126. Dispositivos de regulação do fluxo de ar. SERRA, Rafael - Arquitetura y Climas. 1ª ed. Barcelona: Gustavo Gilli, 1999. Pág. 51
127. Corrente de ar entre aberturas colocadas em níveis diferentes. SERRA, Rafael. Arquitetura y Climas. 1ª ed. Barcelona: Gustavo Gilli, 1999. Pág. 50
128. Corte tranversal (A) da cobertura do bloco B com a proposta de requalificação. Esc.1:50. Desenho da autoria do autor
129. Corte tranversal (C) da cobertura do bloco A com a proposta de requalificação. Esc.1:50. Desenho da autoria do autor
130. Planta tipo do bloco B com a proposta de requalificação. Esc. 1:50. Desenho da autoria do autor.
131. Planta tipo (piso 0) bloco A com a proposta de requalificação. Esc. 1:50. Desenho da autoria do autor.
132. Planta tipo (piso 1) bloco A com a proposta de requalificação. Esc. 1:50. Desenho da autoria do autor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

133. Alçado nascente do BCMG. Comparação do original com o da requalificação. Esc. 1:200. Imagem da autoria do autor.
134. Alçado poente do BCMG. Comparação do original com o da requalificação. Esc. 1:200. Imagem da autoria do autor.
135. Alçado sul do bloco B. Comparação do original com o da requalificação. Esc. 1:200. Imagem da autoria do autor.
136. Alçado norte do bloco B. Comparação do original com o da requalificação. Esc. 1:200. Imagem da autoria do autor.

NOTAS

INTRODUÇÃO

1. GONÇALVES, H.; GRAÇA, J. Mariz. Conceitos bioclimáticos para os edifícios em Portugal. Lisboa: DGGE/IP-3E, 1998. Pág. 9
2. CONGRESSO DA GEOGRAFIA PORTUGUESA 11 PORTO. As dimensões e a responsabilidade social da geografia: XI Congresso da geografia portuguesa: livro de atas. Porto: Universidade do Porto. Faculdade de Letras, 2017. Pág. 467
3. TAVARES, Maria Fernanda Gaspar. Habitações económicas: Federação de caixas de previdência: arquitetura e modos de atuação no exercício do projeto. Porto: FAUP, 2015. Dissertação de doutoramento. Pág. 234
4. SERRA, Rafael. Arquitetura y Climas. 1ª ed. Barcelona: Gustavo Gilli, 1999. Pág. 19

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

1. Pobreza energética em Portugal (EDP). Acedido em: 27, 01, 2022, em: https://www.edp.com/pt-pt/historias-edp/pobreza-energetica-em-portugal
2. idem.
3. Pobreza Energética: um problema com solução (EDP). Acedido em: 27, 01, 2022, em https://www.edp.com/pt-pt/historias-edp/pobreza-energetica-um-problema-com-solucao
4. Pobreza energética em Portugal. Acedido em: 27, 01, 2022, em https://www.edp.com/pt-pt/historias-edp/pobreza-energetica-em-portugal
5. WASSOUF, Micheel. De la casa pasiva al estándar Passivhaus. La arquitectura pasiva en climas cálidos. 1ª ed. Gustavo Gili. Barcelona, 2019. Pág. 8
6. PCC (2014). Fifth Assassent Report: Climate Change 2014. Acedido em: 25, 01, 2022, em: https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/
7. TAVARES, Maria Fernanda Gaspar. Habitações económicas: Federação de caixas de previdência: arquitetura e modos de atuação no exercício do projeto. Porto: FAUP, 2015. Dissertação de doutoramento. Pág. 84 e 85
8. ibidem. Pág. 85
9. ibidem. Pág. 79
10. ibidem. Pág. 106
11. LAMEIRA, Gisela; ROCHA, Luciana [et al.]. Mapa da habitação: guia para uma terminologia específica em arquitectura habitacional apoiada pelo Estado em Portugal [1910-1974]. Porto: Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto, 2019. Pág. 55
12. SILVA, J. P. C.; Silva, F. M. C. Francisco da Conceição Silva, arquiteto: 1922-1982. Lisboa: Sociedade Nacional de Belas Artes. Pág. 9
13. ibidem. Pág. 10
14. ibidem. Pág. 26
15. ibidem. Pág. 14

2. PROBLEMAS PROJETUAIS

1. TOSTÕES, Ana; KOSELJ, Natasa. Metamorphosis: The Continuity of Change. Lisboa: Docomomo Internacional; Liubliaba: Docomomo Eslovénia, 2018. Pág. 550
2. ibidem. Pág. 249
3. ibidem. Pág. 254
4. MOLINA, J. M. de; PICO, Ramón. ¿Renovarse o morir?: Experiencias, apuestas y paradojas de la intervención en la arquitectura del Movimiento Moderno. Barcelona: Fundación Docomomo Ibérico, 2007. Pág. 183
5. ibidem. Pág. 49
6. TOSTÕES, Ana; KOSELJ, Natasa. Metamorphosis: The Continuity of Change. Lisboa: Docomomo Internacional; Liubliaba: Docomomo Eslovénia, 2018. Pág. 424
7. ibidem. Pág. 554
8. ibidem. Pág. 658
9. ibidem. Pág. 249
10. ibidem. Pág. 252
11. ibidem. Pág. 251
12. TÁVORA, Fernando. "Da organização do espaço". 6ª ed. Porto: Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto, 2006. Pág. 58
13. TOSTÕES, Ana; KOSELJ, Natasa. Metamorphosis: The Continuity of Change. Lisboa: Docomomo Internacional; Liubliaba: Docomomo Eslovénia, 2018. Pág. 546
14. MOLINA, J. M. de; PICO, Ramón. ¿Renovarse o morir?: Experiencias, apuestas y paradojas de la intervención en la arquitectura del Movimiento Moderno. Barcelona: Fundación Docomomo Ibérico, 2007. Pág. 157
15. ibidem. Pág. 158
16. ibidem. Pág. 45
17. TÁVORA, Fernando. "Da organização do espaço". 6ª ed. Porto: Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto, 2006. Pág. 55
18. MOLINA, J. M. de; PICO, Ramón. ¿Renovarse o morir?: Experiencias, apuestas y paradojas de la intervención en la arquitectura del Movimiento Moderno. Barcelona: Fundación Docomomo Ibérico, 2007. Pág. 162
19. ibidem. Pág. 156
20. ibidem. Pág. 192

21. ibidem. Pág. 154
22. ibidem. Pág. 155
23. ibidem. Pág. 156
24. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. [S.I], Imprensa Nacional: Casa da Moeda, 1987. Pág. 28
25. *Valores de referência da energia solar média mensal, incidente numa superfície vertical orientada a Sul.* INETI. Manual de apoio à aplicação do RCCTE. Ineti, Lisboa, 2006. Pág. 18
26. *Valores de referência de Verão das temperaturas exteriores.* INETI. Manual de apoio à aplicação do RCCTE. Ineti, Lisboa, 2006. Pág. 19
27. SZOKOLAY, Steven V. Introduction to architectural science. The basis of sustainable design. Architectural press. Oxford, United Kingdom. 2004. Pág. 28
28. ROMERO, M. A. B. Princípios bioclimáticos para o desenho urbano. São Paulo: Projeto, 1988. Pág. 19
29. OLGYAY, Victor. Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism. New Jersey: Princeton University Press, cop. 1963. Pág.51
30. ROMERO, M. A. B. Princípios bioclimáticos para o desenho urbano. São Paulo: Projeto, 1988. Pág. 31
31. ENERGY RESEARCH GROUP - A Green Vitruvius: Princípios e práticas de projeto para uma arquitetura sustentável. Lisboa: Ordem dos Arquitetos, 2001. Pág. 48
32. idem. Pág. 48
33. SERRA, Rafael. Arquitetura y Climas. 1ª ed. Barcelona: Gustavo Gilli, 1999. Pág. 13
34. FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. Manual de conforto térmico. 5ª ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001. Pág. 20 e 21
35. OLIVEIRA, T. A. de; RIBAS, O. T. Sistemas de controle das condições ambientais de conforto. Brasília: Série Saúde & Tecnologia, 1995. Pág. 31
36. ENERGY RESEARCH GROUP. A Green Vitruvius: Princípios e práticas de projeto para uma arquitetura sustentável. Lisboa: Ordem dos Arquitetos, 2001. Pág. 26
37. GIVONI, Baruch. (1992). Confort, climate analysis and building design guidelines. Energy and Buildings. 18: 11-23

3. DESEMPENHO ENERGÉTICO E ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA DO BCMG

1. *Por uma questão de gestão de quantidade de conteúdo, tempo e não sendo o objetivo final desta dissertação, não se desenvolve o projeto para além da escala 1:50. Com isto, os desenhos devem ser analisados segundo a escala indicada na legenda de cada imagem.*
2. SERRA, Rafael. Arquitetura y Climas. 1ª ed. Barcelona: Gustavo Gilli, 1999. Pág. 22
3. TOSTÕES, Ana; KOSELJ, Natasa. Metamorphosis: The Continuity of Change. Lisboa: Docomomo Internacional; Liubliaba: Docomomo Eslovénia, 2018. Pág. 442
4. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. [S.I], Imprensa Nacional - Casa da Moeda, 1987. Pág. 41
5. BITTENCOURT, Leonardo. Uso das cartas solares: diretrizes para arquitetos. 4ª ed, EDUFAL. Maceió, Brasil, 2004. Pág. 46
6. SERRA, Rafael. Arquitetura y Climas. 1ª ed. Barcelona: Gustavo Gilli, 1999. Pág. 47
7. OLGYAY, Victor. Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism. New Jersey: Princeton University Press, cop. 1963. Pág.51
8. SZOKOLAY, Steven V. Introduction to architectural science. The basis of sustainable design. Architectural press. Oxford, United Kingdom. 2004. Pág. 7
9. *Pela inexistência de desenhos e informação da laje do piso térreo do BCMG, não foi possível desenhá-la pelo qual não será incluída nos desenhos. Contudo, não afetou a proposta de requalificação devido ao foco do estudo das perdas térmicas ser as trocas com a atmosfera e pela estratégia adotada do isolamento ser feita pelo exterior.*
10. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. [S.I], Imprensa Nacional: Casa da Moeda, 1987. Pág.56
11. SERRA, Rafael. Arquitetura y Climas. 1ª ed. Barcelona: Gustavo Gilli, 1999. Pág. 40
12. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. [S.I], Imprensa Nacional: Casa da Moeda, 1987. Pág.59
13. INETI. Manual de apoio à aplicação do RCCTE. Ineti, Lisboa, 2006. Pág. 30
14. SERRA, Rafael. Arquitetura y Climas. 1ª ed. Barcelona: Gustavo Gilli, 1999. Pág. 26
15. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. [S.I], Imprensa Nacional. Casa da Moeda, 1987. Pág.62
16. ibidem. Pág.63
17. TOSTÕES, Ana; KOSELJ, Natasa. Metamorphosis: The Continuity of Change. Lisboa: Docomomo Internacional; Liubliaba: Docomomo Eslovénia, 2018. Pág. 442
18. ibidem. Pág. 447
19. GONÇALVES, H.; GRAÇA, J. Mariz. Conceitos bioclimáticos para os edifícios em Portugal. Lisboa: DGGE/IP-3E, 1998. Pág. 34
20. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. [S.I], Imprensa Nacional: Casa da Moeda, 1987. Pág. 99
21. Gounod, haendel and ingres refurbishment. Acedido em: 27, 04, 2021, em: https://www.lacatonvassal.com/data/documents/20190711-1022261804_Arketipo119.pdf
22. idem.
23. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. [S.I], Imprensa Nacional: Casa da Moeda, 1987. Pág. 66
24. ibidem. Pág. 49
25. ibidem. Pág.70
26. SERRA, Rafael. Arquitetura y Climas. 1ª ed. Barcelona: Gustavo Gilli, 1999. Pág. 20

CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. Viviendas para una ciudad más sana: tres estrategias proyectuales. Acedido em: 18, 05, 2022, em: https://revistas.uva.es/index.php/ciudades/article/view/5647/4599

ANEXO

PROCESSO DO BCMG

Processo nº 2514 do Arquivo Municipal da Câmara Municipal da Marinha Grande, acedido em 27.04.2021.

Câmara Municipal de Marinha Grande

1

LICENÇAS PARA OBRAS

Presente em Reunião de 26/JAN/56

Ano de 1955 **Processo N.º 2514**

Requerente Caixa Sindical de Previdência do Pessoal da Indústria Vidreira

Morada MARINHA GRANDE *Freguesia* MARINHA GRANDE

Local da obra MARINHA GRANDE *Freguesia* MARINHA GRANDE

Requerimento entrado em 9 / 12 / 55 *Autorizado em reunião de* 26 / 1 / 56

LICENÇAS PARA OBRAS:

Em função de prazo (12 dias)	230$00	
Em função de superfície (1577 m 2)	1062$00	1292$00

Especiais:

1.º — Muro confinante com a via pública (110 m.) .	110$00	
2.º — Abertura, ampliação ou fechamento de ..... *vãos*	$	
3.º — Reforma ou alteração de fachadas (..... m 2) .	$	
Fossa de resfornalha (?)	10$00	
	$	120$00

LICENÇAS PARA:

Ocupação da via pública:

com tapumes . . . (..... m. ..... meses) .	$	
com andaimes . . . (..... m. ..... meses .	$	
com dep. de mater. . (..... m 2 ..... meses) .	$	$
Adicional de 30 %	424$00	
	1836$00	

Licença N.º 196 Concedida em 8 / 5 / 56 Termina em 7 / 5 / 57

LICENÇA PARA PRORROGAÇÃO DE PRAZO:

Em função de prazo (..... dias)	$	
Adicional de 30 %	$	$

Licença N.º ..... Concedida em ..... / ..... / ..... Termina em ..... / ..... / .....

Imagem 1. Licenças para obras.

A proxima reunião em -9 DEZ 55

ENTRADA EM 2

- 9 DEZ 1955

L.: R/8 96.: 2514

Exmo. Senhor Presidente da Câmara Municipal do Concelho de

MARINHA GRANDE

A Caixa Sindical de Previdência do Pessoal da Indústria Vidreira, com sede em Marinha Grande, desejando levar a efeito a construção de um bloco habitacional composto por 2 corpos, sendo um de 6 fogos e outro de 8 respectivamente, vem mui respeitosamente requerer aV. Exª. a respectiva licença, pelo periodo de 12 meses.

Pede deferimento

Marinha Grande, 30 de Novembro de 1955

O Presidente da Direcção,

Passado Alvará de Licença N.º 196 em 8 MAI 56

Registado no livro 3 a 8 T sob o N.º 5110

APROVADO

Em reunião da Camara Municipal de MARINHA GRANDE, realisada em 26 de Janeiro de 196

O Chefe da Secretaria

Imagem 2. Pedido de deferimento.

5

PARECER Nº...../55

REQUERENTE: Caixa de Previdencia do Pessoal
da Industria Vidreira

ASSUNTO: Construcção de uns blocos habitacionais.

O projecto apresentado revela um inteligente estudo do problema em todos os seus aspectos.

Quanto á parte estética que especialmente nos cabe apreciar desejamos deixar registado neste parecer não só a nossa concordancia com o principio racionalista que enforma a concessão dos alçados, mas tambem, e na medida do que consideramos justo, um louvor ao autor do projecto.

Leiria, 20 de Dezembro de 1955

O arquitecto consultor.

Imagem 3. Parecer.

6

Sub-Delegação de Saúde

DO CONCELHO DE

MARINHA GRANDE

N.º 16/55

PARECER SANITARIO

(§ 5.º do art.º 9.º do Decreto n.º 13.166, de 28-1-927)

Tendo-me sido presente o projecto de construção, modificação, reparação, de uma obra constituida, por bloco habitacional composto de dois corpos de 6 e 8 fogos respectivamente *localisada em* Marinha Grande *requerida por* Caixa Sindical de Previdencia do Pessoal da Industria Vidreira *residente em* Marinha Grande, *sou de parecer que a referida obra* ------ *obedece às condições sanitárias* pelo que é de conceder a respectiva licença de construção.

Marinha Grande, 27 *de* Dezembro *de 194-* 1955

O Sub-Delegado de Saúde,

Imagem 4. Parecer sanitário.

7

PROJECTO DAS HABITAÇÕES QUE A

CAIXA DE PREVIDENCIA DO PESSOAL

DA INDUSTRIA VIDREIRA PRETENDE

CONSTRUIR NA MARINHA GRANDE.

MEMÓRIA DESCRITIVA

O projecto que se apresenta foi desenvolvido tendo por base o ante-projecto apreciado pelos Serviços Técnicos da Federação de Caixas de Previdencia - HABITAÇÕES ECONÓMICAS.

O parecer então emitido por esses Serviços foi cuidadosamente estudado e na sua quasi totalidade cumprido na elaboração do projecto. Só pequenos pormenores não poderam ser considerados mas estes não influem decisivamente na partido adoptado.

L O C A L I Z A Ç Ã O

O terreno destinado à construção deste conjunto de moradias está localizado num dos pontos principais da Marinha Grande.

Bem servido de acessos gosa ainda de ter a Sul o principal jardim da Vila.

Imagem 5. Memória Descritiva.

A sua forma rectangular proporcionou o partido adoptado na localização das habitações que se estenderão no sentido SUL - NORTE, nas Habitações tipo A, e no sentido NASCENTE - POENTE, nas do tipo B.

Com o partido adoptado na localização conseguiu-se um apreciavel espaço livre em frente às moradias, com cerca de 15 M. de largura destinado a jardim comum.

P A R T I D O A D O P T A D O

Projectaram-se dois tipos de habitações que se designaram por A e B .

Do,tipo A serão construidas 6 moradias compostas por sala comum, zona de serviço com cozinha, despensa, hall de serviço, quarto de creada e casa de banho no 1º. piso.

No andar superior foram projectados 3 quartos de cama e a respectiva instalação sanitária.

O tipo B, com programa mais reduzido compõe-se unicamente de sala comum, cozinha, 2 quartos de cama e instalação sanitária.

Todas as habitações do tipo A terão ainda um páteo de serviço privativo com as respectivas capoeiras e arrecadações necessárias mas a construir dentro de um plano de conjunto.

Imagem 6. Memória Descritiva.

9

As habitações serão abertas para NASCENTE e SUL tendo franco acesso ao jardim projectado em toda a extensão do terreno e com a largura aproximada de 15 m..

O acesso à zona de serviço será feito por uma rua secundária de forma a que o jardim não seja devassado por esse serviço.

S I N T E S E C O N S T R U T I V A

A construção será mixta de alvenaria de tijolo duplo e lajes de cimento armado. As paredes interiores, divisórias de inquilinos serão igualmente em tijolo duplo. Todas as outras paredes interiores serão de tijolo com as espessuras indicadas em planta.

A cobertura será em laje de cimento armado e estrutura de madeira de forma a receber superiormente placas do tipo " LUSALITE " , formando assim caixa de ar que proporcionará um perfeiro isolamento contra humidades e garantindo tambem uma temperatura interior mais constante.

Os acabamentos interiores serão os indicados no " Mapa de Acabamentos que se junta.

Lisbôa, 25 de Novembro de 1955

O ARQUITECTO

Imagem 7. Memória Descritiva.

13

mapa de acabamentos

		bloco A											bloco B					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6
PAVIMENTOS E RODA-PÉS	MOSAICO HIDRAULICO C/13X26 RODA-PÉ DE MADEIRA C/0.08	●	●										●	●				
	MOSAICO HIDRAULICO C/20X20 CONCAVAS E CONVEXAS DE REMATE			●	●	●					●				●	●		
	TACOS DE PINHO RODA-PÉ DE PINHO C/0.08						●		●	●							●	
	MOSAICO HIDRAULICO C/13X26 RODA-PÉ DE MOSAICO C/UMA FIADA							●				●						●
TETOS PAREDES	AZULEJO 15X15 C/1.50 DE ALTURA			●		●					●				●	●		
	MASSA A FIO DE AREIA P/CAIAR	●	●				●	●	●	●		●	●	●			●	
	ESTUQUE BRANCO LISO			●	●	●					●				●	●		
	ESTUQUE BRANCO LISO	●	●	●	●	●	●		●	●	●		●	●	●	●	●	

Imagem 8. Mapa de acabamentos.

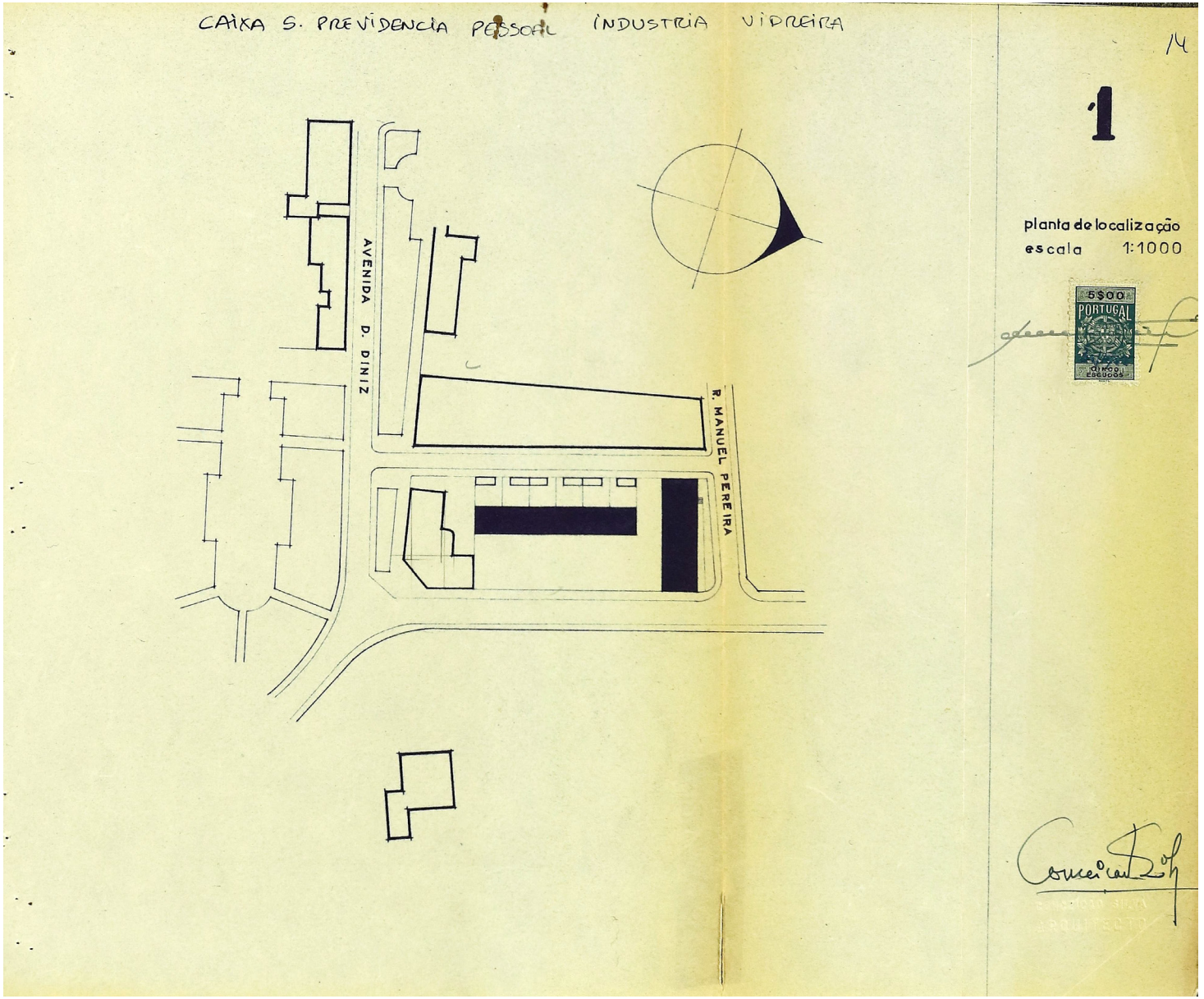


Imagem 9. Planta de localização. Esc. 1:1000

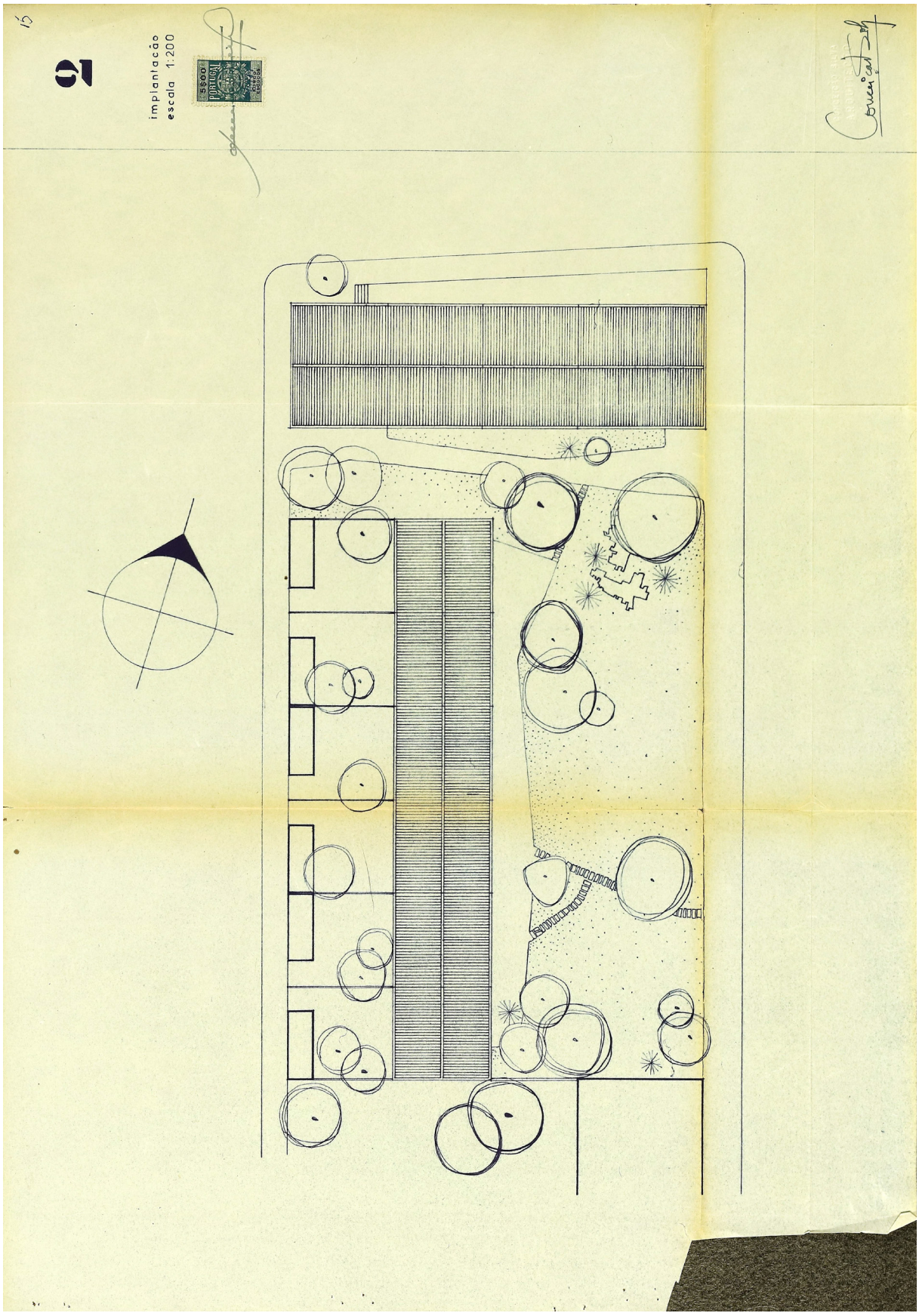


Imagem 10. Implatanção. Esc. 1:200

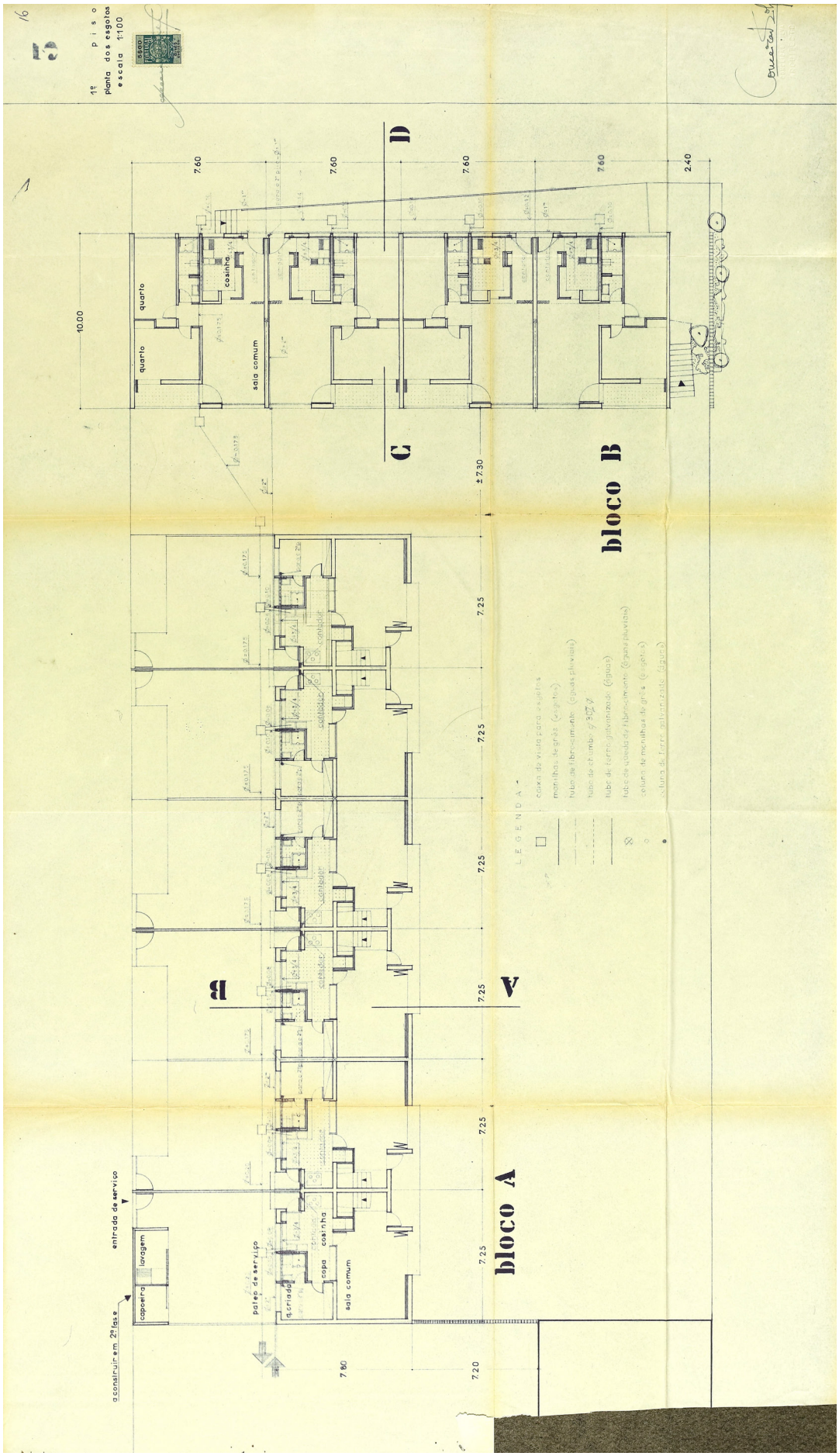


Imagem 11. Planta dos esgostos. Piso 0. Esc. 1:100

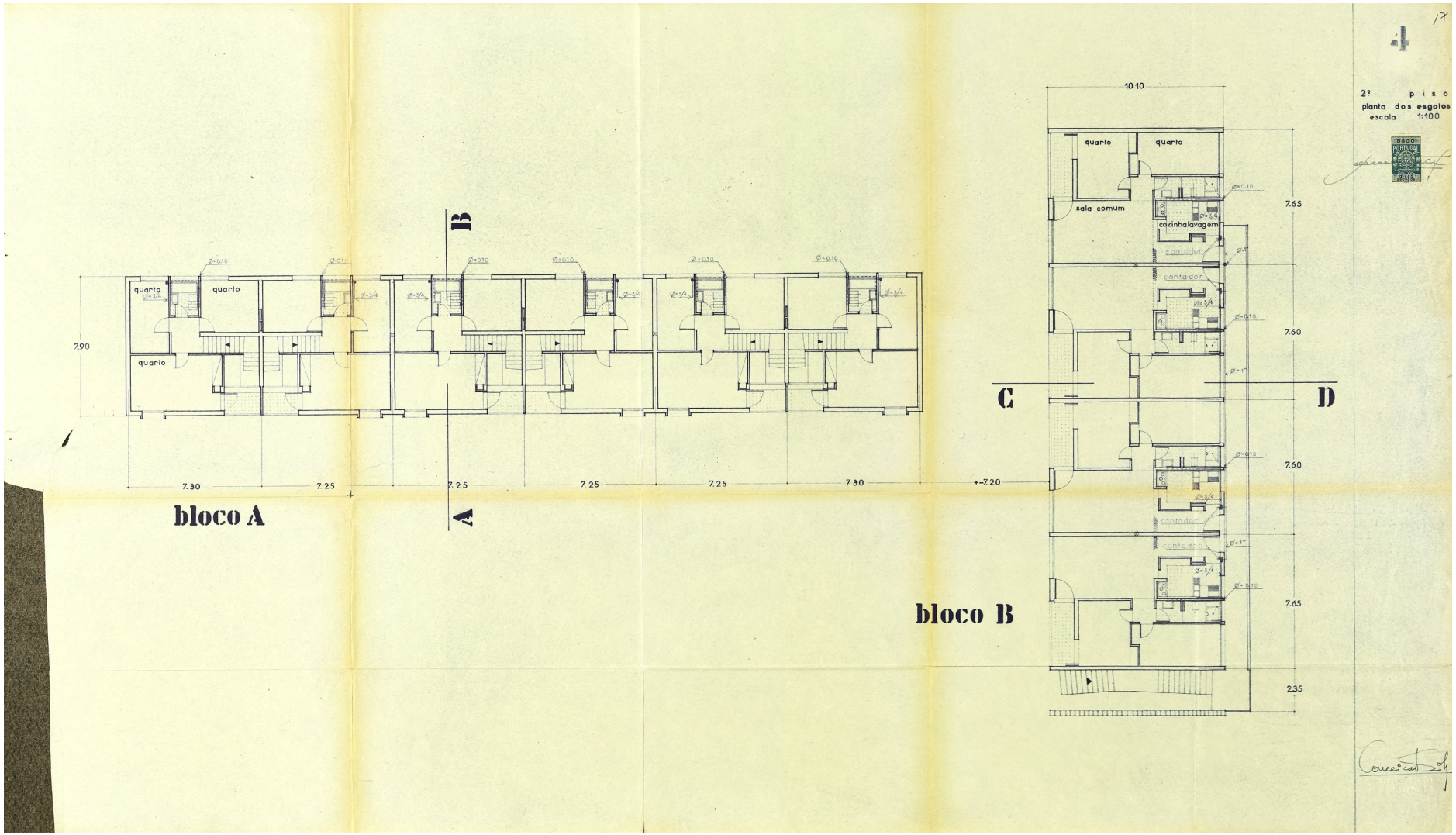


Imagem 12. Planta dos esgostos. Piso 0. Esc. 1:100

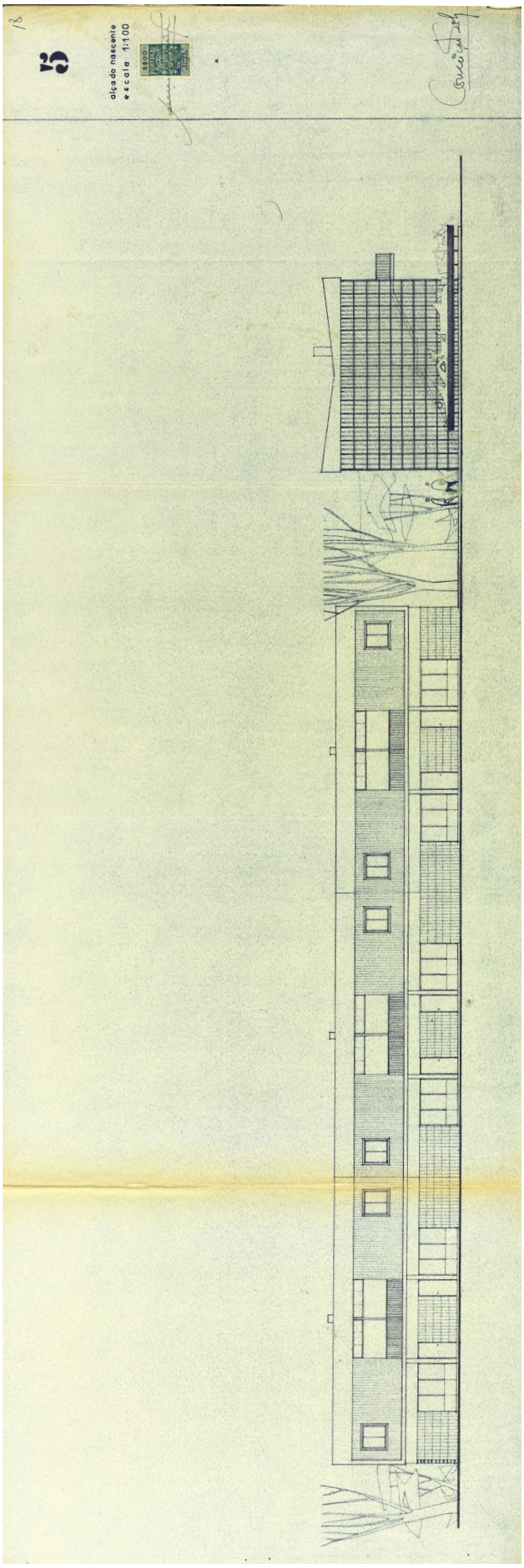


Imagem 13. Alçado nascente. Esc. 1:100

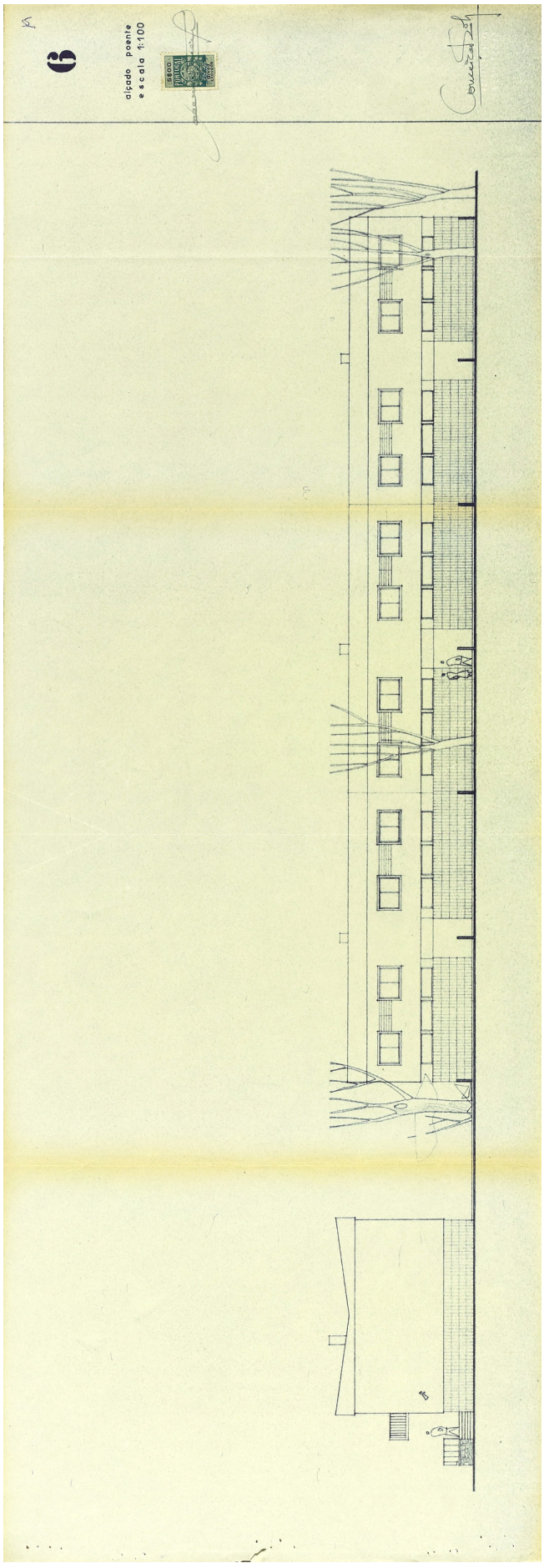


Imagem 14. Alçado poente.
Esc. 1:100

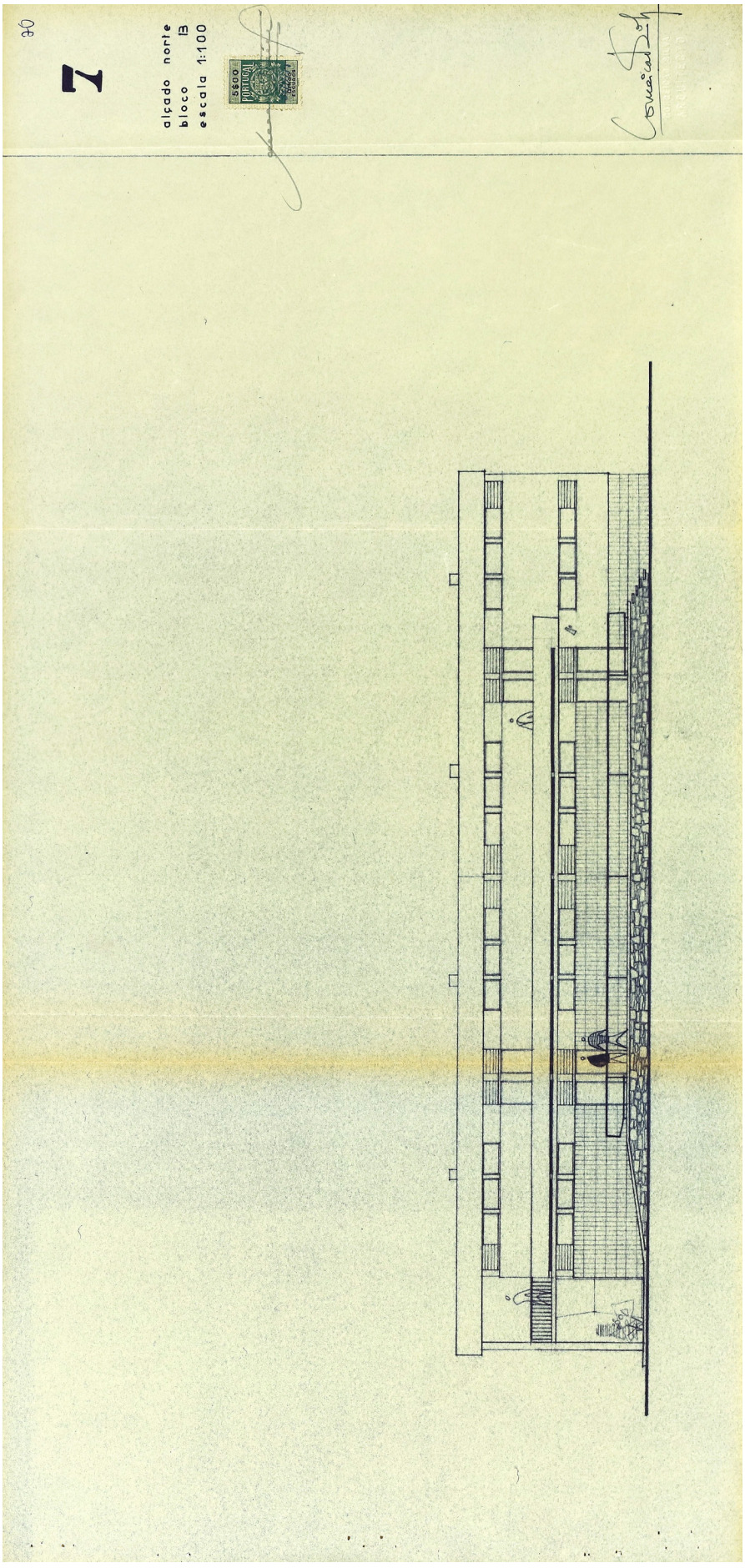


Imagem 15. Alçado norte do bloco B. Esc. 1:100.

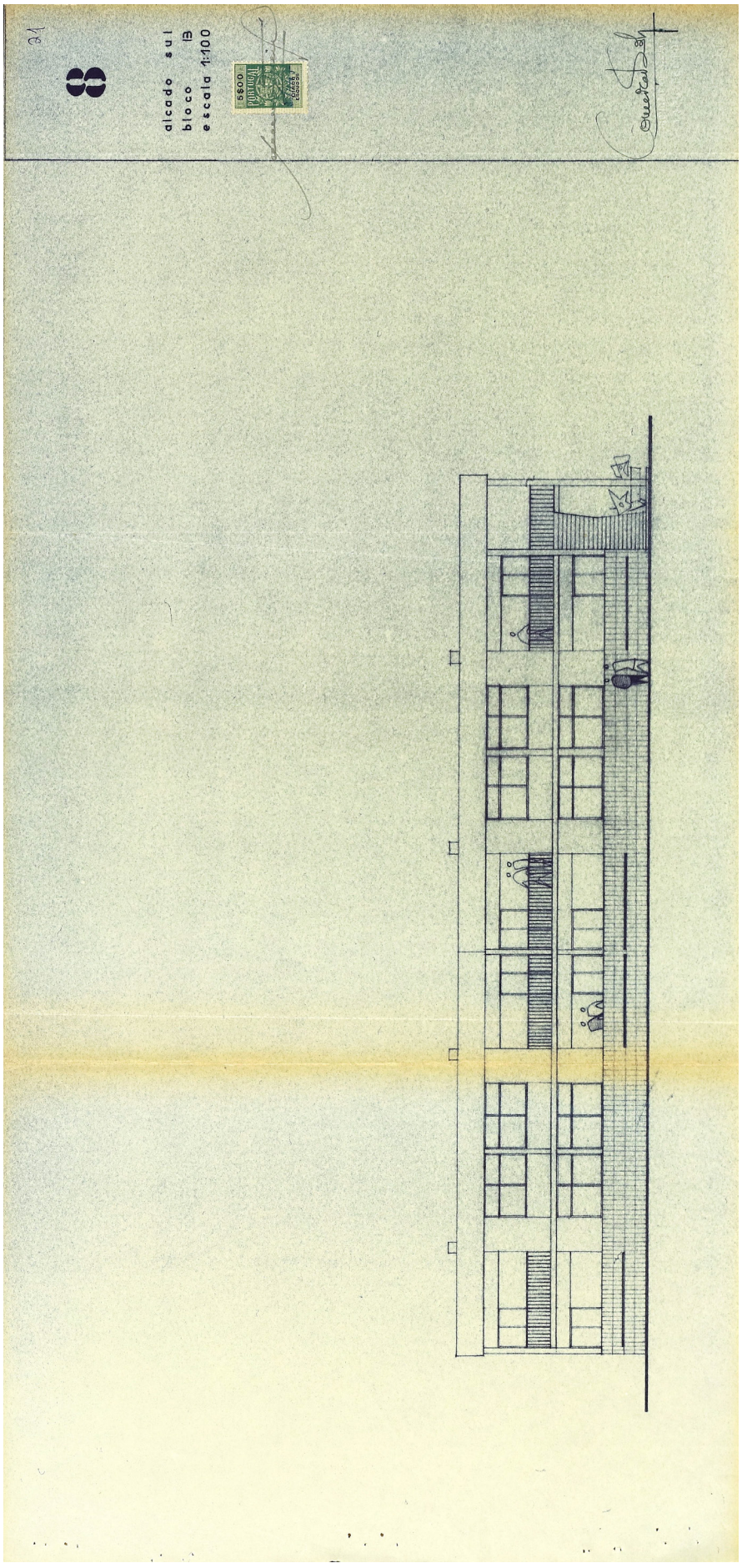


Imagem 16. Alçado sul do bloco A. Esc. 1:100

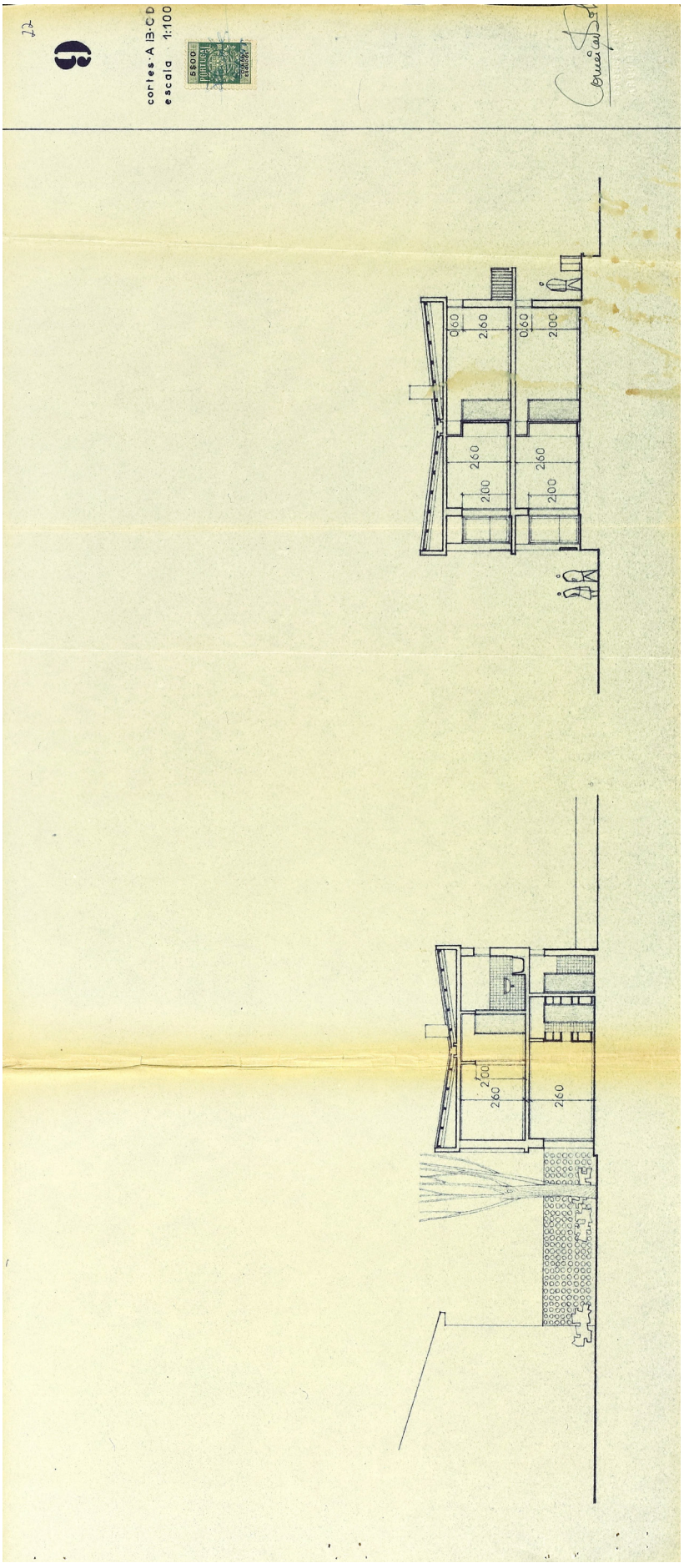


Imagem 17. Cortes Ab e CD.
Esc. 1:100

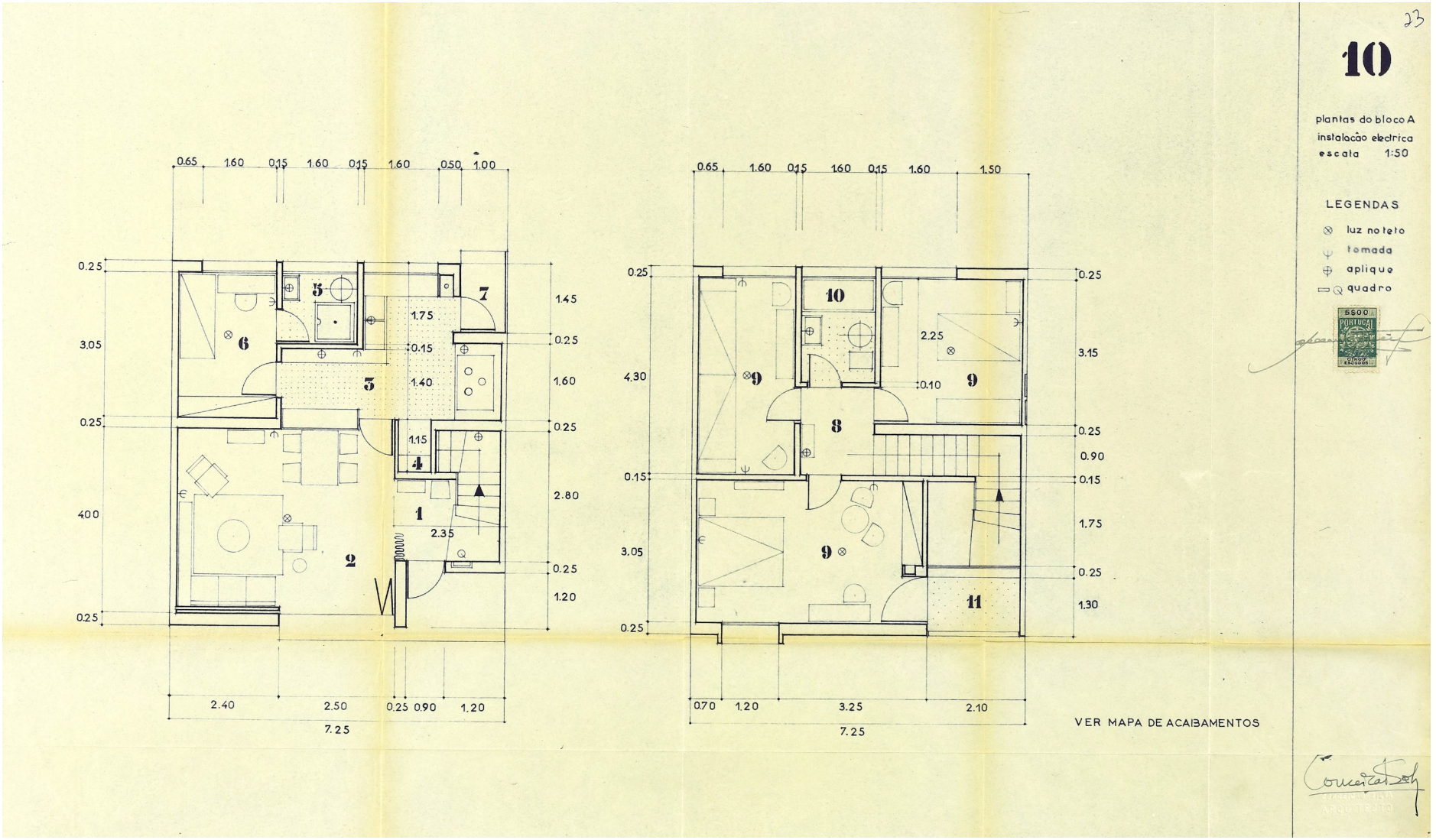


Imagem 18. Plantas do bloco A. Instalação elétrica. Esc. 1:50

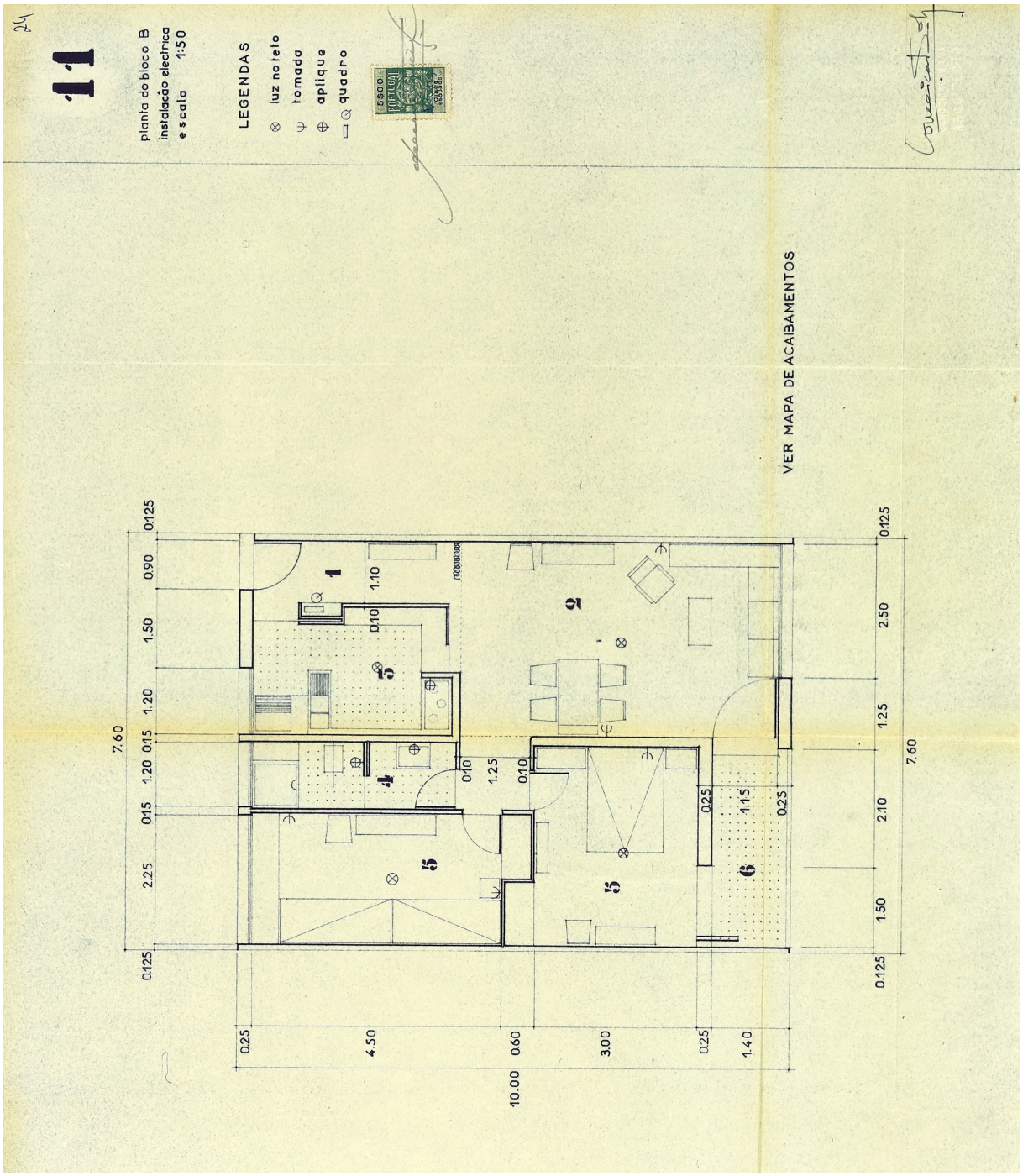


Imagem 19. Planta do bloco B. Instalação elétrica. Esc. 1:50

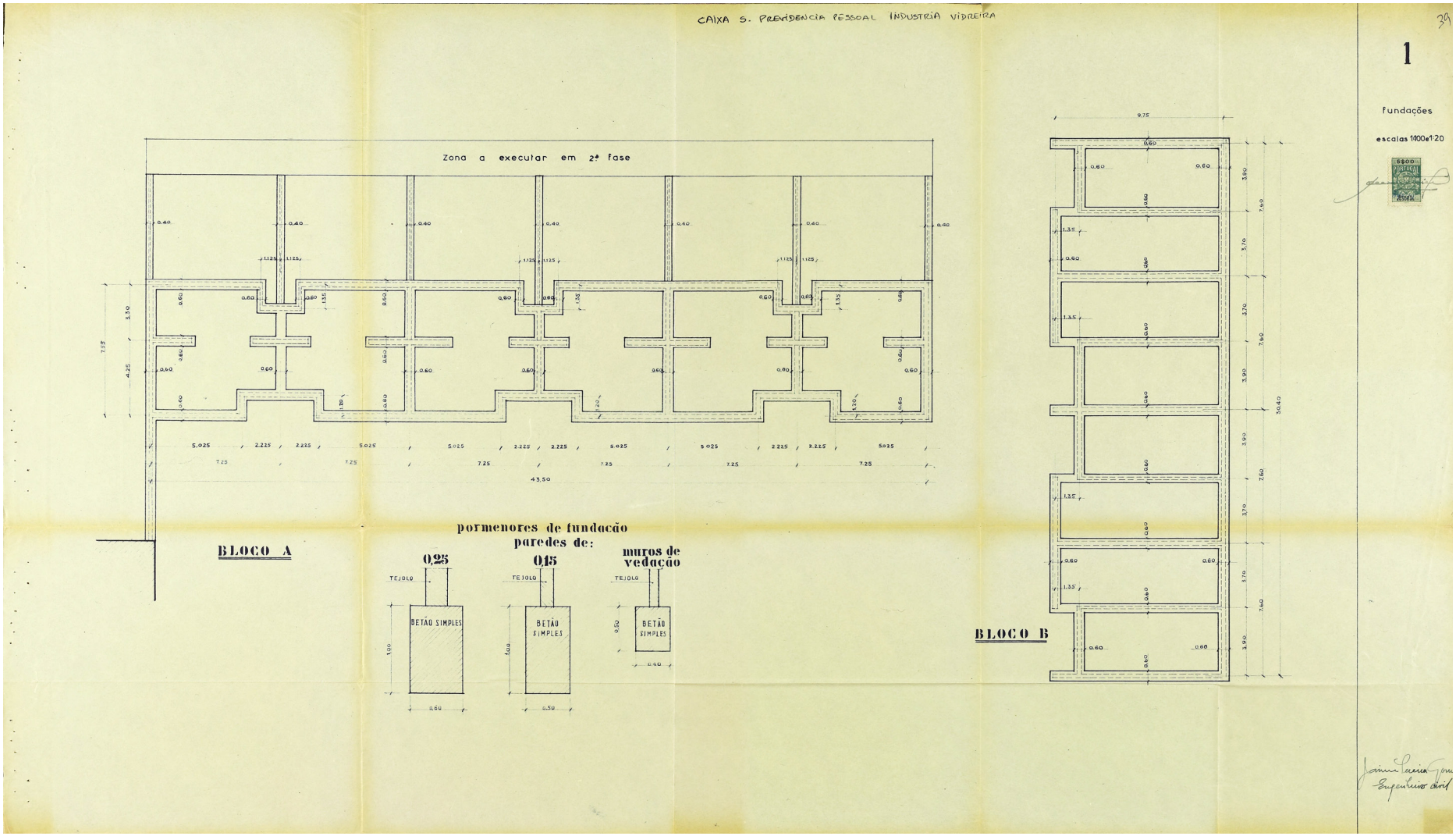


Imagem 20.
Fundações.
Esc. 1:100 e 1:20

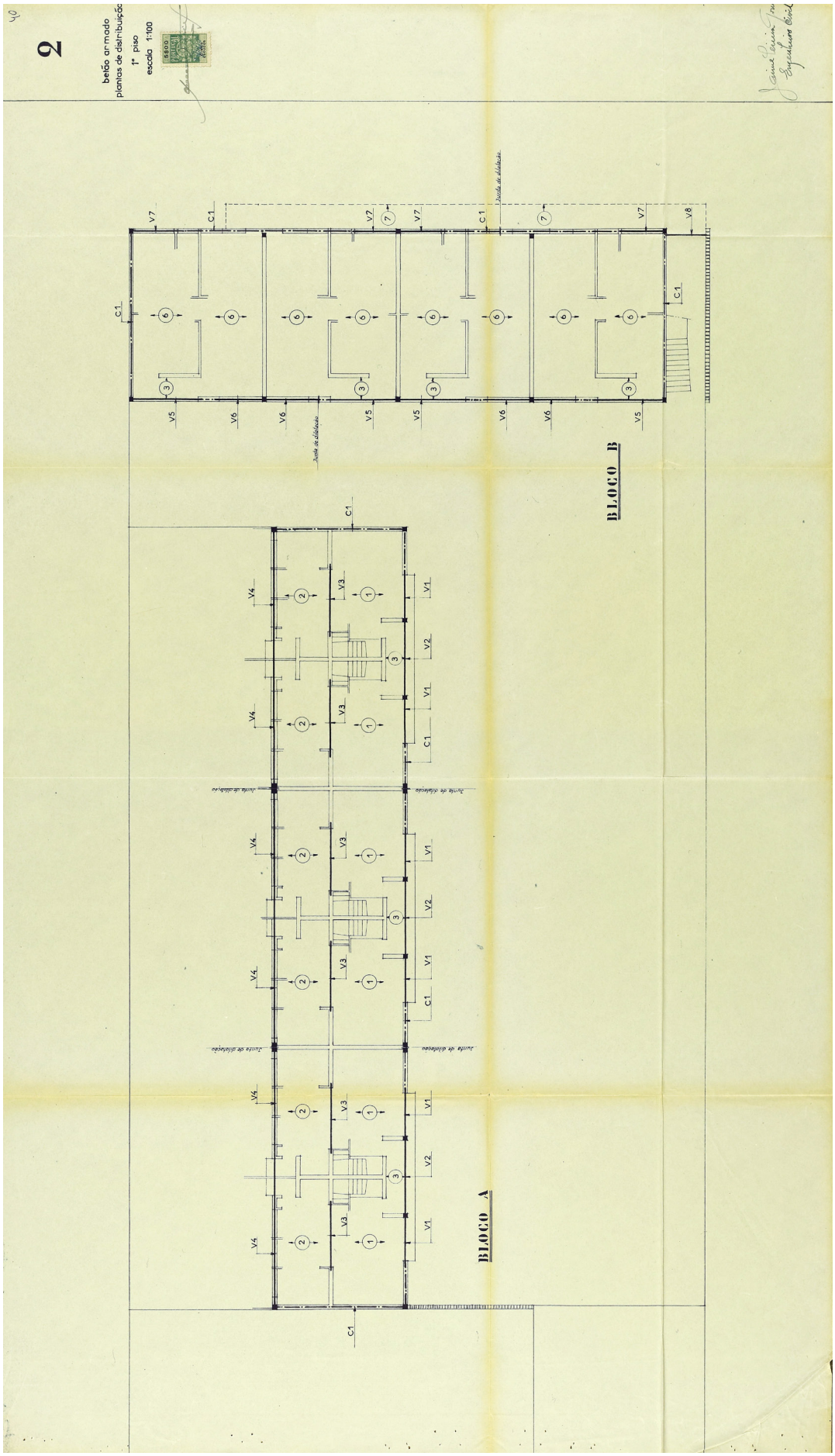


Imagem 21. Betão armado. Plantas de distribuição. Piso 0. Esc. 1:100

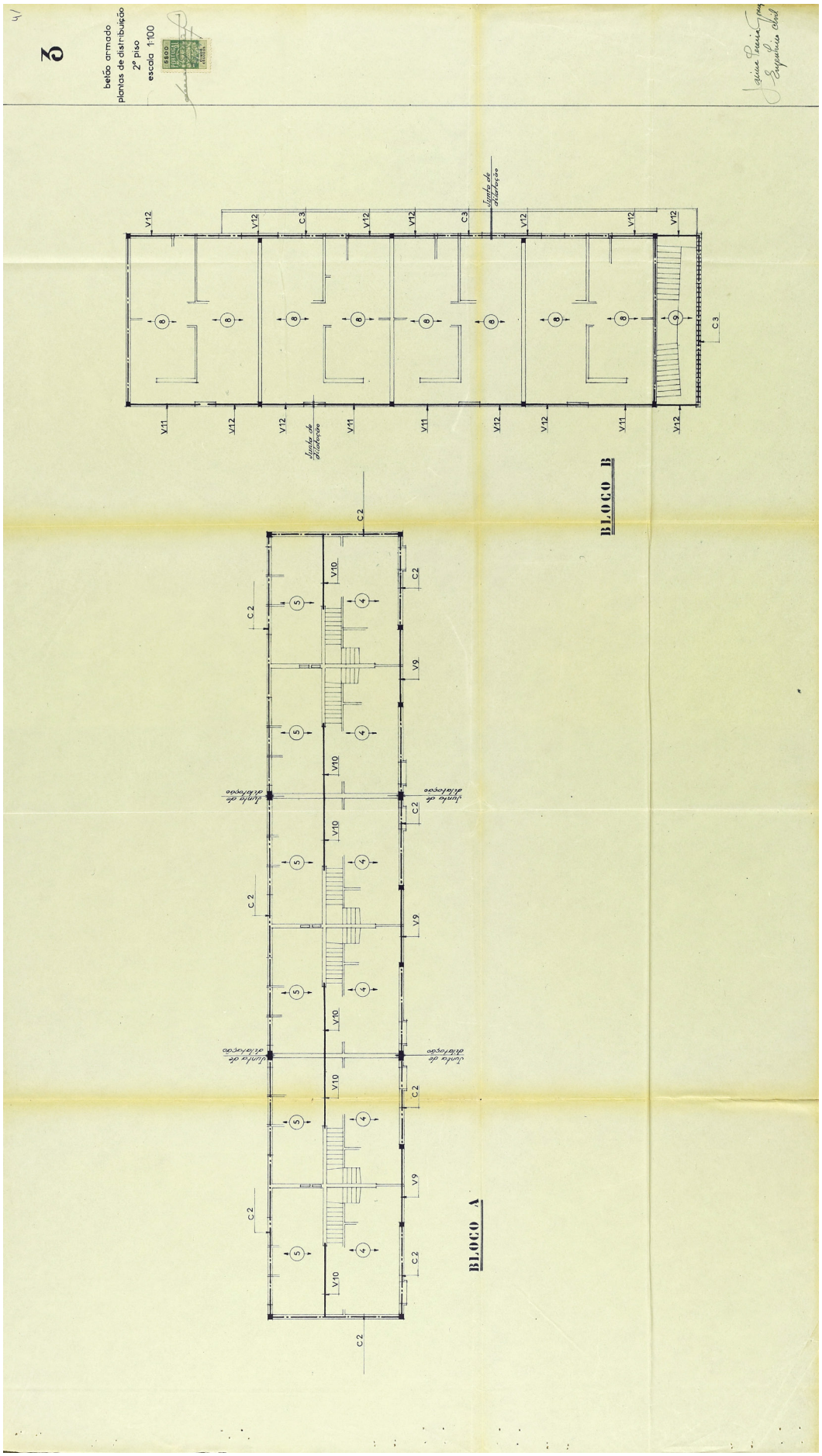


Imagem 22. Betão armado. Plantas de distribuição. Piso 1. Esc. 1:100

Imagem 23. Betão armado. Vigas Lajes e Pilares. Esc. 1:20

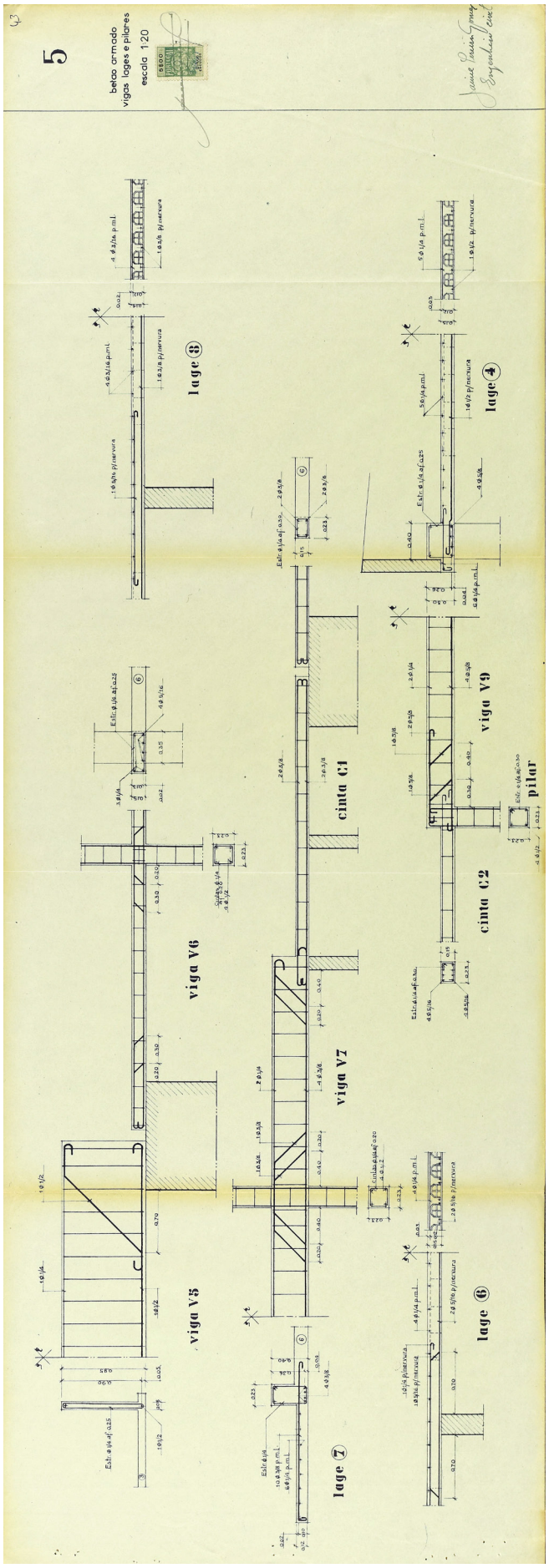


Imagem 24. Betão armado. Vigas Lajes e Pilares. Esc. 1:20

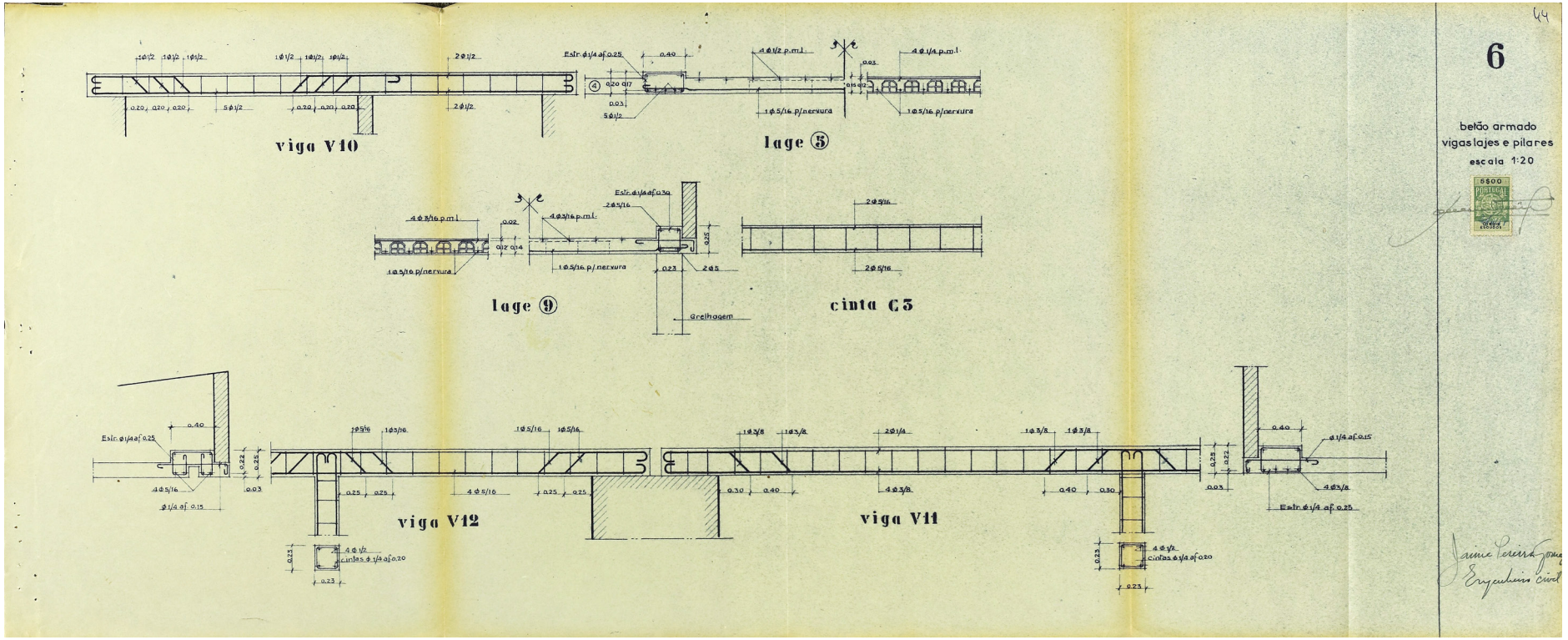


Imagem 25. Betão armado. Vigas Lajes e Pilares. Esc. 1:20

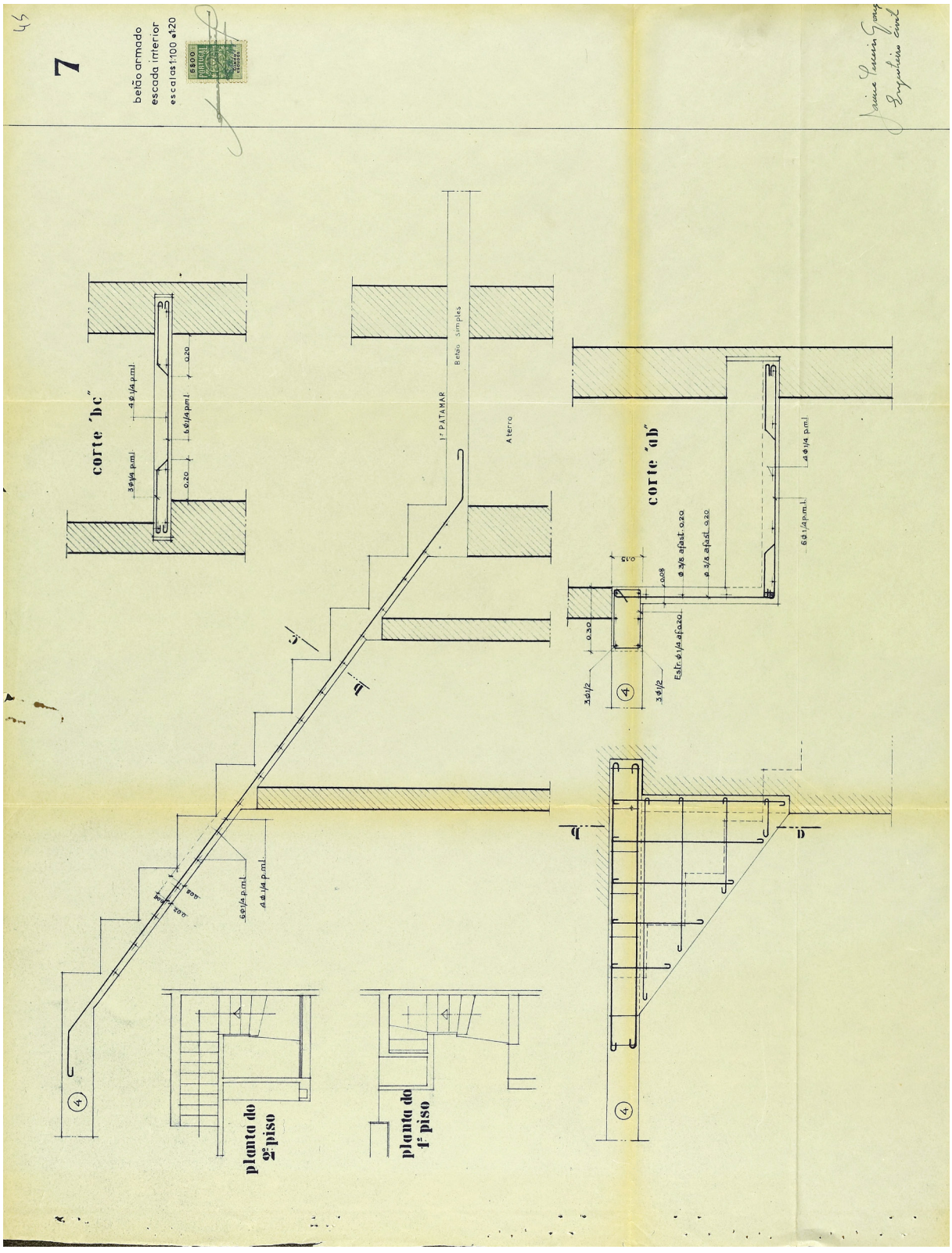


Imagem 26. Betão armado. Escada interior. Esc. 1:100 e 1:20

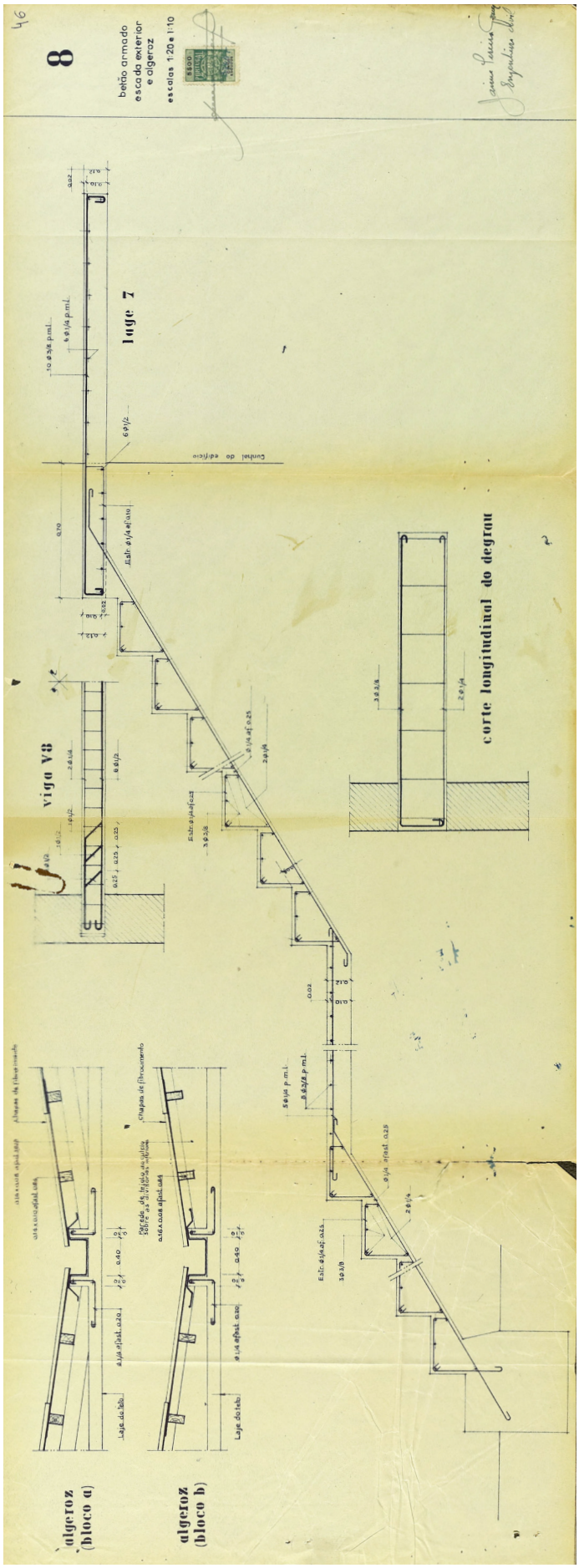


Imagem 27. Betão armado. Escada exterior e algeroz. Esc. 1:20 e 1:10

APÊNDICE

CARTA SOLAR

Para se perceber o porquê da utilidade da Carta Solar, temos de perceber como a latitude se relaciona com a radiação solar.

A latitude é o fator climático que determina a quantidade de energia solar que cada ponto vai receber. O valor de variação da radiação depende então da latitude do lugar e das condições atmosféricas, isto é, da época do ano, parte do dia, e do ângulo da superfície com a radiação.

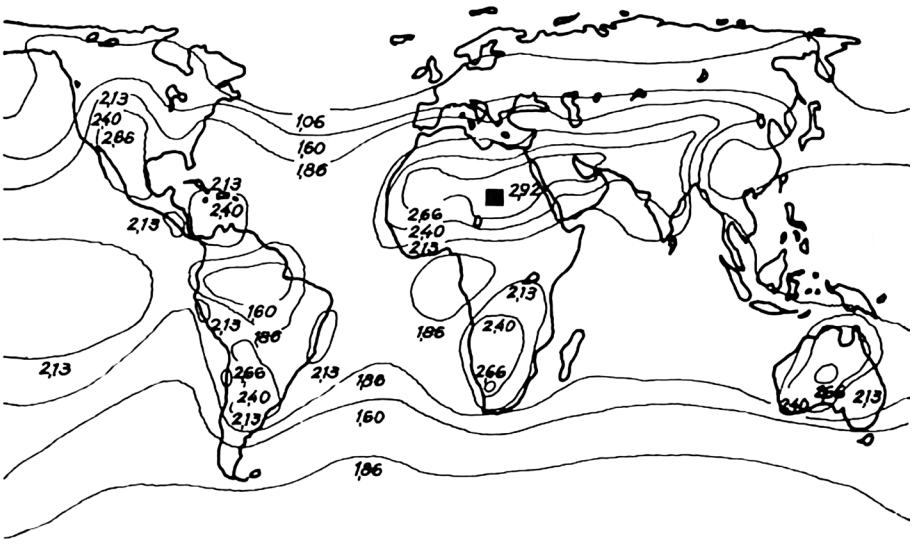


Imagem 1. A distribuição da radiação solar na superfície terrestre é dada pelas linhas de radiação solar média anual (MWh/m2/a). MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. [S.l], Imprensa Nacional: Casa da Moeda, 1987. Pág. 16

A potência da radiação solar para um mesmo lugar, varia devido à espessura da camada atravessada e ao ângulo de incidência. Durante o ano o fluxo de energia solar recebida pela terra chega ao seu máximo no solstício de verão (22 de junho), ao seu equilíbrio nos equinócios (21 de março e 22 de setembro) e ao seu mínimo no solstício de inverno (22 de dezembro). Durante os períodos do dia o fluxo atinge o seu valor máximo ao meio-dia.

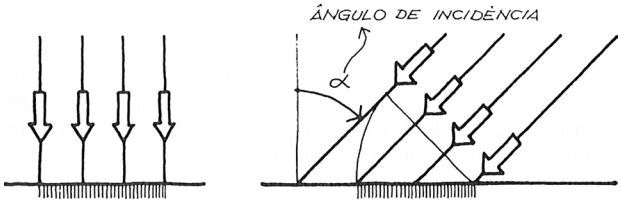


Imagem 2. A intensidade da radiação solar direta é variável segundo o ângulo de incidência, atingido o seu valor máximo quando a radiação é perpendicular à superfície de captação. MOITA, Francisco. Energia Solar Passiva 1. [S.l], Imprensa Nacional: Casa da Moeda, 1987. Pág. 20

O estudo da incidência da radiação solar de um local é intitulado de "Geometria solar ou de Insolação", e é fundamental para conhecer a insolação e sombreamento que um edifício recebe. Recorre-se à

"Carta ou gráfico solar" onde é representado graficamente o percurso do sol na abóboda celeste da terra, nos diferentes períodos do dia e do ano. Geralmente, para maior facilidade de acesso aos valores, a projeção da abóboda celeste é representada num só plano. Inclusive, é aqui que se podem obter os ângulos de altitude e azimute para um determinado local, dia e hora. São os ângulos que permitem determinar qualquer posição do sol na abóboda celeste.

- Altitude (ALT). Ângulo formado pelo sol e pelo plano horizontal do observador, medida positivamente, sendo o ângulo de 90º, o zênite;

- Azimute (AZI). Ângulo formado pela projeção horizontal do raio solar com uma direção estabelecida, medido a partir do norte (0º) seguindo o este (90º) e assim sucessivamente.

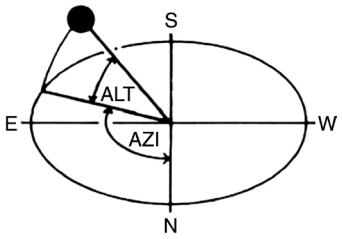


Imagem 3. Medição dos dois ângulos: altitude e azimute. SZOKOLAY, Steven V. Introduction to architectural science. The basis of sustainable design. Architectural press. Oxford, United Kingdom. 2004. Pág. 23

A trajetória do sol na abóboda celeste e no gráfico solar, vai variar em função da latitude. As projeções mais utilizadas são a ortogonal e estereográfica, sendo esta última a utilizada na dissertação.

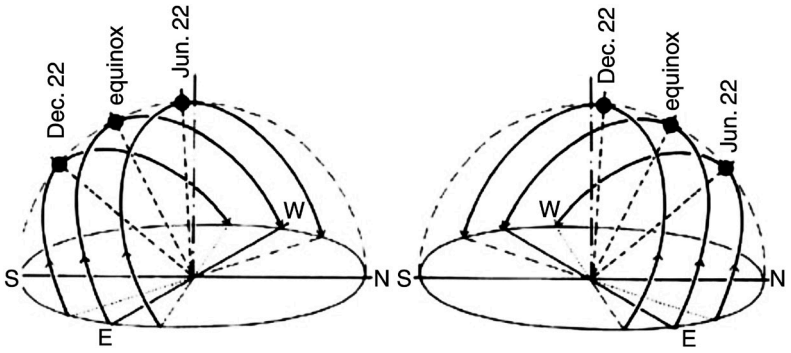


Imagem 4. Vista "lococentric" do hemisfério celeste com os percursos solares. SZOKOLAY, Steven V. Introduction to architectural science. The basis of sustainable design. Architectural press. Oxford, United Kingdom. 2004. Pág. 23

A carta solar é uma ferramenta indispensável ao desenvolvimento de um edifício bioclimático, e por isso o sol, como principal fonte de energia, tem de ser aproveitado ao máximo. Nesse sentido, interessa perceber a composição da mesma, para que assim a possamos dominar e utilizar a favor dos conceitos bioclimáticos que se pretende inserir na requalificação, de acordo com as necessidades térmicas.

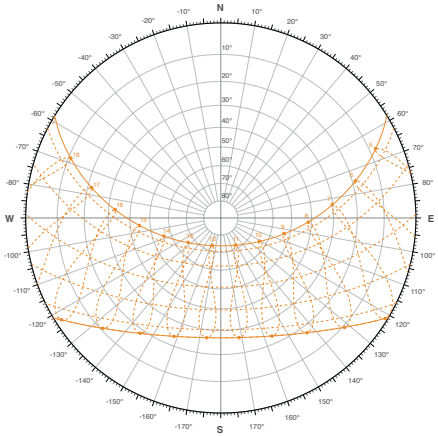


Imagem 5. Carta solar para a localização do BCMG de latitude: 39,75°, aproximadamente. Acedido em: 23,05,2021, em: https://drajmarsh.bitbucket.io/sunpath2d.html. Edição da autoria do autor.

O percurso solar de uma determinada hora, no plano horizontal, ao longo dos diversos dias do ano. A passagem dos dias, neste percurso solar, faz-se no sentido contrário dos ponteiros do relógio.

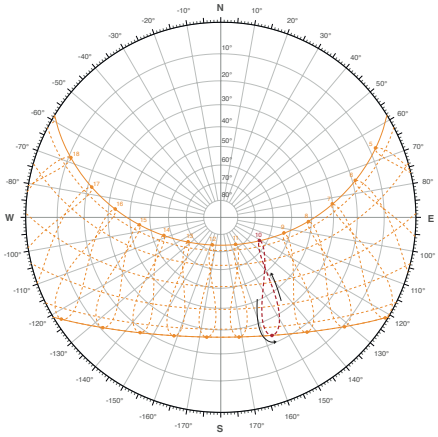


Imagem 6. Percurso Solar na Carta Solar. Acedido em: 23,05,2021, em: https://drajmarsh.bitbucket.io/sunpath2d.html. Edição da autoria do autor.

A representação dos dias faz-se através de linhas de este a oeste ou vice-versa. Cada linha representa duas datas diferentes, exceto nos solstícios. Linha inferior representa o solstício de inverno (22 de dezembro), a linha intermedia representa os equinócios de primavera e outono (22 de março e 22 de setembro, respetivamente) e a linha superior representa o solstício de verão (22 de junho). Todos os outros dias situa-se entre os solstícios. Retira-se daqui a duração de luz solar diária.

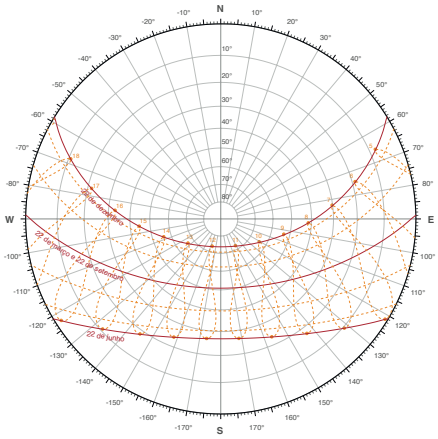


Imagem 7. Representação dos dias (solstícios e equinócios) na Carta Solar. Acedido em: 23,05,2021, em: https://drajmarsh.bitbucket.io/sunpath2d.html. Edição da autoria do autor.

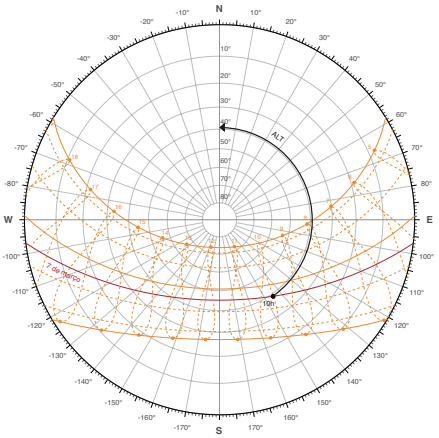


Imagem 8. Altura Solar na Carta Solar. Acedido em: 23,05,2021, em: https://drajmarsh.bitbucket.io/sunpath2d.html. Edição da autoria do autor.

O ângulo da altura solar de um determinado dia e hora, está projetada na escala de ângulos localizada no eixo norte-sul.

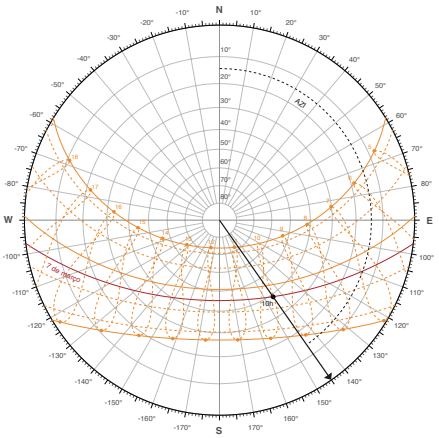


Imagem 9. Azimute na Carta Solar. Acedido em: 23,05,2021, em: https://drajmarsh.bitbucket.io/sunpath2d.html. Edição da autoria do autor.

O ângulo do azimute de um determinado dia e hora, está localizado na escala de ângulos na preferia do círculo da carta.

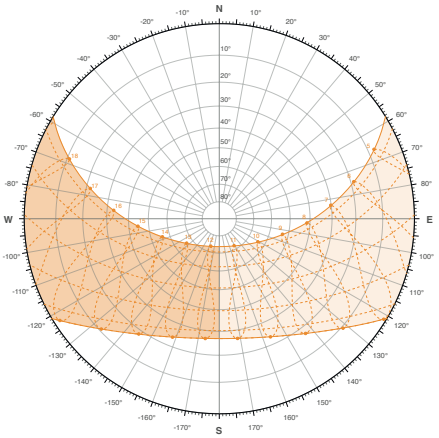


Imagem 10. Períodos do dia na Carta Solar. Acedido em: 23,05,2021, em: https://drajmarsh.bitbucket.io/sunpath2d.html. Edição da autoria do autor.

Ao dividirmos ao meio, norte-sul, a carta obtemos o percurso solar nos dois períodos do dia: o período da manhã a este e a oeste o período da tarde.