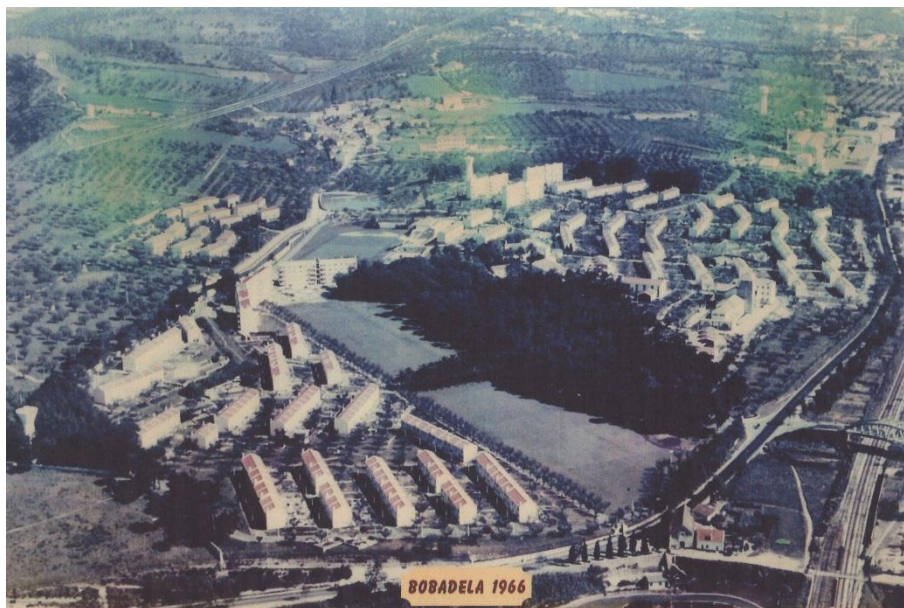




INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Civil



Estudo da Reabilitação do Parque Habitacional Unifamiliar do Bairro da Petrógal na Bobadela

JOÃO PEDRO SANTOS COSTA DE LUCENA
(Licenciado em Engenharia Civil - Pós-Bolonha)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil

Orientadores:

Engenheiro Jorge Manuel Grandão Lopes
Doutor João Manuel Antunes de Brito Guterres

Júri:

Presidente: Doutora Maria da Graça Dias Alfaro Lopes

Vogais:

Mestre Paulo Alexandre Pereira Malta da Silveira Ribeiro
Engenheiro Jorge Manuel Grandão Lopes
Doutor João Manuel Antunes de Brito Guterres

dezembro de 2012

Estudo da Reabilitação do Parque Habitacional Unifamiliar do Bairro da Petrogal na Bobadela

Relatório de estágio para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil

Nome: João Pedro Santos Costa de Lucena

Orientação Engenheiro Jorge Grandão Lopes

Doutor Engenheiro João Manuel Antunes de Brito Guterres

Resumo

O presente relatório de estágio apresenta-se como Trabalho Final de Mestrado, realizado no âmbito do Mestrado em Engenharia Civil, do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa e tem como principal objetivo a apresentação e análise das atividades desenvolvidas durante o mesmo.

O estágio, iniciado a 1 de março de 2012 e com uma duração de 6 meses, foi realizado na empresa LAGETON – Engenharia e Empreendimentos, Lda., onde foi acompanhada a reabilitação de uma moradia do parque habitacional unifamiliar do Bairro da Petrogal, Bobadela.

Durante o estágio foi possível acompanhar a aplicação de diversas soluções de reabilitação, nomeadamente de isolamentos térmicos, impermeabilizações de varandas e logradouros, ampliação e reforço estrutural.

Foi ainda elaborado um modelo teórico de intervenção para o património habitacional do Bairro, no qual são sugeridas algumas medidas para a reabilitação deste.

O estágio contribuiu em muito para uma consolidação de conhecimentos adquiridos ao longo do percurso académico, através do acompanhamento das diversas fases da obra e das diferentes técnicas e materiais empregues em cada uma.

Palavras-chave: Reabilitação, Bairros Operários, Reforço Estrutural, Isolamento Térmico e Acústico, Impermeabilizações, Acompanhamento da Construção.



Rehabilitation Study of Single-family Housing in the Neighborhood of Petrogal, Bobadela

Internship report for the degree of Master of Civil Engineering

Name: João Pedro Santos Costa de Lucena

Advisors: Engenheiro Jorge Grandão Lopes

Doutor Engenheiro João Manuel Antunes de Brito Guterres

Abstract

This internship report stands as Final Work of the Master's Degree in Civil Engineering of the Instituto Superior de Engenharia de Lisboa and its main objective is the presentation and analysis of the activities performed during the internship.

The internship started on 1 March 2012, which lasted for 6 months, was conducted at the company LAGETON - Engineering & Ventures, Ltd., where the trainee was able to follow the process of rehabilitation of a single-family house in the neighbor of Petrogal, Bobadela.

During the internship it was possible to monitor the implementation of various rehabilitation solutions, including thermal insulation, waterproofing balconies and parks, expansion and structural reinforcement.

It was further developed a theoretical model of intervention for the neighborhood housing heritage, in which are suggested some measures for the rehabilitation of the neighborhood.

The internship has contributed greatly to a consolidation of knowledge acquired during the academic path, by monitoring the various phases of the work and the different techniques and materials employed in each one of them.

Keywords: Rehabilitation, Workers Neighborhoods, Structural Reinforcement, Acoustic and Thermal Insulation, Waterproofing, Construction Monitoring.





Agradecimentos

Na elaboração deste relatório de estágio e durante a minha vida académica pude contar com o contributo, confiança e apoio de inúmeras pessoas, pelo que desejo manifestar os meus especiais agradecimentos.

Gostaria de começar por agradecer ao meu Pai e à minha Mãe pela confiança e apoio incondicional que me deram, não só durante o estágio mas durante todo o meu percurso académico.

À minha Família e Namorada, pelo apoio incondicional e confiança demonstrada durante todo este processo. Um especial agradecimento à minha Namorada pela sua paciência e compreensão em momentos menos bons da minha vida.

Ao Engenheiro Jorge Grandão Lopes, orientador deste trabalho, pela sua disponibilidade e apoio prestado, determinantes para a elaboração deste relatório de estágio.

Ao Doutor Engenheiro João Manuel Antunes de Brito Guterres, pelo apoio incondicional e disponibilidade demonstrada e pelo seu contributo na elaboração deste trabalho, não só pelos conhecimentos transmitidos mas também pela oportunidade de realização do estágio na sua empresa.

A todos os intervenientes na Obra, pela compreensão, apoio e conhecimentos transmitidos.

Ao Instituto Superior de Engenharia de Lisboa pelos excelentes Professores e condições de trabalho que sempre me proporcionou.

Aos meus amigos do Instituto pela entreaajuda, apoio e acima de tudo pela sua amizade.



Índice

1. Introdução.....	1
1.1. Descrição.....	1
1.2. Importância do assunto.....	2
1.3. Revisão bibliográfica	3
2. Génese.....	7
2.1. Introdução Histórica.....	7
2.2. Bairro	8
2.3. Tipo de Construção	11
2.4. Documentos	14
3. Situação atual do Bairro	15
3.1. Património Habitacional e Comércio.....	15
3.2. Vias de comunicação	16
3.3. Equipamento Urbano	17
3.4. Principais Debilidades.....	18
3.4.1. Urbanas.....	18
3.4.2. Património Habitacional	19
3.4.2.1. Patologias	19
3.4.2.2. Necessidades de reabilitação	21
4. Modelo teórico de intervenção no património habitacional.....	23
4.1. Estaleiro	23
4.2. Cobertura.....	23
4.3. Demolição, escavação, contenção e reforço estrutural.....	26
4.4. Alterações arquitetónicas	30
4.5. Redes	31
4.5.1. Substituição de redes existentes	31
4.5.2. Execução de novas redes	32
4.6. Fachadas	35
4.7. Isolamentos e impermeabilizações	37
4.7.1. Cobertura	37
4.7.2. Paredes exteriores e caixilharias.....	39
4.7.3. Paredes entre frações.....	45
4.7.4. Lajes	46
4.8. Revestimentos interiores	47

4.9.	Vias.....	48
4.10.	Equipamento	48
4.11.	Trabalhos do logradouro.....	48
4.12.	Condições de segurança para futuras intervenções.....	49
5.	Estudo de caso real de intervenção.....	51
5.1.	Localização.....	51
5.2.	Descrição do existente.....	52
5.3.	Intervenção por passos.....	52
5.3.1.	Trabalhos preparatórios e montagem do estaleiro.....	53
5.3.2.	Cobertura	54
5.3.3.	Demolição, escavação, contenção e reforço estrutural.....	56
5.3.4.	Alterações arquitetónicas	64
5.3.5.	Redes	66
5.3.6.	Fachadas	68
5.3.7.	Isolamentos e impermeabilizações	70
5.3.8.	Revestimentos interiores	74
5.3.9.	Vias.....	75
5.3.10.	Equipamento.....	75
5.3.11.	Trabalhos do logradouro.....	76
6.	Conclusões.....	77
6.1.	Gerais.....	77
6.2.	Parciais	77
6.3.	Propostas de trabalhos futuros.....	78
	Bibliografia.....	79

Índice de Figuras

Fig. 2.1 - Muros de fundação em "T" e na periferia.....	12
Fig. 2.2 - Abertura para a caixa-de-ar	13
Fig. 2.3 - Caixa-de-ar entre o piso do rés-do-chão e o terreno natural.....	13
Fig. 2.4 - Fachada principal	13
Fig. 2.5 - Fachada tardoz	13
Fig. 3.1 - Muros revestidos a pedra	15
Fig. 3.2 - Alterações às cores características do Bairro	15
Fig. 3.3 - Perfil transversal de artéria principal.....	16
Fig. 3.4 - Zona de estacionamento em artéria principal	16
Fig. 3.5 - Via secundária.....	17
Fig. 3.6 - Perfil transversal de uma via secundária	17
Fig. 3.7 - Degradação das fachadas	19
Fig. 3.8 - Degradação de empenas, guarda-fogos e beirados	19
Fig. 3.9 - Deterioração das chaminés das salamandras e antenas.....	20
Fig. 3.10 – Degradação e colonização biológica da cobertura	20
Fig. 3.11 - Degradação de portas e caixilharias	21
Fig. 3.12 - Fachada com "Grafiti"	21
Fig. 3.13 - Degradação e corrosão das armaduras de elementos em betão armado das fachadas	21
Fig. 3.14 - Degradação dos guarda-fogos e empenas	22
Fig. 4.1 - Sistema direto de aquecimento de água recorrendo a painéis solares	34
Fig. 4.2 - Sistema indireto de aquecimento de água recorrendo a painéis solares	35
Fig. 4.3 - Proposta para correção do perfil transversal das vias secundarias.....	48
Fig. 5.1 – Localização da obra no território Nacional	51
Fig. 5.2 - Localização da obra no Bairro da Petrogal.....	51
Fig. 5.3 - "BobCat" modelo 643	53
Fig. 5.4 - Estaleiro de obra e zona de armazenagem de entulho.....	54
Fig. 5.5 - Andaime para acesso à cobertura	55
Fig. 5.6 - Telha cerâmica lusa, com marcação CE	55
Fig. 5.7 - Estrutura da cobertura	55
Fig. 5.8 - Marcação CE das placas de isolamento térmico	55
Fig. 5.9 - Aplicação do isolamento térmico na esteira.....	55
Fig. 5.10 - Abertura das sapatas	57
Fig. 5.11 - Posicionamento das armaduras das sapatas e pilares e cofragem destes elementos	57
Fig. 5.12 - Posicionamento de vigas metálicas	57
Fig. 5.13 - Escoramento e execução de abertura ao nível do primeiro piso.....	58
Fig. 5.14 - Posicionamento das vigas metálicas.....	58
Fig. 5.15 - Posicionamento das vigas metálicas após demolição da fachada.....	58
Fig. 5.16 - Execução de pilar e apoio de viga no mesmo	59
Fig. 5.17 - Abertura das sapatas, posicionamento das armaduras e betonagem destes elementos	59
Fig. 5.18 - Muros de suporte entre pilares	59

Fig. 5.19 - Sapata do muro de suporte	59
Fig. 5.20 - Sapata do pilar central da cave	60
Fig. 5.21 - Cofragem e execução do pilar central da cave	60
Fig. 5.22 - Apoio das vigas metálicas perpendiculares às fachadas nas vigas já existentes e no pilar central da cave	60
Fig. 5.23 - Apoio das vigas perpendiculares às fachadas no muro de contenção	61
Fig. 5.24 - Apoio da viga paralela às fachadas no pilar central e na parede de contenção	61
Fig. 5.25 - Escavação faseada e execução de muro de contenção.....	62
Fig. 5.26 - Pormenor do muro de contenção.....	62
Fig. 5.27 - Cofragem, posicionamento da armadura e betonagem de laje de piso e pilares do rés-do-chão	62
Fig. 5.28 - Pormenor das armaduras de espera para escada	63
Fig. 5.29 - Escavação e contenção da cave finalizadas	63
Fig. 5.30 - Cofragem, posicionamento das armaduras e betonagem da laje e pilares do primeiro andar	63
Fig. 5.31 - Execução da escada de acesso ao logradouro	64
Fig. 5.32 - Isolamento térmico XPS em caixa-de-ar	65
Fig. 5.33 - Rede de fibra de vidro na união do pilar com a parede de alvenaria.....	65
Fig. 5.34 - Execução de sapata sob paredes de alvenaria ao nível da cave.....	65
Fig. 5.35 - Demolição da parede da sala ao nível do rés-do-chão.....	65
Fig. 5.36 - Demolição das paredes dos quartos ao nível do primeiro andar.....	66
Fig. 5.37 - Execução de parede da casa de banho e hall de entrada ao nível do rés-do-chão	66
Fig. 5.38 - Tubagens de esgoto em PVC.....	67
Fig. 5.39 - Tubagens de água e gás em tubo multicamada e tubo em cobre revestido a PVC, respetivamente	67
Fig. 5.40 - Caixa exterior para contador da água	67
Fig. 5.41 - Caixa exterior para contador do gás	67
Fig. 5.42 - Caixa para novo quadro elétrico	67
Fig. 5.43 - Caixa ATI da rede ITED	67
Fig. 5.44 - Tubagens fixas ao teto real	68
Fig. 5.45 - Estrutura e teto falso aplicado.....	68
Fig. 5.46 - Caixa de estore isotérmica	69
Fig. 5.47 - Reforço com rede de fibra de vidro da união da caixa de estore com parede em alvenaria.....	69
Fig. 5.48 - Caixilharias oscilo-batentes em PVC com vidro duplo.....	69
Fig. 5.49 - Argamassa de colagem Weber.Therm Pro.....	71
Fig. 5.50 - Colagem das placas EPS	71
Fig. 5.51 - Fixação mecânica das placas EPS	71
Fig. 5.52 - Calha metálica para reforço das arestas do isolamento térmico	71
Fig. 5.53 - Argamassa de revestimento weber.therm regulator.....	71
Fig. 5.54 - Camada de acabamento com weber.plast decor F	72
Fig. 5.55 - Incorporação da rede de fibra de vidro no reboco de impermeabilização	74
Fig. 5.56 - Acompanhamento nas paredes do reboco de impermeabilização e rede de fibra de vidro	74
Fig. 5.57 - Picagem do reboco	74

Fig. 5.58 - Máquina de projetar estuque	74
Fig. 5.59 - Cordões de cola feitos com talocha dentada	75
Fig. 5.60 - Recurso a maço de borracha para correto esmagamento dos cordões de cola.....	75
Fig. 5.61 - Muros laterais de vedação na zona do logradouro	76

Anexos:

Anexo A – Esquema de Implantação

Anexo B – Planta do Rés-do-chão

Anexo C – Planta do Piso 1

Anexo D – Planta da Cave

Anexo E – Corte A-A

Anexo F – Corte C-C

Anexo G – Alçado Principal

Anexo H – Corte B-B – Alçado Posterior

Anexo I – Planta da Cobertura

Anexo J – Plano Geral do Bairro



Lista de siglas e abreviaturas:

A	Área
AML	Área metropolitana de Lisboa
AQS	Águas quentes sanitárias
Arq. ^{o/a}	Arquiteto/Arquiteta
ATI	Armário de telecomunicações individual
cm	Centímetro
C.M.	Câmara Municipal
dB	Decibel
DH	Documento de homologação
DL	Decreto de Lei
EC	Euro-Código
EN	Norma Europeia
Eng. ^{o/a}	Engenheiro/Engenheira
EPS	Poliestireno expandido
ETICS	Sistema de isolamento térmico pelo exterior
Fig.	Figura
GPa	Giga Pascal
Hab.	Habitantes
HDF	Painel de fibras de alta densidade
IC	Itinerário complementar
ITED	Infraestruturas de telecomunicações em edifícios
J	Joule
K	Grau Kelvin
kg	Quilograma
kJ	Quilojoule
km	Quilómetro
km ²	Quilómetro quadrado
kN	Quilonewton
kW	Quilowatt
Lda.	Limitada
LEPC	Laboratório de Ensaios de Plásticos Celulares
LERF	Laboratório de Estruturas e Resistência ao Fogo
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia
m	Metro

m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
Med	Momento atuante de cálculo
MPa	Mega Pascal
Mrd	Momento resistente de cálculo
NP	Norma Portuguesa
n. ^o	Número
PVC	Cloreto de polivinila
R	Resistência térmica
RCCTE	Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
RGEU	Regulamento Geral das Edificações Urbanas
U	Coeficiente de transferência térmica global
XPS	Poliestireno extrudido
λ	Condutividade térmica

1. Introdução

1.1. Descrição

O estágio, iniciado a 1 de março de 2012 e com uma duração de 6 meses, foi realizado na empresa LAGETON – Engenharia e Empreendimentos, Lda., onde foi acompanhada a reabilitação de uma moradia do parque habitacional unifamiliar do Bairro da Petrogal, Bobadela.

A obra em questão situa-se na Rua das Magnólias, n.º4, na Bobadela, mais propriamente no Bairro da Petrogal. Trata-se de uma moradia unifamiliar de tipologia T3, constituída por dois pisos elevados.

Para além da apresentação e análise das atividades desenvolvidas na obra já referida, foi elaborado ainda um modelo teórico de intervenção em que foram identificadas e propostas soluções para as principais debilidades urbanas e do património habitacional do Bairro da Petrogal.

Neste modelo teórico foram analisadas e propostas diversas soluções de isolamentos térmicos e acústicos, impermeabilizações, reparações das fachadas, reforços estruturais, entre outras. Durante o estágio, mais concretamente durante o período de execução da obra, teve-se a oportunidade de acompanhar a mesma desde o seu início até aos acabamentos.

Foi acompanhada portanto toda a fase de escavação, contenção, reforço estrutural, ampliação, aplicação de isolamentos térmicos e acústicos, nomeadamente de sistemas ETICS, bem como impermeabilizações de varandas e terraços.

A estrutura do trabalho poderá assim ser resumida nos seguintes pontos:

- Análise das características urbanas do Bairro;
- Caracterização dos fogos existentes;
- Determinação das patologias e das necessidades de reabilitação do património habitacional unifamiliar do bairro;
- Estabelecimento de um modelo teórico de intervenção nos fogos;

- Acompanhamento e análise de um caso prático.

1.2. Importância do assunto

A Área Metropolitana de Lisboa é, no panorama português, a que apresenta maior população e, conseqüentemente, maior número de frações destinadas a habitação. É sabido que, ao longo do século XX a capital e as suas áreas periféricas tiveram a capacidade de absorver uma fração significativa da população nacional em virtude da migração da população ativa do setor primário para o secundário e, posteriormente, para o terciário. Ocorreu ainda na sequência da revolução de abril de 1974 uma migração forçada das ex-colónias para Portugal, sendo que, mais uma vez, foi a AML a área que maior quantidade de habitantes teve que comportar. Este crescimento verificou-se mais à custa das zonas suburbanas do que do interior da cidade, onde o fenómeno acabou por ser inverso. É precisamente numa zona suburbana que se efetuou o presente estudo.

O estudo de reabilitação que se propôs revela-se importante por analisar as características atuais do património, por identificar as patologias correntes que o mesmo comporta, por determinar as necessidades de reabilitação do objeto de estudo e por propor soluções que conduzam à possibilidade de usufruir do edificado na sua plenitude. Outro aspeto não despendendo é o que resulta da comparação do modelo teórico que se propõe com a aplicação deste a um caso prático, observando-se aí as dificuldades inerentes ao trabalho no terreno, dificuldades estas que se relacionam com uma multiplicidade de fatores de entre os quais se destacam as restrições económicas e financeiras, as indefinições de projeto, as opções dos proprietários, assim como as restrições de índole camarário.

Do ponto de vista económico e financeiro, a reabilitação do património é na atualidade de crucial importância, em virtude das restrições que sufocam a sociedade em geral. O simples facto de se possuir à partida o terreno e a edificação para recuperar minimiza significativamente os custos que se prendem com a obtenção da habitação e as delongas que resultam das necessidades de licenciamento de obras novas.

Tal como anteriormente exposto, há inúmeros bairros, absorvidos pelo crescimento de Lisboa ou implantados nos seus subúrbios, que apresentam características urbanas e de morfologia patrimonial que se assemelham ao estudado. Como tal, com as devidas

adaptações, é possível extrapolar o modelo teórico proposto, assim como a experiência adquirida na execução prática.

1.3. Revisão bibliográfica

O Eng.^o José Vasconcelos Paiva, à data Diretor do departamento de edifícios do LNEC, o Arq.^o José Aguiar, Professor Associado da Faculdade de Arquitetura da UTL, e a Arq.^a Ana Pinho, bolsista de investigação do LNEC, publicaram em 2006 um livro constituído por dois volumes com o título “Guia Técnico de Reabilitação Habitacional”. No primeiro volume deste livro é feito um estudo que engloba a evolução do parque habitacional, os principais problemas da reabilitação urbana, a sustentabilidade habitacional e o seu conceito e são ainda apresentados critérios orientadores e metodológicos da reabilitação de edifícios de habitação [1].

O segundo volume do livro incide mais nas exigências funcionais aplicáveis à reabilitação habitacional, onde são abordados temas como a organização dos espaços, a segurança, a higiene, saúde e conforto e a reabilitação energética em edifícios. Ainda neste volume é feita uma listagem e análise das causas das principais anomalias estruturais e construtivas bem como das soluções de intervenção para a reabilitação das mesmas [1].

O Doutor Eng.^o Mário Lopes, publicou em 2008 um livro com o título “Sismos e Edifícios”. Como o próprio título indica, neste livro são abordados temas como a caracterização da ação sísmica, a conceção de estruturas e a sua análise relativamente ao comportamento sísmico, a reparação e reforços de estruturas já existentes bem como o dimensionamento de novas estruturas de acordo com o EC8 e uma análise a alguns aspetos sociais e económicos ligados à construção antissísmica [2].

Os Arquitetos António Reis Cabrita, José Aguiar e o Eng.^o João Appleton, publicaram em 1992 um livro com o título “Manual de Apoio à Reabilitação dos Edifícios do Bairro Alto”. O livro trata de vários pontos onde se englobam as origens do Bairro Alto, a tipologia dos edifícios habitacionais do mesmo, as suas principais anomalias funcionais e construtivas e os critérios e metodologias gerais para resolução das anomalias. À semelhança de outros livros de temas semelhantes, no final é feita uma análise aos custos das obras de reabilitação e ao seu controlo [3].

Os Engenheiros José Vasconcelos Paiva e Pina dos Santos, este último chefe dos Laboratórios de Ensaios de Reação ao Fogo (LNEC/LERF) e de Plásticos Celulares/Isolantes Térmicos (LNEC/LEPC) do LNEC, publicaram em 2002 um estudo com o título “Caraterização Térmica, por Via Analítica, de Paredes de Alvenaria de Utilização Corrente em Portugal”. Neste estudo, e com base no apuramento das características de alguns dos elementos de produção nacional para execução de paredes de alvenaria, definem-se os tipos de paredes que os integram, estabelecem-se para essas paredes uma classificação e uma numeração de referência, e calculam-se, compilam-se e analisam-se em termos comparativos as respetiva características térmicas [4].

Em 2003 foi publicada uma monografia da autoria da Estudante Ana Luísa Ferreira com o título “Causas e Classificações de Patologias em Paredes de Alvenaria de Pedra”, onde são abordadas, como o próprio título indica, para além das principais tipologias, exigências funcionais e comportamento estrutural das alvenarias de pedra e as principais patologias neste tipo de alvenarias [5].

A Arquiteta Cristina Bento Dias Lopes foi a autora de uma Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Construção, publicada em 2004 com o título: “Conservação e Reabilitação de Edifícios Antigos do Centro Histórico de Palmela” [6]. A Dissertação em questão propõe uma metodologia para a adoção de soluções de intervenção em diversas anomalias de elementos construtivos dos edifícios antigos da Vila de Palmela. As soluções de intervenção propostas tiveram em conta as diversas exigências funcionais das construções e basearam-se nos seguintes critérios:

- Reversibilidade das intervenções;
- Compatibilidade entre o existente e o novo;
- Durabilidade das soluções adotadas;
- Utilização, sempre que possível, de materiais e técnicas tradicionais;
- Cumprimento das atuais exigências funcionais e humanas das construções;
- Enquadramento das opções de reabilitação face à legislação aplicável em vigor.

A Eng.^a Fernanda Carvalho, o Arq.^o José Aguiar, o Eng.^o Químico António Santos Silva e a Eng.^a Civil Maria do Rosário Veiga, publicaram em 2004 um livro com o título “Conservação e Renovação de Revestimentos de Paredes em Edifícios Antigos”. Este livro apresenta uma tentativa de desenvolver e sistematizar uma metodologia de

abordagem das intervenções em paredes antigas, incluindo a caracterização geral das argamassas, metodologias de amostragem, caracterização dos revestimentos existentes e características a reproduzir em argamassas de substituição [7].

A Eng.^a Química Maria Manuela S. Ribeiro Salta, à data investigadora auxiliar do então Departamento de Materiais de Construção do LNEC, publicou em 1990 um livro subordinado ao tema “Inspeção e Controle da Corrosão das Armaduras do Betão”. O conteúdo do livro baseia-se na apresentação de técnicas de inspeção e controle de corrosão das armaduras, não só em estruturas já degradadas como, e fundamentalmente, em estruturas novas para que possam ser tomadas as medidas preventivas adequadas. A apresentação mais completa deste livro recai nas técnicas eletroquímicas, parte das quais, aquando do lançamento do livro, ainda se encontravam nalguns dos seus aspetos em investigação [8].

A Arq.^a Luz Valente Pereira, Investigadora-Coordenadora do então Grupo de Estudos de Urbanismo e Planeamento Municipal do LNEC, publicou em 1987 um livro com o título “Reabilitar o Urbano ou Como Restituir a Cidade à Estima Pública”. O livro apresenta as características gerais de um método de intervenção de reabilitação de uma Área Urbana, os princípios básicos que devem orientar a sua estruturação e os tipos de ação a desenvolver [9]:

- Ação de planeamento do desenvolvimento/reabilitação;
- Ações de reprogramação, projeto e execução das intervenções de resolução a curto prazo.

Em 1991, a mesma Arq.^a Luz Valente Pereira, publicou um livro com o título “Metodologia de Planeamento da Reabilitação de Áreas Urbanas”. Neste livro são apresentados os aspetos essenciais de uma proposta de método de planeamento da reabilitação de áreas Urbanas [10]. Este método é dividido em três fases:

- 1^a Fase: Preparação técnico-política para realizar o planeamento/ação de reabilitação da Área Urbana – proposta de planeamento e programação preliminares e início da informação pública;
- 2^a Fase: Comunicação alargada e discussão pública da proposta técnico-política de planeamento e programação preliminares da reabilitação da Área Urbana;
- 3^a Fase: Formalização do planeamento e programação preliminares da reabilitação da Área Urbana, preparação do planeamento/ação de reabilitação;

- 4ª Fase: Realização do planeamento/ação.

Por sua vez, estas fases encontram-se subdivididas em objetivos, etapas, intervenientes e metodologias.

Já em 1996, a Arq.^a Luz Valente Pereira publicou outro livro com o título “ A Leitura da Imagem de uma Área Urbana como Preparação para o Planeamento/Ação da sua Reabilitação”, no qual é apresentado o método para o desenvolvimento da 1ª fase de uma metodologia de planeamento da reabilitação de Áreas Urbanas, referida no livro de 1991 anteriormente mencionado [11].

O Eng.^o João Guterres foi o autor de uma tese de doutoramento, publicada em janeiro de 2009 com o título “Modelo de Intervenção para a Reabilitação dos Bairros Históricos de Lisboa”, a qual tem como principal objetivo a definição de linhas gerais de um modelo de intervenção no património histórico de Lisboa, que permita a reabilitação destes Bairros, tendo em conta as diversas características próprias de cada um [12].

2. Génese

2.1. Introdução Histórica

O Bairro Dr. Oliveira Salazar, assim denominado até meados de 1959 altura em que passou a ser mais conhecido por Bairro da Sacor, encontra-se localizado na freguesia da Bobadela, concelho de Loures. Mais tarde, após a nacionalização e integração da empresa na atual GALP, aquando do 25 de abril, o seu nome sofreu uma nova alteração que persiste até hoje passando a ser denominado por Bairro da Petrogal.

Com uma área de 3,37 km² a Bobadela é uma das freguesias mais recentes do concelho de Loures [13].

Até 25 de agosto de 1989 pertenceu à freguesia de São João da Talha, passando nessa data a formar uma nova freguesia independente, balizada da seguinte forma:

- A norte, São João da Talha;
- A sul e poente o rio Trancão;
- A nascente, o rio Tejo.

A 4 de junho de 1997, por proposta da Junta de Freguesia, a povoação da Bobadela foi elevada à categoria de Vila pela Assembleia da República [13].

O maior e mais repentino aumento da população da Bobadela verificou-se a partir da década de oitenta do século passado, altura em que a proximidade a Lisboa, as boas acessibilidades e as condições de vida então criadas funcionaram como fator atrativo e de fixação da população. A freguesia da Bobadela tem atualmente uma população residente de cerca de 8839 habitantes (Censos 2011) e uma densidade populacional de 2622,9 hab/km² [14].

Esta freguesia encontra-se situada na zona oriental do concelho de Loures e é composta pelas localidades de Bobadela, Bairro da Petrogal, Bairro da Bela Vista e Bairro da Figueira. Localizando-se na cintura industrial entre Sacavém e o Concelho de Vila Franca de Xira, a freguesia da Bobadela apresenta fortes traços urbanos e relativamente boas acessibilidades [15].

A Bobadela apresenta atualmente, e à semelhança de outras freguesias, um elevado índice de envelhecimento e uma baixa qualificação profissional e escolar dos habitantes da freguesia.

A ausência de ensino secundário e superior, a falta de creches e jardins-de-infância participados, a fraca acessibilidade ao edificado público e privado, a elevada taxa de desemprego, bem como o facto do mercado de arrendamento e compra se encontrar muito elevado, entre outros fatores, contribuiu em grande escala para o abandono por parte das camadas mais jovens da freguesia [15].

Contudo, tem-se vindo a verificar nos últimos anos uma maior adesão dos jovens à freguesia, em muito devido à boa rede de transportes públicos que serve a mesma, à sua proximidade de concelhos com escolas de formação profissional e aos apoios municipais à beneficiação e recuperação de habitações.

2.2. Bairro

O Bairro da Petrogal encontra-se situado junto do rio Trancão, mais propriamente na sua margem esquerda, a poente do caminho-de-ferro da Azambuja.

O Bairro expande-se ao longo de três encostas, duas delas com orientação a nascente e a outra, compreendida entre estas, orientada a poente. No sopé da encosta com orientação a poente, ocupa ainda a zona do vale, com zonas verdes hortícolas e zonas desportivas. O Bairro encontra-se envolto, a norte e a sul, em meio urbano em malha não totalmente estabilizada e nas restantes direções em meio periurbano.

O Bairro da Petrogal é um bairro cujo enquadramento paisagista demonstra preocupações de carácter ecológico e de conforto dos utentes, típicas do movimento moderno em arquitetura paisagista. O Arquiteto Jorge Segurado foi o autor do projeto deste Bairro na década de 50 do século XX, tendo como Engenheiro responsável o Engenheiro Civil Sebastião Porto de Abreu [16].

Em 1958 foi elaborado o Anteprojecto de Arquitetura Paisagista que, mais tarde, entre 1959/1965 deu origem ao Projeto de Arquitetura Paisagista, tendo sido este último elaborado em várias fases.

Já em 1963, os Arquitetos António Viana Barreto e Álvaro Dentinho, efetuaram algumas alterações ao projeto, por forma a promover uma adaptação do mesmo à topografia do terreno existente.

Tendo sido esta adaptação dos desenhos do Arquiteto Jorge Segurado feita de forma a estes necessitarem o mínimo possível de uma modelação, recorreu-se à construção de diversos muros em pedra seca (pedras empilhadas e justapostas sem a necessidade de argamassa), que têm a particularidade de facilitar bastante a drenagem das águas da encosta [16].

O Bairro da Petrogal, assim denominado desde o 25 de abril como mencionado anteriormente, compreende uma área global de 65,4 hectares abrangendo cerca de 359 lotes e uma área notável de cobertura vegetal de assinalável valor paisagístico.

A construção do Bairro terá tido início nos anos 50/60 do século XX, tendo como finalidade o alojamento do pessoal operário que trabalhava nas instalações da empresa Petrogal, situadas nas imediações do Bairro, e há muito desativadas [17].

A constituição atual do Bairro surgiu da construção em três fases distintas, tendo sido a primeira iniciada em 1956, a segunda em 1960 e a terceira em 1984. Nesta última fase não se verificou um volume de construção tão elevado comparativamente com as anteriores, tendo sido esta constituída apenas por um reaproveitamento de espaços não ocupados nas primeira e segunda fases.

Desde de 1995 que o Bairro da Petrogal tem sido sujeito a um processo de recuperação tendo a setembro de 1999, surgido uma proposta que deu origem ao alvará da Câmara Municipal de Loures n.º 13/99 exibindo as seguintes linhas de atuação [17]:

- Construção de prédios de 6 a 7 pisos junto à EM 504, próximos de construções existentes (mais tarde procedeu-se à redistribuição das áreas de construção previstas, através da utilização sistemática de tipologias de baixa altura, moradias unifamiliares em banda ou habitação coletiva com o máximo de dois pisos de forma a garantir uma relação de harmonia em continuidade com as tipologias habitacionais existentes no bairro);
- Cedência à Câmara de uma área destinada a equipamento desportivo, truncada posteriormente por obras executadas pela JAE no âmbito das acessibilidades à Expo 98, nomeadamente o nó de ligação entre a EN10 e o IC2.

Mais tarde, foi decidido por parte dos serviços municipais competentes em colaboração com os atuais promotores, que se deveria proceder à revisão do alvará anteriormente mencionado, ficando este submetido às normas que regem um Plano de Pormenor (DL n.º380/99).

Em janeiro de 2005 foi elaborado o Regulamento do Plano de Pormenor do núcleo central do Bairro da Petrogal, sendo este último designado por “*PPBP*”. Este Regulamento estabelece as regras e orientações a que deverão obedecer a ocupação e uso do solo numa área de 118607,30 m², sendo esta área delimitada da seguinte forma [18]:

- Estrada Municipal n.º 504;
- Rua dos Miosotis; Rua das Oliveiras;
- Rua dos Eucaliptos; Rua das Giestas;
- Rua das Margaridas, até ao encontro com a Rua das Olaias;
- Rua das Olaias; Ligação pedonal ao tecido urbano da Bobadela;
- Limite da propriedade da Petrogal, a nascente.

A proposta formal apresentada passou então a ter em atenção os seguintes pontos:

- Conservação do coberto vegetal existente;
- Alterações mínimas à orografia do local de intervenção;
- Utilização sistemática de tipologias de baixa altura, moradias unifamiliares em banda ou habitação coletiva com o máximo de dois pisos;
- Recuperação do antigo edifício da Quinta, sem alteração de volumetria predominante e incluindo o desenho do jardim envolvente.

A construção destas novas habitações e a recuperação das construções existentes mencionadas irá constituir uma quarta fase que terá início em princípio ainda este ano de 2012.

2.3. Tipo de Construção

O Bairro da Petrogal constitui um exemplo típico de uma urbanização de alojamento operário das décadas de 50/60 do século passado constituído quase unicamente por moradias de reduzidas dimensões, com logradouros que terão sido inicialmente pensados como espaço de jardinagem e/ou cultivo, enquadrando-se assim, juntamente com o coberto vegetal existente no local, no que se poderá chamar de um Bairro com características de “cidade jardim” [17].

Juntamente com a construção do Bairro surgiu a Cooperativa do mesmo, onde os moradores tinham ao seu dispor vários estabelecimentos de comércio como por exemplo um barbeiro e um minimercado onde se poderiam abastecer dos bens de primeira necessidade.

Os edifícios do Bairro encontram-se dispostos em banda (como se poderá ver no anexo A), acompanhando as curvas de nível, nas duas vertentes orientadas a nascente [16].

Todas as habitações apresentam a mesma tipologia T3 composta por, rés-do-chão com um quarto, uma sala e uma cozinha e um primeiro andar com dois quartos e uma casa de banho, como visível nos anexos B e C.

Tendo surgido a oportunidade de acompanhar intervenções em duas moradias distintas (a primeira antes deste estágio e a segunda durante o mesmo), pôde-se verificar a existência de algumas diferenças a nível construtivo, nomeadamente nas paredes, nas fundações e estrutura (pilares e vigas).

A vivenda cuja intervenção foi acompanhada antes deste estágio, não apresentava qualquer tipo de pilares ou vigas, quer ao nível do rés-do-chão quer ao nível do primeiro andar. Já a habitação cuja intervenção foi acompanhada durante este estágio, possui quatro pilares com 0,2x0,2 m, um em cada cunhal da moradia desde as fundações até ao primeiro piso.

Relativamente às fundações, a primeira edificação apresentava uma sapata contínua em toda a sua periferia, constituída por um muro em betão ciclópico com aproximadamente 0,6 m de espessura bem como um muro de características semelhantes, perpendicular às fachadas e ao centro destas. A moradia cuja intervenção foi acompanhada durante este estágio apresentava, para além da sapata periférica e restantes muros referidos anteriormente, um outro muro com características

idênticas às já descritas, paralelo às fachadas e equidistante das mesmas (figura 2.1) como se poderá ver no anexo D.

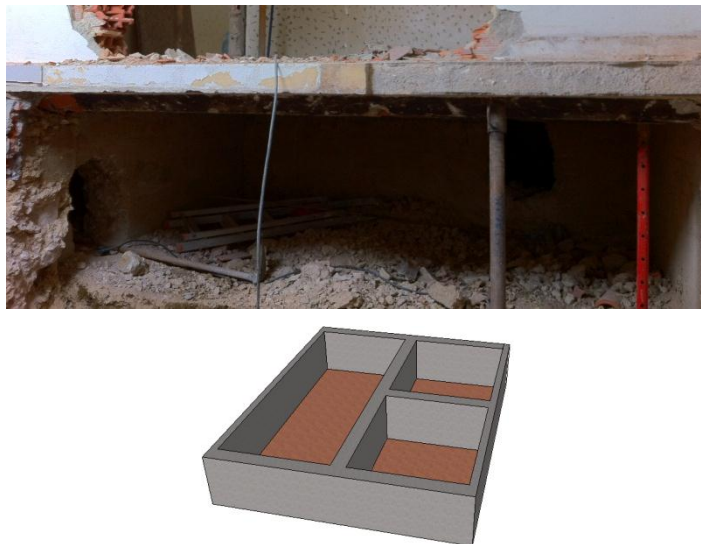


Fig. 2.1 - Muros de fundação em "T" e na periferia

Por fim, a última diferença encontrada a nível construtivo, consiste na constituição das paredes das habitações que, no primeiro caso eram compostas por um pano único em tijolo maciço com cerca de 0,25 m de espessura e no segundo caso também por um pano único, mas em tijolo furado 30x20x22 rebocado em ambas as faces perfazendo uma espessura total de 0,25 m.

As lajes das moradias são constituídas por abobadilhas cerâmicas e vigotas de betão pré-esforçado, espaçadas de aproximadamente 0,65 m, que descarregam diretamente nas paredes da habitação.

Verifica-se ainda que, entre a laje do rés-do-chão e o solo natural se encontrava uma caixa-de-ar com aproximadamente 0,6 m de espessura em ambas as moradias, como se poderá ver nos anexos E e F (figuras 2.2 e 2.3).

As fachadas das habitações do bairro têm todas características semelhantes, apresentando socos de cor ocre ao nível da fachada principal. Igualmente regista-se a existência de frisos horizontais nas duas fachadas, ao nível da laje do primeiro piso e da cobertura, bem como frisos verticais com maior largura, na divisão entre habitações, quer na fachada principal, quer na fachada de tardoz, como visível nos anexos G e H. Na realidade, estes frisos encontram-se no prolongamento dos guarda-fogos, sendo constante a largura destes elementos (figuras 2.4 e 2.5).



Fig. 2.2 - Abertura para a caixa-de-ar



Fig. 2.3 - Caixa-de-ar entre o piso do rés-do-chão e o terreno natural



Fig. 2.4 - Fachada principal



Fig. 2.5 - Fachada tardoz

Há ainda que referir a existência de floreiras no alçado Principal das edificações, algumas posteriormente transformadas em bancos. Ainda no que se refere a estes elementos, verifica-se o cuidado de materializar o seu afastamento da fachada, de modo a precaver possíveis infiltrações.

Todas as vivendas apresentam uma cobertura inclinada em telha cerâmica de aba e canudo, com duas águas, sendo a estrutura da mesma constituída por vigotas e ripas em betão armado pré-esforçado. Importa referir que, apesar de o revestimento cerâmico ser constituído por elementos de aba e canudo, a geometria que apresenta é significativamente distinta da corrente telha Lusa que está disponibilizada no mercado. É ainda disponibilizada a planta desta cobertura no anexo I.

No que respeita às tubagens, as canalizações das redes de águas quente e fria são em tubos de aço galvanizado sem isolamento térmico e as da rede de esgoto em polietileno de cor preta.

2.4. Documentos

Como ferramenta de pesquisa para a determinação da génese do Bairro em análise, foram utilizados diversos documentos, relatórios, imagens, esquemas e plantas dos quais se destacam, pela sua relevância, os seguintes:

- Memória Descritiva e Justificativa do Plano de Pormenor do Núcleo Central do Bairro da Petrogal – Loures (C.M. Loures 2005);
- Regulamento do Plano de Pormenor do Núcleo Central do Bairro da Petrogal – Loures (C.M. Loures 2005);
- Atualização do Diagnóstico Social Concelhio – Relatório dos Dados Quantitativos (C.M. Loures 2010);
- Alvará n.º 13/99 da Câmara Municipal de Loures (C.M. Loures 1999);
- Plano de Pormenor do Núcleo Central do Bairro da Petrogal - Planta de Implantação (C.M. Loures 2007);
- Plano de Pormenor do Núcleo Central do Bairro da Petrogal - Planta de Condicionantes (C.M. Loures 2007);
- Fotos do Esquema de Implantação, Perfis, Plano Geral e outras, da autoria de Miguel Silveira Ramos, fotógrafo (Fundação Calouste Gulbenkian 2002-2003);

3. Situação atual do Bairro

3.1. Património Habitacional e Comércio

Desde o seu início até aos dias de hoje verificam-se poucas alterações a nível das edificações presentes no bairro. Embora seja possível registar intervenções no património habitacional, regista-se que houve na generalidade dos casos a preocupação de manter as características previamente existentes. Por outro lado, observa-se um número diminuto de alterações que colidem de modo evidente com os parâmetros arquitetónicos que prevaleceram ao projeto de todo o espaço. De facto, recorrendo como exemplo, a moradias da rua das Magnólias, cujos muros de vedação se encontram agora revestidos a pedra, verifica-se que estas contribuem de modo inequívoco para uma descaraterização do Bairro (figura 3.1).

Algumas moradias foram também pintadas, por motivos de obras e/ou manutenção, não respeitando as cores existentes no Bairro, fazendo com que estas se destaquem do espaço envolvente contribuindo mais uma vez para a já referida descaraterização do mesmo (figura 3.2).



Fig. 3.1 - Muros revestidos a pedra



Fig. 3.2 - Alterações às cores caraterísticas do Bairro

Os logradouros existentes nas traseiras das edificações foram sendo ocupados ao longo do tempo por pequenas construções de fraca qualidade. Este desenvolvimento implica que muitas destas parcelas se encontrem adulteradas na sua organização espacial e funcional.

Relativamente ao comércio, nos dias de hoje existe apenas um café pertencente à associação de moradores do Bairro, visto a antiga cooperativa ter sido encerrada já há uns anos.

3.2. Vias de comunicação

O sistema viário que serve o Bairro da Petrogal é constituído fundamentalmente por dois tipos de vias, vias principais de maiores dimensões e vias secundárias de dimensões bastante mais reduzidas.

As primeiras, para além de criarem uma circular em volta de todo o Bairro, que permite o seu atravessamento rápido, constituem as principais artérias de acesso e distribuição do tráfego dentro do Bairro, como será possível visualizar no anexo J. Estas artérias de distribuição encontram-se orientadas perpendicularmente ao rio, apresentando o seguinte perfil transversal tipo (figura 3.3):

- Passeio em pedra de calçada tradicional, com 1,5 m de largura e uma inclinação transversal de aproximadamente 4%;
- Duas faixas de rodagem (uma para cada sentido) revestidas com asfalto, com uma largura total de 6 m e com uma inclinação transversal de aproximadamente 3%;
- Passeio do lado oposto com 3 m de largura e restantes características idênticas ao anterior.

Por vezes, em zonas mais largas e em vez deste passeio de 3 m, verifica-se a existência de estacionamento em espinha com 5 m de profundidade e com o desenvolvimento suficiente para aproximadamente 15 carros em média (figura 3.4).

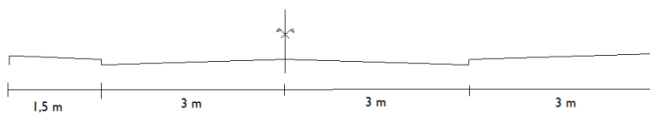


Fig. 3.3 - Perfil transversal de artéria principal



Fig. 3.4 - Zona de estacionamento em artéria principal

As vias secundárias, perpendiculares às anteriores, não possuem em geral saída. A largura da faixa de rodagem é de 2,5 m, o que implica que a circulação automóvel só se consegue materializar alternadamente num sentido e noutra (figura 3.5). O propósito original destas vias é o de proporcionar o acesso às diversas frações de habitação, não tendo espaço disponível para estacionamento. Sendo certo que todas

as habitações apresentam os seus acessos por intermédio das ruas secundárias, a obstrução destes meios de comunicação poderá complicar o acesso às moradias na existência de uma eventual emergência, como adiante se referirá. Estes acessos secundários apresentam o seguinte perfil transversal tipo (figura 3.6):

- Passeio em pedra de calçada tradicional, com 1,5 m de largura do lado das casas (menor que o passeio do outro lado da rua devido a socos, bancos e/ou floreiras presentes nas fachadas das vivendas) com aproximadamente 4% de inclinação;
- Faixa de rodagem revestida com asfalto, de apenas uma via com cerca de 2,5 m de largura e na maior parte das vezes sem saída, não apresenta nenhuma inclinação definida;
- Passeio do lado oposto (lado dos logradouros) com 1,65 m de largura e restantes características idênticas ao anterior.

Relativamente ao estacionamento, o Bairro apresenta um total de cerca de duzentos lugares que se verifica ser um número muito aquém do desejado para a sua dimensão.



Fig. 3.5 - Via secundária

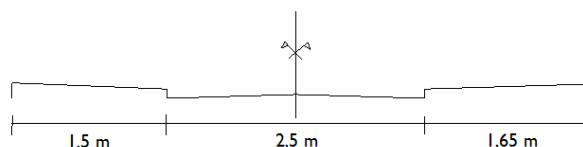


Fig. 3.6 - Perfil transversal de uma via secundária

3.3. Equipamento Urbano

Atualmente existe no Bairro apenas um equipamento escolar, a Creche e Jardim de Infância / ATL – Centro Infantil “Nascer do Sol”, um local de culto, a igreja da Sagrada Família juntamente com a casa mortuária da mesma, o Hospital do Mar, de carácter privado e ainda um equipamento desportivo.

Existem ainda diversas áreas de elevado índice de cobertura vegetal e jardins, das quais se destaca a Mata presente numa zona central do Bairro.

3.4. Principais Debilidades

3.4.1. Urbanas

Após observação e posterior análise do Bairro, foi possível identificar algumas debilidades de carácter urbano, as quais se mencionarão de seguida:

- Fracas acessibilidades ao edificado, sendo estas constituídas por uma via de apenas uma faixa de rodagem, estreita e quase sempre sem saída;
- Potencial dificuldade no combate a incêndios urbanos, por via da dificuldade dos acessos;
- Os passeios de acesso às habitações não apresentam o rebaixamento necessário para a entrada e saída de pessoas com dificuldades motoras;
- A presença dos socos e canteiros nas fachadas frontais das habitações dificultam bastante a circulação nos passeios, com especial incidência no caso de pessoas com deficiência visual e/ou motora;
- Dificuldade de acesso a cada fogo, por parte das pessoas com dificuldades motoras, fruto da existência dos degraus de acesso que resolvem o desnível entre o rés-do-chão e as vias secundárias;
- Fracas acessibilidades à rede de transportes públicos, não existindo nenhuma paragem de autocarro dentro do Bairro;
- Carência evidente de espaços de estacionamento;
- As redes de águas e esgotos encontram-se certamente subdimensionadas visto estas não terem sofrido grandes intervenções nos últimos anos;
- Nem todas as habitações apresentam um ramal de ligação de eletricidade próprio, verificando-se em algumas situações que apenas uma das moradias possui este ramal e é feita uma alimentação através do mesmo para as restantes do bloco;
- As cablagens de telecomunicações que alimentam o Bairro apresentam-se ainda por via aérea, sendo que o ideal nos dias de hoje é que estas circulem subterraneamente.

3.4.2. Património Habitacional

3.4.2.1. Patologias

São bastantes as habitações do Bairro em que se verificam problemas que terão de ser alvo de intervenção.

Esta intervenção deverá ser feita o quanto antes a fim de assegurar a conservação do património existente, sendo que este já apresenta evidentes sinais de degradação em grande parte do edificado.

Iremos apenas mencionar as patologias mais evidentes e mais comuns presentes no património habitacional do Bairro, bem como propor uma metodologia para a reparação das mesmas mais à frente. As principais anomalias verificadas são as seguintes:

- Algumas das vivendas apresentam as fachadas bastante degradadas, em muito devido à falta de manutenção, sendo este facto manifestado pela ocorrência de fissuras nessas paredes, em empenas e também em beirados, bem como pela presença de manchas de humidade de cor escura nos elementos anteriormente mencionados; todas estas anomalias podem também ser observadas em chaminés (figura 3.7 e 3.8);



Fig. 3.7 - Degradação das fachadas



Fig. 3.8 - Degradação de empenas, guarda-fogos e beirados

- Quase todas as habitações em que foram instaladas salamandras, apresentam uma deterioração evidente das tubagens das suas chaminés (corrosão), manifestando-se quase sempre em forma de escorrências nas fachadas das habitações, bem como fissurações na ligação da tubagem com a alvenaria da fachada (figura 3.9);
- Pode-se verificar a existência de antenas antigas em algumas das fachadas, que já não são usadas e que estão degradadas (figura 3.9);



Fig. 3.9 - Deterioração das chaminés das salamandras e antenas

- Apesar de pouco perceptíveis, as lajes apresentam flechas acima do desejável, quer ao nível do piso térreo quer ao nível do primeiro andar;
- Algumas coberturas encontram-se bastante degradadas, podendo vir a ocorrer infiltrações futuras pelas mesmas. Esta degradação é manifestada não só na forma de fissuras e desgaste da superfície das telhas mas também, e sobretudo, na forma de colonização biológica (líquenes, fungos e musgos) presentes nas telhas e guarda-fogos (figura 3.10);



Fig. 3.10 – Degradação e colonização biológica da cobertura

- Em alguns casos é facilmente identificável a existência de humidades nos paramentos interiores das habitações, apresentando-se na forma de manchas de cor escura por toda a parede;
- São visíveis por todo o Bairro caixilharias e portas de acesso ao exterior em estado de degradação bastante avançados. São facilmente identificáveis portas e caixilharias

lascadas, empoçadas e com a pintura de proteção e revestimento a soltar-se (figura 3.11);

- Apesar de não ser um problema generalizado, algumas edificações foram alvo de vandalismo, nomeadamente de "Grafitis" (figura 3.12);



Fig. 3.11 - Degradação de portas e caixilharias



Fig. 3.12 - Fachada com "Grafiti"

- Corrosão de armaduras em elementos na fachada (figura 3.13).



Fig. 3.13 - Degradação e corrosão das armaduras de elementos em betão armado das fachadas

3.4.2.2. Necessidades de reabilitação

As principais carências detetadas ao nível do património habitacional unifamiliar são as seguintes:

- Inexistência de isolamento térmico e/ou acústico, quer entre frações distintas quer entre pisos da mesma fração (sendo neste caso relevante apenas o isolamento acústico);

- É perceptível a degradação tanto das chaminés como dos guarda-fogos das coberturas, que se manifestam na forma de manchas de cor escura; estas manchas apresentam uma maior incidência nas empenas cegas dos extremos das bandas (figura 3.14);



Fig. 3.14 - Degradação dos guarda-fogos e empenas

- Fraco comportamento térmico e acústico das caixilharias existentes nas habitações, nomeadamente nas que apresentam caixilharia em alumínio sem corte térmico com vidro simples;
- Carência de pré-instalação de tubagens destinadas a gás natural para quando o mesmo estiver disponível no Bairro;
- Ausência de uma instalação sanitária no piso térreo, para acesso facilitado a pessoas de idade avançada ou com algum tipo de debilidade;
- As portas de acesso principais não apresentam as dimensões mínimas regulamentares para acesso de pessoas em cadeira de rodas;
- Áreas de alguns espaços de habitação relativamente pequenas, próximas dos mínimos regulamentares definidos no RGEU, verificando-se ainda a existência de apenas uma instalação sanitária, situada no nível superior, apenas acessível por escada, ao passo que, no referido regulamento, deveriam existir pelo menos duas numa fração de habitação de tipologia T3;
- A nível estrutural, as moradias carecem de reforço dos seus elementos verticais e horizontais, com especial atenção ao contraventamento sísmico. Observa-se ainda uma variação brusca em altura da inércia dos elementos verticais, bem como das suas características mecânicas;
- Inexistência de instalação ITED (Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios);
- O quadro elétrico existente encontra-se obsoleto, não satisfazendo de todo as exigências atuais;
- A rede de águas é constituída por tubos de aço galvanizado (material que tem caído em desuso para esta finalidade) sendo que as tubagens de água quente não apresentam qualquer tipo de isolamento térmico;

- A rede de esgoto é constituída por tubagens em polietileno preto, que é também um material já pouco utilizado para este fim;
- Inexistência de qualquer tipo de aproveitamento de energias renováveis (energia solar neste caso);
- Ao nível da segurança no trabalho, regista-se a inexistência de pontos de fixação de andaimes, de linha de vida ao nível da cobertura e de acesso a essa área.

4. Modelo teórico de intervenção no património habitacional

Com base nas debilidades anteriormente mencionadas, será indicado de seguida um modelo teórico de intervenção a nível do património habitacional unifamiliar, com o intuito de recuperar o Bairro e melhorar as condições de habitabilidade do mesmo.

Este modelo teórico baseou-se no diagnóstico previamente elaborado.

4.1. Estaleiro

Para algumas das intervenções sugeridas neste modelo teórico, será indispensável a montagem de um estaleiro antes de se dar início às mesmas. Para tal, o espaço mais indicado será a zona do logradouro de cada habitação, visto ter acesso direto ao nível das vias de circulação e dispor de bastante espaço isolado por muros e/ou redes, conferindo assim um acesso restrito. Deve ainda ser prevista a colocação de infraestruturas das redes técnicas nessa área, nomeadamente o abastecimento de água, de energia e a drenagem de águas residuais.

4.2. Cobertura

A substituição das telhas da cobertura será indispensável na generalidade dos imóveis. Este pressuposto prende-se com o observado no local, onde se verifica a porosidade do revestimento cerâmico a par da sua debilitada capacidade mecânica.

Estas condicionantes implicam a ocorrência de infiltrações para o interior das edificações. Como tal, propõe-se a sua substituição por material cerâmico de cor e geometria semelhante, por exemplo, telhas de aba e canudo vulgarmente conhecidas por telhas tipo lusa, visto o modelo das existentes, após uma busca efetuada, se revelar indisponível no mercado. Propõe-se ainda a colocação de uma fileira em telha passadeira, espaçadas de forma que se consiga ter acesso a toda a cobertura bem como a instalação de uma escada amovível de acesso à mesma.

Sendo a estrutura da cobertura constituída por vigotas em betão pré-esforçado, esta poderá ser aproveitada na maioria das edificações, tendo de ser analisado caso a caso o seu estado de conservação. De acordo com a análise visual efetuada em todo o Bairro, não se registam deformações ao nível da cobertura provocadas por insuficiência da sua estrutura de suporte.

Nos casos em que se verifique que a estrutura da cobertura se encontra danificada devido a infiltrações existentes (ou por qualquer outro motivo), ter-se-á que proceder à sua substituição por uma estrutura de características semelhantes.

Como complemento de estanquidade sugere-se ainda a aplicação de uma subtelha na cobertura das habitações. Apesar de a cobertura apresentar uma inclinação de cerca de 25%, valor suficiente para evitar a entrada de água das chuvas, batida a vento, pelas juntas de sobreposição e a subtelha ser normalmente aplicada em coberturas de baixa pendente, a aplicação da subtelha trará diversas vantagens, de que são exemplo [19]:

- A subtelha proporciona, por si só, um elevado nível de estanquidade à água, caso esta se infiltre pelas juntas de sobreposição ou pelas fissuras de telhas partidas;
- Evita o movimento das telhas: o deslizamento das telhas canudo é bloqueado pela própria rugosidade das placas de subtelha (esta será uma vantagem apenas na aplicação das referidas telhas canudo);
- Permite uma circulação de ar contínuo, tanto entre a telha e a placa de subtelha, como entre esta e a estrutura da cobertura;
- Devido à sua constituição (placas fibro-betuminosas onduladas) não absorve a água, sendo portanto praticamente imune à ação gelo-degelo e apresentando uma durabilidade bastante elevada.

No caso concreto destas habitações, e apresentando a sua cobertura uma pendente de valores aceitáveis, esta solução deverá ser alvo uma análise ponderada de custos-

benefícios, visto esta envolver mais mão-de-obra (apesar de não especializada), material e os custos inerentes.

Aquando da instalação da subtelha há que garantir que esta sobreponha ligeiramente as telhas de beirado ou as caleiras da cobertura, a fim de garantir o correto escoamento das águas que eventualmente passem a cobertura em telha cerâmica, evitando assim infiltrações na habitação [20].

São ainda perceptíveis infiltrações de água pela zona dos guarda-fogos, e manchas de cor escura nas fachadas dos edifícios em correspondência com esses guarda-fogos. A solução nestas situações passará primeiramente pela lavagem a jato de água de alta pressão com posterior escovagem a escova de palha-de-aço da zona afetada, aplicação de biocida e herbicida para eliminar vestígios de colonização biológica e vegetação existente e evitar o seu futuro reaparecimento. Seguidamente deverá proceder-se à impermeabilização dos guarda-fogos e das fachadas recorrendo à aplicação de um reboco com características de impermeabilização adequadas. A título de exemplo, indicam-se algumas dessas características, mencionadas em fichas técnicas de produtores deste tipo de argamassas de reboco [21]:

- Composição: Cimentos especiais, areias siliciosas e calcárias, fumo de sílica, sais ativos e outros aditivos;
- Reação ao fogo: Classe A1;
- Absorção de água por capilaridade: Classe W2;
- Condutividade térmica: 0,93 W/(m.k);
- Granulometria: 1,25 mm;
- Aderência sobre betão: 1,4 N/mm² (1,4 MPa);
- Resistência à flexão: 5,0 N/mm² (5,0 MPa);
- Resistência à compressão: 20,0 N/mm² (20,0 MPa);
- Resistência à tração: 1,0 N/mm² (1,0 MPa);
- Impermeabilidade: Impermeável até 10 m de coluna de água;

Antes da aplicação mencionada, o reboco existente terá de ser picado a fim de criar uma boa aderência do produto à camada inferior e remover partes frágeis do mesmo. Caso se verifique a existência de fissuras, as mesmas terão de ser reparadas em

antemão recorrendo a argamassas não retráteis de características semelhantes às existentes para que a aderência do novo reboco não seja comprometida.

Após esta preparação da base, a mesma deverá ser humedecida cerca de 3 horas antes e durante a aplicação do reboco. Seguidamente deverá ser realizada uma primeira camada com 2 a 5 mm de espessura, passando uma talocha denteada sobre a superfície [22].

Após a secagem desta primeira camada, a superfície deverá ser novamente humedecida, sendo depois aplicada a restante espessura de reboco, em camadas sucessivas de 5 a 10 mm com uma espessura final mínima de 10mm.

Em termos de acabamento, este pode-se realizar com uma talocha ou esponja, segundo a textura desejada, depois de aguardado o tempo de presa adequado.

É recomendado molhar a superfície acabada 6 horas após a aplicação, evitando desta forma a fissuração do reboco. É ainda aconselhável o reforço desta solução por meio da utilização de uma malha de fibra de vidro antialcalina (10 mm x 10 mm) incorporada entre duas camadas do reboco [22].

É ainda sugerida tanto a verificação do estado de degradação da própria torre como a sua fixação à estrutura, bem como a instalação de caleiras em zinco, tanto na base das torres das chaminés como na zona dos guarda-fogos, contribuindo assim para uma melhor estanquidade da cobertura a fim de evitar futuras infiltrações.

4.3. Demolição, escavação, contenção e reforço estrutural

A fim de reforçar a estrutura das habitações existentes sugerimos a aplicação de vigas metálicas ou em betão armado, tanto em zonas de demolição de paredes como em zonas que carecem de reforço estrutural de origem, de que são exemplo as lajes constituídas por vigotas em betão pré-esforçado espaçadas de cerca de 0,65 m.

Terão ainda de ser executados pilares em betão armado ou perfis metálicos a fim de reforçar os elementos verticais resistentes que possam eventualmente já existir ou criar uma estrutura vertical resistente caso esta não exista, bem como garantir a segurança das ampliações referidas mais à frente, no ponto “4.1.4. Alterações arquitetónicas”.

Relativamente às fundações, sugere-se a execução de sapatas e vigas de fundação, que são neste momento inexistentes, sendo a fundação da habitação assegurada apenas pelos já referidos muros em betão ciclópico de cerca de 0,6 m de espessura.

Será de extrema importância um estudo que vise o comportamento destas estruturas aquando da ocorrência de um sismo, abrangendo tanto os elementos resistentes novos, como a estrutura existente e o seu reforço. Para tal, propõe-se uma estrutura em perfis metálicos constituída por quatro pilares ao nível do rés-do-chão, um em cada cunhal da habitação e vigas de bordadura ao nível do teto do mesmo.

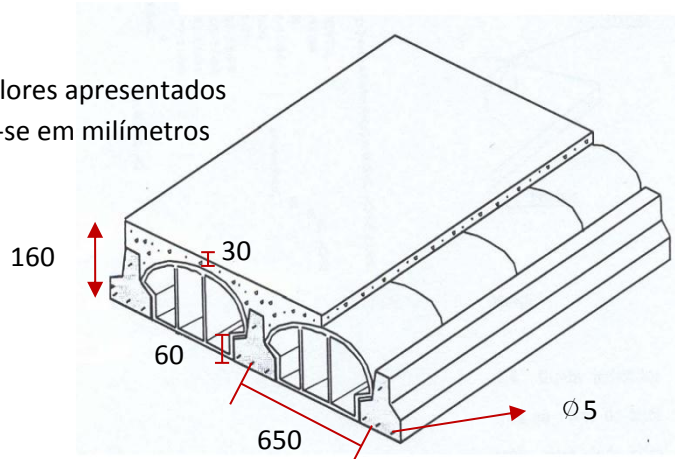
Esta solução irá permitir uma redução da diferença brusca de inércia e características mecânicas dos elementos verticais entre os diversos pisos da fração referidas anteriormente.

Ainda dentro do âmbito do reforço da estrutura existente, e dado o espaçamento excessivo das vigotas constituintes das lajes, sugerir-se-á ainda o reforço da sua estrutura, no rés-do-chão e no primeiro andar, com a aplicação de uma lâmina de compressão de cerca de 5 cm, armada com malhasol. O reforço proposto proporcionará um aumento da resistência da laje demonstrado com os seguintes cálculos estimativos:

Iremos tomar como dados os seguintes valores: $E_{aço} = 200 \text{ GPa}$; $E_{betão} = 29 \text{ GPa}$; $f_{cd} = 13300 \text{ kN/m}^2$ e tensão limite convencional de proporcionalidade a 0,2% para os varões de pré-esforço de 1460 MPa ($1460 \times 10^3 \text{ kN/m}^2$) [23].

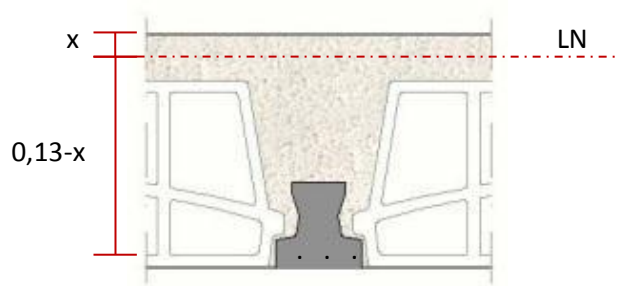
Laje existente:

NOTA: Os valores apresentados encontram-se em milímetros



$$A_{aço}/m = \frac{3 \times \pi \times \left(\frac{0,005}{2}\right)^2}{0,65} = 0,906 \times 10^{-4} m^2/m \quad (\text{Equação 4.1})$$

Cálculo da linha neutra:



$$1 \times x \times \frac{x}{2} \times 29 = 0,906 \times 10^{-4} \times (0,13 - x) \times 200 \Leftrightarrow x = 0,0121 m \quad (\text{Equação 4.2})$$

Verificação:

$$13300 \times \frac{0,0121}{2} = F_s \Leftrightarrow F_s = 80,47 kN \quad (\text{Equação 4.3})$$

$$\frac{80,47}{0,906 \times 10^{-4}} = 888,19 \times 10^3 kN/m^2 < 1460 \times 10^3 kN/m^2 \quad (\text{Equação 4.4})$$

$$Mrd = 80,47 \times (0,13 - 0,0121) + 13300 \times \frac{0,0121}{2} \times \frac{2}{3} \times 0,0121 \Leftrightarrow Mrd = 10,14 kN.m/m \quad (\text{Equação 4.5})$$

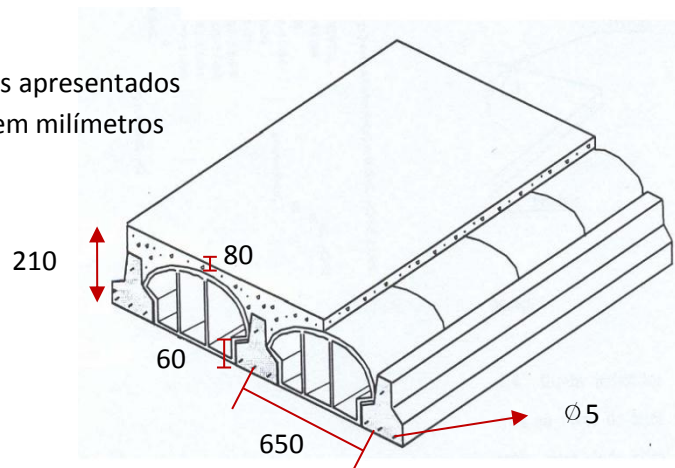
Considerando:

Peso próprio da laje: 2,5 kN/m²; Betonilha e pavimento: 1,0 kN/m²; Parede divisórias: 1,5 kN/m²; Sobrecarga de habitação: 2,0 kN/m² \Rightarrow Total: 7,0 kN/m²

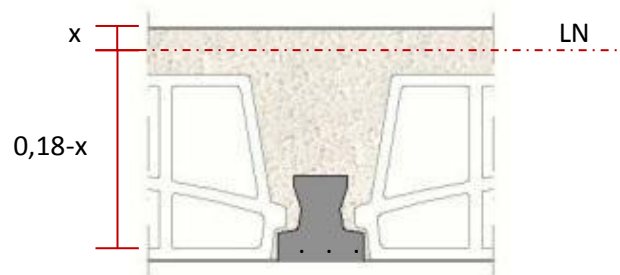
$$Med = 1,5 \times 7 \times \frac{3^2}{8} \Leftrightarrow Med = 11,8 kN.m/m > Mrd = 10,14 kN.m/m \quad (\text{Equação 4.6})$$

Laje com mais 5 cm de lâmina de compressão:

NOTA: Os valores apresentados encontram-se em milímetros



Cálculo da linha neutra:



$$1 \times x \times \frac{x}{2} \times 29 = 0,906 \times 10^{-4} \times (0,18 - x) \times 200 \leftrightarrow x = 0,0144 \text{ m} \quad (\text{Equação 4.7})$$

Verificação:

$$13300 \times \frac{0,0144}{2} = F_s \leftrightarrow F_s = 95,76 \text{ kN} \quad (\text{Equação 4.8})$$

$$\frac{95,76}{0,906 \times 10^{-4}} = 1056,95 \times 10^3 \text{ kN/m}^2 < 1460 \times 10^3 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{Equação 4.9})$$

$$M_{rd} = 95,76 \times (0,18 - 0,0144) + 13300 \times \frac{0,0144}{2} \times \frac{2}{3} \times 0,0144 \leftrightarrow M_{rd} = 16,78 \text{ kN.m/m} \quad (\text{Equação 4.10})$$

Considerando:

Peso próprio da laje: $2,5+0,05 \times 25 = 3,75 \text{ kN/m}^2$; Betonilha e pavimento: $1,0 \text{ kN/m}^2$;
Parede divisórias: $1,5 \text{ kNm}^2$; Sobrecarga de habitação: $2,0 \text{ kN/m}^2 \implies$ Total: $8,25 \text{ kN/m}^2$

$$M_{ed} = 1,5 \times 8,25 \times \frac{3^2}{8} \leftrightarrow M_{ed} = 13,92 \text{ kN.m/m} < M_{rd} = 16,78 \text{ kN.m/m} \quad (\text{Equação 4.11})$$

Como se pode verificar, com um aumento de 5 cm da lâmina de compressão, o momento resistente passa a apresentar valores superiores aos do momento atuante, situação que não se verificava com os 3 cm de lâmina de compressão da laje existente.

Sendo estes cálculos apenas uma estimativa dos valores em causa, não se poderá concluir que a laje existente não resistirá aos esforços atuantes, servindo estes apenas para evidenciar a importância de um reforço desta.

Há que ter em atenção que todos estes reforços estruturais mencionados terão de ser revistos e analisados caso a caso visto o Bairro ter sido construído em várias fases e, por isso, as estruturas existentes não serem todas iguais. Entre outros parâmetros, indica-se como exemplo os diferentes tipos de terreno existentes e a já referida fase de construção.

4.4. Alterações arquitetónicas

A maior intervenção arquitetónica proposta será ao nível do aumento das áreas de habitação, onde se sugere a ampliação do rés-do-chão em cerca de 3 m de profundidade, por demolição da fachada do tardoz (do lado do logradouro) com posterior execução de nova fachada em alvenaria dupla de tijolo com caixa-de-ar parcialmente preenchida com isolamento térmico tipo de XPS ou de material equivalente.

Ainda neste âmbito propõe-se a abertura de uma cave em toda a extensão da habitação, com 2,4 m de pé direito, acompanhando também a ampliação anteriormente referida, bem como a demolição de paredes existentes a fim de aumentar as áreas de algumas divisões, como por exemplo da sala de estar ao nível do rés-do-chão.

Uma das debilidades encontradas nas vivendas deste Bairro foi a inexistência de uma casa de banho ao nível do rés-do-chão, pelo que se propõe também a execução de instalações sanitárias completas neste piso junto à porta de entrada, onde terá um acesso privilegiado a pessoas de alguma idade ou com algum tipo de debilidade.

Ao nível da arquitetura exterior, e a fim de facilitar o acesso à habitação propõe-se, para além do rampeamento dos degraus de acesso à mesma, a remoção das floreiras e/ou bancos existentes nos passeios e o aumento do vão da porta de entrada para os 0,9 m regulamentares. Será proposta outra solução para este fim mais à frente, no ponto “4.9. Vias”.

4.5. Redes

Neste subcapítulo contemplam-se as redes existentes que urge alterar integralmente em termos de materiais, alinhamentos e dimensões, por não cumprirem com os requisitos atuais. Acrescentam-se ainda outro tipo de infraestruturas que anteriormente não se contemplavam.

4.5.1. Substituição de redes existentes

No que se refere às redes existentes, sugere-se a substituição da rede de água existente em aço galvanizado por uma nova rede em tubo multicamada com aditivo antimicrobiano.

É proposta ainda a substituição da rede de esgotos existente em polietileno preto, por nova rede em tubos de PVC com uma durabilidade bastante superior.

Relativamente à rede elétrica existente, é proposta a sua reformulação total, onde se inclui a substituição do quadro elétrico existente por um quadro novo com capacidade para satisfazer as atuais exigências regulamentares.

4.5.2. Execução de novas redes

No que se refere a instalações novas, é sugerida a instalação de uma rede ITED, com a corrente tomada de telefone, internet e televisão em cada divisão da habitação, excluindo cozinha e casas de banho.

Visto a habitação estar a ser alvo de uma intervenção profunda sugere-se ainda, para além de uma pré-instalação de um sistema de ar condicionado que abranja toda a habitação, a instalação de um painel solar e do respetivo depósito a fim de reduzir os consumos de energia, pelo menos para abastecimento de águas quentes sanitárias.

A instalação do equipamento solar é extremamente importante para o seu bom funcionamento, sendo indispensável uma orientação técnica especializada para a sua execução.

O coletor (painel solar) é responsável pela captação da energia solar, tornando-se assim o principal componente do equipamento pelo que, aquando da sua instalação, se devem evitar locais sujeitos a sombreamento, viabilizar sua orientação para o sul geográfico e ter em conta a sua inclinação adequada, variando esta conforme a latitude local e o período de maior utilização do sistema (nomeadamente nos meses mais frios – período de arrefecimento – caso este seja usado também para um sistema de aquecimento central, para além da produção de AQS) [24].

Para a correta instalação e conseqüente desempenho superior do sistema de painéis solares, terão de ser tomados em consideração os seguintes pontos: Orientação e Inclinação dos Coletores Solares.

Relativamente à sua orientação, a instalação dos coletores deverá ter em conta os seguintes princípios [25]:

- Os coletores devem situar-se de tal forma que ao longo do período anual de utilização aproveitem a máxima radiação solar incidente, sendo que a sua melhor orientação é a sul geográfico (tendo este um desvio de cerca de $+4^{\circ}$ relativamente ao sul magnético);
- Verifica-se que desvios até 20° relativos à orientação ideal a sul não revelam alterações significativas relativamente ao rendimento e à energia térmica fornecida pelo equipamento;

- Com um desvio para leste o período diário de captação adiantar-se-á uma hora por cada 15° de desvio relativamente a um equipamento orientado a sul;
- Com um desvio para oeste, o período de captação será retardado na mesma proporção.

No que se refere à inclinação dos coletores solares, a mesma deverá tomar em consideração os seguintes pontos:

- A inclinação ótima para produção de AQS, considerando um consumo regular ao longo do ano, será igual à latitude do local menos 5° (neste caso - Bobadela $38,81^\circ\text{N} - 5^\circ = 33,81^\circ\text{N}$) [26];
- Variações de 10° relativamente ao ângulo de inclinação ótimo não afetam praticamente o rendimento e a energia térmica útil fornecida pelo equipamento solar;

Desvios de orientação e inclinação superiores aos referidos anteriormente deverão ser compensados com uma maior superfície de coletores, a fim de serem obtidos valores semelhantes de energia fornecida pelo sistema.

Resumindo, para o caso de estudo, a inclinação ideal terá um valor de $33,81^\circ$, sendo que o sistema poderá ser instalado de forma complanar com a cobertura visto esta apresentar uma inclinação de cerca de 25° , respeitando assim a variação máxima de 10° relativamente à ideal, a partir da qual se irão verificar perdas no rendimento do sistema.

Esta instalação complanar só será possível nas habitações em que se verifique a orientação de uma cobertura a sul ou dentro dos limites admissíveis para um bom desempenho do sistema (20° de desvio).

Caso os pressupostos anteriores não sejam verificados, terá de se proceder à instalação de uma estrutura na cobertura que garanta a inclinação e orientação dentro dos valores recomendados. Como alternativa poder-se-á ainda instalar os painéis solares ao nível térreo, na zona do logradouro. Neste caso será também necessária a execução de uma estrutura que garanta o correto posicionamento do sistema.

Existem dois sistemas de aquecimento da água recorrendo a painéis solares: Sistema direto (figura 4.1) e sistema indireto (figura 4.2). No primeiro, a água potável que é utilizada no edifício percorre o painel solar, sendo aquecida neste processo e armazenada no reservatório do sistema (esta água, dado poder ser consumida, não

pode ser tratada), existindo neste caso apenas um circuito, comum ao painel solar e às AQS [27].

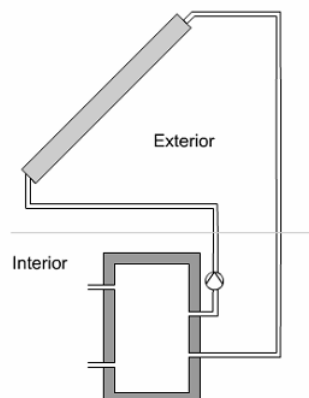


Fig. 4.1 - Sistema direto de aquecimento de água recorrendo a painéis solares

No sistema indireto, os circuitos do painel solar e das águas sanitárias são distintos. É portanto possível a substituição da água que circula no circuito do painel solar por um fluido de características térmicas adequadas, visto este circuito ser independente do das AQS, não existindo nunca contacto da água para consumo com o fluido do sistema [27].

Neste caso o fluido é aquecido nos painéis solares, percorrendo posteriormente um conjunto de serpentinas localizadas no depósito, aquecendo desta forma a água aí presente por transferência de calor.

Os sistemas indiretos apresentam um bom desempenho e, podendo substituir-se a água por outro fluido no circuito do painel solar, uma boa durabilidade e manutenção menor quando comparados com os sistemas diretos [27].

Relativamente ao depósito, este poderá ser instalado na zona da cave onde deverá ser prevista uma drenagem do acumulador para o escoamento do logradouro a fim de facilitar a remoção da água para o transporte do mesmo em caso de avaria ou substituição.

Apesar de o gás natural ainda não se encontrar disponível no Bairro, propõe-se desde já a instalação de uma rede de gás natural, para estar já disponível para quando este chegar às habitações do Bairro.

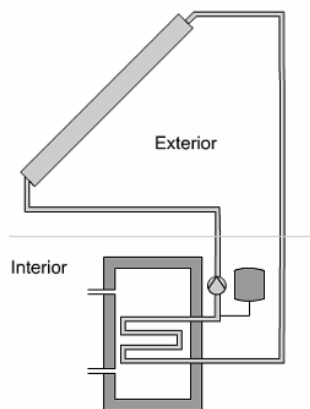


Fig. 4.2 - Sistema indireto de aquecimento de água recorrendo a painéis solares

Esta instalação deverá prever uma zona no logradouro para ligação da rede de gás às bilhas que irão ser usadas para abastecimento do mesmo enquanto o gás natural se verificar indisponível. As referidas bilhas, por questões de segurança deverão estar localizadas numa área arejada, fora da habitação, de que é exemplo o logradouro. Para tal propõe-se a execução de uma tubagem em “T” na zona do logradouro no qual irão ligar a rede de gás da habitação, a rede de gás proveniente das bilhas e futuramente, estando esta ligação até lá tamponada, a rede de gás natural.

As redes de águas e esgotos terão ainda de sofrer uma ampliação a fim de abrangerem a casa de banho do rés-do-chão já referida.

4.6. Fachadas

Através da observação do edificado existente no Bairro, pôde-se comprovar a existência de algumas patologias comuns a grande parte das habitações, já tendo estas sido referidas anteriormente.

Um dos problemas mais comuns consiste na fissuração dos rebocos das fachadas e dos frisos presentes nas mesmas.

Na situação das fissurações nas fachadas, a reabilitação passará pela picagem do reboco existente nas zonas de fendilhação e execução de um novo reboco recorrendo a argamassas compatíveis com os materiais existentes, de características não retráteis.

Para evitar o reaparecimento destas fissuras, o reboco novo deverá ser reforçado com uma rede de fibra de vidro alcalina (impregnada em PVC), aumentando significativamente a sua resistência a forças de tração.

Relativamente às fissuras presentes nos frisos das fachadas, o tratamento poderá ser semelhante, dependendo do nível de degradação.

Caso se verifiquem apenas fissuras superficiais nos elementos de betão armado das fachadas, sem desprendimento de partes do mesmo e sem danificação das armaduras, a reabilitação consistirá no alegramento das fendas e o seu posterior preenchimento com argamassas compatíveis com os materiais existentes e de características não retráteis.

Nas situações em que as já referidas armaduras se encontrem degradadas e/ou expostas, o processo de reabilitação será mais complexo. O primeiro passo consiste na picagem do betão nas zonas danificadas e posterior escovagem das armaduras até remoção completa da ferrugem.

Após esta escovagem, se se verificar uma perda significativa da secção da armadura, a mesma terá de ser cortada, retirando toda a armadura danificada, e substituída por uma armadura nova de dimensões idênticas.

Caso não se verifique uma alteração significativa na secção da armadura após a sua escovagem, a substituição da armadura será desnecessária.

Em ambas as situações descritas anteriormente, a armadura deverá ser posteriormente envolvida numa argamassa não retrátil de características compatíveis com os materiais existentes, garantindo a sua selagem, recobrimento e proteção. Antes da aplicação desta argamassa a armadura poderá ainda receber uma camada de uma tinta epóxi protetora para evitar a sua degradação num futuro próximo.

Apesar de não se verificar que seja uma patologia recorrente no Bairro é de referir a presença de “Grafitis” nas fachadas de alguns edifícios. Para a remoção destes, a fachada em questão deverá ser limpa recorrendo a jatos de água quente a alta pressão bem como a uma linha de produtos próprios que tornarão esta remoção mais eficaz e rápida [28].

Concluída a remoção dos “Grafitis” é aconselhável a aplicação em todas as fachadas de um produto protetor incolor que, não só é eficaz contra as ações dos “Grafitis”, como contra as chuvas ácidas, humidades, agressões salinas e ações de outros agentes atmosféricos.

Será de salientar que esta solução não evita totalmente a fixação das tintas usadas nos “Grafitis”, evitando apenas a sua penetração profunda nos elementos da parede, tornando-se mais fácil a sua posterior remoção [28].

4.7. Isolamentos e impermeabilizações

A fim de melhorar o comportamento térmico e acústico da habitação serão propostas cinco soluções que poderão ser aplicadas sozinhas ou em conjunto, abrangendo o isolamento térmico da cobertura, das paredes entre frações e paredes exteriores, isolamento térmico das lajes bem como a substituição da caixilharia existente. Serão ainda propostas soluções de impermeabilização para as áreas exteriores e interiores em que tal seja necessário, nomeadamente zonas de banhos e varandas.

4.7.1. Cobertura

Ao nível da cobertura sugere-se a aplicação de placas de isolamento térmico em poliestireno extrudido (XPS), um dos produtos mais usados para o efeito. Trata-se de placas rígidas com estrutura de célula fechada, que são aplicadas na construção devido às suas excelentes propriedades como isolamento térmico (condutibilidade térmica muito baixa), entre outras, tais como [29]:

- Muito reduzida sensibilidade à água e humidade;
- Elevada resistência mecânica;
- Grande resistência à difusão de vapor de água;
- Capilaridade praticamente nula;
- Imputrescibilidade;
- Facilidade de trabalho, corte e instalação;
- Resistência ao manuseamento em obra;
- Euroclasse E de reação ao fogo, segundo a norma EN 13501-1.

Estas características mantêm-se bastante estáveis ao longo do tempo, pelo que os produtos de isolamento térmico sugeridos têm um excelente comportamento a longo prazo.

De uma forma geral, poder-se-ão considerar três posições distintas para a aplicação da camada de isolamento térmico:

- No lado exterior da vertente inclinada [30];
- No lado interior da vertente inclinada [29];
- Na esteira, permanecendo o desvão não isolado [30].

Aplicando o isolamento térmico no lado exterior da vertente inclinada teremos as seguintes vantagens [30]:

- Tira-se partido da inércia térmica da estrutura (especialmente de estruturas contínuas de laje maciça ou aligeirada);
- A estrutura fica protegida das variações de temperatura, uma vez que está no lado isolado do edifício;
- Criam-se condições para se poder habitar o espaço do desvão, havendo um maior aproveitamento do volume edificado (apesar de esta última não ser relevante visto este espaço não ter acesso pelo interior da habitação e ter um pé direito de apenas 1,5 m, o que não permite um grande aproveitamento do mesmo).

Caso o desvão não seja habitado (não acessível ou usado apenas para arrumos), a solução mais vantajosa passará pela aplicação do isolamento térmico diretamente sobre a esteira horizontal. Desta forma, e contrariamente a solução anterior, reduz-se significativamente a área da respetiva aplicação (e conseqüentemente o seu custo), evita-se a desnecessária climatização (aquecimento, arrefecimento ou ambos) de um volume não habitado tendo como consequência um menor consumo de energia e, sem perda do desempenho do isolamento térmico, é permitida a adequada e benéfica ventilação do desvão [30].

Apesar de a terceira solução (contrariamente às duas primeiras) não se encontrar referenciada no ITE50 e, caso o desvão seja habitado, não ser a mais adequada, o isolamento térmico poderá ainda ser aplicado no lado interior da estrutura da cobertura. Esta solução proporcionará uma redução de custos, evitando por exemplo a execução de um novo sistema de apoio das telhas (em ripados ou cordões em argamassa executado in-situ), assim como permitirá a conservação da altimetria dos beirados [29].

Nesta solução as placas de isolamento térmico deverão ser aplicadas sob a estrutura, fixas através de grampos/abraçadeiras, de modo a que não sejam perfurados os elementos estruturais. Como alternativa (e só em caso de recurso) poderão ser utilizados parafusos auto perfurantes com uma anilha de diâmetro superior a 3 cm.

A aplicação deste tipo de isolamento térmico deverá ainda ter em atenção os seguintes pontos [29]:

- Cada placa deve ter sempre dois apoios (por forma a ter quatro pontos de fixação, dois em cada apoio), e a distância entre apoios não deverá ser superior a 1,25 m, medida que corresponde a metade do comprimento da placa (2,50 m);
- É extremamente importante que a superfície do isolamento térmico com estas placas seja contínua, visto a sua interrupção na estrutura implicar a existência de pontes térmicas, originando zonas preferenciais de condensações;
- As placas deverão ser aplicadas com as juntas transversais desencontradas para que exista um adequado travamento da superfície de isolamento térmico.

4.7.2. Paredes exteriores e caixilharias

Para as paredes exteriores a solução proposta, a nível de isolamento térmico e acústico, passará pela aplicação de um dos sistemas de isolamento térmico pelo exterior, vulgarmente denominados de ETICS (External Thermal Insulation Composite System).

No essencial, o conceito dos sistemas ETICS, consiste no revestimento contínuo pelo exterior das paredes de fachada que combina placas rígidas de material isolante com revestimentos e acabamentos decorativos, aplicáveis tanto em construções novas como na reabilitação de edifícios de acordo com as necessidades e exigências de cada projeto.

Quando associados a soluções adequadas dos vãos envidraçados, estes sistemas permitem uma redução muito significativa dos consumos energéticos da habitação necessários a fim de se conseguir uma temperatura e qualidade do ar ideais ao longo de todo o ano, bem como uma proteção das fachadas de ações atmosféricas.

Estes sistemas reduzem ainda a possibilidade de aparecimento de humidades e/ou condensações nas paredes dos edifícios.

O sistema em questão consiste na aplicação de placas isolantes de lã de rocha, fixas diretamente ao suporte por meio de colagem e fixação mecânica, sobre as quais irão ser aplicadas duas camadas de barramento, uma rede de fibra de vidro alcalino-resistente de 160g/m² entre estas e por fim, uma camada de acabamento [31].

Este isolamento térmico a lã de rocha poderá ter uma espessura variável entre 40 e 80 mm, e apresenta as seguintes características (supondo um painel de 60 mm) [32]:

- Massa volúmica de cerca de 90 kg/m^3 ;
- Condutibilidade térmica de cerca de $\lambda_D = 0,039 \text{ W/(m.K)}$;
- Calor específico aproximado de $C_p = 800 \text{ J/(kg.K)}$;
- Resistência ao vapor de água de $\text{MU} = 1$;
- Absorção acústica de $\text{AW} = 0,8$;
- Reação ao fogo: Material incombustível, pertencente à Euroclasse A1;
- Resistência térmica de aproximadamente $R_D = 1,45 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$.

As esquinas dos sistemas ETICS são zonas potencialmente frágeis e com tendência, pela sua geometria, a apresentar fissuras no revestimento. Por isso, deverão ser reforçadas com perfis de reforço de esquina adequados sendo recomendável utilizar perfis que já incorporam bandas de rede perfeitamente ajustadas, melhorando a qualidade do resultado [33].

As vantagens do sistema proposto são a facilidade de aplicação, o melhoramento do conforto térmico e acústico com a aplicação de apenas uma solução, a não diminuição das áreas de habitação visto o sistema ser aplicado pelo exterior da mesma e um acabamento final de excelente qualidade.

Relativamente aos ganhos térmicos do sistema, e considerando uma parede em tijolo furado de 25 cm de espessura com isolamento térmico a lã de rocha de pelo menos 6 cm, obteremos a nível do isolamento térmico valores de resistência térmica de $R = 1,916 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$ para o conjunto, proporcionando uma poupança de cerca de 44,19 kWh por dia de aquecimento (janeiro neste caso), com base nos seguintes cálculos (e considerando a área de cada fachada com aproximadamente 48 m^2) [34 e 35]:

$$R_{eq} = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \sum R_n \text{ em que } \frac{1}{h_i} = 0,12 \text{ (m}^2\text{.K)/W} \text{ e } \frac{1}{h_e} = 0,04 \text{ (m}^2\text{.K)/W} \quad (\text{Equação 4.12})$$

Parede simples:

$$R_{atv} = \frac{0,25}{1,15} = 0,217 \text{ (m}^2\text{.K)/W} \quad (\text{Equação 4.13})$$

$$R_{eq-alv} = 0,12 + 0,04 + 0,217 \rightarrow R_{eq-alv} = 0,377 (m^2 \cdot K)/W \quad (\text{Equação 4.14})$$

$$U_{eq-alv} = \frac{1}{0,377} \rightarrow U_{eq-alv} = 2,653 W/(m^2 \cdot K) \quad (\text{Equação 4.15})$$

Parede isolada com 60 mm de lã de rocha:

$$R_{l.rocha} = \frac{0,06}{0,039} = 1,539 (m^2 \cdot K)/W \quad (\text{Equação 4.16})$$

$$R_{eq-isol} = 0,12 + 0,04 + 0,217 + 1,539 \rightarrow R_{eq-isol} = 1,916 (m^2 \cdot K)/W \quad (\text{Equação 4.17})$$

$$U_{eq-isol} = \frac{1}{1,916} \rightarrow U_{eq-isol} = 0,522 W/(m^2 \cdot K) \quad (\text{Equação 4.18})$$

Será agora considerada uma temperatura interior (T_i) = 20 °C e Temperatura exterior média num mês de aquecimento (janeiro por exemplo) = 11 °C.

$$E_{alv-dia} = \frac{24 \times (20 - 11) \times 96 \times 2,653}{1000} = 55,01 kWh \text{ por dia} \quad (\text{Equação 4.19})$$

$$E_{isol-dia} = \frac{24 \times (20 - 11) \times 96 \times 0,522}{1000} = 10,82 kWh \text{ por dia} \quad (\text{Equação 4.20})$$

$$E_{alv-dia} - E_{isol-dia} = 44,19 kWh \text{ por dia} \quad (\text{Equação 4.21})$$

Acerca das caixilharias a solução proposta consiste na substituição das caixilharias de correr existentes em alumínio, sem corte térmico e de vidro simples por caixilharias em PVC oscilo batentes, com vidro duplo, mantendo as dimensões e acabamentos esteticamente próximos dos iniciais.

Para que possa ser feita uma correta análise dos comportamentos térmicos das caixilharias, caixas de estore e portas, terá que se ter em atenção os seguintes valores:

- O coeficiente U (expresso em $W/(m^2.K)$) representa a quantidade de calor que atravessa $1 m^2$ de elemento por uma diferença de $1 ^\circ K$ entre cada face desse elemento, por condução, convecção e difusão; Quanto menor for o coeficiente, mais eficaz é o isolamento térmico bem como menor o fluxo de calor que atravessa esse elemento;
- A permeabilidade ao ar (expresso em $m^3/(h.m^2)$) que define o número de metros cúbicos de ar suscetíveis de atravessar o elemento pelas diferenças de velocidade do vento sobre a face exterior deste.

Para a janela, o coeficiente é calculado da seguinte forma:

$$U_w = \frac{U_f \times A_f + U_g \times A_g + \psi_g \times I_g}{A_f + A_g} \quad (\text{Equação 4.22})$$

onde:

U_f = valor U da caixilharia em $W/(m^2.K)$;

U_g = valor U do vidro em $W/(m^2.K)$;

ψ_g = transmissão térmica linear do conjunto em $W/(m.K)$;

A_f = superfície da caixilharia em m^2 ;

A_g = superfície do vidro em m^2 ;

I_g = perímetro visível do conjunto em m.

Considerando os valores de $U_f = 1,4 W/(m^2.K)$ e $U_g = 2,7 W/(m^2.K)$ para uma caixilharia em PVC de 70 mm de espessura, com vidro duplo 4-16-5 mm e $U_f = 2,8 W/(m^2.K)$ e $U_g = 2,7 W/(m^2.K)$ para uma caixilharia em alumínio com corte térmico de 60 mm de espessura com vidro duplo de características semelhantes, bem como $\psi_g = 0 W/(m.K)$ nas duas situações, obter-se-ão os seguintes valores [34 e 36]:

- Para efeitos de cálculo considerou-se que o vidro representa cerca de 80% da área total do vão envidraçado e a caixilharia os restantes 20%;
- U_w para a caixilharia em PVC = $2,44 W/(m^2.K)$;
- U_w para a caixilharia em alumínio = $2,72 W/(m^2.K)$.

Pode-se portanto verificar que, para o mesmo vão envidraçado e para as mesmas condições, a caixilharia em PVC apresenta um melhor comportamento térmico que a caixilharia em alumínio com corte térmico.

Relativamente à estanquidade ao ar, o material constituinte das caixilhariarias não apresenta grande relevância (comparando apenas o PVC e o alumínio), sendo que esta é mais afetada pelo sistema de fecho do vão envidraçado: janelas/portas com sistema de correr, sistema de batente, oscilo-batente ou basculante. Estes últimos, e ao contrário do primeiro sistema (de correr), apresentam valores de permeabilidade ao ar bastante baixos, encontrando-se inseridos na classe 4 segundo a norma EN 12207 [37].

Este vão envidraçado proporciona ainda uma redução acústica, e para o já referido vidro duplo 4-16-5, de cerca de 33 dB, de acordo com a norma EN14351-1 [38].

Caso o edifício se encontre em conformidade com as disposições da norma NP 1037-1 [39], deverá ser adotado um valor de a renovação de ar de $0,6 R_{ph}$ (em h^{-1}) referido no RCCTE. Neste caso as fachadas do edifício deverão ainda dispor de dispositivos de admissão de ar autorreguláveis que garantam os caudais nominais especificados nos compartimentos servidos para uma gama de pressões de 10 Pa a 200 Pa e portas exteriores ou para zonas “não úteis” dotadas de vedação por borracha ou equivalente em todo o seu perímetro. Nestes edifícios não pode haver quaisquer meios mecânicos de insuflação ou de extração de ar, nomeadamente extração mecânica nas instalações sanitárias.

No caso de se verificar a presença deste tipo de soluções, a quantificação da taxa de renovação de ar terá de ser calculada pela metodologia indicada no n.º 3.2.2 do RCCTE. São exceção a este último, os casos em que o único dispositivo de ventilação mecânica presente no edifício ou fração autónoma seja o exaustor da cozinha, sendo então a taxa de renovação de ar determinada de acordo com o quadro IV.1 do RCCTE.

As habitações presentes no Bairro encontram-se abrangidas por esta exceção sendo a taxa de renovação determinada de acordo com o Quadro IV.1 do RCCTE e considerando os seguintes pontos:

- Caixilhariarias de classe 4 (visto no regulamento não ser referida esta classe, os cálculos serão efetuados como se se tratasse de um caixilharia de classe 3);
- Existência de caixa de estore;

- Classe de exposição 1 (Região B, Rugosidade I e altura acima do solo inferior a 10 m) – de acordo com o Quadro IV.2 do RCCTE;
- Inexistência de dispositivos de admissão na fachada.

Neste caso obtém-se uma taxa de renovação de ar de $0,85 R_{ph}$ (em h^{-1}) para os edifícios de habitação em estudo.

Seguidamente irá ser calculada a quantidade de energia diária necessária para que, tendo em conta esta taxa de renovação de ar, se mantenha uma temperatura amena ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$) no interior da habitação. Para tal teremos como pressupostos os seguintes fatores:

- Volume da habitação: $48 \times 6 = 288\text{ m}^3$;
- Densidade do ar a 1 atm. e $20\text{ }^{\circ}\text{C} = 1,2\text{ kg/m}^3$;
- Calor específico do vapor de água (a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$): $C_{pv} = 2010\text{ J/(kg}\cdot^{\circ}\text{K)}$;
- Calor específico do ar seco a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$: $C_{pa} = 1012\text{ J/(kg}\cdot^{\circ}\text{K)}$;
- Humidade específica a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 70% de humidade: $w=0,01001$.

$$V_{ar\ renovado} = 288 \times 0,85 = 244,8\text{ m}^3/h \quad (\text{Equação 4.23})$$

$$C_p = C_{pa} + w \times C_{pv} \quad \text{em que } C_p \text{ é o calor específico do ar húmido} \quad (\text{Equação 4.24})$$

$$C_p = 1012 + 0,01001 \times 2010 = 1032\text{ J/(kg}\cdot\text{K)} \quad (\text{Equação 4.25})$$

$$E = 244,8 \times 1,2 \times 1032 \times (20 - 11) = 2728442,88\text{ J por hora} \quad (\text{Equação 4.26})$$

$$\text{Sendo } 1\text{ W} = 1\text{ J/s} \rightarrow 2728442,88\text{ J/h} = 757,9\text{ W} = 0,7579\text{ kWh por hora} \quad (\text{Equação 4.27})$$

$$0,7579 \times 24 = 18,1896\text{ kWh por dia} \quad (\text{Equação 4.28})$$

Comparando os resultados obtidos para a poupança de energia, relativa ao isolamento térmico, calculada anteriormente em $44,19\text{ kWh}$ por dia com os gastos energéticos obtidos para o mesmo período de tempo, relativos à taxa de renovação de ar,

calculados em 18,19 kWh, poderemos concluir que os custos deste último representam cerca de 41% dos ganhos energéticos relativos ao isolamento térmico.

Este resultado vem reforçar a importância da existência de um isolamento térmico eficiente com o intuito de proporcionar um melhor conforto térmico à habitação bem como uma redução no seu consumo de energia.

4.7.3. Paredes entre frações

No caso das paredes que separam as frações a solução proposta consiste na aplicação de placas compostas de gesso laminado com aglomerados de cortiça expandida de espessura variável entre 40 a 75 mm.

Esta solução surgiu da necessidade do melhoramento do comportamento acústico da habitação, sendo que a mesma é constituída apenas por paredes simples de alvenaria de tijolo furado ou maciço, variando consoante a fase de construção da habitação.

Apesar de estas placas proporcionarem também algum isolamento térmico este, no caso das paredes entre frações, não será tão relevante como nas paredes exteriores, visto que estas separam dois espaços habitados (de temperaturas controladas portanto).

Este sistema consiste, como já referido anteriormente, na aplicação de placas compostas de gesso laminado com aglomerados de cortiça expandida que, após aplicação dos perfis auxiliares, são coladas diretamente ao suporte necessitando apenas de um barramento posterior das juntas e aplicação de acabamento de pintura, à semelhança das placas de gesso cartonado [40].

Para facilitar a aplicação de remates e rodapés podem ainda ser aplicados perfis horizontais nas zonas superior e inferior das placas.

Estas placas propostas apresentam as seguintes características, variando os seus valores com a espessura do isolamento térmico aplicado [40]:

- Peso aproximado entre 12 e 15 kg/m²;
- Resistência térmica entre 1,038 e 1,55 (m².K)/W;

Relativamente aos ganhos térmicos e acústicos do sistema, e considerando uma parede simples em tijolo 22 rebocada em ambos os lados, obteremos a nível do

isolamento térmico valores para o coeficiente de transmissão térmica na ordem de $U = 0,430 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ e a nível do isolamento acústico valores para o índice de isolamento a sons aéreos de cerca de $R_w = 54 \text{ dB}$ [40].

4.7.4. Lajes

A fim de se obter um melhor comportamento acústico das lajes existentes, iremos sugerir duas soluções distintas. A primeira solução passará pela aplicação de um pavimento flutuante sintético de 10 mm de espessura e uma densidade de cerca de $900 \text{ kg}/\text{m}^3$ sobre uma manta de cortiça com 2 a 3 mm de espessura, que irá proporcionar o desejado isolamento acústico a sons aéreos e especialmente a sons de percussão.

Este pavimento deverá ser constituído, à semelhança de grande parte dos pavimentos flutuantes sintéticos, por diversas camadas [41]:

- Overlay: Película da superfície muito resistente a esforços físicos e estabilidade de cor;
- Folha em melamina decorativa que irá transmitir o padrão do pavimento;
- Painel HDF (High Density Fiberboard ou Painel de Fibras de Alta Densidade) hidrófugo;
- Folha de contra face com características resistentes à água.

A segunda solução será a mais indicada para zonas húmidas, casas de banho e cozinha, onde normalmente se opta pelo assentamento de revestimentos cerâmicos. Esta solução consiste na execução de uma betonilha com granulado de cortiça na sua composição e de uma espessura de 5 a 7 cm.

Ainda nestas zonas, casas de banho e cozinha, sugerimos a impermeabilização das zonas que normalmente se encontram em contacto com a água, no primeiro caso do pavimento e paredes das zonas de banhos (banheira/poliban) no segundo caso, apenas do pavimento a fim de evitar problemas futuros relacionados com humidades. Esta impermeabilização poderá ser executada recorrendo às argamassas com características impermeáveis já referidas no ponto “4.2. Cobertura”, sendo que neste caso se poderá dispensar a aplicação da rede de fibra de vidro na impermeabilização das paredes.

No que se refere às impermeabilizações exteriores, nomeadamente de varandas e terraços, os trabalhos a executar poderão recorrer às argamassas referidas no parágrafo anterior, sendo neste caso indispensável a aplicação de rede de fibra de vidro para reforço da resistência da camada de impermeabilização, evitando desta forma a sua fissuração. No caso concreto das varandas e terraços esta impermeabilização deverá subir nas paredes cerca de 10 cm a fim de evitar a absorção de água pelas mesmas.

Não sendo a cave um espaço habitado, dever-se-á proceder ao isolamento térmico da sua laje de teto. Este isolamento térmico pode ser executado de duas formas distintas: na face superior da laje ou na face inferior da laje. A primeira solução apenas será a mais indicada caso se proceda à instalação de um piso radiante ao nível do rés-do-chão. Caso contrário a melhor opção passará pela instalação do isolamento térmico na face inferior da laje, tirando desta forma um melhor aproveitamento da inércia térmica da mesma. Este isolamento poderá ser constituído por placas de isolamento térmico de XPS ou de material equivalente já referido anteriormente.

4.8. Revestimentos interiores

Ao nível de revestimentos interiores, terão de ser contabilizadas as intervenções para recuperação e/ou substituição dos revestimentos e pinturas. Estas intervenções serão necessárias, na grande maioria das habitações, devido a:

- Degradação dos revestimentos existentes atualmente (estiques, azulejos, rebocos e pinturas), devido a humidades, assentamentos, desgaste, entre outros;
- Abertura e tapamento de roços para introdução de novas redes técnicas e/ou correção de redes já existentes;
- Degradação provocada diretamente por outros trabalhos de construção civil, como sejam as correções estruturais e as ampliações, ou indiretamente por meio de vibrações e assentamentos da estrutura que poderão ocorrer durante a intervenção.

4.9. Vias

A fim de eliminar o problema de acesso às habitações, e como alternativa ao rampeamento dos degraus existentes proposto anteriormente no ponto “4.4. Alterações arquitetónicas”, poder-se-á ainda recorrer à correção da geometria das vias secundárias. Esta correção implicará a eliminação do passeio do lado dos logradouros, bem como uma alteração na pendente da via, ficando esta com uma inclinação constante dum lado ao outro da via, pendendo para o lado dos logradouros (figura 4.3). Esta solução apresentará inclinações para a via na ordem dos 5%, um pouco acima do desejável para o efeito.

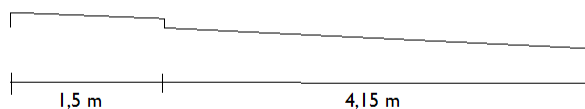


Fig. 4.3 - Proposta para correção do perfil transversal das vias secundárias

Desta forma, para além da eliminação dos degraus, por meio de um aumento da cota da via do lado destes, são ainda suprimidos problemas ligados às floreiras/bancos existentes nos passeios. Verifica-se ainda uma melhoria significativa no acesso aos logradouros das habitações, com a eliminação do passeio deste lado e a consequente criação de uma via neste plano que servirá peões e veículos.

4.10. Equipamento

A nível de equipamento é sugerida a instalação de painéis solares na cobertura da habitação, bem como de um depósito acumulador de cerca de 250 L ao nível da cave, onde irá ser armazenada a água aquecida pelo sistema. Será importante prever uma drenagem deste acumulador para o escoamento do logradouro a fim de facilitar a remoção da água para o seu transporte em caso de avaria ou substituição.

4.11. Trabalhos do logradouro

Tendo em conta que as áreas dos lotes onde se encontram edificadas as moradias unifamiliares em estudo apresentam valores médios entre os 150 e os 180 m² e as áreas de implantação são de cerca de 46 m², verifica-se que será viável a execução de um telheiro nos logradouros dos mesmos que terá como finalidade a criação de um lugar de estacionamento [42].

Esta solução será viável pois, apesar de ter de ser criado um acesso a este telheiro, ou seja, um portão de dimensões suficientes para a passagem de um carro familiar, as ruas por onde será feito este acesso já não permitiam o estacionamento de veículos.

Esta intervenção será portanto de extrema importância, não só devido à evidente escassez de estacionamento no Bairro, mas também porque esta solução criará efetivamente um lugar de estacionamento que não existiria de outra forma, como já explicado anteriormente.

Deverá ainda proceder-se à demolição de equipamentos obsoletos existentes nos logradouros, bem como ao saneamento dos espaços existentes nestes, que tendem a tornar-se caóticos.

4.12. Condições de segurança para futuras intervenções

Será ainda importante prever, para além da instalação de ancoragens de andaime nas fachadas, a instalação de uma linha de vida ao nível da cobertura a fim de facilitar os trabalhos em intervenções futuras e garantir a segurança dos trabalhadores. Acresce neste ponto o aspeto anteriormente referido da aplicação de telhas passadeiras para melhor circulação na cobertura. É ainda possível prever a aplicação de guardas junto aos beirados, contudo, a sua montagem acarretará problemas adicionais que se prendem com a sua solidez e a impermeabilização da cobertura, implicando a nível arquitetónico com a identidade das edificações do bairro.



5. Estudo de caso real de intervenção

Neste ponto irá ser apresentado um caso real de intervenção que foi acompanhado ao longo do estágio, sendo que este caso prático ficou sujeito aos projetos licenciados e aos interesses dos proprietários.

5.1. Localização

A moradia cuja intervenção foi acompanhada durante este estágio encontra-se situada em Loures, na freguesia da Bobadela (figura 5.1), mais precisamente na rua das Magnólias n.º 4 (figura 5.2).

O edifício encontra-se integrado no Bairro da Petrogal, constituído maioritariamente por moradias unifamiliares em banda.

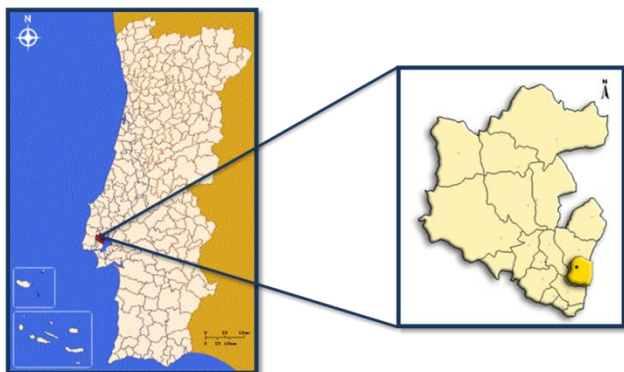


Fig. 5.1 – Localização da obra no território Nacional



Fig. 5.2 - Localização da obra no Bairro da Petrogal

5.2. Descrição do existente

Durante o estágio foi acompanhada a intervenção num dos fogos da segunda fase de construção do Bairro, situado na Rua das Magnólias n.º 4 como referido anteriormente. À semelhança das outras moradias existentes no Bairro, trata-se de uma vivenda de tipologia T3, composta por rés-do-chão com um quarto, cozinha e sala e primeiro andar com dois quartos e uma casa de banho. Esta habitação apresenta um anexo/ampliação ao nível do rés-do-chão onde foi feita, pelo antigo proprietário, uma pequena casa de banho com sanita, lavatório e base de duche de 0,6x0,6 m.

As lajes da habitação são constituídas por vigotas em betão pré esforçado espaçadas de 0,65 m e abobadilhas cerâmicas.

A estrutura resistente do edifício é constituída apenas por um pilar em betão armado a cada cunhal da habitação e ao nível das fundações por muros espessos em betão ciclópico, tanto na periferia da habitação como ao centro desta em forma de “T”, conforme descrito anteriormente no ponto “2.3. Tipo de Construção”.

As paredes da vivenda são compostas por um pano simples de alvenaria de tijolo furado, sem qualquer tipo de isolamento térmico e a estrutura da cobertura por vigotas de betão pré-esforçadas.

A rede de esgotos encontra-se em tubos de polietileno preto e as redes de águas quentes e frias em tubos de aço galvanizado.

No logradouro verifica-se apenas a existência de uma garagem, com dimensão suficiente para abrigar uma viatura, constituída por paredes simples em alvenaria de tijolo furado, rebocadas de ambos os lados e com uma cobertura em chapas de zinco.

5.3. Intervenção por passos

A Intervenção neste edifício teve início a 1 de março de 2012 e duração prevista de 7 meses, ou seja, com fim em finais de setembro de 2012. Foi dada a oportunidade de acompanhar a maior parte da duração da intervenção, estando presente na mesma desde o dia em que começou até ao dia 1 de setembro.

5.3.1. Trabalhos preparatórios e montagem do estaleiro

A intervenção foi iniciada pelo arrancamento de todos os revestimentos das paredes e dos pisos da habitação, elementos que se encontravam maioritariamente revestidos a azulejo e mosaico, respetivamente.

São exceção o corredor e quartos do primeiro andar, que se encontravam revestidos a tacos de madeira e que o antigo proprietário cobriu com alcatifa colada. Num esforço para se preservar estes tacos, visto estes serem para manter após a intervenção na moradia, a alcatifa não foi retirada servindo assim de proteção durante a duração da intervenção. Procedeu-se também nesta fase à remoção das loiças e móveis existentes nas casas de banho e cozinha.

Seguidamente procedeu-se à montagem de um estaleiro de obra, em que a casa de banho do primeiro piso foi adaptada e aproveitada para uso dos trabalhadores e um dos quartos do primeiro andar ficou destinado a vestiário dos mesmos. A zona do rés-do-chão e primeiro andar foi ainda aproveitada para armazenamento das armaduras, cimentos, placas de isolamento térmico e os restantes materiais da obra, à exceção da brita, areia e tijolos que foram armazenados numa zona do logradouro destinada para esse efeito.

Não existindo uma área fechada na obra, os martelos elétricos e o restante material de trabalho, não tinham sítio para serem guardados em obra, sendo transportados todos os dias, e no fim do horário de trabalho, para o estaleiro da empresa e no dia seguinte novamente para o local de trabalho. Já a mini retroescavadora "BobCat" Modelo 643 (figura 5.3), usada para auxiliar na escavação e movimentação de terras e entulho, permaneceu na obra durante a duração total da intervenção, ficando armazenada numa área do logradouro destinada a esse efeito.



Fig. 5.3 - "BobCat" modelo 643

O restante espaço do logradouro foi usado para armazenagem do entulho e terras, até que o seu volume justificasse a deslocação de um camião à obra para o seu transporte a vazadouro. Foi tida em atenção a necessidade de deixar um espaço no logradouro que permitisse o acesso, passagem e deslocação de pessoal e máquinas durante a intervenção (figura 5.4).



Fig. 5.4 - Estaleiro de obra e zona de armazenagem de entulho

5.3.2. Cobertura

O primeiro elemento da habitação a ser intervencionado foi a cobertura. Após remoção do telhado existente na ampliação feita pelo antigo proprietário, em telha cerâmica de aba e canudo, e montagem de um pequeno andaime nessa laje, procedeu-se à recuperação da cobertura da habitação (figura 5.5).

Foram removidas as telhas cerâmicas antigas, sendo posteriormente substituídas por telhas semelhantes existentes no mercado, nomeadamente telhas de aba e canudo vulgarmente denominadas de telhas cerâmicas lusa (figura 5.6).

A estrutura da cobertura, composta por vigamento e ripado em betão pré-esforçado, encontrava-se num bom estado de conservação pelo que se procedeu apenas ao desmonte e reposicionamento do ripado de betão, de modo a acompanhar o passo dos novos elementos cerâmicos (figura 5.7).



Fig. 5.5 - Andaime para acesso à cobertura



Fig. 5.6 - Telha cerâmica lusa, com marcação CE



Fig. 5.7 - Estrutura da cobertura

O isolamento térmico utilizado na cobertura foi o “TOPOX MUR CW 40” da “TOPOX-DOX S.L.”, com marcação CE, tendo sido aplicado diretamente na laje de esteira e sem qualquer tipo de fixação, visto este espaço não ser acessível e se encontrar resguardado (figura 5.8 e 5.9). O isolamento térmico aplicado apresenta as seguintes características:

- Condutibilidade térmica de $\lambda_D = 0,034 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{K})$;
- Resistência térmica de $R_D = 1,2 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{K)/W}$.



Fig. 5.8 - Marcação CE das placas de isolamento térmico



Fig. 5.9 - Aplicação do isolamento térmico na esteira

A nível de ganhos térmicos esta solução (isolamento térmico aplicado diretamente sobre a laje de esteira) será a que apresenta melhores resultados tendo em conta que este espaço não é acessível, criando uma caixa-de-ar ventilada entre as vertentes da cobertura e a laje de esteira, que irá contribuir positivamente para o conforto térmico da habitação.

5.3.3. Demolição, escavação, contenção e reforço estrutural

Os trabalhos de demolição começaram pela garagem previamente existente no logradouro, já descrita no ponto “5.2. Descrição do existente”.

Juntamente com a demolição da garagem procedeu-se à desmontagem e remoção de diversos elementos interiores da habitação, tais como portas, móveis, sanitários, etc., bem como à remoção de todos os revestimentos das paredes e pavimentos da habitação.

Seguidamente iniciaram-se os trabalhos de reforço estrutural e ampliação, executados de forma faseada conforme a seguir se indica, tendo-se começado os mesmos na fachada tardoz ao nível da cave, de modo a permitir a intervenção no interior da mesma.

Como crítica geral aos trabalhos descritos neste capítulo, é de referir que estes carecem de um projeto de demolição, devendo estes ser acompanhados de pelo menos um esquema temporal da execução dos trabalhos, encontrando-se também este em falta.

Primeira Fase:

Foram abertas as sapatas dos dois pilares laterais previstos em projeto, bem como a execução de caixas nos muros de fundação laterais em betão ciclópico para o seu encastramento (figura 5.10).

Procedeu-se ao posicionamento das armaduras destes pilares e respetivas sapatas, com posterior betonagem (betão tipo C20/25) dos mesmos recorrendo a uma cofragem tradicional de madeira de solho (figura 5.11).

Apesar de não se ter verificado nenhum escoramento significativo durante esta fase, o mesmo deveria ter sido executado previamente, recorrendo a extensores metálicos a fim de serem garantidas as condições de segurança para os trabalhadores.

Embora a laje de pavimento do rés-do-chão se encontre apoiada nos muros em betão ciclópico descritos anteriormente, os quais devido à sua elevada espessura (muros comuns às moradias contíguas), não apresentam grandes alterações na sua resistência e estabilidade estrutural com estes trabalhos, verifica-se que, por uma questão de segurança, os já referidos trabalhos de escoramento deveriam ter sido efetuados.



Fig. 5.10 - Abertura das sapatas



Fig. 5.11 - Posicionamento das armaduras das sapatas e pilares e cofragem destes elementos

Segunda Fase:

Após demolição parcial da fachada de tardoiz ao nível da cave foram colocadas duas vigas “HEB140”, posicionadas paralelamente e unidas entre si através de cordões de soldadura, sendo estas apoiadas nos pilares já referidos na primeira fase (figura 5.12).



Fig. 5.12 - Posicionamento de vigas metálicas

Também nesta fase foram dispensados os trabalhos de escoramento da laje de pavimento do rés-do-chão que, apesar de esta se encontrar apoiada nos muros periféricos e no muro central de betão ciclópico, deveriam ter sido previamente executados a fim de se garantir mais uma vez a segurança dos trabalhadores e a estabilidade da obra.

Terceira Fase:

Procedeu-se então ao escoramento da laje de piso do primeiro andar ao longo da fachada tardo, com recurso a extensores metálicos, tendo-se de seguida executado um rasgo contínuo na parede exterior. Neste rasgo foram colocadas duas vigas metálicas “HEB140”, posicionadas e soldadas de forma semelhante à descrita anteriormente e apoiadas em pilares de betão armado de pequenas dimensões (0,2x0,2 m) existentes nas paredes laterais.

Tendo em conta a dimensão reduzida dos pilares existentes e para possibilitar a demolição da parede tardo em segurança, procedeu-se ao escoramento contínuo das vigas instaladas (figura 5.13 e 5.14).

De seguida foram concluídas as demolições das paredes exteriores no tardo da habitação, parede interior perpendicular à fachada, bem como do anexo contíguo à mesma (figura 5.15).



Fig. 5.13 - Escoramento e execução de abertura ao nível do primeiro piso



Fig. 5.14 - Posicionamento das vigas metálicas



Fig. 5.15 - Posicionamento das vigas metálicas após demolição da fachada

Ainda durante esta fase foi executado um pilar de pequenas dimensões (0,2x0,1 m) incorporado na parede da cozinha, mais propriamente num dos cantos da mesma, a fim de suportar uma outra viga, perpendicular às referidas anteriormente e de características idênticas às destas. Este pilar tem como apoio o muro central em betão ciclópico ao nível da cave e, após demolição do mesmo, este passará a descarregar num pilar central que irá mais tarde aí ser executado (figura 5.16).



Fig. 5.16 - Execução de pilar e apoio de viga no mesmo

Quarta Fase:

Nesta quarta fase foram executadas as sapatas e respetivos pilares pertencentes à estrutura da ampliação ao nível da cave, de acordo com o projeto (figura 5.17).

Foram ainda executados muros de contenção entre os pilares de reforço da estrutura existente e os pilares pertencentes à estrutura de ampliação, de ambos os lados do logradouro (figura 5.18). Estes muros de suporte, e à semelhança dos que serão executados posteriormente em toda a periferia da cave, possuem na sua base uma sapata com cerca de 0,6 m de largura e 0,4 m de profundidade (figura 5.19). Entre estes muros e o terreno natural serão ainda aplicadas lâminas nodulares de polietileno de alta densidade (PEAD) para drenagem destes e da cave (figura 5.18).



Fig. 5.17 - Abertura das sapatas, posicionamento das armaduras e betonagem destes elementos



Fig. 5.18 - Muros de suporte entre pilares

Fig. 5.19 - Sapata do muro de suporte

Quinta Fase:

Durante esta fase, e após demolição parcial do muro central da cave perpendicular à fachada tardoz já referido no ponto “2.3. Tipo de construção”, foi escavado o terreno e executada a sapata e o respetivo pilar central da cave (figura 5.20 e 5.21).



Fig. 5.20 - Sapata do pilar central da cave



Fig. 5.21 - Cofragem e execução do pilar central da cave

De seguida procedeu-se à colocação de duas vigas “HEB140”, posicionadas uma de cada lado, paralelamente ao muro central anteriormente referido. Estas vigas foram unidas por soldadura numa das extremidades às vigas metálicas já mencionadas na segunda fase, apoiadas a meio vão no pilar atrás referido e na outra extremidade no muro de contenção periférica em betão ciclópico já existente (figura 5.22).



Fig. 5.22 - Apoio das vigas metálicas perpendiculares às fachadas nas vigas já existentes e no pilar central da cave

Mais tarde, e após a execução do muro de contenção sob a fachada principal do edifício na sexta fase, esta extremidade passou a ficar apoiada nesta mesma parede (figura 5.23).

Aquando destes trabalhos demoliu-se ainda o muro central paralelo às fachadas e equidistante das mesmas, procedendo-se de seguida ao reforço desta zona através da aplicação de uma viga metálica de características semelhantes às usadas anteriormente. Esta viga foi encastrada no muro periférico em betão ciclópico existente numa das extremidades, e apoiada no pilar central da cave na outra, tendo sido esta

ligação reforçada recorrendo à sua soldadura a uma das vigas anteriormente referidas (figura 5.24).



Fig. 5.23 - Apoio das vigas perpendiculares às fachadas no muro de contenção



Fig. 5.24 - Apoio da viga paralela às fachadas no pilar central e na parede de contenção

Sexta Fase:

Demolição do muro central paralelo à fachada tardoz e início dos trabalhos de escavação da futura cave. Esta escavação foi executada de forma faseada, sendo intercalada com a execução de um muro de contenção em toda a periferia da cave, conforme projeto (figura 5.25).

Este muro de contenção, como já referido anteriormente, apresenta uma sapata contínua 0,6 m de largura e 0,4 m de profundidade, acompanhando todo o desenvolvimento do mesmo.

É de salientar o facto de este muro fazer um “dente”, estando cerca de 0,2 m da sua espessura sob o muro em betão ciclópico já existente e os restantes 0,1 m de espessura acompanharem este último ao longo de aproximadamente 0,6 m de altura (figura 5.26).



Fig. 5.25 - Escavação faseada e execução de muro de contenção



Fig. 5.26 - Pormenor do muro de contenção

Sétima Fase:

Foi executada a laje de pavimento da ampliação ao nível do rés-do-chão bem como o prolongamento dos pilares da cave até ao primeiro piso, recorrendo a cofragem tradicional em madeira de solho e posterior betonagem da mesma. Nesta laje foram deixadas armaduras de espera que irão estabelecer a ligação à estrutura da escada de acesso do logradouro ao rés-do-chão (figura 5.27 e 5.28).



Fig. 5.27 - Cofragem, posicionamento da armadura e betonagem de laje de piso e pilares do rés-do-chão



Fig. 5.28 - Pormenor das armaduras de espera para escada

Ainda durante esta fase foi finalizada a escavação e contenção da futura cave (figura 5.29).



Fig. 5.29 - Escavação e contenção da cave finalizadas

Oitava Fase:

Procedeu-se à execução, de forma semelhante à anteriormente referida para o rés-do-chão, da laje de pavimento do primeiro andar e dos respetivos pilares (figura 5.30). Foi ainda betonada a já mencionada escada de acesso do nível da cave ao rés-do-chão, recorrendo mais uma vez a cofragem tradicional em madeira de solho (figura 5.31).



Fig. 5.30 - Cofragem, posicionamento das armaduras e betonagem da laje e pilares do primeiro andar



Fig. 5.31 - Execução da escada de acesso ao logradouro

5.3.4. Alterações arquitetónicas

A maior intervenção arquitetónica executada consiste no aumento das áreas de habitação, por meio da ampliação do piso térreo em cerca de 3 m de profundidade e abertura da já referida cave no ponto “5.3.3 - Demolição, escavação, contenção e reforço estrutural”. Esta ampliação consiste na demolição da fachada tardoz e posterior execução, tanto da laje da ampliação como de uma nova fachada, em alvenaria dupla de tijolo furado com caixa-de-ar totalmente preenchida com isolamento térmico tipo XPS de 4 cm de espessura (figura 5.32).

Na execução destas paredes em alvenaria de tijolo furado, teve-se em atenção as uniões das mesmas com os pilares em betão armado da estrutura da habitação, pelo se procedeu ao reforço destas recorrendo a uma rede de fibra de vidro antialcalina (figura 5.33).

Ainda neste âmbito executou-se a abertura da cave, com cerca de 2,4 m de pé direito, em toda a extensão da habitação, acompanhando também a ampliação referida no parágrafo anterior. As paredes da cave, à semelhança das executadas ao nível do rés-do-chão, são constituídas por dois panos em alvenaria de tijolo furado com caixa-de-ar totalmente preenchida com isolamento térmico tipo XPS de 4 cm de espessura. Estas paredes da cave foram assentes sobre uma sapata em betão armado executada diretamente no terreno (figura 5.34).

A fim de se aumentarem as áreas de algumas divisões da habitação foram ainda demolidas algumas paredes interiores, nomeadamente na zona da sala ao nível do rés-do-chão (figura 5.35) e no primeiro piso na zona dos quartos (figura 5.36).



Fig. 5.32 - Isolamento térmico XPS em caixa-de-ar



Fig. 5.33 - Rede de fibra de vidro na união do pilar com a parede de alvenaria



Fig. 5.34 - Execução de sapata sob paredes de alvenaria ao nível da cave

Foi ainda executada uma casa de banho ao nível do rés-do-chão, zona onde terá um acesso facilitado, bem como um hall de entrada (figura 5.37). Esta casa de banho será dotada de uma sanita, um lavatório e um poliban, tratando-se assim de uma instalação sanitária completa.

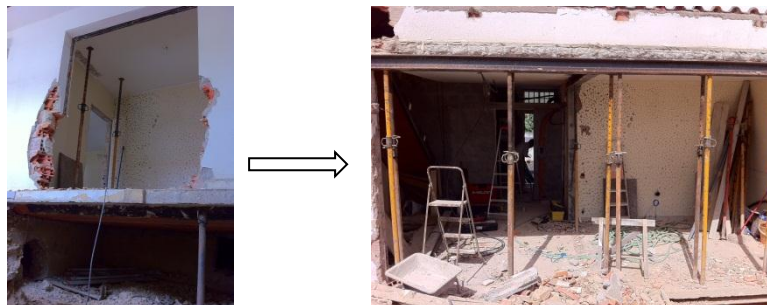


Fig. 5.35 - Demolição da parede da sala ao nível do rés-do-chão



Fig. 5.36 - Demolição das paredes dos quartos ao nível do primeiro andar



Fig. 5.37 - Execução de parede da casa de banho e hall de entrada ao nível do rés-do-chão

5.3.5. Redes

Procedeu-se à substituição da rede de esgotos existente em polietileno preto, por uma rede em tubos PVC, com uma durabilidade superior, sendo que esta teve de ser aumentada a fim de abranger a nova casa de banho situada no piso térreo (figura 5.38).

Substituiu-se a rede de águas existente em aço galvanizado, por uma nova rede em tubos multicamada, tanto para as águas quentes como para as águas frias, tendo também esta sido expandida a fim de acomodar a já referida instalação sanitária ao nível do rés-do-chão (figura 5.39). O novo contador de água, ao contrário do anterior, encontra-se agora no lado exterior da habitação, em caixa própria para o efeito (figura 5.40).

Executou-se ainda uma rede de gás, em tubo de cobre revestido a PVC, que poderá ser alimentada de duas formas distintas: através de bilhas de gás ou através da rede de gás natural (figura 5.39). Não estando esta última ainda disponível no Bairro, foi apenas assente a caixa para o futuro contador de gás e foram deixados tubos tamponados sob o passeio para futura ligação à rede (figura 5.41). Até que a rede de gás natural esteja disponível na zona, o aquecimento das águas será feito recorrendo

a bilhas de gás, cujo compartimento se encontra situado no exterior, debaixo das escadas de acesso ao logradouro, permitindo desta forma a sua correta ventilação.



Fig. 5.38 - Tubagens de esgoto em PVC



Fig. 5.39 - Tubagens de água e gás em tubo multicamada e tubo em cobre revestido a PVC, respetivamente



Fig. 5.40 - Caixa exterior para contador da água



Fig. 5.41 - Caixa exterior para contador do gás

Relativamente à rede elétrica, procedeu-se a uma reformulação total da mesma, incluindo substituição do quadro elétrico existente visto este não se encontrar de acordo com a legislação atual (figura 5.42). Executou-se também uma rede ITED (infraestruturas de telecomunicações em edifícios) constituída por uma caixa de ATI (armário de telecomunicações individual) e uma tomada de televisão, internet e telefone em todas as divisões da habitação à exceção das instalações sanitárias (figura 5.43).



Fig. 5.42 - Caixa para novo quadro elétrico



Fig. 5.43 - Caixa ATI da rede ITED

Será ainda de referir que parte das redes anteriormente mencionadas passará sobre um teto falso executado posteriormente, possibilitando desta forma o seu fácil acesso e evitando a abertura de roços nas paredes (figura 5.44 e 5.45).



Fig. 5.44 - Tubagens fixas ao teto real



Fig. 5.45 - Estrutura e teto falso aplicado

5.3.6. Fachadas

Nos trabalhos relativos às fachadas, foram instaladas caixas de estore isotérmicas com isolamento térmico em poliestireno de alta densidade (EPS) incorporado. Estas caixas apresentam uma pequena camada de fibra resinosa no seu exterior, promovendo a aderência do reboco e um melhor isolamento térmico (figura 5.46).

De forma a evitar a fissuração do reboco na zona da união da caixa de estore com a parede executou-se um reforço desta área recorrendo a uma rede de fibra de vidro antialcalina (figura 5.47).



Fig. 5.46 - Caixa de estore isotérmica



Fig. 5.47 - Reforço com rede de fibra de vidro da união da caixa de estore com parede em alvenaria

Procedeu-se ainda à substituição das caixilharias existentes em alumínio sem corte térmico por caixilharias oscilo-batentes de vidro duplo em PVC da marca “REHAU” (figura 5.48).



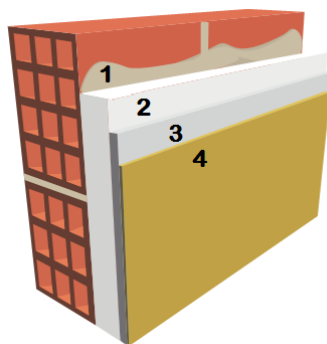
Fig. 5.48 – Caixilharias oscilo-batentes em PVC com vidro duplo

Dado o bom estado de conservação das fachadas do edifício, procedeu-se apenas à reparação de pequenos danos presentes nestas e à sua posterior pintura, não se verificando a necessidade de uma intervenção mais profunda.

5.3.7. Isolamentos e impermeabilizações

Para as paredes exteriores optou-se pela aplicação de sistema compósito de isolamento térmico pelo exterior, vulgarmente denominado de ETIC (External Thermal Insulation Composite System).

O sistema adotado foi o “Weber.Therm Classic”, com documento de homologação número DH 911 do LNEC, sendo este um sistema contínuo para revestimento exterior de paredes em fachada que, combinando a utilização de um material rígido de isolamento térmico e com revestimentos de acabamento e decoração adequados, proporciona um elevado grau de eficácia na proteção térmica da zona opaca das paredes. O sistema será portanto constituído por diversas camadas de acordo com o seguinte esquema [32]:



- 1 – Argamassa para colagem das placas de isolamento térmico à base;
- 2 – Placa de isolante térmico colada e/ou fixada ao pano de parede resistente (É considerado isolante térmico um material com condutibilidade térmica (λ) inferior a 0,065 W/(m.K) ou cuja resistência térmica (R) é superior a 0,30 (m².K)/W – Anexo II RCCTE);
- 3 – Reboco delgado armado com rede de fibra de vidro, revestindo as placas;
- 4 – Revestimento decorativo que proporcionará acabamento e resistência às solicitações climáticas e mecânicas.

A execução do sistema de isolamento térmico na fachada tardoz da habitação começou pela aplicação da argamassa de colagem “Weber.Therm pro” (figura 5.49), seguida da colagem das placas de EPS (poliestireno expandido) nesta argamassa (figura 5.50) e a sua posterior fixação mecânica recorrendo a furações feitas na placa

de EPS e parede resistente onde fixaram peças plásticas próprias para o efeito (figura 5.51).



Fig. 5.49 - Argamassa de colagem Weber.Therm Pro



Fig. 5.50 - Colagem das placas EPS



Fig. 5.51 - Fixação mecânica das placas EPS

Posteriormente, e após colocação de calhas metálicas com rede de fibra de vidro em todas as arestas do isolamento térmico para reforço das mesmas (figura 5.52), executou-se um barramento geral, com duas demãos, destas placas com a argamassa de revestimento “weber.prim regulator” (figura 5.53). Neste barramento foi ainda incorporada uma rede de fibra de vidro, entre demãos de argamassa de revestimento, reforçando desta forma a sua resistência mecânica.



Fig. 5.52 - Calha metálica para reforço das arestas do isolamento térmico



Fig. 5.53 - Argamassa de revestimento weber.therm regulator

Para acabamento, procedeu-se à aplicação de um barramento geral com argamassa de acabamento “weber.plast decor F”, composto por duas demãos (figura 5.54).



Fig. 5.54 - Camada de acabamento com weber.plast decor F

Ao nível da laje do rés-do-chão, e sendo a cave um espaço não habitado, apesar de não ter sido executado nenhum isolamento térmico, o mesmo deveria ter sido previsto, contribuindo desta forma para um melhor comportamento térmico da habitação e consequente diminuição dos gastos energéticos da mesma.

A instalação deste isolamento térmico deverá ser feita na face inferior da laje de pavimento do piso térreo, tirando assim partido da sua inércia térmica. Este isolamento térmico poderá ser constituído por placas de isolamento térmico “TOPOX MUR CW 40” da “TOPOX-DOX S.L.”, já referidas no ponto “5.3.2. Cobertura” (figura 5.8), com as seguintes características:

- Condutibilidade térmica de $\lambda_D = 0,034 \text{ W/(m.K)}$;

Considerando que a laje constituída por vigotas pré-esforçadas em betão armado e abobadilhas cerâmicas apresenta comportamento térmico semelhante ao das paredes de alvenaria calculadas em “4.7.2. Paredes exteriores e caixilharias” obtêm-se os seguintes valores:

Será considerada uma espessura de 16 cm e uma área de 50 m^2 para a laje de pavimento do piso térreo, bem como uma espessura de 4 cm para o isolamento térmico com placas de XPS.

Laje sem isolamento térmico:

$$R_{laje} = \frac{0,16}{1,15} = 0,139 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W} \quad \text{(Equação 5.1)}$$

$$R_{eq-laje} = 0,12 + 0,04 + 0,139 \rightarrow R_{eq-laje} = 0,299 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W} \quad \text{(Equação 5.2)}$$

$$U_{eq-laje} = \frac{1}{0,299} \rightarrow U_{eq-laje} = 3,345 \text{ W}/(m^2 \cdot K) \quad (\text{Equação 5.3})$$

Laje isolada com 4 cm de XPS:

$$R_{XPS} = \frac{0,04}{0,034} = 1,177 \text{ (m}^2 \cdot K\text{)}/W \quad (\text{Equação 5.4})$$

$$R_{eq-isol} = 0,12 + 0,04 + 0,139 + 1,177 \rightarrow R_{eq-isol} = 1,476 \text{ (m}^2 \cdot K\text{)}/W \quad (\text{Equação 5.5})$$

$$U_{eq-isol} = \frac{1}{1,476} \rightarrow U_{eq-isol} = 0,678 \text{ W}/(m^2 \cdot K) \quad (\text{Equação 5.6})$$

Será agora considerada uma temperatura interior (T_i) = 20 °C para o espaço habitado e uma temperatura exterior média num mês de aquecimento (janeiro por exemplo) (T_e) = 11 °C para o espaço não aquecido.

$$E_{laje-dia} = \frac{24 \times (20 - 11) \times 50 \times 3,345}{1000} = 36,13 \text{ kWh por dia} \quad (\text{Equação 5.7})$$

$$E_{isol-dia} = \frac{24 \times (20 - 11) \times 50 \times 0,678}{1000} = 7,322 \text{ kWh por dia} \quad (\text{Equação 5.8})$$

$$E_{laje-dia} - E_{isol-dia} = 28,81 \text{ kWh por dia} \quad (\text{Equação 5.9})$$

Verificam-se portanto ganhos energéticos na ordem dos 28,8 kWh por dia (cerca de 80% de diminuição de consumo de energia) apenas pela aplicação de isolamento térmico na laje de pavimento do piso térreo. Como tal, verifica-se a viabilidade e importância da solução proposta.

Relativamente às impermeabilizações da varanda e terraço, do piso térreo e primeiro piso respetivamente, estas foram executadas de forma semelhante à descrita anteriormente no ponto “4.7.4. Lajes”. Para tal recorreu-se à utilização de uma argamassa de características impermeáveis, “Weber.dry KG”, aplicada em várias camadas, no meio das quais se incorporou uma rede de fibra de vidro antialcalina para aumentar a sua resistência mecânica (figura 5.55). A primeira camada aplicada deverá

apresentar uma espessura de 2 a 5 mm e a espessura final mínima do reboco deverá ser de 10 mm.

Tanto a rede de fibra de vidro como o reboco impermeável foram aplicados acompanhando em cerca de 10 cm de altura das paredes em contacto com as áreas a impermeabilizar a fim de se evitarem infiltrações nas uniões destas com o pavimento (figura 5.56).



Fig. 5.55 - Incorporação da rede de fibra de vidro no reboco de impermeabilização



Fig. 5.56 - Acompanhamento nas paredes do reboco de impermeabilização e rede de fibra de vidro

5.3.8. Revestimentos interiores

Dado o reboco das paredes interiores do edificado em intervenção se encontrar em bom estado de conservação, procedeu-se apenas à sua picagem a fim de promover uma melhor aderência do novo acabamento final a aplicar em estuque (figura 5.57). Após a picagem das paredes em geral e remoção de áreas do reboco em que se verificou a fraca aderência do mesmo à parede de suporte, foram aplicadas duas camadas de estuque projetado, sendo a primeira para regularização da base e a segunda para acabamento, recorrendo a uma máquina própria para o efeito (figura 5.58).



Fig. 5.57 - Picagem do reboco



Fig. 5.58 - Máquina de projetar estuque

Nas instalações sanitárias e cozinha procedeu-se à execução de um revestimento a peças cerâmicas, tanto nos pavimentos como nas paredes. A colagem destes elementos foi feita recorrendo a argamassas de colagem (“weber.col flex XL”), sendo aplicado um barramento fino de argamassa sobre o suporte, recorrendo a uma talocha dentada para criar cordões de argamassa de colagem (figura 5.59).

A peça deverá ser apertada contra o suporte a fim de garantir o esmagamento dos cordões de cola e, conseqüentemente, o preenchimento da totalidade da área da peça cerâmica. Nesta fase poder-se-á recorrer ao uso de um maço de borracha para auxiliar no assentamento das peças (figura 5.60).



Fig. 5.59 - Cordões de cola feitos com talocha dentada



Fig. 5.60 - Recurso a maço de borracha para correto esmagamento dos cordões de cola

5.3.9. Vias

Durante a intervenção efetuada neste edifício não se verificou nenhuma intervenção ao nível das vias, sendo que, o acesso principal da habitação deveria ser revisto visto este, apesar de ser feito por meio de uma rampa, apresentar inclinações que tornam muito difícil ou mesmo impossível a entrada de uma pessoa em cadeira de rodas.

Ainda se verifica que a porta de acesso ao edificado não apresenta dimensões tais que permitam a passagem da já referida cadeira de rodas.

5.3.10. Equipamento

Apesar de não ter sido instalado qualquer tipo sistema de aproveitamento da energia solar nem um sistema de ar condicionado ou, pelo menos, da pré-instalação do mesmo, seriam soluções a ponderar. Como já referido anteriormente estes sistemas, com especial incidência no sistema de painéis solares, verificam-se uma mais-valia no que se refere a uma redução de consumo de energia e conseqüente redução de custos.

5.3.11. Trabalhos do logradouro

Nesta área foram executados dois muros de vedação, um de cada lado do logradouro, constituídos por um pano de alvenaria de tijolo furado e pilares em betão armado de reduzidas dimensões (figura 5.61).



Fig. 5.61 - Muros laterais de vedação na zona do logradouro

Apesar de não ter sido possível acompanhar a sua finalização durante o estágio, estava prevista a execução de um telheiro com acesso por portão para o exterior para permitir o parqueamento de duas viaturas dentro do terreno.

6. Conclusões

6.1. Gerais

Verifica-se que é possível reabilitar o património habitacional unifamiliar do Bairro da Petrogal, de acordo com os requisitos atuais.

Após a elaboração deste trabalho e acompanhamento de uma intervenção numa das edificações do Bairro da Petrogal, pode-se chegar à conclusão que o modelo teórico proposto se adequa, no geral, à prática da reabilitação do património habitacional na zona em estudo.

A praticabilidade desta reabilitação prende-se com o facto do Bairro se encontrar localizado numa zona que dispõe de um acesso privilegiado à metrópole, bem como por as soluções a adotar, para que o mesmo reúna as condições pretendidas, serem soluções relativamente simples de executar e conseqüentemente com uma relação custo/benefício bastante favorável. A simplicidade destas soluções deve-se, em parte, ao bom estado de conservação em que se encontram a maioria dos edifícios do Bairro.

Registando-se esta viabilidade da reabilitação do património habitacional unifamiliar do Bairro há que ter em conta que, para o sucesso da mesma, seja de extrema importância que a rede de serviços de transportes públicos seja repensada, tendo em conta a comodidade e segurança dos habitantes do Bairro. Ainda neste âmbito há que ponderar a reformulação do estacionamento público, que neste momento se verifica insuficiente.

6.2. Parciais

Durante o acompanhamento da intervenção na moradia, verificou-se a necessidade da existência de processos construtivos e esquemas temporais de execução dos trabalhos, não só para facilidade de execução como de compreensão e acompanhamento do desenvolvimento da obra.

Contrastando o modelo teórico desenvolvido com a experiência prática obtida, regista-se ainda a necessidade de sensibilizar os potenciais utentes para a implementação em

obra das medidas que conduzem à garantia da eficiência energética, das acessibilidades e da coerência arquitetónica e urbana do Bairro. Dever-se-á ainda proceder ao estabelecimento de critérios e colocação de equipamentos no âmbito da engenharia e segurança no trabalho para assegurar melhores condições para futuras manutenções periódicas.

De forma geral, verificou-se durante o estágio a facilidade de aplicação de soluções para que as habitações apresentem características que vão ao encontro da regulamentação atual, de que é exemplo o RCCTE.

6.3. Propostas de trabalhos futuros

Como complemento ou continuação deste trabalho, sugerem-se abaixo alguns temas que pensamos ser relevantes no âmbito da reabilitação:

- Análise da reabilitação urbana do Bairro;
- Análise da valorização do património após intervenção de reabilitação;
- Desenvolvimento de modelo integrado de reabilitação do património para outros Bairros Operários da Área Metropolitana de Lisboa;
- Estabelecimento de um programa de manutenção para o património habitacional.

Bibliografia

- [1]. PAIVA, José Vasconcelos; AGUIAR, José; PINHO, Ana – “Guia Técnico de Reabilitação Habitacional”. Edições IHRU, 2006.
- [2]. LOPES, Mário – “Sismos e Edifícios”. Edições Orion, 2008.
- [3]. AGUIAR, José; APPLETON, João; CABRITA, António Reis – “Manual de Apoio à Reabilitação dos edifícios do Bairro Alto”. Câmara Municipal de Lisboa, 1992.
- [4]. PAIVA, José Vasconcelos; PINA SANTOS, Carlos – “Caraterização Térmica, por Via Analítica, de Paredes de Alvenaria de Utilização Corrente em Portugal”. LNEC, 2002.
- [5]. FERREIRA, Ana Luísa – “Causas e Classificações de Patologias em Paredes de Alvenaria de Pedra”. Construlink, julho 2003.
- [6]. LOPES, Cristina Bento – “Conservação e Reabilitação de Edifícios Antigos do Centro Histórico de Palmela”. IST, fevereiro 2004.
- [7]. AGUIAR, José; CARVALHO, Fernanda; SILVA, António; VEIGA, Maria – “Conservação e Renovação de Revestimentos de Paredes em Edifícios Antigos”. LNEC, 2004.
- [8]. SALTA, Maria Manuela – “Inspeção e Controle da corrosão das Armaduras do Betão”. LNEC, 1990.
- [9]. PEREIRA, Luz Valente – “Reabilitar o Urbano ou como Restituir a Cidade à Estima Pública”. LNEC, 1987.
- [10]. PEREIRA, Luz Valente – “Metodologia de Planeamento de Reabilitação de Áreas Urbanas”. LNEC, 1991.
- [11]. PEREIRA, Luz Valente – “A Leitura da Imagem de uma Área Urbana como Preparação para o Planeamento/Ação da sua Reabilitação”. LNEC, 1996.
- [12]. GUTERRES, João – “Modelo de Intervenção para a Reabilitação dos Bairros Históricos de Lisboa”. janeiro 2009.
- [13]. <http://www.memoriaportuguesa.com/bobadela-loures> - Consultado em maio de 2012.
- [14]. Website do Centro Nacional de Estatística (<http://www.ine.pt>) - Consultado em maio de 2012.
- [15]. C.M. Loures – “Atualização do Diagnóstico Social Concelhio - Relatório dos Dados Quantitativos”, 2010.
- [16]. http://www.monumentos.pt/Site/APP_PagesUser/SIPA.aspx?id=23974 – Consultado em maio de 2012.

- [17]. C.M. Loures – “Plano de Pormenor do Bairro da Petrogal – Memória Descritiva e Justificativa”. C.M. Loures, 2005.
- [18]. C.M. Loures – “Plano de Pormenor do Bairro da Petrogal – Regulamento do Plano de Pormenor”. C.M. Loures, 2005.
- [19]. http://www.construlink.com/2003_GuiaoTecnico/Ficheiros/gt_325_onduline_17_2006_05_22.pdf - Consultado em maio de 2012.
- [20]. Manual de aplicação de subtelha Onduline
(<http://www.onduline.com/pt//files/docs/1275903772.pdf>)
- [21]. Declaração de conformidade CE do produto “Weber.Dry KG” de acordo com EN998-1 (<http://www.onduline.com/pt//files/docs/1275903772.pdf>)
- [22]. <http://www.weber.com.pt/argamassas-tecnicas/o-guia-weber/produtos/impermeabilizacao-e-tratamento-de-humidades/weberdry-kg.html> - Consultado em abril 2012.
- [23]. LNEC – Documento de Homologação DH241, outubro de 1985.
- [24]. PRIME – Guia para Instaladores de Coletores Solares
(http://www.aguaquentesolar.com/publicacoes/27/14_Guia%20pr%20Instaladores.pdf)
- [25]. <http://www.lusosol.com/instalacao.htm> - Consultado em maio de 2012.
- [26]. http://www.longitude-latitude-maps.com/city/171_83,Bobadela,Lisboa+e+Vale+do+Tejo,Portugal – Consultado em maio 2012.
- [27]. Luís Roriz – Uso de painéis Solares Térmicos
(http://web.ist.utl.pt/luis.roriz/MyPage/Solar_Term.pdf)
- [28]. www.tecnograffiti.com – Consultado em junho 2012.
- [29]. http://www.imperialum.com/default.asp?s=226&sparent=81&sroot=79&cm_id=29 – Consultado em julho 2012
- [30]. LNEC – ITE 50, 2006.
- [31]. http://construirconsaint-gobain.com/jan2012_weber-therm-mineral.html - Consultado em julho de 2012.
- [32]. Weber.Therm – Manual Técnico
(http://www.weber.com.pt/uploads/media/Manual_weber.therm_2008_01.pdf)
- [33]. <http://www.weber.com.pt/revestimento-e-renovacao-de-fachadas/o-guia-weber/produtos/isolamento-termico-pelo-exterior-etics/webertherm-pro.html> - Consultado em julho de 2012
- [34]. Decreto-Lei 80/2006, de 4 de abril, Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE).
- [35]. EN ISO 10077-1 - Thermal performance of windows, doors and shutters. Calculation of thermal transmittance.



- [36]. Deleme – Guia térmico (http://www.deleme.pt/admin/ficheiros/guia_termico.pdf)
- [37]. EN 12207 – Windows and doors – Air permeability – Classification.
- [38]. EN 14351-1 – Windows and doors – Product standard, performance characteristics.
- [39]. NP 1037-1 – Ventilação e evacuação dos produtos da combustão dos locais com aparelhos a gás.
- [40]. www.gyptec.eu – Consultado em agosto de 2012.
- [41]. <http://www.soviduca.com/laminado.html> - Consultado em agosto de 2012.
- [42]. C.M. Loures – Alvará n.º 13/99.





Anexos





Anexo A – Esquema de Implantação

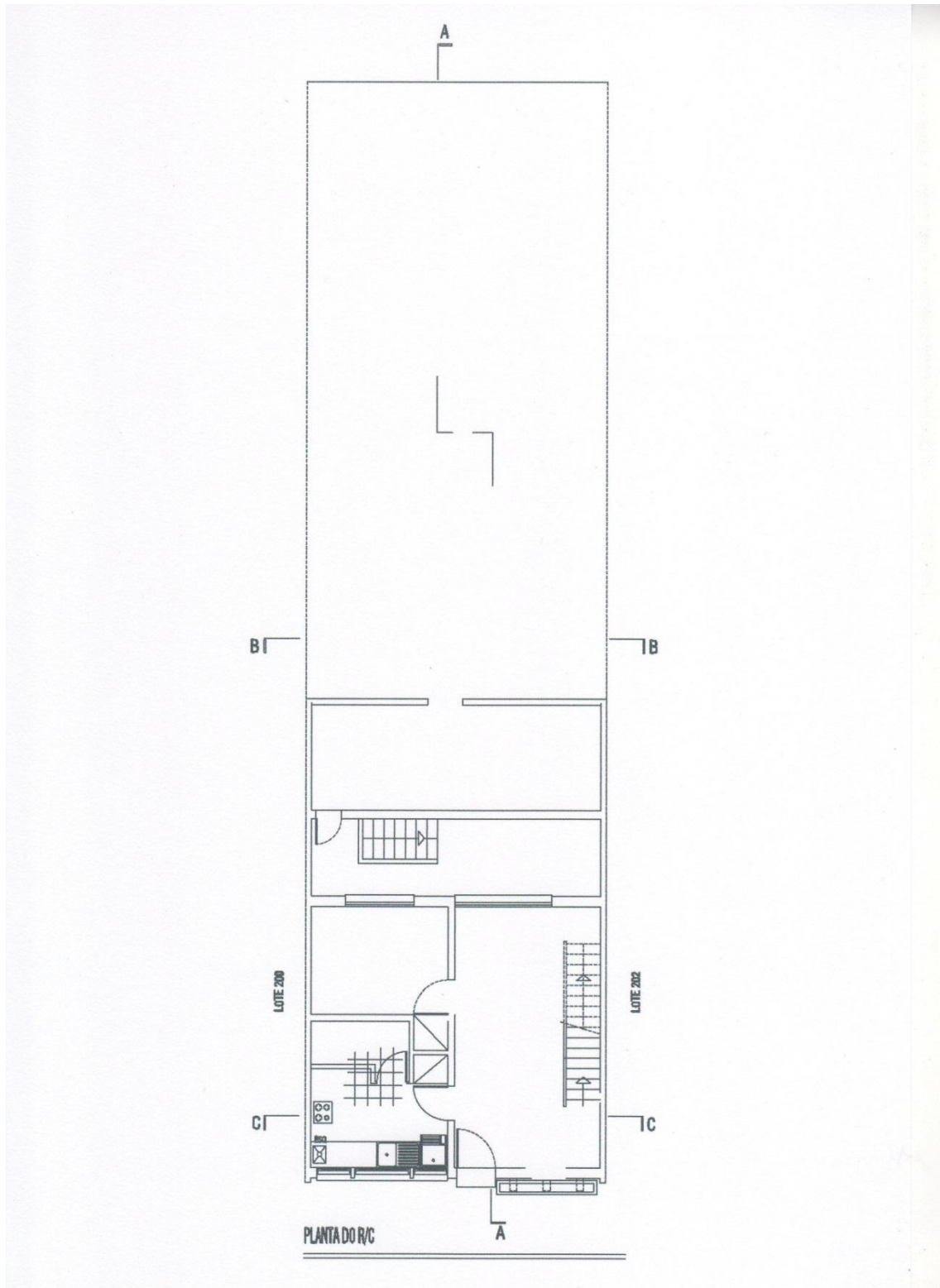






Anexo B – Planta do Rés-do-chão



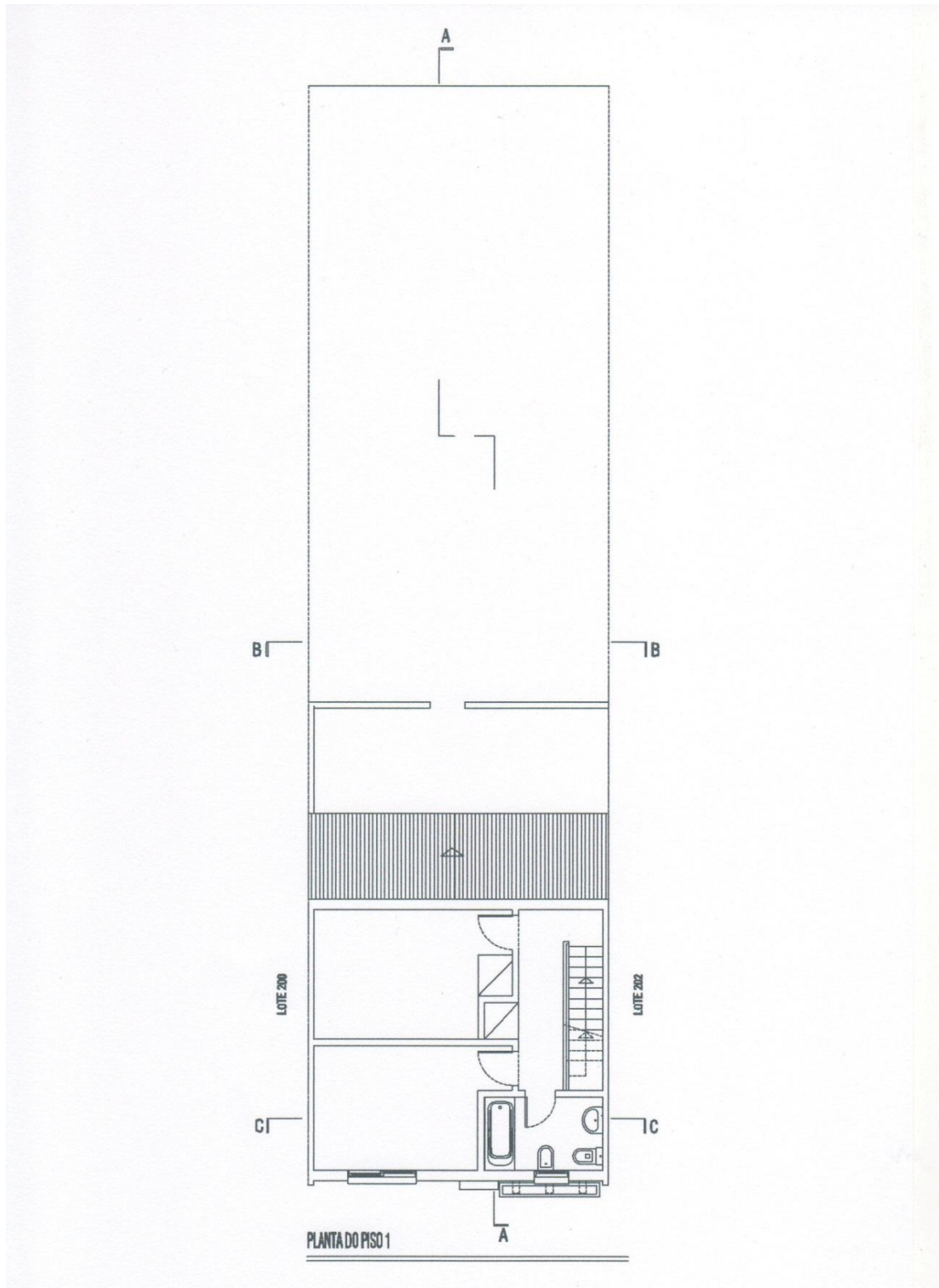






Anexo C – Planta do Piso 1



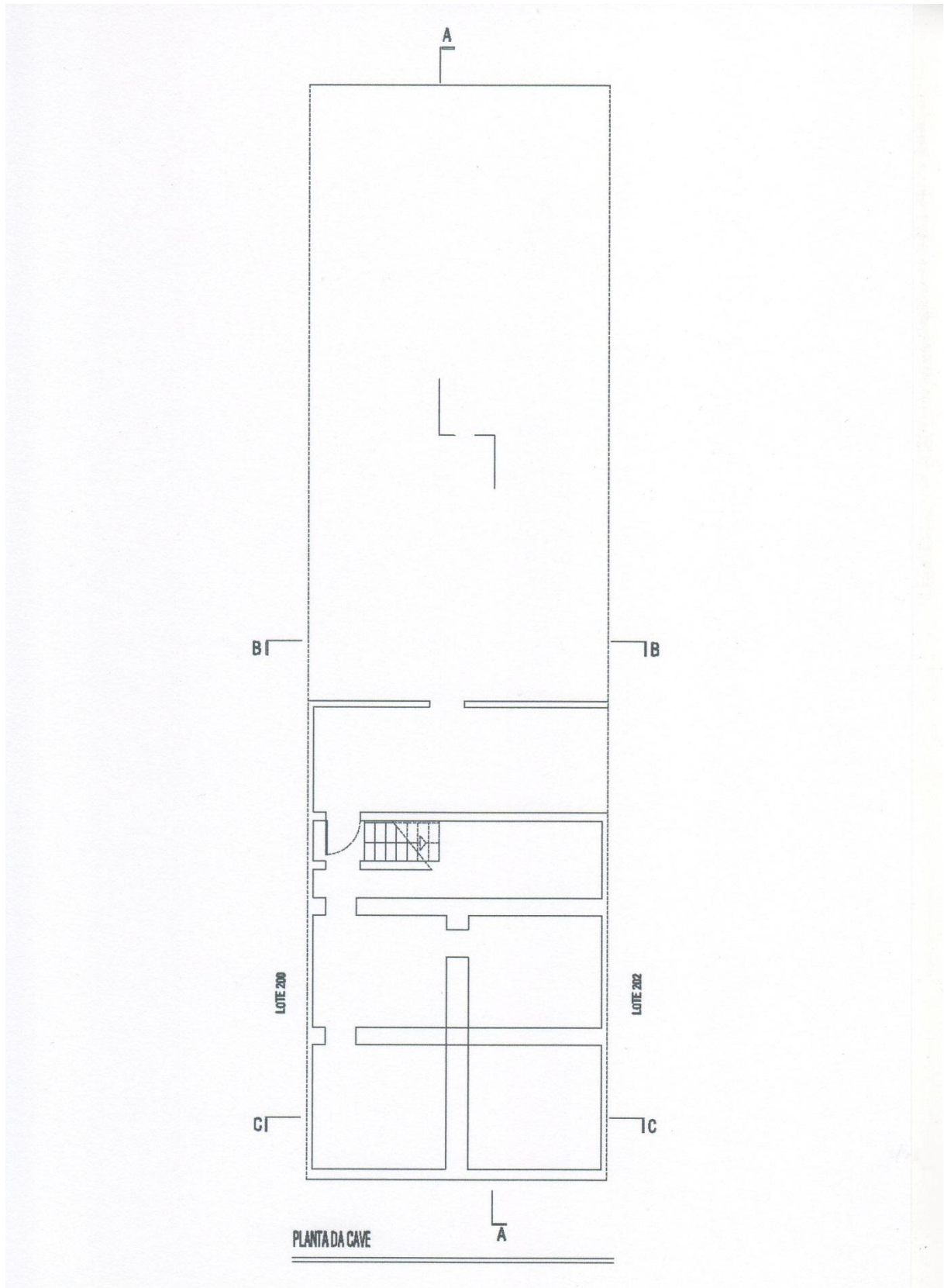






Anexo D – Planta da Cave



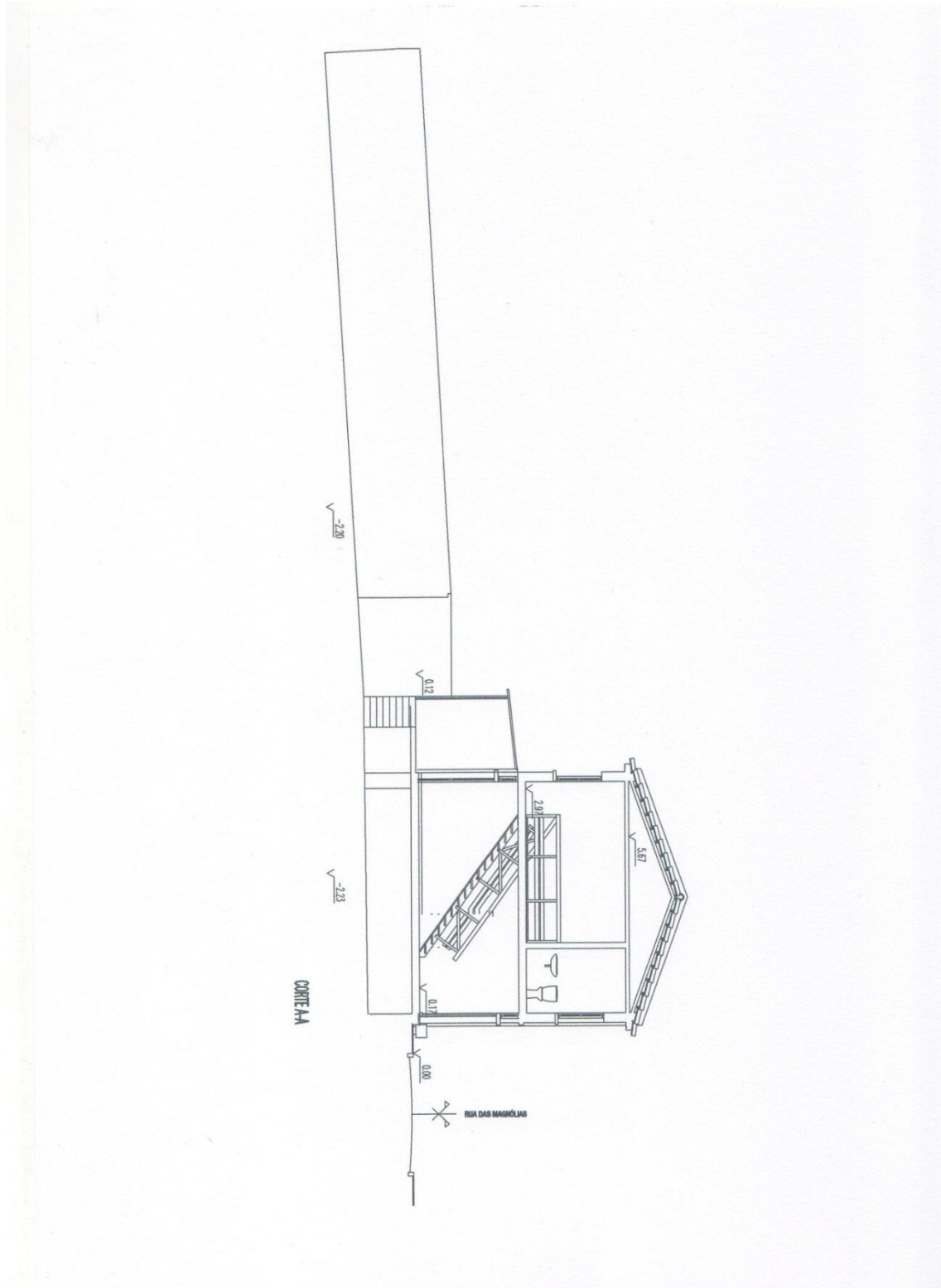






Anexo E – Corte A-A



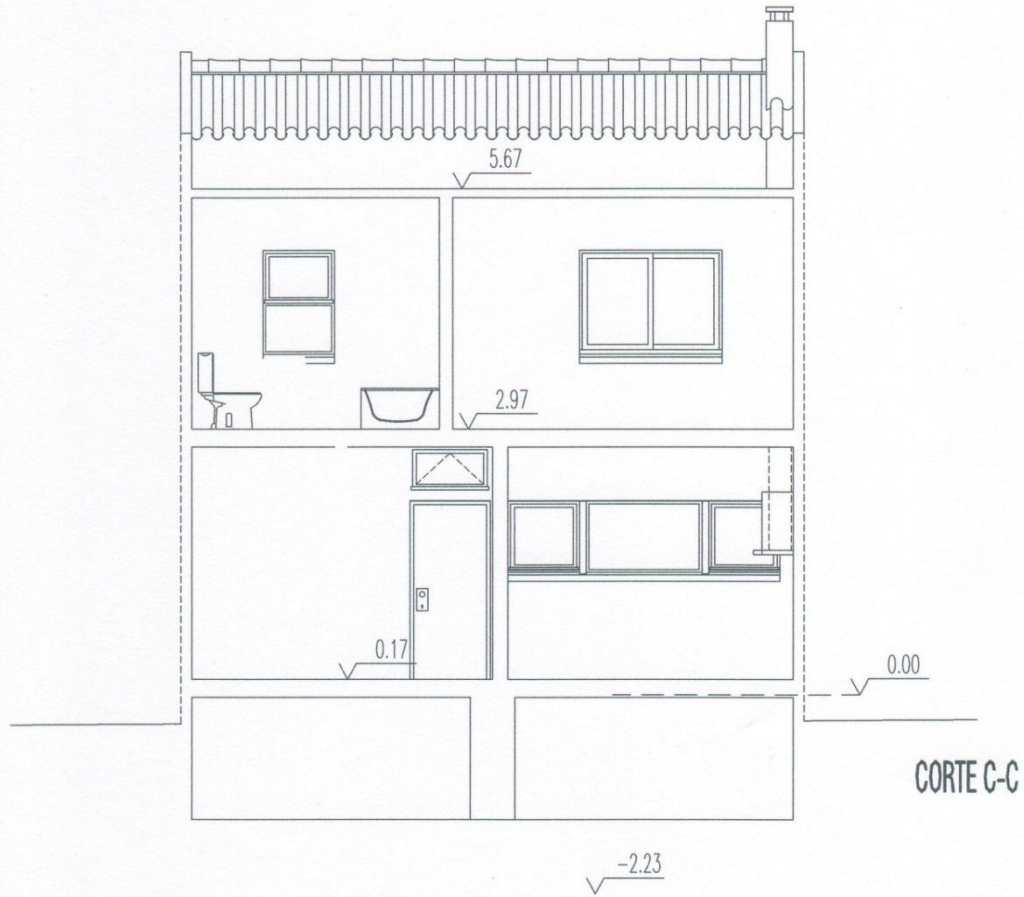






Anexo F – Corte C-C



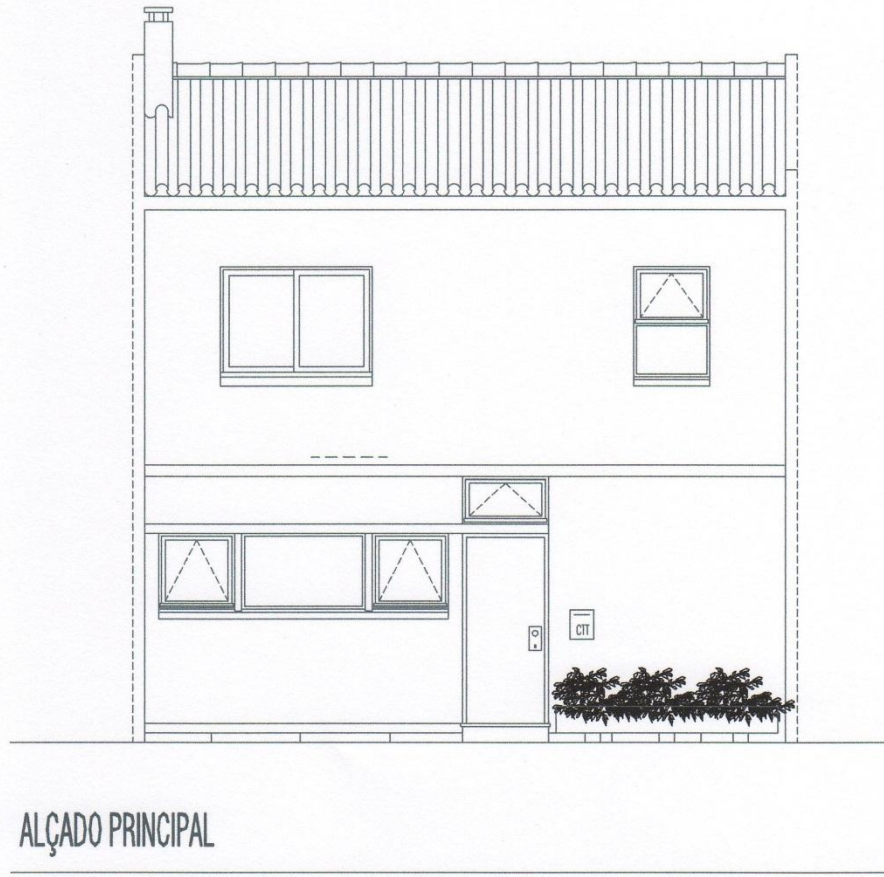






Anexo G – Alçado Principal



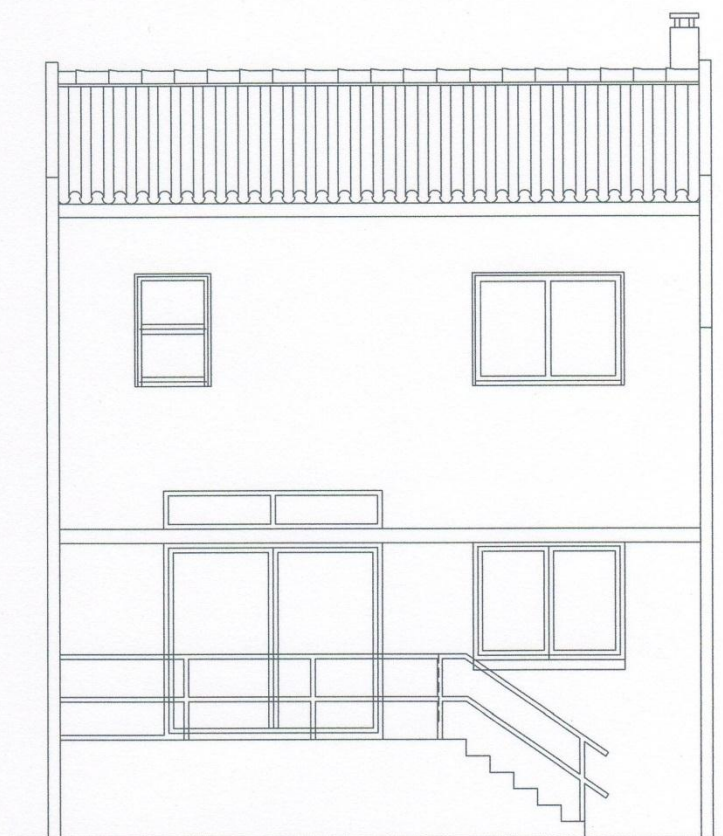






Anexo H – Corte B-B – Alçado Posterior





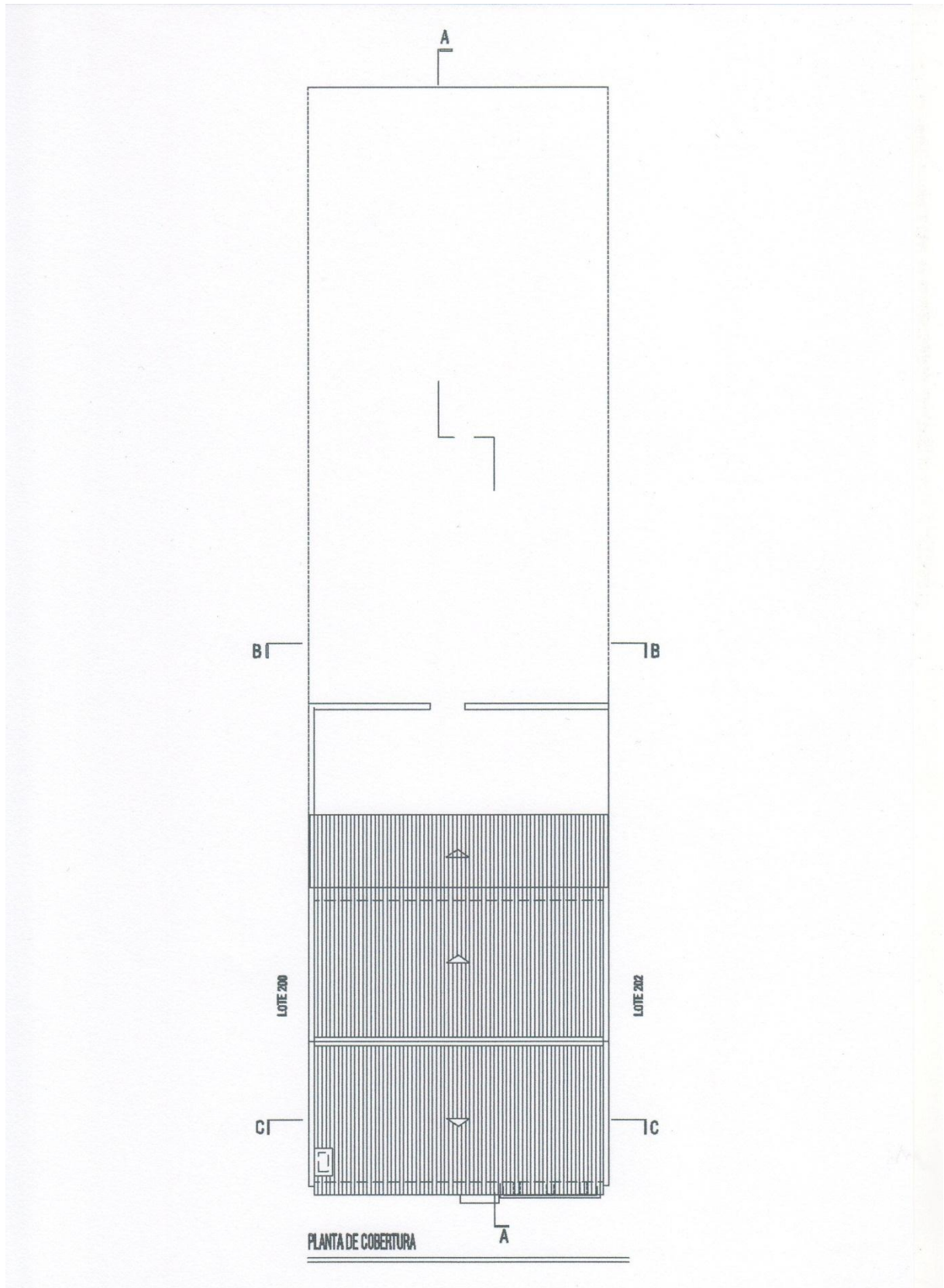
CORTE B B - ALÇADO POSTERIOR





Anexo I – Planta da Cobertura









Anexo J – Plano Geral do Bairro



