

José António Pereira da Cunha

**ESTUDO SOBRE A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM REABILITAÇÃO
DE EDIFÍCIOS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL



Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciência e Tecnologia

Porto, setembro de 2014

ESTUDO SOBRE A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciência e Tecnologia

Porto, setembro de 2014

© 2014

José António Pereira da Cunha

“TODOS OS DIREITOS RESERVADOS”

José António Pereira da Cunha

**ESTUDO SOBRE A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM REABILITAÇÃO
DE EDIFÍCIOS**

Dissertação apresentada à Universidade Fernando Pessoa como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, sob a orientação do Prof. Doutor José Paulo Tavares Coimbra.

RESUMO

O parque habitacional edificado é, no momento atual, um dos elementos que contribui fortemente para a degradação do ambiente.

Atualmente, para o nível de conforto ambiental considerado satisfatório, o nível de eficiência dos edifícios de habitação é insustentável, provocado pelo elevado consumo de recursos naturais.

Torna-se portanto necessário conhecer quais os problemas concretos do parque habitacional edificado português, por forma a se poder contribuir para a sua resolução.

Assim, partindo do conhecimento dos principais problemas energéticos dos edifícios de habitação bem como as suas causas, pode-se adaptar o processo de reabilitação tradicional ao conceito de reabilitação energética sustentável, por forma a tornar os edifícios reabilitados mais eficientes energeticamente, consumindo menor quantidade de recursos naturais.

A presente dissertação pretende contribuir para a reabilitação energética de edifícios de habitação de forma sustentável, apresentado diversos fatores importantes a ter em consideração no processo de reabilitação para se obter uma maior eficiência energética dos edifícios.

ABSTRACT

The existing housing stock is, at the moment, one of the major elements responsible for the environmental degradation.

Nowadays, due to the drain of natural resources, the efficiency levels of housing buildings is unsustainable, so that the levels of environmental comfort can be considered as satisfactory.

It thus becomes necessary to discover which exact problems the existing housing stocks have, so that one may be able to contribute to their resolution.

Therefore, if one possesses the knowledge of the main issues regarding the housing buildings' energy efficiency and their origin, one may be able to adapt the traditional rehabilitation process to the concept of sustainable energy rehabilitation; consequently, it would be possible the existence of high-efficiency energy rehabilitated buildings, with a lower consumption of natural resources.

This thesis aims to the contribution of the housing buildings' sustainable energy rehabilitation, given the most important factors to be accounted for in the rehabilitation process, so that one may obtain a high-energy efficiency of the buildings.

AGRADECIMENTOS

Ao finalizar esta dissertação de mestrado, cabe-me agradecer a todas as individualidades que de diversas formas contribuíram para a sua realização, direta ou indiretamente.

Ao Professor Doutor José Paulo Tavares Coimbra pela sua orientação ao longo deste trabalho. Agradeço o seu incomensurável apoio, a sua constante disponibilidade, a partilha de conhecimentos e o estímulo durante a elaboração desta dissertação.

À Vanessa Alexandra Peneda Arezes pela ajuda contínua durante o desenvolvimento do meu trabalho e pela força transmitida nos momentos mais complicados e acima de tudo pela sua amizade e paciência reveladas ao longo destes meses.

A todos os meus colegas de curso e amigos mais próximos, pelo seu apoio e pela partilha de conhecimentos e de experiências.

Aos meus pais e irmão pelo apoio incondicional, compreensão, paciência e incentivo durante a realização deste trabalho e durante todo o meu percurso universitário.

À Universidade Fernando Pessoa que me acolheu e aos professores que me proporcionaram a formação e a apreensão de conhecimentos.

A todos, o meu obrigado.

ÍNDICE GERAL

Resumo	VII
Abstract	VIII
Agradecimentos	IX
Índice de Figura.....	XV
Índice de Tabelas	XIX
Lista de abreviaturas e siglas	XXI
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objectivos	5
1.3 Estrutura do trabalho	5
CAPÍTULO II – SITUAÇÃO ATUAL DO PARQUE HABITACIONAL PORTUGUÊS..	7
.....	7
2.1 Enquadramento	7
2.2 Durabilidade	9
2.3 Conforto Ambiental	12
2.3.1 Conforto térmico e eficiência energética	12
2.4 Alterações de uso	14
2.5 Necessidades de Reabilitação	16
CAPÍTULO III - SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL	19
3.1 Introdução	19
3.2 Desenvolvimento Sustentável.....	19
3.3 Sustentabilidade em Portugal	21
3.4 Impactes ambientais dos edifícios	23
CAPÍTULO IV – METODOLOGIA DO CASO DE ESTUDO.....	27
4.1 Introdução	27
4.2 Pergunta de partida	27
4.3 Hipóteses	27
4.4 Opções metodológicas	28
4.5 Metodologia de desenvolvimento do trabalho.....	28
4.5.1 Descrição da amostra	28
4.5.2 Descrição dos métodos de análise.....	28

4.5.2.1 Análise do edifício	28
4.6 Conclusão	29

CAPÍTULO V - EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS EDIFÍCIOS DE REABILITAÇÃO.

.....	31
5.1 Introdução	31
5.2 Factores associados aos edifícios	31
5.3 Factores associados à envolvente térmica dos edifícios	31
5.3.1 Inércia térmica	31
5.3.2 Isolamento térmico	32
5.3.3 Envidraçados	33
5.3.4 Ventilação	33
5.4 Factores associados aos sistemas e instalações	35
5.4.1 Climatização.....	35
5.4.2 Águas quentes sanitárias (AQS).....	36
5.4.2 Iluminação.....	37

CAPÍTULO VI - REABILITAÇÃO ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS

.....	39
6.1 Introdução	39
6.2 Medidas de reabilitação energética dos edifícios	39
6.3 Reabilitação energética das paredes exteriores	40
6.3.1 Isolamento térmico exterior	42
6.3.2 Isolamento térmico interior	47
6.4 Reabilitação energética dos pavimentos	48
6.5 Reabilitação energética das coberturas	49
6.5.1 Coberturas inclinadas.....	50
6.5.2 Coberturas Horizontais.....	51
6.6 Reabilitação energética dos vãos envidraçados	52
6.6.1 Ponte térmica associada aos elementos de contorno de vão.....	55
6.6.2 Permeabilidade ao ar dos vãos envidraçados.....	56
6.6.3 Utilização de dispositivos de sombreamento eficazes	57
6.7 Reabilitação energética através do controlo das entradas de ar.....	57
6.8 Reabilitação energética através do recurso a energias solares ativas	58
6.9 Reabilitação energética dos sistemas e instalações	61
6.9.1 Melhoria das condições de iluminação.....	61
6.9.2 Melhoria da eficiência dos sistemas de climatização	62
6.9.3 Sistemas de poupança do consumo de água.....	62

CAPÍTULO VII – CASO DE ESTUDO.....

7.1 Descrição do caso de estudo	65
7.2 Caracterização do edifício	66

7.3 Identificação de soluções de reabilitação/reabilitação energética no edifício após intervenção.....	67
7.3.1 Isolamento do desvão	68
7.3.2 Isolamento do pavimento.....	69
7.3.3 Isolamento das paredes exteriores.....	70
7.3.4 Vãos envidraçados.....	72
7.3.5 Produção de AQS.....	73
7.3.6 Climatização.....	74
7.3.7 Ventilação	75
7.3.8 Poupança do consumo de água	75
7.4 Dados e pressupostos para análise de ganhos/perdas	75
7.4.1 Análise dos consumos de energia elétrica	76
7.4.2 Análise dos custos com aquecimento ambiente	79
8.4.3 Análise dos custos com aquecimento das águas sanitárias (AQS)	87
8.4.4 Análise dos consumos de água potável	90
8.4.5 Análise do aforro através da implementação de medidas de eficiência energética no edifício	95
CAPÍTULO IX – CONCLUSÕES.....	97
BIBLIOGRAFIA.....	99
ANEXOS.....	133

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Variação da temperatura global.....	1
Figura 2 - Evolução do nível do mar em Portugal	2
Figura 3 - Aumento da área de deserto em função da temperatura.....	2
Figura 4 - Evolução da população mundial.....	3
Figura 5 - Resíduos de plástico no oceano.....	4
Figura 6 – Taxa de variação dos alojamentos e famílias (1970 a 2001).....	7
Figura 7 – Taxas de crescimento dos alojamentos em alguns países.....	8
Figura 8 – Densidade do parque habitacional (Censos 2011).....	8
Figura 9 – Produção da construção (Nova ou reabilitação e manutenção).....	9
Figura 10 – Índice de envelhecimento dos edifícios, por regiões (Censos 2011).....	10
Figura 11 - Percentagem de edifícios pouco degradados e percentagem de edifícios com necessidades de reparações	11
Figura 12 - Estado de conservação de edifícios com necessidade de reparação.....	11
Figura 13 - Percentagem de edifícios por época de construção	14
Figura 14 - Peso da reabilitação de edifícios de habitação na produção total da construção, 2009.....	16
Figura 15 - Pegada ecológica por região.....	20
Figura 16 - Desenvolvimento Sustentável	21
Figura 17- Vista aérea e fachada do empreendimento da Ponte de Pedra	22
Figura 18 - Aspetos destrutivos do meio ambiente.....	24
Figura 19 - Consumos de energia em Portugal	35
Figura 20 - Vantagens e inconvenientes entre a aplicação de isolamento térmico pelo exterior e pelo interior	41
Figura 21 - Soluções de isolamento térmico pelo exterior.....	43

Figura 22 - Fachada reabilitada e pormenores com isolamento térmico no espaço de ar.....	43
Figura 23 - Aspetos da realização de isolamento térmico do tipo ETICS	44
Figura 24 - Fachadas de edifícios de habitação com a aplicação de isolamento térmico tipo ETICS.....	45
Figura 25 - Aspeto da aplicação da armadura junto ao vão, no isolamento térmico pelo exterior (ETICS).....	46
Figura 26 - Soluções de revestimento isolante pré-fabricado e rebocos isolantes.....	47
Figura 27 - Contra fachada com isolante na caixa-de-ar.....	48
Figura 28 - Isolamento térmico inferior sobre espaço exterior ou espaço não aquecido	49
Figura 29 - Isolamento térmico intermédio sobre espaço não aquecido	49
Figura 30 - Isolamento térmico superior sobre espaço exterior ou espaço não aquecido.....	49
Figura 31 - Isolamento térmico na esteira horizontal com desvão não habitável	50
Figura 32 - Isolamento térmico nas vertentes com desvão habitável.....	51
Figura 33 - Isolamento térmico superior	52
Figura 34 - Isolamento térmico inferior	52
Figura 35 - Caixilharia com vidro duplo.....	54
Figura 36 - Caixilharia dupla	54
Figura 37 - Caixilharia em madeira	54
Figura 38 - Caixilharia com quadrículas	55
Figura 39 – Soluções de isolamento nas caixas de estore	55
Figura 40 - Ponte térmica introduzida através de peitoril	56
Figura 41 - Pormenor em como evitar a ponte térmica de contorno de vão	56
Figura 42 - Sistema de sombreamento pelo exterior e interior	57
Figura 43 - Grelhas autorreguláveis.....	58
Figura 44 - Tubos de vácuo e coletor solar plano	60
Figura 45 - Distribuição do uso de água numa casa.....	63

Figura 46 - Sistema de dupla descarga e válvulas misturadoras termostáticas.....	63
Figura 47 - Arejadores de torneiras.....	64
Figura 48 - Vista aérea sobre parte da freguesia de Paranhos.....	65
Figura 49 - Local do edifício em estudo	65
Figura 50 - Fachada principal do edifício em estudo	66
Figura 51 - Fotos da moradia com evidentes sinais de degradação	67
Figura 52 - Colocação da estrutura metálica e estrutura em betão armado do anexo	68
Figura 53 - Cobertura do edifício.....	69
Figura 54 - Estrutura da cobertura do edifício e pormenor de clarabóia	69
Figura 55 - Isolamento do pavimento da cave, isolamento da cobertura e aplicação de placas de lã de rocha na laje de piso.....	70
Figura 56 - Pormenor da parede exterior e de laje de piso.....	70
Figura 57 – Pormenores das paredes PE.01 e PE.02.....	71
Figura 58 - Pormenores das paredes PE.03 e PE.04	71
Figura 59 - "Wallmate" colocado nas paredes interiores do R/C e colocação do "Wallmate" na parede PE.01.....	72
Figura 60 - Caixilhos de alumínio na fachada do anexo e caixilho de madeira no edifício .	73
Figura 61 - Colectores solares instalados na cobertura do anexo	74
Figura 62 - Caldeira mural a gás natural “Junkers Euroline ZS23-1AE”	74
Figura 63 - Desenvolvimento mensal dos consumos de eletricidade	78
Figura 64 – Variação entre custos mensais, oficiais e aforro mensal com aquecimento	81
Figura 65 - Comparação entre custos anuais com aquecimento eléctrico e custos oficiais e correspondente aforro.....	82
Figura 66 - Desenvolvimento entre custos reais e oficiais com aquecimento a gás e respetivo aforro	85
Figura 67 – Comparação gráfica entre custos anuais reais e oficiais e respetivo aforro anual.....	86

Figura 68 - Representação gráfica custos mensais reais e oficiais e respetivo aforro	89
Figura 69 - Representação gráfica dos custos anuais reais, oficiais e respetivo aforro	90
Figura 70 - Desenvolvimento mensal dos consumos de água potável.....	91
Figura 71 - Representação gráfica dos consumos reais e oficiais mensais	92
Figura 72 - Representação gráfica dos custos mensais reais e oficiais de água potável e respetivo aforro	94
Figura 73 – Representação gráfica dos custos anuais reais, oficiais e respetivo aforro.....	95
Figura 74 - Representação gráfica dos custos anuais reais, oficiais e respetivo aforro com energia para o caso de estudo	96

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Habitações e edifícios cooperativos sustentáveis por localização, número de fogos e estado	23
Tabela 2 - Coeficiente de condutibilidade térmica de isolamentos térmicos	32
Tabela 3 - Características da caldeira mural instalada	73
Tabela 4 - Características da caldeira mural instalada para aquecimento	75
Tabela 5 - Consumos de eletricidade semanais totais, obtidos através da soma dos consumos das horas de vazio, ponta e cheias	77
Tabela 6 - Consumos totais de eletricidade para cada mês	78
Tabela 7 - Custos mensais associados ao consumo de eletricidade para aquecimento ambiente	80
Tabela 8 - Comparação entre custos reais e oficiais com aquecimento elétrico e correspondente aforro mensal	81
Tabela 9 - Custos oficiais, aforro anual e respectiva percentagem de aforro anual	82
Tabela 10 – Consumos mensais de gás	83
Tabela 11 – Consumos mensais de gás e custos associados	83
Tabela 12 - Custos reais associados ao consumo de gás	84
Tabela 13 – Comparação entre custos reais e oficiais e respetivo aforro.....	85
Tabela 14 – Comparação entre custos anuais reais e oficiais e respetivo aforro anual.....	86
Tabela 15 – Custos mensais totais para aquecimento	87
Tabela 16 – Custos reais mensais para AQS	88
Tabela 17 – Coparação entre custos mensais reais e oficiais e respetivo aforro para AQS ..	88
Tabela 18 - Comparação entre custos anuais reais, oficiais e respetivo aforro.....	90
Tabela 19 – Consumos mensais de água potável	91
Tabela 20 – Comparação entre consumos reais e oficiais de água potável.....	92

Tabela 21 – Comparação entre custos mensais reais e oficiais de água potável e respetivo aforro 93

Tabela 22 - Comparação entre custos anuais reais e oficiais de água potável e respetivo aforro 94

Tabela 23 – Custos anuais reais e oficiais e respetivo aforro para aquecimento, AQS e água potável 95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AQS – Águas Quentes Sanitárias

CO₂ – Dióxido de carbono

DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia

EU – União Europeia

EPS – Poliestireno Expandido Moldado

ETICS – External Thermal Insulation Composite Systems

FIEC – Federação da Indústria Europeia da Construção

ICB – Cortiça Expandida

ITE 50 – Coeficientes de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

MW – Lã Mineral

OSB – Oriented Strand Board

ppm – Partes por Milhão

PIR – Polisocianurato

PNAEE – Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética

PUR – Poliuretano

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

REH – Regulamento do Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação

RGEU – Regulamento geral das Edificações Urbanas

SHE – Sustainable Housing in Europe

XPS – Poliestireno expandido extrudido

% - Percentagem

λ - Coeficiente de condutibilidade Térmica

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

Nos últimos 10 anos, a sociedade deparou-se com uma apoteose do betão, atravessando um surto construtivo. Neste contexto é de ponderar a urgência em refutar tal situação, de modo a assegurar a preservação de recursos naturais, contribuindo para o desenvolvimento sustentável, tendo em conta a qualidade, a segurança, tecnologias e energia.

O aumento do impacto ambiental, provocado em parte pelos excessos da construção nova, poderá ser de certo modo controlado e, nesse aspeto, a engenharia assume um papel fundamental.

Esta dissertação tenta contribuir para a consciencialização do facto do Planeta Terra enfrentar atualmente um desafio ambiental, onde o constante adiamento e falta de resolução de problemas podem causar o fim da civilização humana conforme a conhecemos. É necessário e urgente, no que aos materiais de construção e consumo energético dos edifícios diz respeito, se faça uma mudança em relação a atitudes e práticas atuais. É por isso necessário que se desenvolvam novas práticas, novos costumes e se tomem novas atitudes, pois o passado e o presente demonstram a ineficácia das atuais.

O principal problema que o Planeta Terra enfrenta está relacionado com o aumento da temperatura média do ar, estando o mesmo relacionado com a concentração de CO₂ presente na atmosfera, como se pode ver na figura 1.

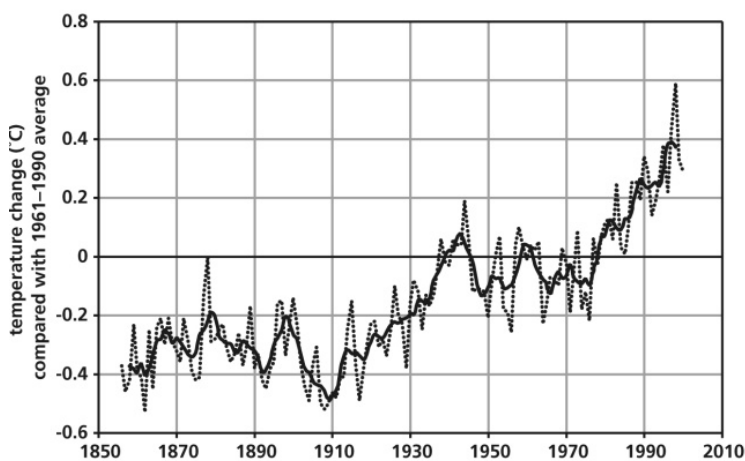


Figura 1- Variação da temperatura global

O nível de concentração de CO₂ na atmosfera, no início do Século XVIII, era de 280 ppm. Atualmente, esse valor é já de 430 ppm, crescendo a um ritmo superior a 2 ppm/ano. No entanto, atendendo ao crescimento económico de países menos desenvolvidos como a China

ou a Índia, com as consequentes taxas de emissões, esse valor tende a ser aumentado, que implicará um nível de concentração de CO₂ de 550 ppm no ano 2050. (Stern, 2006)

Como referido anteriormente, a subida da temperatura do ar terá causas ambientais imediatas, sendo a subida do nível do mar provocada pela dilatação térmica da água uma das causas imediatas.

Como se pode comprovar na figura 2, a evolução do mar em Portugal (Lagos e Leixões) vai de encontro ao referido anteriormente, notando-se o constante aumento do nível do mar com o passar dos anos.

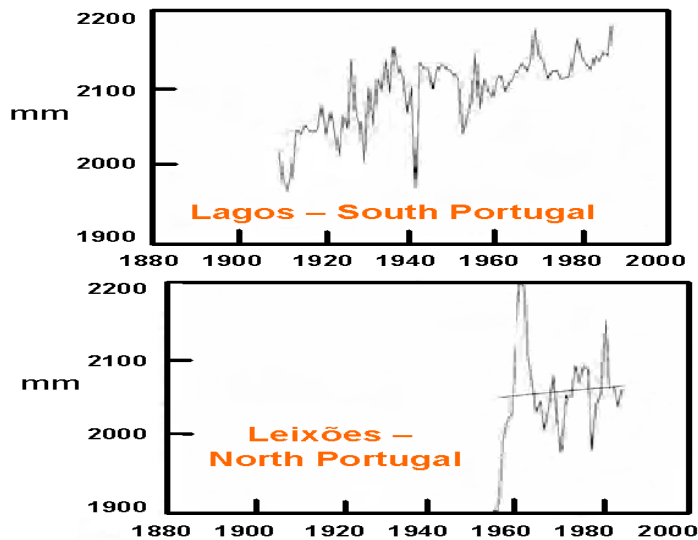


Figura 2 - Evolução do nível do mar em Portugal

Outra das causas da subida da temperatura do ar é a ocorrência de fenómenos atmosféricos cada vez mais extremos. Estes fenómenos significam longos períodos de seca, potenciando a ação dos incêndios, chuvas torrenciais e mesmo furacões.

O aumento significativo das áreas de deserto surge como outra das causas do aumento da temperatura do ar. Segundo projeções da UNEP (2006) a subida da temperatura do ar irá resultar num aumento significativo das áreas de deserto, como demonstra a figura 3.

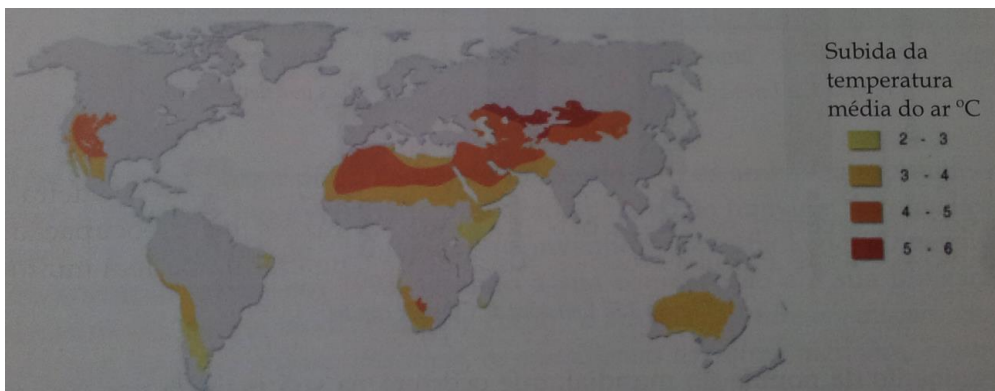


Figura 3 - Aumento da área de deserto em função da temperatura

No que concerne às emissões de CO₂, a maior parte delas provém da queima de energia fóssil para produção de energia.

Das energias fósseis, o mais poluente é o carvão. Segundo Shealy & Dorian, as centrais a carvão utilizadas atualmente para produção de energia, são responsáveis por 20% das emissões de CO₂ a nível mundial, sabendo-se que a China, como maior produtor de energia proveniente de centrais a carvão, coloca em funcionamento uma nova central a carvão a cada duas semanas.

O aumento da população mundial é outro fator importante no que diz respeito ao aumento das emissões de CO₂. Segundo a ONU (2008), o maior aumento da população mundial ocorrerá na sua maioria nos países com baixos níveis de desenvolvimento económico, que crescerão dos atuais 5.600 milhões de habitantes para 7.900 milhões em 2050. Esses países, com baixos níveis de desenvolvimento, são precisamente os mesmos que, como referido anteriormente, se espera que ocorra uma maior subida de emissões de CO₂, não permitindo assim prever um cenário otimista num futuro em termos de acordos para redução de emissões de CO₂ para a atmosfera.

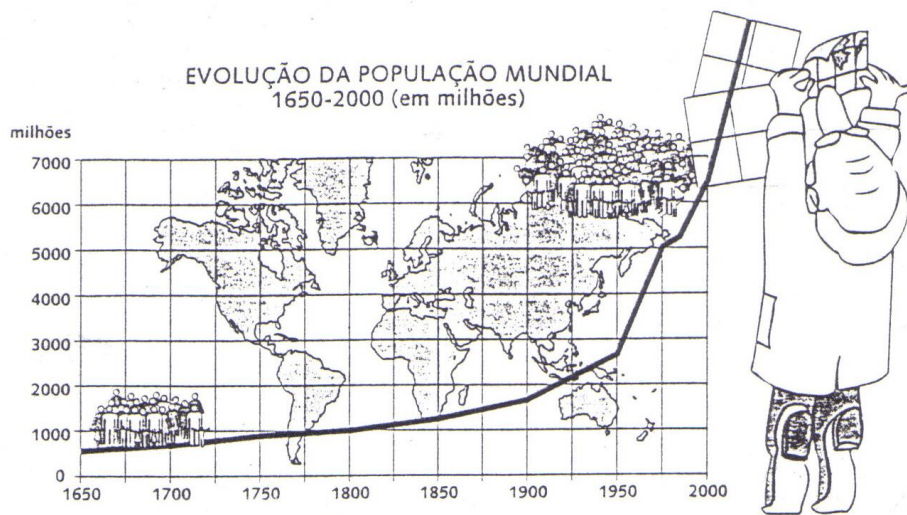


Figura 4 - Evolução da população mundial

Questões como a redução de emissões de CO₂ para a atmosfera terão de ser resolvidas e diminuídas drasticamente, precisamente por questões de sobrevivência da espécie humana. Os primeiros que deverão fazê-lo de forma mais significativa serão os países desenvolvidos, nos quais se inclui Portugal.

A perda de biodiversidade provocada pela ação humana é outro dos principais problemas ambientais. O atual ritmo de extinção no Planeta Terra varia entre 1.000 a 10.000 vezes superior à média da extinção paleontológica.

Fatores como as alterações climáticas, os elevados índices de urbanização, a exagerada exploração de recursos e a consequente produção de resíduos, são fatores de elevado risco no que concerne à preservação da biodiversidade.

Em suma, pode-se constatar que:

- Atualmente a humanidade utiliza quase 50 % das reservas de água doce (perante o previsível aumento da população que irá ocorrer nos próximos 50 anos, é previsível que surjam problemas relativos ao abastecimento de água para toda a população mundial);
- A agricultura e a pecuária consomem 70% da água doce utilizada pelo homem;
- O uso de fertilizantes aumentou 300% entre 1960 e 1990;
- Nos últimos 300 anos houve uma redução de 40% da área florestal;
- Em cada ano são devastados 13.7 milhões de hectares de floresta;
- Os transportes são responsáveis por 26% das emissões de carbono;
- Entre 1960 e 2000 a produção de resinas plásticas aumentou 25 vezes, enquanto o material plástico reciclado apenas cresceu 5%;
- Utilizam-se anualmente entre 500.000 milhões a um bilião de sacos de plástico, os quais acabam na sua maioria como resíduos nos oceanos.

Em relação ao facto dos sacos de plástico se tornarem resíduos nos oceanos, é de referir que existe atualmente no oceano pacífico uma denominada “ilha de plástico”, com diâmetro de aproximadamente 1.000 km, representando 3 milhões de toneladas. Esses resíduos de plástico, entre outros, são posteriormente ingeridos por peixes, tartarugas e aves marinhas.



Figura 5 - Resíduos de plástico no oceano

1.2 Objetivos

A falta de uma regulamentação jurídica referente à sustentabilidade na reabilitação de edifícios leva a que opções como poupança de recursos naturais e produção de resíduos sejam totalmente dependentes da consciência e formação dos intervenientes no processo de reabilitação.

Pretende-se evidenciar as diversas problemáticas do parque habitacional português, problemas esses que vão para além da degradação física e estrutural dos edifícios.

Em primeiro lugar, este trabalho pretende evidenciar os diversos problemas do parque habitacional português, uma vez que estes ultrapassam a degradação física e estrutural. Pretende-se evidenciar que não são apenas os problemas físicos e estruturais que devem ser solucionados mas também os problemas relacionados com o elevado consumo de recursos e falta de conforto interior.

Pretende-se também evidenciar que os métodos atuais de conceção e construção em Portugal podem ter um efeito prejudicial na saúde dos ocupantes dos edifícios, assim como no consumo recursos. A alteração dos métodos atuais podem significar uma melhoria na qualidade de vida da população e do desempenho ambiental e económico.

Para além dos objectivos já referidos, o principal objetivo desta dissertação é encontrar uma resposta conclusiva para uma pergunta de partida. A mesma remete-se a:

Como reabilitar um edifício de habitação de forma eficiente energeticamente?

Para dar resposta à pergunta de partida, pretende-se também realizar uma investigação relativa às diversas soluções de reabilitação energética de edifícios de habitação e, posteriormente com base nessa investigação, identificar as soluções adotadas de reabilitação energética no caso de estudo para se poder concluir se, através da implementação das mesmas, é possível obter um aforro energético em comparação com os consumos energéticos padrão definidos no projeto do caso de estudo utilizado.

Espera-se que esta dissertação sirva como uma forma de sensibilização em relação a estas problemáticas e que incentive a adoção e prática deste tipo de processos.

1.3 Estrutura do trabalho

No primeiro capítulo desta dissertação está exposta a motivação e o respetivo enquadramento, apresentando de forma sucinta, a situação energética mundial e no sector da construção. São também apresentados os objetivos e organização do trabalho.

No segundo capítulo, é caracterizado o parque habitacional português para detetar as condições de habitabilidade atual e as principais carências, com o objetivo de identificar as principais potencialidades energéticas ambientais na reabilitação de edifícios. É realizada uma análise à

evolução da construção em Portugal com o objetivo de ser perceptível a atual conceção e forma de construção.

No capítulo 3, é desenvolvida uma breve análise histórica do conceito de Desenvolvimento Sustentável, abordando-se a problemática ambiental provocada pela prática do sector da construção e evidenciando as suas principais consequências. É também abordada a sustentabilidade em Portugal e referido o caso da construção cooperativa sustentável como forma exemplificativa dessa temática.

Posteriormente, no capítulo 4, é apresentada a justificação e descrição da metodologia desenvolvida para se conseguir atingir os objetivos propostos, os quais consistem em identificar as diversas soluções de reabilitação energética de edifícios, identifica-las no caso de estudo e, com elas, verificar se é possível conseguir-se um aforro económico comparativamente com os consumos definidos em projeto como “consumos de referência”.

Apresentada a metodologia do caso de estudo, no capítulo 5 é abordada a problemática da deficiência de eficiência energética dos edifícios de habitação atuais. São referidos os principais aspetos associados à deficiência dos edifícios de habitação em termos energéticos e diversas soluções construtivas de reabilitação como forma de responder à deficitária eficiência energética dos mesmos.

No capítulo 6, são apresentadas as soluções de reabilitação energética mais utilizadas e possíveis de serem adotadas na envolvente de edifícios de habitação existentes, identificando também as vantagens e inconvenientes de cada solução referida.

No capítulo 7, é realizada uma descrição do caso de estudo e são identificadas as soluções de reabilitação implementadas no mesmo. Após a identificação, são apresentados os valores reais dos consumos energéticos recolhidos durante um ano e, posteriormente, são realizados os cálculos necessários para se poder obter conclusões concretas acerca da pergunta de partida referida no ponto 1.2 do presente capítulo.

Por fim, no capítulo 8, são apresentadas as conclusões, resultado da obtenção de dados e análise dos mesmos, decorrentes do caso de estudo e todas as etapas anteriores apresentadas.

CAPÍTULO II – SITUAÇÃO ATUAL DO PARQUE HABITACIONAL PORTUGUÊS

2.1 Enquadramento

Na primeira metade do século XX, as características dinâmicas habitacionais portuguesas levaram a que o peso da autoconstrução e da responsabilidade das famílias na resolução de problemas habitacionais levasse a um aumento da construção clandestina, mais precisamente na década de setenta.

Posteriormente, nas últimas décadas, profundas alterações da sociedade portuguesa como são o caso do envelhecimento da população portuguesa, novos fenómenos migratórios e dinâmicas socioculturais mais qualitativas levaram a novas necessidades e novas procuras face ao mercado habitacional existente na época.

Estas alterações levaram a um aumento substancial do mercado imobiliário em Portugal, tendo vindo a aumentar desde a década de setenta.

Como se pode verificar na figura 6, o número de alojamentos praticamente duplicou nas últimas três décadas e teve um ritmo de crescimento superior ao número de famílias.

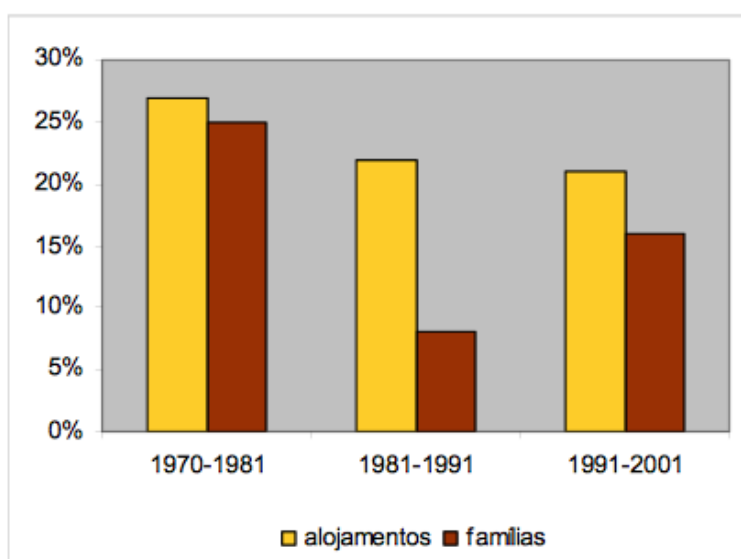


Figura 6 – Taxa de variação dos alojamentos e famílias (1970 a 2001)

Ao nível internacional, Portugal apresentou um comportamento semelhante aos outros países. No entanto, o aumento do parque habitacional português na década de noventa (período de maior crescimento) foi bastante superior ao dos restantes países.

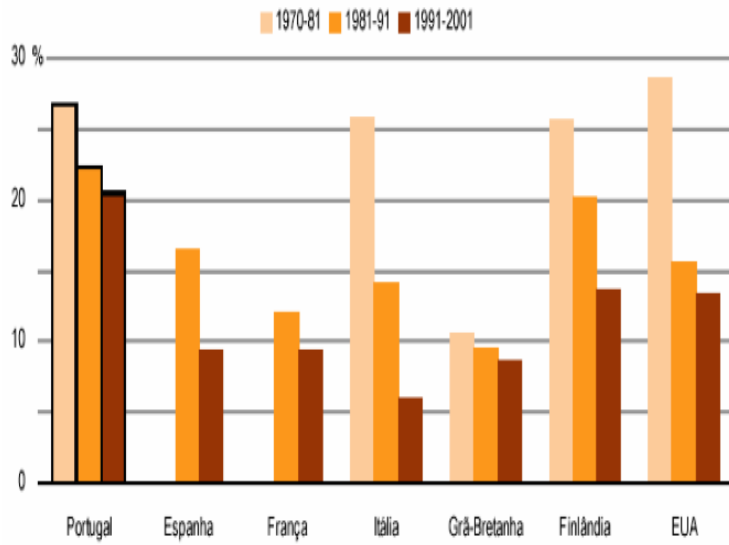


Figura 7 – Taxas de crescimento dos alojamentos em alguns países

Em suma, em Portugal nas últimas décadas, as dinâmicas habitacionais ultrapassam largamente o número de famílias residentes. No ano de 1981 tal situação era relativamente equilibrada tendo-se passado para um excedente no ano de 2001. Como se pode verificar na figura 8, o parque habitacional português apresenta, na sua maioria, uma densidade elevada de alojamentos por km².

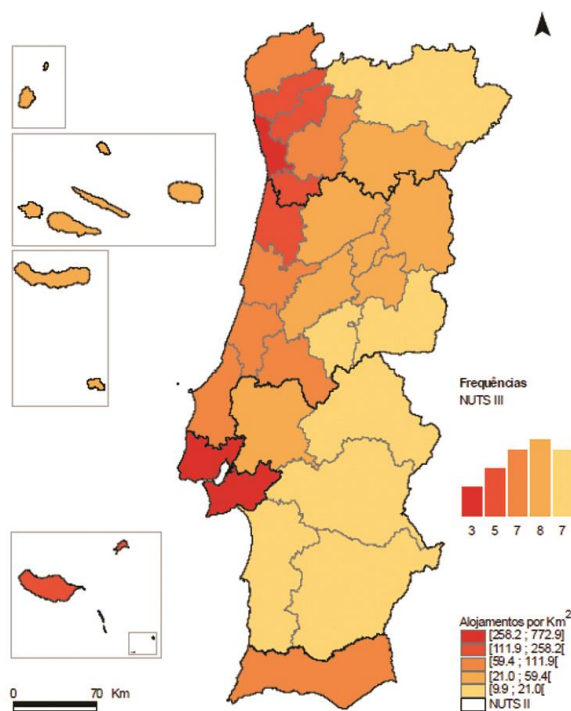


Figura 8 – Densidade do parque habitacional (Censos 2011)

Para além dos dados referidos anteriormente, Portugal é o país da União Europeia com menor taxa de reabilitação de edifícios com valores próximos dos 6%. Na figura 9 pode-se verificar a comparação entre construção nova e reabilitação para alguns países da União Europeia comprovando o facto de Portugal ser o País onde a reabilitação de edifícios apresenta os valores mais baixos.

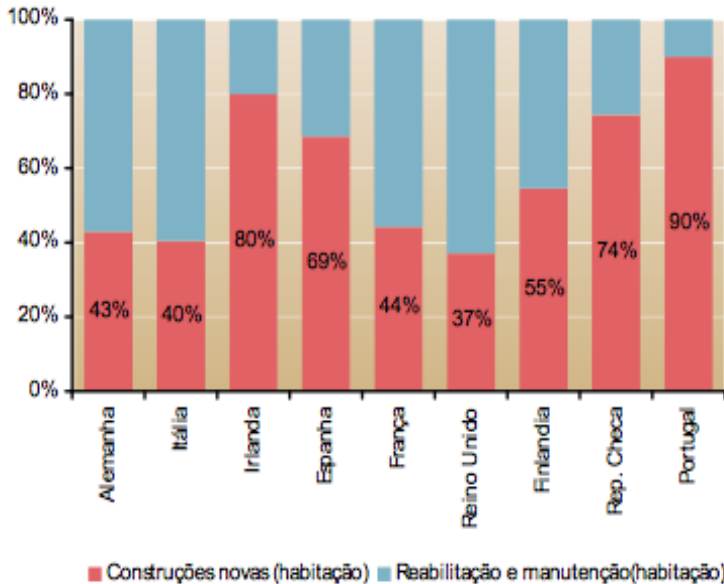


Figura 9 – Produção da construção (Nova ou reabilitação e manutenção)

No entanto, apesar destes valores, atualmente existe uma crescente preocupação com a qualidade das construções.

Como foi referido por Paiva, J. (2003), “o parque imobiliário português apresenta problemas de degradação construtiva e funcional, em certos casos de alguma gravidade, derivados do reduzido investimento na sua manutenção periódica ao longo de várias décadas e dos erros e atropelos que têm sido cometidos no processo de construção”.

Por isso, não deve ser alvo de interesse e intervenção apenas os edifícios visualmente degradados. Existem diversos edifícios com fachadas exteriores pouco degradadas que necessitam de intervenções de fundo, visando melhorar características de saúde e conforto, pois possuem fraca qualidade térmica, acústica e fraca eficiência energética.

2.2 Durabilidade

O conceito de durabilidade de um edifício está relacionado com período durante o qual as construções respondem às exigências de funcionamento para as quais foram projetadas e construídas.

O estado de degradação do parque habitacional está relacionado com a idade dos edifícios, e principalmente, com a realização de trabalhos de manutenção dos mesmos. No entanto, atualmente verificam-se várias anomalias em edifícios recentes. Esta situação é pouco

compreensível, uma vez que os materiais aplicados nos edifícios ainda não atingiram o final da sua vida útil.

Assim, para além de fatores como o tempo e agressores habituais, outros fatores tornam-se de elevada importância que fazem depender a durabilidade dos edifícios.

Em Portugal, no que diz respeito à idade do parque habitacional, pode-se concluir o seguinte:

- Apenas 14% dos alojamentos existentes em 2001 foram construídos antes de 1945;
- Nas últimas três décadas, o ritmo de construção e ocupação do solo foi muito elevado;
- Todas as regiões sentiram a elevada intensidade construtiva das últimas décadas.

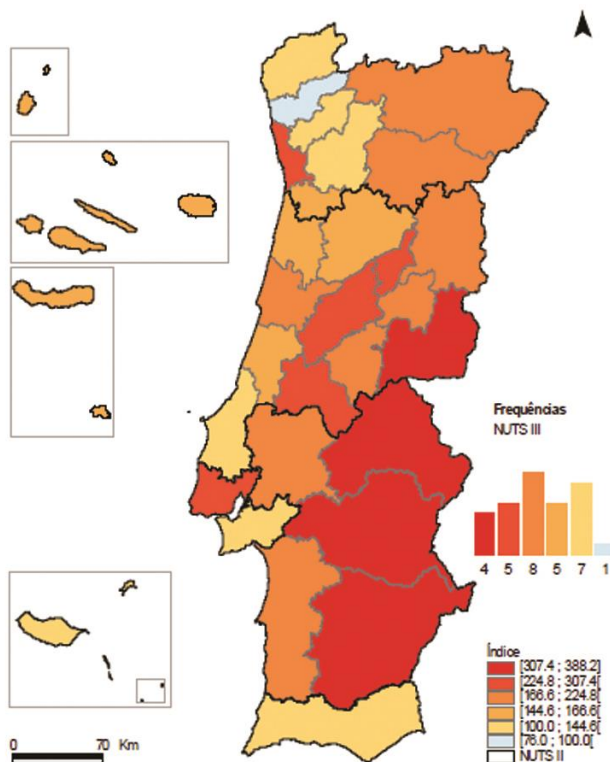


Figura 10 – Índice de envelhecimento dos edifícios, por regiões (Censos 2011)

A relativa juventude do parque habitacional português não significa por si só a não degradação do edificado, até pelo contrário, revelando uma forte degradação.

Existe cerca de um 1 milhão e 600 mil fogos a necessitar de pequenas e médias reparações e 326 mil fogos muito degradados ou a precisar de grandes reparações.

A degradação física afeta maioritariamente os edifícios mais antigos fazendo com que os edifícios que necessitam de profundas intervenções se situem nas áreas com estruturas edificadas mais antigas, ou seja, nos centros históricos, como são o caso de Lisboa e Porto.

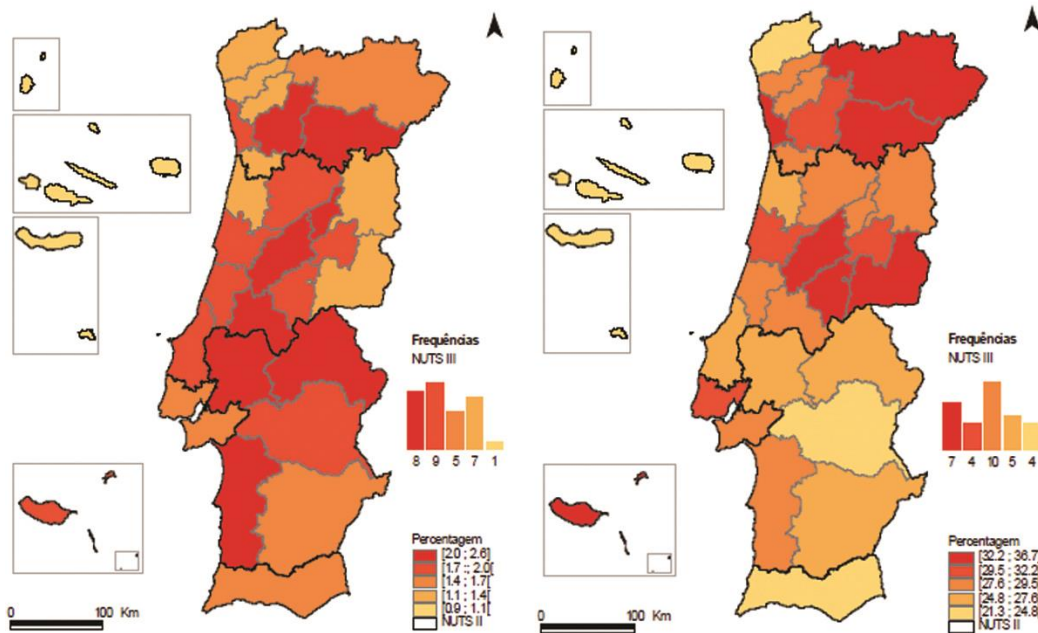


Figura 11 - Percentagem de edifícios pouco degradados e percentagem de edifícios com necessidades de reparações

Analisando o estado de conservação dos edifícios de habitação portugueses através dos censos 2011, constata-se que 56% não apresentam necessidade de reparação, 21% necessitam de reparação e 1% encontra-se bastante degradado. Dos edifícios que necessitam de reparações, 14% necessitam de pequenas recuperações, 6% de recuperações médias e 2% requerem grandes recuperações, como se pode verificar na figura 12.

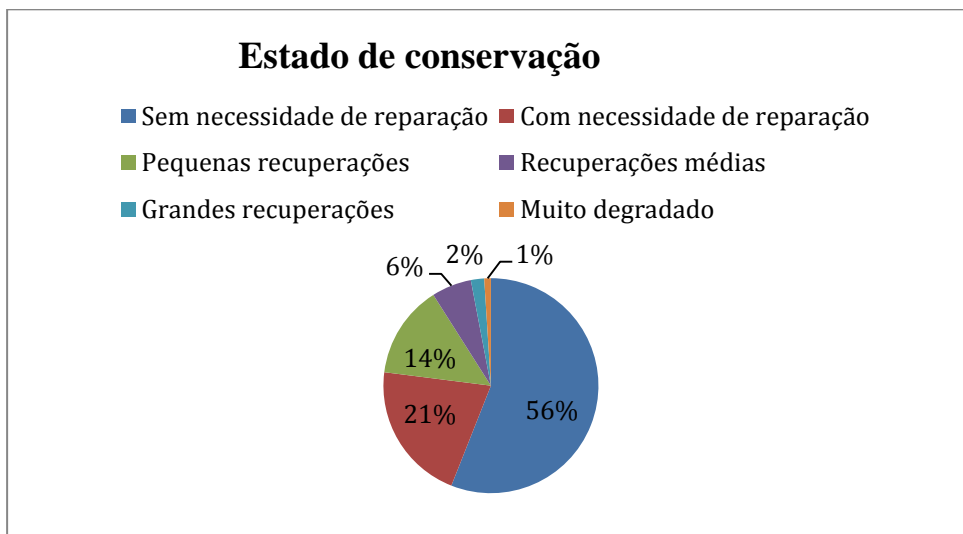


Figura 12 - Estado de conservação de edifícios com necessidade de reparação

A presença de anomalias no parque habitacional recente mostra que, efetivamente, o maior problema não é a durabilidade dos materiais. Segundo Henriques, F. (2001) a falta de qualidade e durabilidade da construção habitacional deve-se, sobretudo, a erros de projeto (42%) e erros de execução (28,4%).

Pode-se então concluir que não é apenas a idade do parque habitacional que determina o estado de conservação mas também outros fatores, como a qualidade da construção e a correta utilização dos edifícios por parte dos moradores.

O parque habitacional português necessita de reparações e grandes reabilitações. É necessário assegurar as condições de segurança e bem-estar das habitações menos degradadas e impedir a demolição dos edifícios em pior estado de conservação. A durabilidade e o período de vida útil de materiais, componentes, instalações e edifícios devem ser considerados fatores importantes no sector da construção, pois influenciam questões de ordem ambientais e económicas.

2.3 Conforto Ambiental

O conforto ambiental dos edifícios relaciona o ambiente construído e as suas relações com o ser humano, tentando melhorar a qualidade de vida das pessoas. Pode ser entendido como a adequação ao uso do homem, tendo em consideração e respeitando condições térmicas, acústicas, ventilação e insolação, sendo estas capazes de alterar o desempenho dos edifícios.

Atualmente, a imagem dos edifícios está relacionada com a qualidade e a durabilidade da envolvente edificada. No entanto, não é só a imagem exterior dos edifícios que deve ser analisada pois pode esconder problemas significativos, como uma deficiente qualidade térmica, acústica, ventilação, baixa eficiência energética, fraca iluminação natural e baixa qualidade do ar interior.

2.3.1 Conforto térmico e eficiência energética

Atualmente, o ser humano passa grande parte do seu tempo no interior dos edifícios, o que não acontecia há uns anos atrás. Torna-se por isso importante garantir aos utilizadores das edificações condições de salubridade e conforto, aleando a isso uma eficiência energética por parte dos edifícios.

Nos dias de hoje, a garantia de conforto térmico dos edifícios está fortemente relacionado com o recurso a equipamentos e sistemas artificiais de climatização, representando uma importante fatia do consumo energético imputado aos edifícios. Tal consumo de energia por parte dos edifícios representa uma parte bastante elevada do consumo energético total, levantando a problemática do consumo excessivo de recursos naturais associados à produção de energia.

As emissões produzidas pelos combustíveis fósseis usados para satisfazer as necessidades energéticas cada vez maiores a nível global, estão a provocar alterações climáticas perigosas no planeta.

O Protocolo de Quioto impõe um limite de emissões de CO₂ para a atmosfera e outros gases responsáveis pelo efeito de estufa. Assim sendo, os países abrangidos pelo Protocolo de Quioto viram-se obrigados a tomar medidas quanto à produção desses gases.

No planeta terra, do total da energia produzida, os edifícios são responsáveis por mais de 20% de energia consumida. No caso de Portugal, os edifícios consomem cerca de 22% do total de energia com um crescimento anual na ordem dos 7,5%.

Esta tendência de aumento de consumos energéticos por parte dos edifícios terá evidentes repercussões no futuro ao nível de impactes ambientais se não forem implementadas medidas de conforto térmico dos edifícios em conjunto com uma melhor eficiência energética dos edifícios.

Embora se tenha notado nos últimos anos uma maior preocupação com a eficiência energética dos edifícios e com a melhoria na construção destes, principalmente desde o ano de 1991, o Regulamento das Características de Comportamento Térmico em Edifícios (RCCTE de 1991) teve uma aplicação pouco eficaz.

Anteriormente ao ano de 1991, questões como térmica dos edifícios (entre outros) não eram vistas como importantes. Após esse ano e devido à implementação do primeiro regulamento de térmica, passou a aplicar-se na maior parte dos edifícios isolamento térmico e, em alguns casos, caixilharia com vidros duplos. No entanto, esse regulamento foi considerado pouco exigente. Embora a maioria dos edifícios construídos após a implementação dos regulamento possuir isolamento térmico e caixilharia com vidro duplo, as condições de conforto térmico eram apenas consideradas como satisfatórias.

Comparativamente com os edifícios construídos até 1991 e após 1991, haviam evidentes melhorias, no entanto surgiram diversas patologias como pontes térmicas, paredes duplas sem drenagem nas caixas-de-ar, insuficiente isolamento térmico, entre outras.

Uma vez que a maioria do parque habitacional português foi construído após o ano de 1991 (Figura 13) e que até esse ano as questões relacionadas com térmica dos edifícios eram praticamente inexistentes, pode-se concluir que a maioria do parque habitacional português possui um baixo conforto térmico.

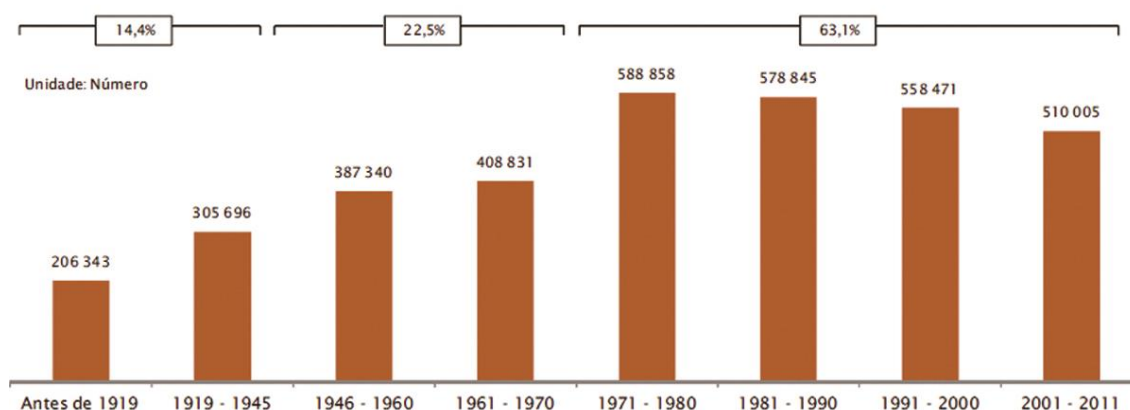


Figura 13 - Percentagem de edifícios por época de construção

Após a implementação do novo RCCTE e da certificação de eficiência energética dos edifícios, verificou-se uma considerável melhoria das condições térmicas, conforto interior e eficiência energética dos edifícios.

2.4 Alterações de uso

Antigamente, a construção de edifícios de habitação possuía características próprias que as identificavam como daquela época, que refletiam as necessidades económicas, hábitos e costumes daquela geração. Os edifícios eram caracterizados pela sobreposição de funções num mesmo espaço, pelo reduzido conforto e privacidade. Situações como a função de cozinhar sobreposta com a higiene pessoal ou a inexistência de aberturas para o exterior nos quartos eram encaradas com naturalidade, sendo hoje consideradas como não regulamentares.

Verifica-se que a população atual necessita de edifícios com características que não se identificam com a maioria dos edifícios de habitação antigos.

A forma de comportamento da população atual tem vindo a alterar-se ao longo dos anos, tendo como uma das consequências a forma diferente de habitar os edifícios, refletindo-se nas características das habitações que se ambicionam possuir. Atualmente as pessoas procuram edifícios de habitação maiores e com espaços mais amplos, que possuam iluminação natural, espaços de lazer, boas condições térmicas e acústicas, etc.

Em suma, os processos de reabilitação de edifícios antigos devem ter em conta a existência de novas necessidades da sociedade, como o aumento do nível de exigência de conforto e qualidade de vida e alterações do quotidiano.

Os edifícios antigos possuem um elevado valor histórico, artístico, patrimonial e económico, no entanto, apresentam também problemas de deterioração física e estrutural e, como referido anteriormente, uma inadequação funcional relativamente aos padrões atuais de conforto, segurança, ventilação, entre outros da sociedade atual, tornando assim as condições de habitabilidade muito deficientes.

No entanto, não são apenas os edifícios de habitação antigos que se encontram desatualizados das necessidades da sociedade atual.

A construção de edifícios de habitação novos em Portugal teve um crescimento exponencial a partir dos anos sessenta do século XX, com o objetivo de fazer face às necessidades e carências habitacionais sentidas na altura.

Com a implementação do RGEU (Regulamento Geral das Edificações Urbanas) procurou-se impedir que a construção nova mantivesse características incorretas e desadequadas face às necessidades da sociedade.

No entanto, o crescente ritmo de construção nova e a ausência de planeamento urbano levou às seguintes consequências:

- Elevada densidade de ocupação de terrenos;
- Utilização de terrenos desadequados para urbanização;
- Construção de edifícios de média e grande altura com projetos repetitivos e pouco qualificados.

Para além de deficiências ao nível do planeamento urbano, os edifícios de habitação construídos nas últimas décadas também possuem frequentemente problemas de utilização, como:

- Reduzida ou nula iluminação natural;
- Inexistência de preocupações de acessibilidades de pessoas com mobilidade reduzida;
- Deficiente organização dos espaços interiores;
- Inexistência de preocupação com questões térmicas e acústicas;
- Inexistência de preocupações com eficiência energética dos edifícios;
- Ausência de ventilação cruzada;
- Dimensões reduzidas de espaços de circulação;
- Organização dos espaços repetitivos e dificilmente alteráveis;
- Ausência de preocupações com os impactos ambientais com a utilização dos edifícios.

A reabilitação de edifícios assume um papel muito importante na melhoria de condições de habitabilidade e conforto do parque edificado português. É necessário tentar alterar as mentalidades das novas gerações para que não desejem apenas possuir habitações novas mas também reabilitadas, para bem da sustentabilidade mundial.

É fundamental valorizar o valor cultural no nosso património edificado, mas para isso é necessário que se adaptem os edifícios antigos às exigências, necessidades, eficiência energética e conforto das sociedades atuais.

2.5 Necessidades de Reabilitação

A reabilitação de edifícios é uma das ações mais importantes para se poder atingir a sustentabilidade no sector da construção. Ao se optar pela reabilitação, reduz-se a utilização de recursos e protege-se o ambiente.

Segundo dados da FIEC (Federação da Indústria Europeia da Construção) o volume de trabalhos de reabilitação de edifícios de habitação, num conjunto de 14 países europeus, deverá ter atingido os 263,2 mil milhões de euros em 2009, sendo o mercado mais representativo o da Alemanha com cerca de 76,3 mil milhões de euros.

Como se pode verificar na figura 14, Itália, Finlândia, Bélgica e França representam os cinco maiores mercados de reabilitação de edifícios de habitação. É de salientar o facto de Portugal surgir como um dos países com menor peso da reabilitação de edifícios.

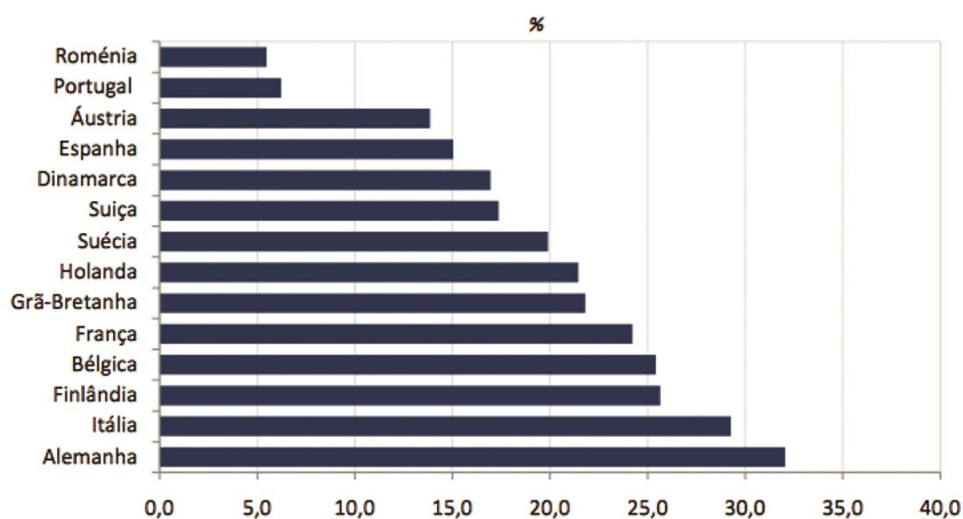


Figura 14 - Peso da reabilitação de edifícios de habitação na produção total da construção, 2009

Em Portugal estima-se que o número de fogos a necessitar de médias, grandes ou muito grandes intervenções sejam cerca de 800000. Tais carências, no âmbito da reabilitação de edifícios, são resultado de:

- Forte emigração para as grandes cidades e êxodo rural, não apoiando o incentivo do investimento na reabilitação;
- Estagnação do mercado de arrendamento;

- Apoios e incentivos à aquisição de habitação nova em prejuízo do arrendamento ou reabilitação;
- Facilidade no acesso a crédito para aquisição de habitação nova;
- Ideia generalizada que a reabilitação implica um significativo investimento por parte do proprietário.

No entanto, atualmente assiste-se a uma reestruturação estratégica, ainda que de forma gradual, no sector da construção civil no que concerne à reabilitação de edifícios de habitação.

Apesar da grande predominância de construções novas (80,5% do total de todas as construções), verifica-se que a reabilitação do parque edificado tem vindo a ser uma aposta cada vez mais crescente, com alterações e ampliações a ganharem uma maior importância face aos anos anteriores (16,7% do total, face aos 16,2% em 2006).

É necessário que a reabilitação de edifícios seja desenvolvida e incentivada, uma vez que o parque habitacional português necessita desse tipo de intervenções. É fundamental tornar o parque habitacional existente mais sustentável e melhorar as condições de habitabilidade.

Como referido na Carta de Atenas, onde se declara que “a cidade do futuro já existe hoje”, pode-se concluir que a reabilitação de edifícios de habitação deve ser considerada como o caminho de desenvolvimento, requalificação e regeneração em resposta às carências habitacionais da população atual.

CAPÍTULO III - SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

3.1 Introdução

As últimas décadas têm mostrado alterações do pensamento sobre os rumos do desenvolvimento sustentável. Cada vez mais se ouve e usa a expressão “desenvolvimento sustentável” como forma de mostrar a importância de poder satisfazer as nossas necessidades atuais tendo em consideração as capacidades do planeta e das necessidades das gerações futuras.

Este capítulo tem como objetivo demonstrar a urgente necessidade de criar mudanças relativas aos padrões de consumo energético e recursos naturais do meio edificado. É necessária a consciencialização de que só com a mudança de hábitos de consumo se pode fazer face à problemática do aquecimento global e das alterações climáticas.

3.2 Desenvolvimento Sustentável

A expressão “sustentabilidade” terá aparecido pela primeira vez sensivelmente em 1980, no relatório “International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources, World Conservation Strategy”. Esse relatório sugeria a essa expressão como uma aproximação estratégica da conservação e desenvolvimento coerente.

O conceito de “Desenvolvimento Sustentável” teve a sua origem nos anos 70 no século XX, tendo sido desenvolvido a partir da consciencialização dos limites de recursos naturais disponíveis e as capacidades máximas do ambiente para suportar o crescimento populacional, consumo de bens e alimentos e a deposição de resíduos.

Mais tarde, no ano de 1987, a Comissão Mundial do Ambiente e do desenvolvimento desenvolveu o relatório “Our common future” (O nosso futuro comum), mais conhecido como relatório “Brundtland”, onde o termo “Desenvolvimento Sustentável” surge definido como: “desenvolvimento que dê resposta às necessidades do presente, sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras darem resposta às delas”.

Segundo Clayton, Choi & Patten, a expressão “Desenvolvimento Sustentável” é um paradoxo pois não é possível pretender ter desenvolvimento/crescimento para toda a população mundial e, ao mesmo tempo esperar que esse desenvolvimento possa ser compatibilizado com a sustentabilidade ambiental. Trata-se de um ponto de vista meramente teórico mas, no entanto, não deixa de ser realista pois tem pelo menos o lado positivo de levar os habitantes dos países com elevados padrões de consumo (nos quais Portugal se inclui) a ponderar se os mesmos podem ou não ser estendidos a toda a população.

Analisando a “pegada ecológica” desagregada por região, que mede a superfície do Planeta Terra necessária para absorver os resíduos de uma unidade, pode-se constatar que a capacidade das regiões com padrões de consumo elevados já ultrapassaram os valores limite.

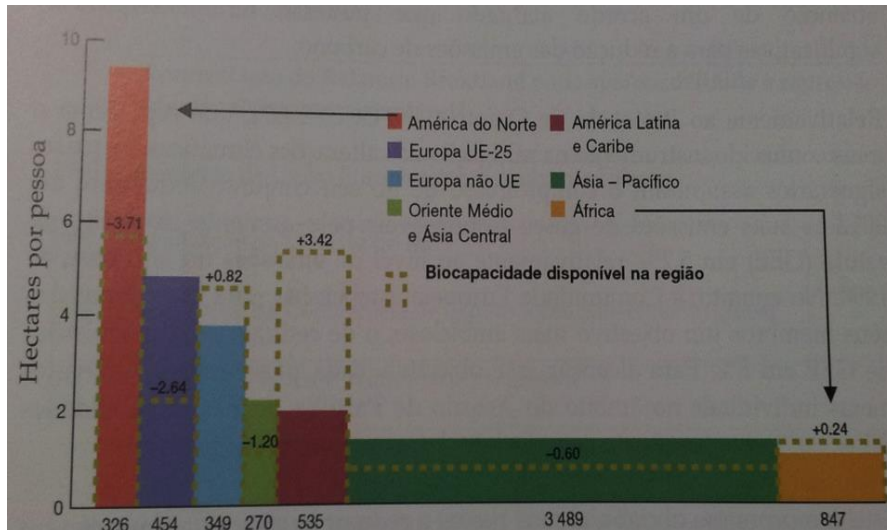


Figura 15 - Pegada ecológica por região

O Protocolo de Quioto constitui-se como o mais conhecido instrumento na mitigação das alterações climáticas. Neste protocolo os países signatários assumiram o compromisso de reduzirem até ao ano de 2012 as suas emissões de gases responsáveis pelo efeito de estufa em 5.2% relativamente ao nível de emissões no ano base de 1990.

A realização deste protocolo levou a que alguns países tivessem de reduzir substancialmente os seus níveis de emissões de gases de efeito de estufa, enquanto outros países podiam aumentá-los. Portugal foi o país que teve direito ao maior aumento de emissões de gases de efeito de estufa de todos os países da EU-15.

Mais tarde foi realizada a conferência de Copenhaga (ano de 2009). Nessa conferência não foi possível um entendimento alargado, pelo que os diferentes países propuseram-se a cumprir diferentes metas. A união europeia aceitou reduzir o nível de emissões totais até 2020 em 20% relativamente ao ano de 1990. Os Estados Unidos também aceitaram reduzir as suas emissões até ao ano de 2010 em 17% relativamente ao ano de 2005 e, por fim, a China e a Índia não aceitaram uma redução das suas emissões totais mas sim uma redução da intensidade de carbono até ao ano de 2020.

Desenvolvimento sustentável significa então possibilitar que as pessoas, não somente no presente mas também no futuro, possuam um nível de desenvolvimento social, económico e cultural satisfatório fazendo um uso racional e razoável dos recursos da terra e preservando as espécies e os ecossistemas.



Figura 16 - Desenvolvimento Sustentável

O desenvolvimento sustentável assenta em seis metas fundamentais de desenvolvimento, sendo elas:

- Satisfação das necessidades básicas da população como a alimentação, saúde, educação, lazer, etc;
- Participação da população envolvida, o que implica uma consciência sobre a necessidade de conservar o ambiente e fazer cada parte que lhe cabe para tal;
- Solidariedade para com as gerações futuras para que elas possam desfrutar de um novo ambiente que foi cuidadosamente preservado segundo princípios coerentes e necessários;
- Preservação dos recursos naturais (água, oxigénio, etc);
- Elaboração de um sistema social garantindo emprego, segurança social e respeito a outras culturas;
- Efetivação dos programas educativos.

3.3 Sustentabilidade em Portugal

Portugal assumiu compromissos, iniciados com a Cimeira da terra (1992) e mais recentemente na Cimeira das Nações Unidas (2005), onde se enfatizaram a necessidade de criar políticas e estratégias para o desenvolvimento sustentável, daí conceito de Desenvolvimento Sustentável em Portugal ter vindo a ser mencionado cada vez mais no contexto político, social e económico.

O projeto SHE – “Sustainable Housing in Europe” (Federabitazione Europa, 2003-2008) reflete tais necessidades de criar políticas de desenvolvimento sustentável.

A “Construção Sustentável Cooperativa” foi inspirada no projeto SHE que teve o seu início em Março de 2003 e foi concluído em Fevereiro de 2009.

Representa um projeto de demonstração co-financiado pela Comissão Europeia no âmbito do V Programa-Quadro de Investigação: Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, Eixo nº4 “Cidades do Futuro e Herança Cultural”. Teve como objetivo a avaliação e demonstração da viabilidade de projetos de habitação sustentável utilizando oito projetos pilotos cooperativos constituídos por 600 unidades habitacionais: em Itália (cinco projetos), Dinamarca (um projeto), França (um projeto) e Portugal (um projeto).

Nestes projetos foram incluídas questões ambientais e critérios de sustentabilidade, como o uso racional de recursos naturais e participação ativa dos residentes. Para que os cidadãos pudessem usufruir de um ambiente saudável e sustentável, a regra seria a habitação sustentável, dando grande importância à melhoria do desempenho energético e ambiental da habitação social e da qualidade da vida urbana.

A Federação Italiana das Cooperativas de Habitação Social (Federabitazione Europa) coordenava o consórcio e teve um papel primordial aquando a criação de uma parceria entre cooperativas ligadas à construção de habitações e uma equipa de peritos para aplicação de aspetos inovadores do projeto. Esta parceria acabou por demonstrar as vantagens financeiras, funcionais e sociais da abordagem proposta inicialmente, estimulando o desenvolvimento urbano sustentável de modo a ser considerado uma prática comum e não um caso experimental.

No seguimento desse projeto, em Portugal foi construído o primeiro empreendimento de habitação sustentável cooperativa (Empreendimento Habitacional da Ponte de Pedra) onde foram implementadas normas de sustentabilidade. (Coimbra, 2006). (Figura 17)



Figura 17- Vista aérea e fachada do empreendimento da Ponte de Pedra

O empreendimento da Ponte de Pedra serviu como projeto impulsor e de promoção de habitação cooperativa, de tal forma que posteriormente à execução do referido empreendimento seguiu-se a execução de novos empreendimentos com normas de sustentabilidade com o intuito de aperfeiçoar a aplicação de sustentabilidade da construção.

Na tabela 1 são apresentadas as habitações cooperativas sustentáveis e edifícios que foram construídos, para além do empreendimento da Ponte de Pedra.

Cooperativa/Uniões	Empreendimento	Localização	Nº de fogos	Estado
ÁGUAS FÉRREAS	Conjunto Habitacional da Bouça	Porto	128	Concluído
NORBICETA	Leça da Palmeira	Matosinhos	29	Concluído
SÃO JOÃO DAS FONTAINHAS	Fontainhas	Porto	39	Concluído
AS SETE BICAS	Empreendimento de Guifões	Matosinhos	40 + Lar de Idosos	Concluído
AS SETE BICAS	Moradias de Angeiras	Matosinhos	12	Concluído
GAIACOOP	Quinta da Belavista	Vila Nova de Gaia	100	Concluído

Tabela 1 - Habitações e edifícios cooperativos sustentáveis por localização, número de fogos e estado

Os projetos dos empreendimentos referidos anteriormente na tabela 1 foram construídos com os requisitos de sustentabilidade aplicados no empreendimento da Ponte de Pedra, tendo ainda sido aplicadas medidas de melhoria em algumas áreas. Essas medidas foram implementadas a nível da melhoria da eficiência de equipamentos de captação de energias renováveis e da utilização de sistemas construtivos com melhoria do nível térmico, acústico e da renovação do ar interior.

3.4 Impactes ambientais dos edifícios

A sociedade atual tem procurado cada vez mais uma constante melhoria da qualidade de vida e conforto no interior dos edifícios e a história do ser humano tem vindo a mostrar-nos a capacidade que tem em promover alterações no meio ambiente de forma a satisfazer as suas necessidades vitais, contribuindo para uma mudança irreversível do mesmo.

Este desenvolvimento tem causado um consumo descontrolado de energia e recursos naturais, face às necessidades básicas do ser humano para sua subsistência.

Dentro das atividades industriais, a construção é o maior consumidor de recursos naturais, gerador de elevadas quantidades de resíduos e uma das principais causadoras da poluição atmosférica.

A indústria da construção tem vindo a desenvolver, cada vez em maior quantidade, produtos capazes de dar resposta às necessidades do mercado cada vez mais exigentes, sem ser dada a devida atenção aos recursos envolvidos, os resíduos que geram e a poluição atmosférica que causam.

Os impactes ambientais vão muito além dos consumos dos mesmos na fase de operação. Os impactes ambientais dos edifícios refletem-se ao longo do seu ciclo de vida, desde a conceção à operação e desativação, ou desconstrução.

A fase da construção é o momento onde ocorrem impactes elevados e refletem-se sobretudo com a intervenção no local, com a alteração do uso do solo, do consumo de matérias-primas,

consumo de energia e água, produção de ruído, emissão de poeiras e alterações nos ambientes naturais.

Por fase de operação entende-se como a fase desde a receção da obra por parte do proprietário até ao fim da utilização da mesma e tem como impactes relevantes o consumo de energia, água e materiais e produção de resíduos.

No entanto, a fase de construção ocorre num pequeno período de tempo, dadas as características e atividades e, se acumularmos todos os consumos e efeitos das atividades, a fase da operação revela um impacto muito superior ao da própria obra. (PINHEIRO, 2006)

De uma forma geral, pode-se afirmar que a forma atual de construir pode ser considerada como destrutiva do meio ambiente, pois não considera os recursos utilizados, os meios, a saúde dos seus ocupantes, dando preferência pelo benefício imediato e pela lógica economicista. A atual falta de interesse por questões que permitam a cultura de uma construção sustentável tem levado a edifícios com opções construtivas causadoras de um crescente consumo, fazendo com isso a necessidade de aumentar a produção de energia e consequente geração de resíduos e poluição ambiental.

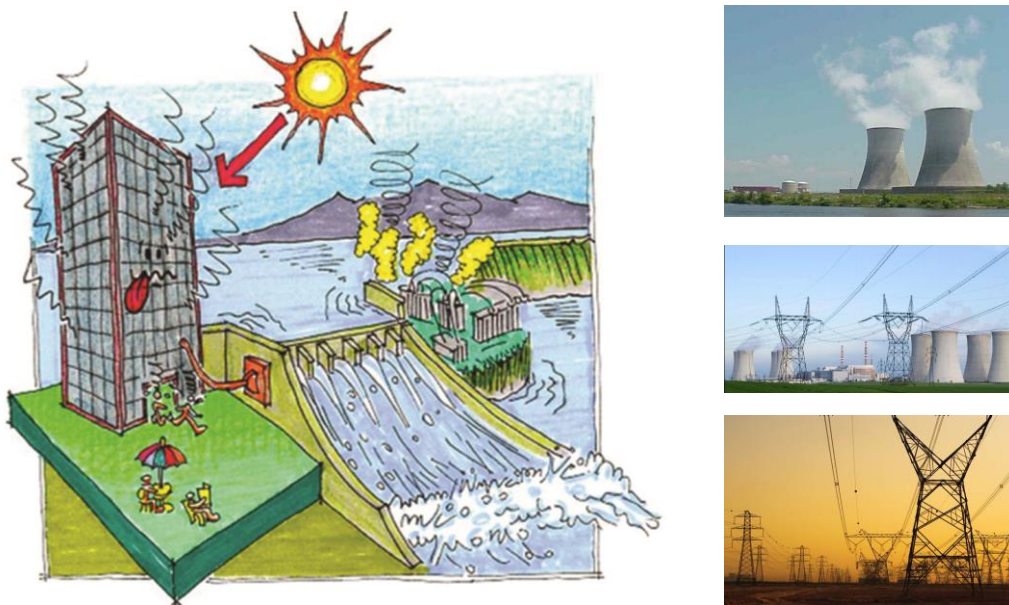


Figura 18 – Aspectos destrutivos do meio ambiente

Pode-se então concluir que a indústria da construção tem contribuído com o sucessivo aumento generalizado do consumo de recursos, que por sua vez, leva a uma maior geração de resíduos e poluição atmosférica, destruindo o meio ambiente.

> CONSUMO = > GERAÇÃO

Em suma, torna-se necessário procurar uma alternativa à forma atual de construir por forma a ser mais sustentável. É fundamental reduzir os impactes associados a cada fase do sector da construção, com relevância para as soluções a adotar na fase de operação ou utilização do edifício, pois ao longo do tempo de vida útil, os impactes ambientais são prolongados.

CAPÍTULO IV – METODOLOGIA DO CASO DE ESTUDO

4.1 Introdução

Os processos metodológicos englobam decisões que dependem da maneira como se concebe o objeto da investigação e das características que o objeto apresenta. Variam, também, do tipo de problemática em estudo, neste caso, sobre a eficiência energética em edifícios de reabilitação.

O presente Capítulo descreve a metodologia desenvolvida para atender ao propósito do objeto deste trabalho, que consiste em verificar se é possível alcançar um aforro através da implementação de medidas de reabilitação energética eficientes num edifício de habitação. Para isso, são apresentadas várias etapas necessárias ao desenvolvimento do projeto de investigação com o objetivo de se obter resposta à pergunta de partida e a comprovar as hipóteses formuladas.

Inicialmente, o caso de estudo incidiu na recolha e fundamentação através da revisão de literatura. A tipificação metodológica englobou o seguinte esquema: pergunta de partida, hipóteses e objetivos, opções metodológicas e tarefas desenvolvidas.

4.2 Pergunta de partida

A problemática de investigação teve como finalidade encontrar respostas para a pergunta de partida, formulada anteriormente no capítulo um da presente dissertação e que se retoma:

Como reabilitar um edifício de habitação de forma eficiente energeticamente?

Para se conseguir obter respostas concretas em relação à pergunta de partida, foram disponíveis todos os recursos ao investigador para o estudo da amostra. O estudo centrou-se num edifício de habitação. Foi realizada a descrição, comparação, monitorização e análise dos desempenhos energéticos espectáveis e oficiais previstos, no que concerne ao consumo de recursos energéticos e água potável do edifício de habitação em estudo.

4.3 Hipóteses

A partir do conhecimento da pergunta de partida e definidos os objetivos (Capítulo I, Introdução), tentar-se-á solucionar-la através de hipóteses a verificar pelo trabalho desenvolvido:

- **Hipótese 1** - A reabilitação energética eficiente possibilita um aforro mensal e anual, como a água potável, energia elétrica e gás natural;

- **Hipótese 2** – A reabilitação energética eficiente possibilita uma forte melhoria do conforto ambiental para os moradores;

- **Hipótese 3** – A reabilitação energética eficiente diminui o impacto ambiental das operações produzidas pelo homem;

- **Hipótese 4** - A reabilitação energética eficiente tem um impacto positivo nos moradores quanto à consciencialização e responsabilidade ambientais.

4.4 Opções metodológicas

Com base nos objetivos e hipóteses formulados para este trabalho, optou-se por uma investigação quantitativa. Este estudo possui vantagens de entre a quais a possibilidade de investigação de fenómenos em contexto real e a possibilidade de adquirir um conhecimento aprofundado da realidade.

A metodologia compreende basicamente os trabalhos de caracterização das soluções existentes de reabilitação energética de edifícios de habitação, a descrição das alterações realizadas no edifício referido como caso de estudo, registos de monitorização dos consumos energéticos realizados pelos 10 moradores presentes no edifício durante um ano e a apresentação do aforro conseguido em comparação com os consumos de referência.

4.5 Metodologia de desenvolvimento do trabalho

A partir deste modelo de investigação foram procuradas fontes de evidência do estudo em análise. Assim, recorreu-se a análise documental e aos registos de monitorização, com o objetivo de obter dados relativos aos benefícios da implementação de medidas de eficiência energética do ponto de vista ambiental e económico.

4.5.1 Descrição da amostra

Como objeto de investigação foi considerado um edifício de habitação, de tipologia T9. Nele moram 10 habitantes constantemente.

O mesmo está localizado na Travessa Luz Soriano e é constituído por cave, rés-do-chão e anexo, com uma área útil de 130,64 m², situada a uma altitude de 125 m e com uma distância à costa de cerca de 6,00 Km.

4.5.2 Descrição dos métodos de análise

Com base na pergunta de partida abordada anteriormente, foram realizadas as análises seguidamente apresentadas.

4.5.2.1 Análise do edifício

O edifício antigo foi visitado anteriormente às intervenções das obras de reabilitação por forma a ser analisado, serem averiguadas as soluções construtivas encontradas e recolha de informação fotográfica.

4.5.2.2 Análise do projeto

Os projetos de execução foram analisados como forma de investigação das alterações implementadas no edifício.

4.5.2.3 Análise dos dados quantitativos

Para a análise de dados quantitativos foram recolhidos e analisados os consumos mensais de água potável, de eletricidade e gás natural.

4.5.2.4 Interpretação dos dados de investigação

Com base nos dados de investigação e para poderem ser interpretados, foram identificadas e descritas as medidas de reabilitação de eficiência energética implementadas no edifício em estudo.

Relativamente ao possível aforro, foram analisados os consumos energéticos e de água potável durante um ano, como referido anteriormente. Adotaram-se as necessidades anuais de consumos referidas no certificado energético do edifício (situado no anexo I) e tiveram como finalidade a definição do patamar de necessidades de recursos considerado como “consumos de referência”. Este nível de consumos considerado como “consumos de referência” foi considerado como consumo máximo utilizável pelos 10 moradores residentes no edifício.

4.5.2.5 Cálculo do aforro mensal para o caso de estudo

Após a recolha dos dados dos consumos referidos anteriormente, foi realizado o cálculo dos consumos energéticos para as seguintes situações:

- Custo de utilização dos recursos de energia elétrica, gás natural e água potável para as situações de consumos designados como “consumos reais”;
- Custo de utilização dos recursos de energia elétrica, gás natural e água potável para as situações de consumos designados como “consumos oficiais previstos” (Custo máximo).

O aforro determinado para os recursos energéticos foi determinado, para cada situação estabelecida anteriormente, com base na diferença entre os respetivos custos anuais determinados no cálculo.

Por fim, realizar-se-á a determinação do possível aforro. Se esse aforro for verificado, então, será possível proceder à confirmação da hipótese 1 descrita anteriormente.

4.6 Conclusão

Esta metodologia descreve o encadeamento das tarefas a serem realizadas para a realização do projeto de investigação.

Sendo necessário comprovar que na reabilitação de edifícios deve-se proceder de forma eficiente energeticamente, a investigação iniciar-se-á, no próximo capítulo, pelas diversas formas existentes de reabilitação para tornar os edifícios mais eficientes energeticamente.

Faz parte da metodologia deste trabalho de investigação, a comparação entre os consumos designados como “consumos reais” retirados dos registos de monitorização do edifício e os consumos designados como “consumos de referência” calculados como referidos no ponto 4.5.2.3.

Após a realização deste trabalho de investigação, realizado através de uma análise comparativa, serão apresentados os resultados obtidos.

CAPÍTULO V - EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS EDIFÍCIOS DE REABILITAÇÃO

5.1 Introdução

Anteriormente, no capítulo 3, foram referidos aspetos associados à sustentabilidade ambiental a nível global. Neste capítulo, serão abordados aspetos como a eficiência energética dos edifícios, uma vez que o peso da energia necessária para um edifício se torna mais importante para cada família.

5.2 Fatores associados aos edifícios

Nas últimas décadas, a disponibilidade de energia fóssil barata teve um profundo impacto na construção e no meio ambiente.

Esta facilidade de obtenção de energia a custos reduzidos fez com que se passasse de uma arquitetura que tem em conta a sua envolvente e o meio ambiente para um clima adaptado à arquitetura.

Para ser possível uma maior eficiência energética é necessário adaptar os edifícios à natureza e ao meio ambiente e não o contrário, ou seja, adaptar a natureza e o meio ambiente aos edifícios construídos. Só é possível uma maior eficiência aproveitando todos os recursos naturais possíveis à disposição, favorecendo o conforto e bem-estar dos ocupantes.

5.3 Fatores associados à envolvente térmica dos edifícios

5.3.1 Inércia térmica

Os tipos de materiais que se utilizam para construir as fachadas dos edifícios influenciam as condições de conforto no seu interior. Por isso, é necessário ter em atenção as principais características dos materiais, como a inércia térmica e o seu poder isolante.

A inércia térmica de um edifício traduz a sua capacidade de contrariar as variações de temperatura no seu interior devido à capacidade de acumular calor nos seus elementos de construção, como, por exemplo, os tijolos maciços e a pedra.

As paredes de um edifício com materiais de elevada capacidade térmica funcionam como amortecedores térmicos, ou seja, permitem contrariar os extremos climáticos exteriores, proporcionando um maior conforto aos ocupantes. No caso de materiais mais leves e com menor inércia térmica, não conseguem amortecer os extremos climáticos exteriores pois são menos isolantes.

Em edifícios com materiais de elevada inércia térmica, as divisões podem ser arejadas mesmo que esteja frio no exterior, pois, fechando posteriormente a janela, a temperatura interna restabelece-se rapidamente. Pelo contrário, no Verão, possuem a capacidade para absorver o calor e manter mais fresco o interior dos edifícios. Por exemplo, quando se entra em edifícios

antigos de alvenaria de pedra, pode-se sentir uma sensação de conforto em ambas as estações mesmo possuindo uma capacidade de isolamento térmico bastante reduzido.

5.3.2 Isolamento térmico

Segundo Santos & Matias (2006), isolamento térmico são “os materiais e produtos que apresentam uma condutibilidade inferior a 0,065 W/(m.°C) e uma resistência térmica superior a 0,30 (m².°C)”.

Atualmente, de todas as diversas soluções de isolamento térmico existentes, as soluções correntemente mais utilizadas são:

- Placas de poliestireno expandido moldado (EPS);
- Mantas ou placas de lã mineral (MW);
- Placas de poliestireno expandido extrudido (XPS);
- Placas de aglomerado de cortiça expandida (ICB);
- Espuma rígida de poli-isocianurato (PIR) ou poliuretano (PUR).

Na tabela 2 é apresentada uma tabela com alguns dos isolamentos térmicos descritos anteriormente com os respetivos coeficientes de condutibilidade térmica (λ).

Isolante térmico		
Produto (massa vol.) [kg/m ³]	λ [W/(m.°C)]	esp. [mm]
XPS (25-40)	0,037	30
		40
		60
		80
EPS (15-20) MW (35-100) PIR/PUR (20-50)	0,040	30
		40
		60
		80
EPS (13-15)	0,042	30
		40
		60
		80
ICB (90-140)	0,045	30
		40
		60
		80

Tabela 2 - Coeficiente de condutibilidade térmica de isolamentos térmicos

O isolamento térmico é fundamental para garantir o conforto térmico nas habitações durante todo o ano, principalmente no Inverno e para torna-las mais eficientes energeticamente. O principal objetivo é manter o ar interior da habitação a uma temperatura confortável, e para tal, é necessário evitar a entrada de correntes de ar quente ou frio, consoante a época do ano.

O isolamento térmico dificulta a transferência de calor por condução do interior para o exterior dos edifícios e vice-versa. Assim, a quantidade de calor necessária para manter uma habitação à temperatura de conforto vai depender do nível e da forma de colocação do isolamento térmico.

No entanto, para que o isolamento térmico seja eficaz, é necessário eliminar as pontes térmicas e cobrir totalmente toda a superfície isolada. Por isso, as discontinuidades do isolamento devem ser evitadas pois são locais onde a transferência de calor é superior em relação às restantes áreas. Estas discontinuidades provocam um maior consumo de energia para aquecimento e são zonas mais sensíveis e com maiores possibilidades de aparecimento de infiltrações, condensações, bolores entre outras patologias.

5.3.3 Envidraçados

Do ponto de vista energético, os envidraçados assumem um papel muito importante devido às perdas e ganhos de calor que ocorrem através dos mesmos. Deve-se ter em conta a relação entre a área do espaço interior e a área de envidraçado pois um uso indisciplinado e uma má opção pelo tipo de vidro pode originar uma construção deficiente do ponto de vista da eficiência energética, só se conseguindo obter conforto através do recurso de equipamentos de aquecimento e arrefecimento mecânicos.

A orientação dos vãos envidraçados condiciona a escolha do tipo de vidro, os envidraçados orientados a Norte devem evitar perdas de calor para o exterior enquanto os envidraçados orientados a Sul devem evitar a entrada de radiação solar.

Em relação às caixilharias, aquelas que permitem menor dissipação de calor são as mais aconselháveis, logo, no caso de caixilharias de alumínio, as que possuem corte térmico são as mais aconselháveis. No entanto, as mais eficientes e mais sustentáveis são as caixilharias de madeira pois quando comparadas com outros tipos de materiais permitem uma menor dissipação de energia e para o ambiente produzem menores impactes.

As intervenções ao nível dos envidraçados devem também ter o objetivo de reduzir as infiltrações de ar não controlado, aumentar a captação de ganhos solares no Inverno, reforçar a proteção da radiação solar durante o Verão e melhorar as condições de ventilação natural.

5.3.4 Ventilação

Nos edifícios de habitação são produzidas elevadas quantidades de vapor de água, sendo produzido em maior quantidade em cozinhas e casa de banho. No caso de um edifício de habitação possuir insuficiente ventilação, esse vapor de água pode não ser removido e tenderá

a condensar nas superfícies frias, provocando fungos e bolores prejudiciais para a qualidade interior do edifício e prejudiciais para a saúde.

A ventilação tem o objetivo de renovar o ar interior dos edifícios, mantendo as condições higiénicas e o conforto térmico.

Um edifício pode ser ventilado de duas formas diferentes, através da ventilação natural e da ventilação mecânica, sendo a ventilação natural a melhor opção.

A ventilação natural faz uso da pressão e depressão causada pela ação do vento na superfície exterior e para essas condições funcionarem em pleno, devem existir no interior dos edifícios pelo menos duas janelas em duas fachadas opostas.

Comparativamente com a ventilação mecânica, a ventilação natural possui diversas vantagens:

- Não necessita de equipamentos que consomem energia;
- Não necessita de manutenção;
- Não provoca ruído;
- Não provoca problemas de saúde (síndrome dos edifícios doentes);
- Pode ser facilmente integrada nos edifícios não ocupando tanto espaço;
- Na busca de soluções permite um maior contacto do homem com as forças dinâmicas da natureza.

No entanto, a ventilação natural também possui desvantagens comparativamente com a ventilação mecânica:

- Devido ao carácter aleatório das forças da natureza envolvidas, é muito difícil de prever com certezas absolutas um eficiente controlo dos caudais de ar;
- Em muitos ambientes urbanos tanto o ruído como a qualidade do ar exterior são péssimos, transmitindo-se tal, por consequência, ao interior dos edifícios;
- As dimensões das tubagens, quando necessárias, são maiores;
- É necessário uma maior permeabilidade interior do edifício;
- Os modelos matemáticos existentes para prever o seu estudo são muito mais complicados e falíveis.

As desvantagens descritas anteriormente podem ser mitigadas com soluções cuja abordagem é muitas vezes difícil de lidar mas não impossível, dependendo maioritariamente do maior conhecimento das forças da natureza.

5.4 Fatores associados aos sistemas e instalações

Como se pode verificar na figura 19, o consumo de energia em Portugal nos edifícios de habitação representa uma fatia considerável do consumo energético total, sendo que quase um terço da energia final é consumida nos edifícios.

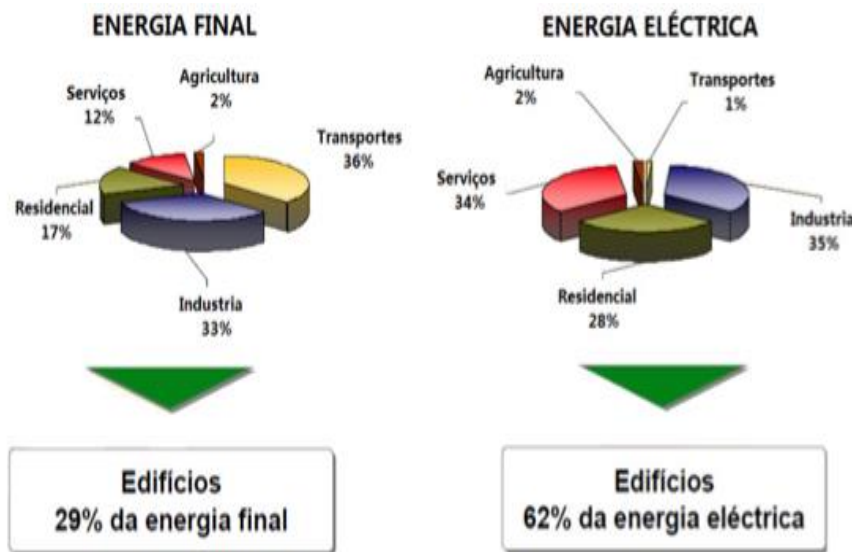


Figura 19 - Consumos de energia em Portugal

No entanto, quando comparado com outros países da UE este valor é ainda menor, estando relacionado essencialmente com a baixa taxa de equipamentos consumidores e com o facto de o clima em Portugal ser considerado mais ameno. Contudo, a tendência de consumo energético tende a aumentar.

Assim, a redução dos custos associados ao consumo de energia está relacionada com uma utilização mais eficiente e racional dos sistemas e instalações consumidores de energia.

Torna-se então necessário apresentar diversas formas de consumo energético nos edifícios de habitação, como são os casos da climatização (aquecimento e arrefecimento), aquecimento de águas sanitárias (AQS) e iluminação.

5.4.1 – Climatização

Os sistemas de aquecimento e arrefecimento desempenham um papel essencial nos edifícios de habitação, tendo um forte impacto no conforto ambiente dos ocupantes. Por outro lado, são também responsáveis por uma parte significativa da fatura energética das habitações e consequentemente pelos gases poluentes emitidos para a atmosfera, daí a eficiência energética se torne um fator fundamental.

A climatização é a categoria de usos de energia com maior crescimento, dada a conhecida situação de desconforto térmico em grande parte das residências portuguesas. (AGUIAR e Santos, 2007). Na construção de edifícios de habitação tem-se notado uma diminuição das espessuras das paredes e dos pavimentos e uma deficiente utilização e colocação de isolamento térmico, aumentando a permeabilidade dos edifícios ao calor provocando e consequente sobreaquecimento dos mesmos. Durante os meses mais frios provoca a perda de calor.

Esta maior permeabilidade dos edifícios, tanto através das paredes, dos pavimentos, dos telhados ou das caixilharias, tem a tendência de ser compensada por gastos excessivos de energia térmica no interior dos mesmos, provocando uma deficiente eficiência térmica e custos elevados para os ocupantes.

Em Portugal, em edifícios de habitação, cerca de 25% do consumo energético deve-se a aquecimento e arrefecimento do interior dos mesmos. Como foi dito anteriormente, a qualidade térmica dos edifícios tem uma grande responsabilidade na realidade dos números apresentados e estima-se que entre 25% a 30% das necessidades de aquecimento são devidas a perdas de calor com origem nos envidraçados.

Estima-se que em Portugal 70% das caixilharias dos edifícios de habitação são sem corte térmico e com vidro simples, 18% a 22% são sem corte térmico e com vidro duplo e 6% a 7% são de corte térmico e com vidro duplo. Com base neste dados, é possível verificar que ainda há um longo caminho a seguir relativamente às caixilharias colocadas nos edifícios de habitação, sendo este um sector que pode ser melhorado significativamente em prol da eficiência energética.

O tipo de climatização mais utilizado no nosso país é o aquecimento, no entanto, o arrefecimento ambiente, mais propriamente o ar condicionado, tem vindo a ter cada vez mais maior afluência. Perante esta tendência, a União Europeia desenvolveu uma Diretiva no sentido de estabelecer níveis mínimos de eficiência energética para os sistemas de ar condicionado.

Em termos energéticos, a solução ideal seria que os edifícios de habitação fossem construídos de forma a não consumirem ou consumirem o mínimo de energia possível em sistemas ativos de climatização, como em casos especiais de climas severos e não para melhorar uma fraca performance climática dos edifícios.

Sempre que seja necessária a utilização de equipamentos ativos de climatização, é necessário ter em conta os níveis de calor de que o edifício necessita na realidade, a dimensão, o tipo de construção e o número de pessoas tendo em conta a eficiência energética.

5.4.2 – Águas quentes sanitárias (AQS)

Na maioria dos casos, a água quente para uso doméstico é obtida com o recurso a um esquentador a gás ou a um termoacumulador elétrico. Em casos que existam sistemas de

aquecimento central, é habitual que também se produza água quente com o recurso aos mesmos. No entanto, são sistemas pouco eficientes energeticamente e consomem combustíveis fósseis, contribuindo para o aumento da concentração de CO₂ na atmosfera.

Como o aquecimento de água quente é um processo que consome bastante energia, é importante ter especial atenção na escolha e seleção eficiente dos sistemas de aquecimento de água pois apresentam um elevado impacto no consumo de energia.

5.4.2 – Iluminação

As condições de insolação e iluminação natural são fatores importantes que condicionam tanto o bem-estar dos ocupantes como a eficiência energética dos edifícios.

A ação da radiação solar provoca consequências importantes nas condições ambientais interiores térmicas e de iluminação natural pois, além de poder ser utilizada para a iluminação dos espaços, a radiação solar que penetra através dos vãos envidraçados pode provocar um efeito de sobreaquecimento no Verão, ou causar o efeito de aquecimento favorável no Inverno.

No entanto, para além da parte térmica que está intrinsecamente ligada à radiação solar e aos vãos envidraçados, a parte que concerne com a iluminação natural também é um fator importante e que deve ser tomado em consideração.

Os consumos energéticos em edifícios de habitação podem atingir os 25% do consumo da energia, tornando-se por isso um fator chave na eficiência energética dos edifícios. Assim, para uma correta iluminação dos espaços, é necessário ter em consideração fatores como as características das divisões, as tarefas que lhe são destinadas e as fontes de luz disponíveis.

A luz necessária para iluminação dos edifícios pode ser conseguida de forma natural através da luz solar, de forma artificial através de lâmpadas ou pela conciliação das duas. Quanto mais eficiente for o sistema de iluminação de um edifício menor será o valor da fatura de eletricidade consumida pelo sistema, tornando também uma melhor qualidade interior da habitação.

Portugal dispõe de boas condições geográficas e climáticas que propiciam o aproveitamento da luz natural nos edifícios, no entanto, alguns fatores podem prejudicar esse aproveitamento, como por exemplo:

- Obstrução à luz natural por parte de edifícios fronteiros;
- Orientações desfavoráveis dos vãos envidraçados devido a constrangimentos urbanísticos e de loteamento;
- Dispositivos de proteção solar não compatíveis com os requisitos de iluminação natural e com a necessidade de oclusão noturna;

- Inadequação das características dos vãos envidraçados;
- Compartimentos com aberturas para o exterior demasiado profundos.

No sector dos edifícios de habitação a melhor opção tendo em vista a eficiência energética é a iluminação natural, uma vez que reduz custos de operação, além de fornecer melhores condições de luminosidade. No entanto, a iluminação natural não pode satisfazer todas as necessidades de iluminação de um edifício devido à sua inexistência durante a noite bem como devido a outros fatores associados a condições climáticas.

CAPÍTULO VI - REABILITAÇÃO ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS

6.1 Introdução

A conservação e reabilitação de construções antigas é motivo de crescente preocupação, não estando apenas limitada a edifícios de grande valor histórico ou patrimonial, surgindo também interesse por edifícios civis, que constituem os designados centros históricos.

Fatores como o deficiente estado de conservação em que se encontram associado à necessidade de revitalizar centros urbanos, torna urgente definir esquemas de intervenção que permitam preservar parte importante deste património cultural.

Intervenções de reabilitação e/ou reforço devem respeitar a história do edifício, de modo a preservar a memória do património construído e evitar que o conceito de reabilitar dê lugar à destruição integral ou parcial do edificado.

A inexistência de normas sobre construções antigas pode ser explicada pela experiência adquirida pelos seus utilizadores, que passava de geração em geração, constituindo uma prática consagrada.

Atualmente, a prática das técnicas tradicionais perdeu-se em parte pela entrada em força do betão armado e também pelo desinteresse das escolas de engenharia e arquitetura no estudo de tecnologias tradicionais de construção e respetivos materiais.

O betão armado teve essa influência devido às suas propriedades físicas e mecânicas que permitiram alcançar novos horizontes na exploração da forma e do espaço arquitetónico, conduzindo à conceção e execução de estruturas mais ousadas.

6.2 Medidas de reabilitação energética dos edifícios

A cada dia que passa a necessidade de melhoria do comportamento térmico dos edifícios torna-se mais importante, não só pela consciência sobre a escassez dos recursos primários mas também porque a sociedade atual exige novos conhecimentos e instrumentos que sejam implementados de forma a reduzir os custos energéticos nos consumos familiares.

Os utilizadores finais necessitam muitas das vezes de tomar importantes decisões em relação aos investimentos, por exemplo, quando procedem fazer grandes alterações em edifícios que se encontram em fase de projeto ou construção. Nesses momentos, essas decisões possuem elevadas influências em relação ao desempenho energético e podem permitir uma poupança energética considerável, através da implementação de medidas corretivas com a finalidade de corrigir deficiências apresentadas nos mesmos.

Tais melhorias conduzem à redução das necessidades de energia de aquecimento ou arrefecimento, podendo também provocar melhorias significativas nas condições de conforto

dos edifícios e reduzir a potência dos equipamentos de climatização, permitindo com isso reduzir as despesas totais dos moradores.

A reabilitação de edifícios necessita de uma elevada variedade de soluções que permitam trabalhar com diferentes tipos de suportes, que evitem, sempre que possível, a necessidade de demolições, que facilitem a sua aplicação e que permitam a execução dos trabalhos no menor prazo possível e que contribuam para a redução dos consumos energéticos.

As principais medidas que se podem implementar nos edifícios tendo em vista a eficiência energética são:

- Reabilitação da envolvente do edifício (redução do consumo energético do edifício pelo reforço da proteção das partes opacas, pelo reforço dos vãos envidraçados e pelo recurso a tecnologias solares passivas);

- Recurso a tecnologias solares ativas (implementação de energias renováveis nos edifícios);

- Reabilitação energética dos sistemas e instalações (implementação de equipamentos com melhores rendimentos e de menor consumo);

- Fontes energéticas disponíveis (mudança da fonte energética pela diversificação de fontes e orientação a recursos energéticos menos poluentes).

A escolha por cada uma das medidas descritas anteriormente variam de caso para caso e em função de uma análise de custo/benefício.

6.3 Reabilitação energética das paredes exteriores

A aplicação de isolamento térmico nos edifícios representa uma das formas de satisfazer as exigências de conforto térmico, associadas ao consumo de energia e proteção ambiental. Isolar um edifício termicamente permite minimizar as trocas de calor com o exterior e assim reduzir as necessidades de aquecimento e arrefecimento.

A melhoria das envolventes obriga a optar entre as várias soluções, devendo-se possuir um bom conhecimento, para cada uma, do seu impacto visual, custo, poupança em energia e período de retorno do investimento.

As paredes exteriores dos edifícios existentes podem tipificar-se da seguinte forma:

- Paredes de pedra;
- Paredes de tabique;
- Paredes simples de alvenaria de tijolo ou bloco de betão;

- Paredes duplas de alvenaria de tijolo ou bloco de betão;
- Paredes simples de taipa ou adobe;
- Paredes simples de alvenaria de betão celular auto-clavado.

A disposição do isolamento térmico pode ser concretizada das seguintes formas:

- Isolamento térmico exterior;
- Isolamento térmico interior;
- Isolamento térmico em caixa-de-ar (limitado ao caso de paredes duplas).

O reforço do isolamento térmico de um edifício deve ser escolhido em função das condicionantes do existente, das características construtivas e arquitetónicas por forma a reduzir os consumos de energia e melhorar o conforto térmico e ambiente interior.

No caso de paredes simples (constituídas apenas por um só pano), o reforço do isolamento térmico pode ser realizado tanto pelo exterior como pelo interior. O isolamento térmico pelo exterior revela-se como a melhor solução, uma vez que as vantagens superam largamente a solução de colocação de isolamento pelo interior. No entanto, nem sempre é possível colocar isolamento térmico pelo exterior devido a condicionantes arquitetónicas.

De seguida, é apresentado um quadro onde são mencionadas as vantagens e desvantagens da colocação de isolamento térmico em fachadas pelo exterior em comparação com a colocação de isolamento térmico pelo interior.

VANTAGENS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> - Isolamento térmico mais eficiente - Proteção das paredes contra agentes atmosféricos - Ausência de descontinuidade na camada isolante - Supressão de “pontes térmicas” e redução dos riscos de condensação - Conservação da inércia térmica das paredes - Manutenção das dimensões dos espaços interiores <ul style="list-style-type: none"> - Menores riscos de incêndio e toxicidade - Manutenção da ocupação dos edifícios durante as obras - Dispensa de interrupções nas instalações interiores e de trabalhos de reposição de acabamentos - Eventual melhoria do aspeto exterior dos edifícios 	<ul style="list-style-type: none"> - Constrangimentos arquitetónicos - Constrangimentos de ordem térmica - Maior vulnerabilidade da parede ao choque, sobretudo no rés-do-chão <ul style="list-style-type: none"> - Custo em regra mais elevado (aproximadamente o dobro) - Condicionamento dos trabalhos pelo estado do tempo - Risco de fendilhação dos revestimentos (em soluções com revestimentos contínuos)

Figura 20 - Vantagens e inconvenientes entre a aplicação de isolamento térmico pelo exterior e pelo interior

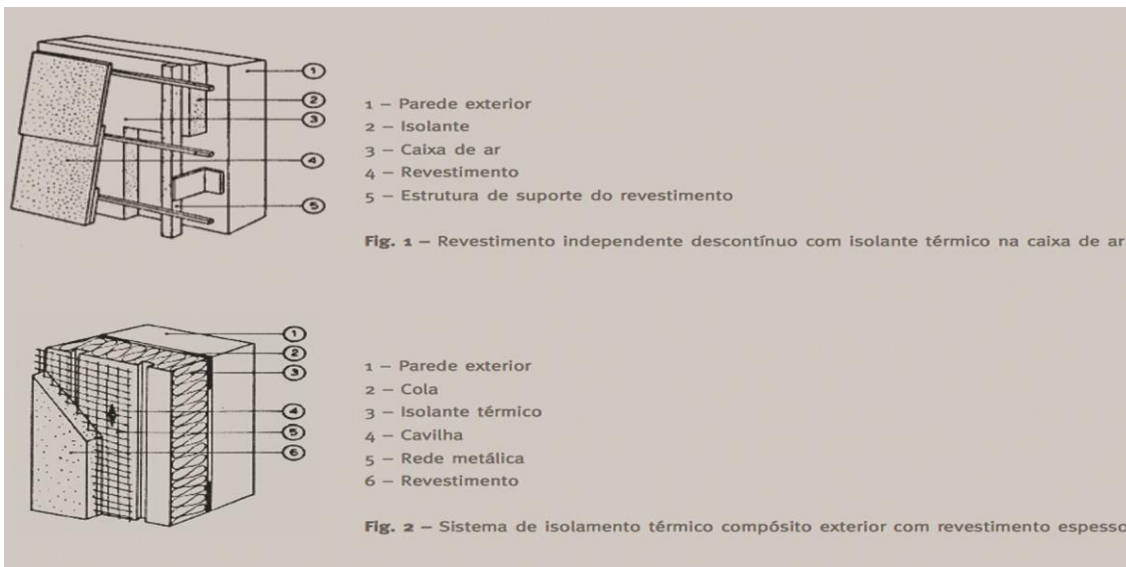
6.3.1 Isolamento térmico exterior

A aplicação de isolamento térmico pelo exterior, quando possível, apresenta sempre vantagens em relação à aplicação pelo interior, como são o caso da eliminação das pontes térmicas e da preservação da inércia térmica interior dos edifícios.

De um modo geral, o sistema de isolamento pelo exterior é constituído por uma camada de isolamento térmico aplicado sobre o suporte e um revestimento exterior para proteção das solicitações climáticas e mecânicas. Existem três tipos principais de soluções para isolamento térmico exterior, como são o caso de:

- Revestimentos independentes com interposição de um isolante térmico no espaço de ar (figura 21 – fig.1);
- Sistemas compósitos de isolamento térmico pelo exterior (ETICS) (figuras 21 – fig. 2 e 3);
- Revestimentos isolantes (por exemplo, revestimentos pré-fabricados isolantes descontínuos e rebocos isolantes) (figura 21 – fig. 4);

Das soluções descritas anteriormente, as mais utilizadas atualmente na reabilitação de edifícios são as duas primeiras.



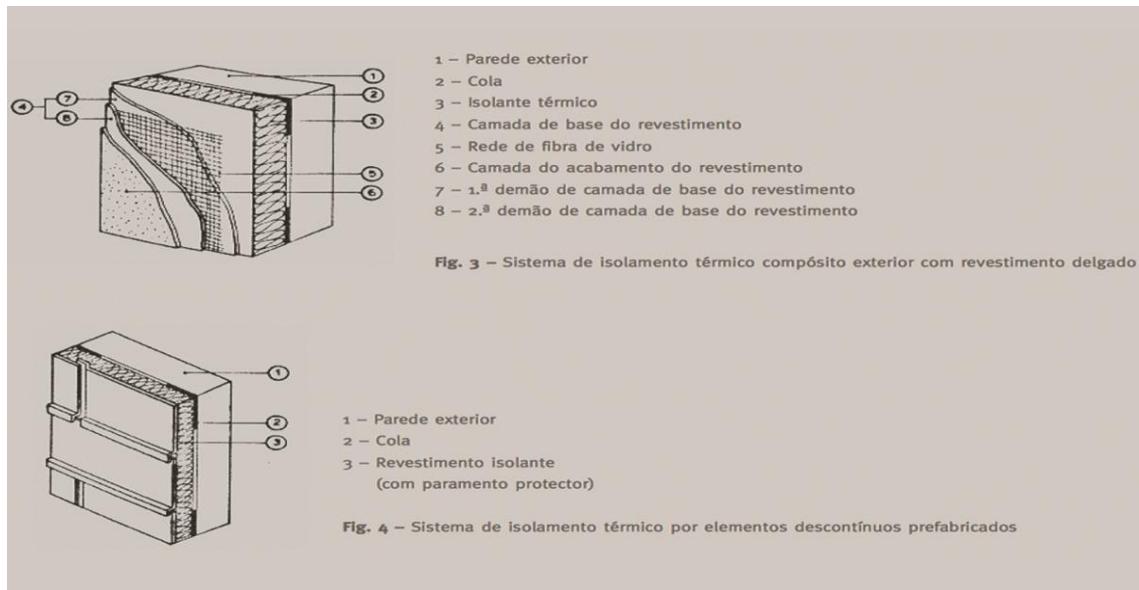


Figura 21 - Soluções de isolamento térmico pelo exterior (Fig. 1, 2, 3 e 4)

6.3.1.1 Revestimentos independentes com interposição de um isolante térmico no espaço de ar

Neste tipo de soluções de isolamento térmico, o revestimento exterior é fixado mecanicamente através de uma estrutura secundária protegendo o isolamento térmico contra ações atmosféricas. Esse revestimento pode ser contínuo (rebocos armados) ou descontínuo (composto por placas metálicas, de fibrocimento ou de material plástico e o isolamento térmico encontra-se instalado entre a parede e o revestimento, deixando um espaço de ar entre eles).

Na figura 22 – fig. 5 é apresentado um exemplo de uma fachada reabilitada com este tipo de isolamento térmico e, na mesma figura 22 – fig.6a e 6b são apresentados pormenores da solução adotada neste exemplo.



Figura 22 - Fachada reabilitada e pormenores com isolamento térmico no espaço de ar

6.3.1.2 Sistemas compósitos de isolamento térmico pelo exterior (ETICS)

Esta solução de isolamento térmico designado por ETICS é constituída por uma camada isolante composta por placas de isolamento térmico (dependente do material escolhido) fixadas contra a parede exterior através de colagem, fixação mecânica ou ambos os processos. Posteriormente, recebem um revestimento contínuo armado com a função de proteção contra os agentes atmosféricos.

Existem dois diferentes subtipos de ETICS, que se diferenciam pela espessura do revestimento aplicado:

- Em sistemas de ETICS com revestimento espesso, normalmente são utilizadas placas de poliestireno expandido moldado (EPS) ou de lã mineral (MW) como camada de isolamento térmico. Já como revestimento de ligante armado, usa-se uma rede metálica;

- Em sistemas de ETICS com revestimento delgado, que é mais usual do que o anterior, são utilizadas, normalmente, placas de poliestireno expandido moldado (EPS) e um revestimento de ligante sintético ou misto armado com uma rede de fibra de vidro com proteção contra o ataque dos alcalis do cimento. Pode também ser adicionada à rede de fibra de vidro uma outra rede reforçada em zonas sujeitas a ações mecânicas mais severas.

De seguida, são apresentados alguns exemplos de aplicação e pormenores técnicos relativos ao sistema de isolamento térmico pelo exterior (ETICS).

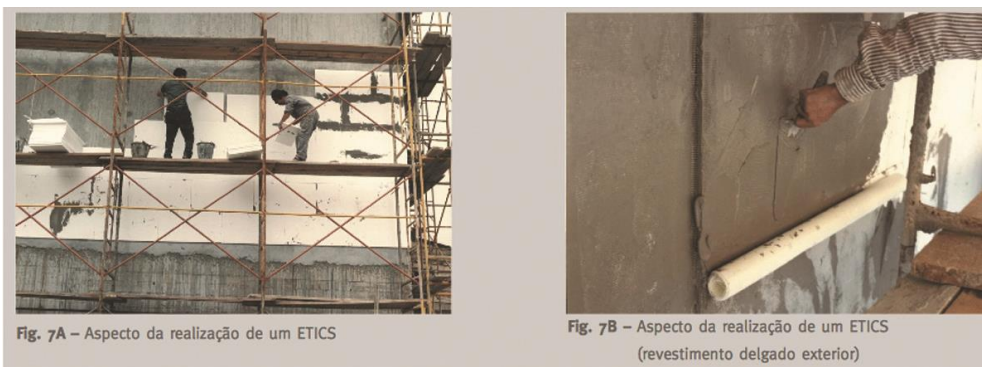
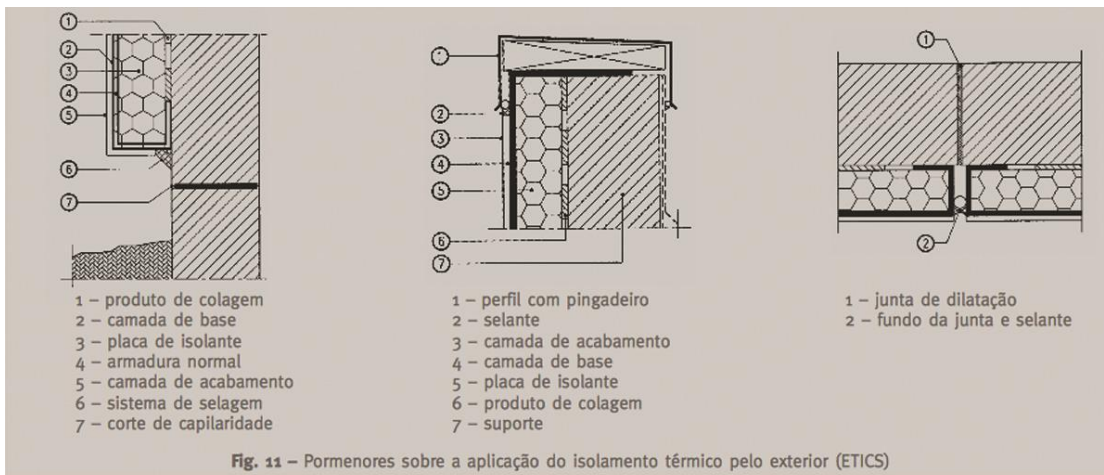


Figura 23 - Aspetos da realização de isolamento térmico do tipo ETICS



Figura 24 - Fachadas de edifícios de habitação com a aplicação de isolamento térmico tipo ETICS



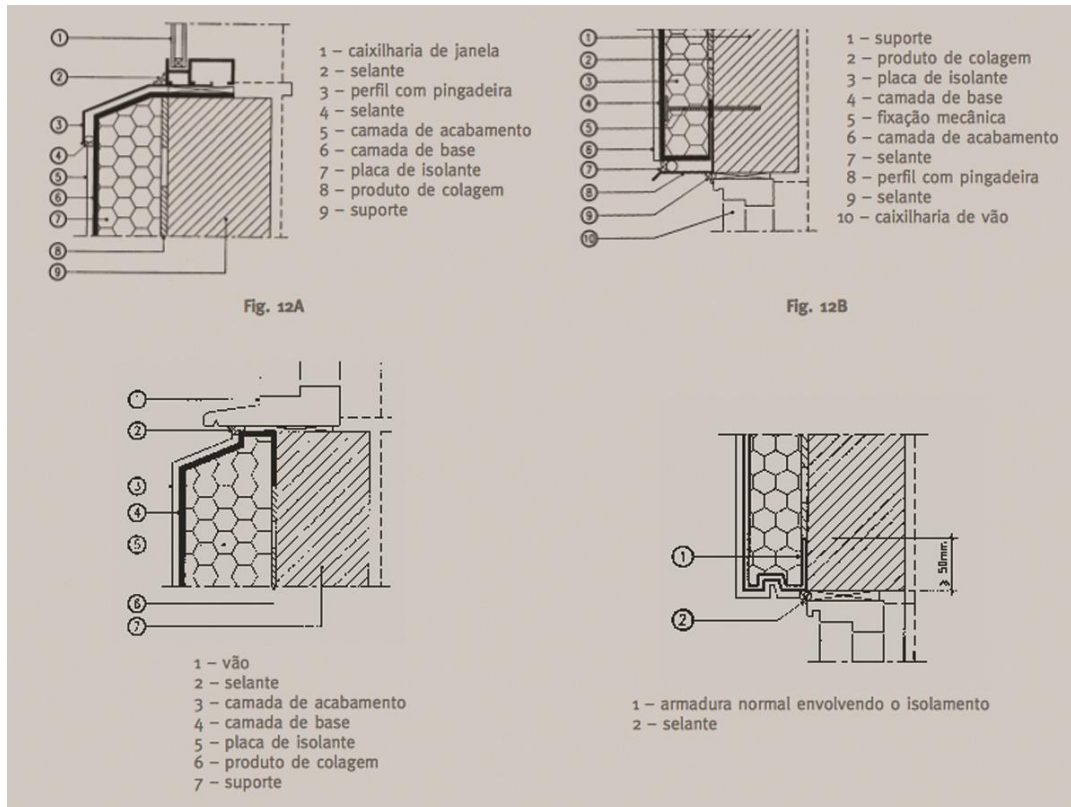


Figura 25 - Aspeto da aplicação da armadura junto ao vão, no isolamento térmico pelo exterior (ETICS) (Fig. 11, 12A E 12B)

6.3.1.3 Revestimentos isolantes (por exemplo, revestimentos pré-fabricados isolantes descontínuos e rebocos isolantes)

O sistema de isolamento térmico pelo exterior como revestimento isolante, é um sistema de isolamento pré-fabricado produzido em fábrica e é constituído por um material isolante em placa (na maioria das vezes em poliestireno expandido) e por um revestimento de natureza metálica, orgânica ou mineral.

Dado que se trata de um material pré-fabricado, a sua aplicação é diferente dos restantes tipos de isolamento exterior descritos anteriormente, pois é executada numa única operação. No entanto, apresenta algumas limitações de aplicação em fachadas, como por exemplo, dos vãos.

No caso do sistema de isolamento de rebocos isolantes, consiste em revestimentos constituídos por argamassas que possuem grânulos dum isolante térmico (como por exemplo, poliestireno expandido) de diâmetro muito pequeno, tendo como objetivo reduzir a sua condutibilidade térmica quando comparada com argamassas de rebocos tradicionais.

É uma solução de reabilitação térmica de fácil aplicação, no entanto é, em geral, duas ou três vezes menos eficiente em relação às demais soluções de isolamento térmico. Assim sendo, é uma solução de isolamento geralmente insuficiente para garantir por si só o nível de isolamento térmico adequado às paredes a reabilitar e não dispensará, na maior parte dos casos, a aplicação de outras medidas de isolamento em simultâneo, sendo considerada como uma solução de complemento de isolamento térmico.



Figura 26 - Soluções de revestimento isolante pré-fabricado e rebocos isolantes

6.3.2 Isolamento térmico interior

O sistema de isolamento térmico pelo interior é bastante eficaz em termos de custos, pois não é necessário recorrer a mão-de-obra especializada.

Para este sistema de isolamento existem diversas soluções, como por exemplo os painéis pré-fabricados isolantes ou a execução de uma contra fachada pelo lado interior da parede a ser reabilitada.

Das soluções descritas anteriormente, a mais utilizada são os painéis isolantes pré-fabricados, onde são colocados painéis com a altura do andar que associam um paramento de gesso cartonado e uma camada de isolamento térmico (placas de poliestireno expandido moldado (EPS) ou extrudido (XPS)), coladas ao tardo das placas de paramento. Os painéis podem ser afixados de duas formas, colados diretamente contra o paramento interior da parede a reabilitar ou fixos através de uma estrutura de apoio, definindo uma caixa-de-ar intermédia.

No caso da opção pela solução de execução de uma contra fachada no lado interior da parede a reabilitar, têm sido utilizadas duas formas de serem constituídas:

- Um pano de alvenaria leve (contra-fachada de alvenaria);
- Forro de placas de gesso cartonado com a respetiva estrutura de apoio fixada à parede, em que o isolante térmico é aplicado desligado da placa de gesso cartonado (contra-fachada de gesso cartonado).

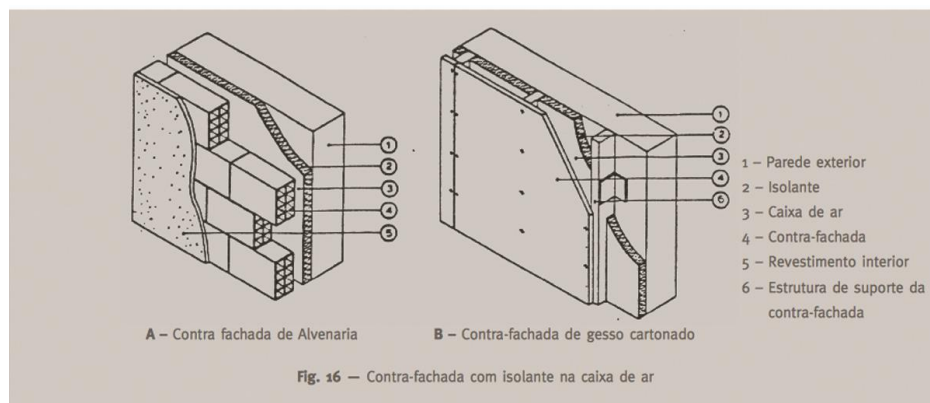


Figura 27 - Contra fachada com isolante na caixa-de-ar

6.4 Reabilitação energética dos pavimentos

As intervenções de reabilitação térmica ao nível dos pavimentos podem localizar-se sobre diversos espaços, como são o caso de espaços exteriores, interiores não aquecidos, marquises fechadas ou pisos térreos.

Dependendo da localização dos diversos espaços, o reforço do isolamento térmico no pavimento pode ser conseguido através de três opções diferentes, como são o caso de:

- Isolamento térmico inferior;
- Isolamento térmico intermédio (limitado ao caso de pavimentos com vazios);
- Isolamento térmico superior.

O ITE 50 do LNEC apresenta diversas soluções construtivas de pavimentos com materiais isolantes, com diversas espessuras, tipos de material e localização.

Comparando as três diferentes opções de colocação de isolamento térmico no pavimento, a colocação de isolamento térmico inferior é preferível pois é mais eficiente do ponto de vista térmico, sendo também de fácil e rápida aplicação. As soluções de isolamento térmico superior, além de menos eficientes, reduzem o pé direito do espaço habitável. É também necessário verificar se não existe nenhum condicionalismo devido à redução do pé direito do espaço subjacente.

De seguida são apresentados exemplos das três diferentes opções de colocação de isolamento térmico em pavimentos.

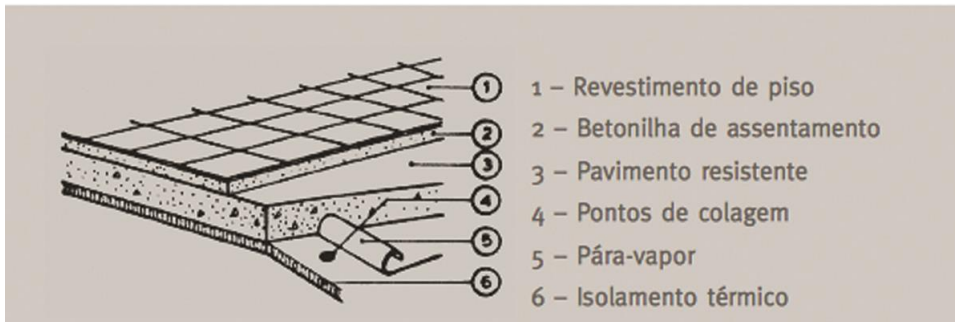


Figura 28 - Isolamento térmico inferior sobre espaço exterior ou espaço não aquecido

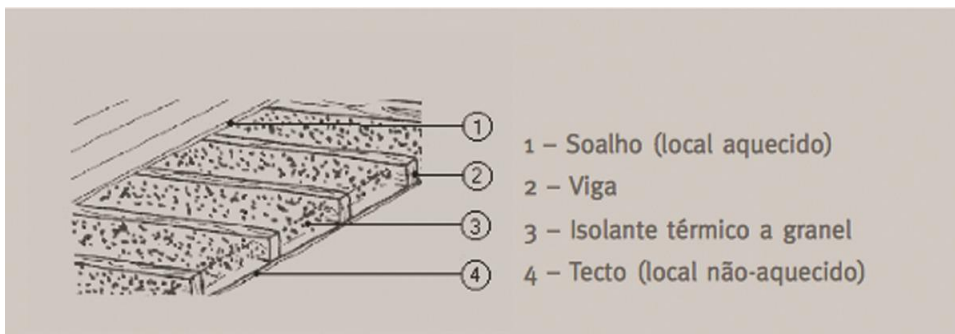


Figura 29 - Isolamento térmico intermédio sobre espaço não aquecido

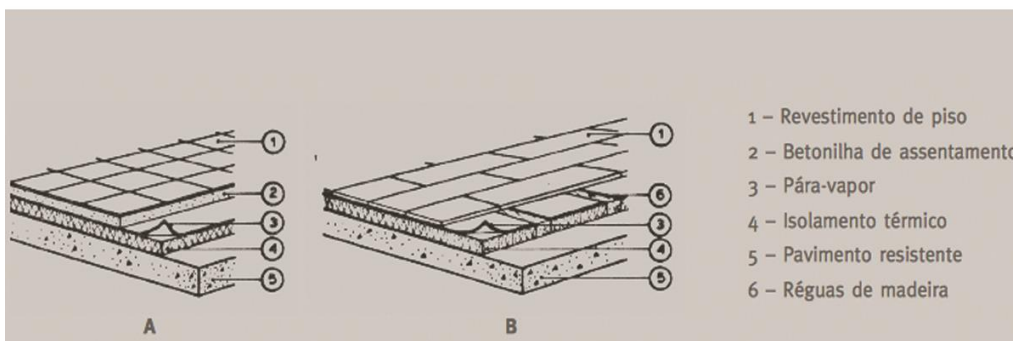


Figura 30 - Isolamento térmico superior sobre espaço exterior ou espaço não aquecido

6.5 Reabilitação energética das coberturas

A cobertura de um edifício é o elemento construtivo que está sujeito a maiores amplitudes térmicas. Assim sendo, o isolamento térmico de uma cobertura é considerada como uma intervenção de eficiência energética prioritária face aos benefícios imediatos em termos da diminuição das necessidades energéticas e por se tratar de uma intervenção simples e pouco dispendiosa. Para além de todas estas vantagens, quando uma cobertura de um edifício é alvo de intervenção, como por exemplo, resolver problemas de impermeabilizações, facilmente se poderá “alargar” o plano de trabalhos e incluir a aplicação de isolamento na cobertura, sendo o custo dessa solução praticamente o custo do material.

As coberturas podem ser inclinadas ou horizontais e todas podem ser alvo de reabilitação térmica pois existem soluções para qualquer tipo de cobertura.

6.5.1 Coberturas inclinadas

Existem dois diferentes tipos de procedimentos de reforço de isolamento e diferenciam-se pelo elemento da cobertura no qual se aplica o isolante térmico, das quais são:

- Isolamento de esteira horizontal (caso o desvão seja não habitável);
- Isolamento das vertentes (caso o desvão seja habitável).

Sempre que for possível, ou seja, quando o espaço debaixo da cobertura não for utilizado para habitação ou lazer (não habitável) é preferível que seja utilizado isolamento de esteira horizontal com uma proteção superior se for uma cobertura acessível e assegurar a ventilação do desvão. Este tipo de solução torna-se a mais económica quando comparado com o isolamento das vertentes pois necessita de menor quantidade de isolante e a sua aplicação é, em geral, mais fácil. Potencia também os gastos energéticos através da cobertura pois o desvão não necessita de ser aquecido na estação fria e, na estação quente, não necessita de ser arrefecida pois a ventilação natural provoca a dissipação de calor.

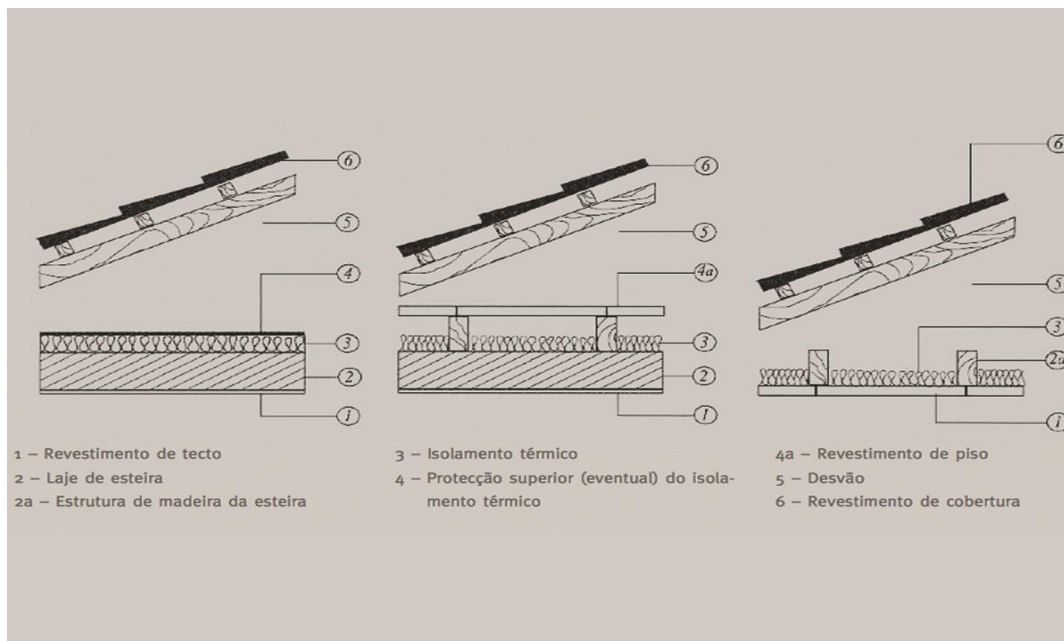


Figura 31 - Isolamento térmico na esteira horizontal com desvão não habitável

No caso de isolamento térmico aplicado segundo as vertentes das coberturas, deve ser aplicado apenas em situações em que o desvão seja habitável. O isolamento térmico sobre a estrutura da cobertura, e todas as soluções possíveis em desvãos habitáveis, sob o ponto de vista energético, é preferível. Na aplicação do isolamento deve ser assegurada a existência de uma lâmina de ar ventilada, entre o revestimento exterior (por exemplo, a telha) e o isolante térmico, para evitar a degradação dos materiais.

Como há o risco de penetração da água da chuva batida pelo vento através das juntas do revestimento, e em casos onde o isolamento térmico é colocado imediatamente sob o

revestimento da cobertura, é recomendado colocar-se uma proteção superior isolante. Essa proteção deve criar uma barreira que impeça a passagem da água no estado líquido e a consequente molhagem do isolante, sem que impeça a passagem do vapor para o exterior do mesmo, que originaria nele condensações internas.

Para isso, são utilizadas membranas de material plástico micro-perfurado (com dimensões reduzidas para impedir a passagem de água no estado líquido mas permitindo a passagem de vapor de água) correntemente designadas como barreiras para-vapor.

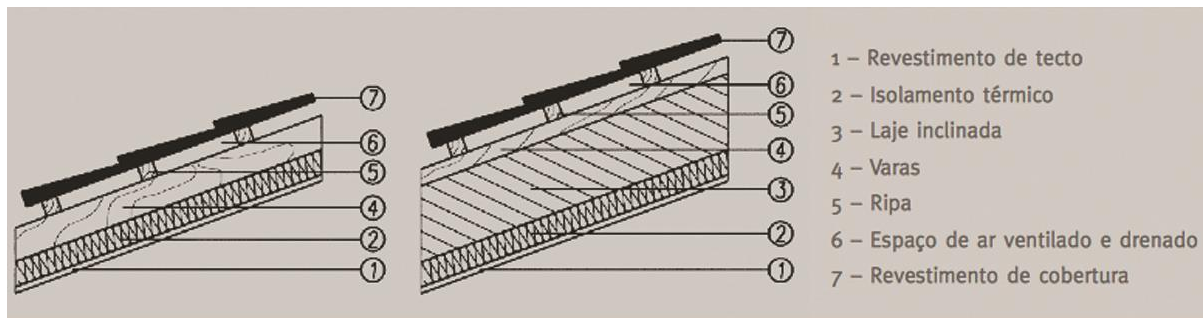


Figura 32 - Isolamento térmico nas vertentes com desvão habitável

6.5.2 Coberturas Horizontais

Para o reforço do isolamento térmico em coberturas horizontais, existem três grandes opções, e podem ser caracterizadas em função da posição do isolante térmico a aplicar em cada uma delas:

- Isolamento térmico superior;
- Isolamento térmico intermédio;
- Isolamento térmico inferior.

Das opções descritas anteriormente, a mais aconselhável é a aplicação do isolamento térmico pela parte superior, acima da camada de forma, existindo dois tipos de colocação: a cobertura invertida e o isolante térmico suporte de impermeabilização.

De entre estes dois tipos de soluções de colocação, a melhor opção é a de cobertura invertida pois permite aumentar a vida útil da impermeabilização protegendo-a das amplitudes térmicas significativas. Possui ainda a vantagem de, em reabilitações, permitir aproveitar as impermeabilizações existentes caso estas se encontrem em bom estado.

No que concerne às soluções de isolamento intermédio (entre a esteira horizontal e a camada de forma), exigem a reconstrução total das camadas sobrejacentes à laje de esteira, requerendo cuidados especiais de conceção e execução para evitar os fenómenos de choque térmico acima do isolante térmico e sua degradação.

Em relação às soluções de isolamento térmico inferior à laje de esteira, só é aconselhada a sua aplicação quando integram um teto falso desligado da esteira. Mesmo assim, esta opção possui a desvantagem de não proteger diretamente a estrutura e, além de ser termicamente menos eficiente, aumenta o risco de deformações de origem da estrutura do edifício e sua degradação.

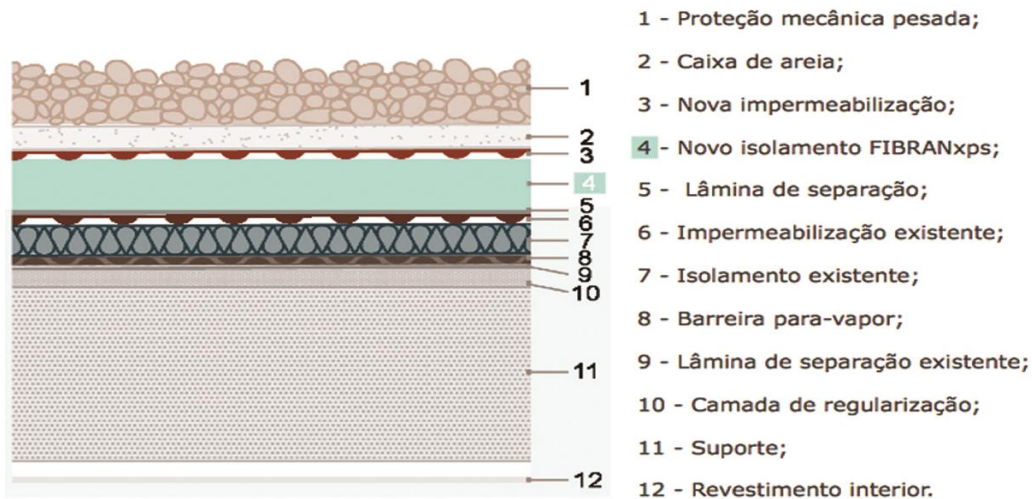


Figura 33 - Isolamento térmico superior

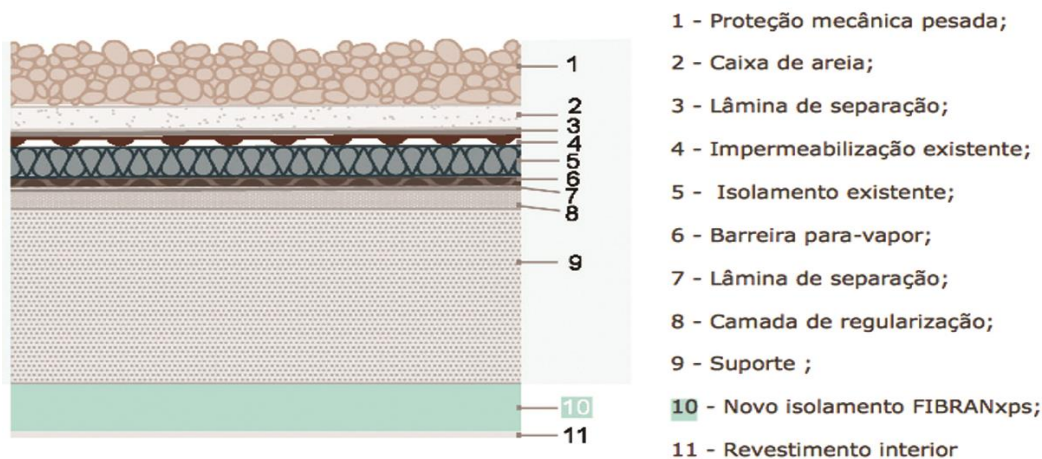


Figura 34 - Isolamento térmico inferior

6.6 Reabilitação energética dos vãos envidraçados

Os vãos envidraçados dos edifícios têm uma importância relevante no balanço energético dos mesmos, podendo as perdas térmicas através dos vãos envidraçados oscilar entre os 30 a 40% na estação fria. Janelas e portas que possuam vidros simples, ou com vidro duplo sem corte

térmico provocam perdas significativas nos edifícios originando descidas substanciais na temperatura durante a estação fria.

A reabilitação dos vãos envidraçados visa reforçar o isolamento térmico dos edifícios, reduzindo as infiltrações de ar não controlado, a melhoria da ventilação natural e o aumento da captação de ganhos solares no Inverno e o reforço da proteção da radiação solar durante o Verão. Todas estas melhorias têm o objetivo de contribuir para a redução das necessidades de consumo de energia e de provocar a melhoria das condições de conforto e de qualidade do ar no interior dos edifícios.

Torna-se então essencial a reabilitação de portas e janelas para que sejam assegurados os requisitos de eficiência energética exigidos no novo REH.

De seguida são apresentadas algumas das possíveis alternativas para a reabilitação dos vãos envidraçados, tendo em conta os objetivos anteriormente descritos:

- Nas situações em que a caixilharia se encontra em bom estado de conservação, pode-se ponderar a substituição do vidro simples por vidro duplo, caso o caixilho assim o permita (esta substituição, para além de reduzir perdas térmicas e as necessidades de aquecimento, diminui a possibilidade de ocorrência de fenómenos de condensação, melhorando o conforto térmico e acústico. Existe também a possibilidade de colocar vidros duplos com lâminas preenchidas com gases raros (Argon, Krypton) reduzindo ainda mais as perdas térmicas através dos envidraçados); (Figura 35)

- Nas situações em que não é possível alterar a caixilharia original voltada para o exterior, pode-se colocar uma segunda janela pelo interior, afastada da primeira cerca de 10 cm. Esta opção cria uma caixa-de-ar entre ambas as janelas, assegurando um maior isolamento térmico e acústico; (Figura 36)

- Nas situações em que o estado das caixilharias não permita a sua reparação, pode-se ponderar a aplicação de novas janelas. Um opção viável em alternativa às caixilharias metálicas podem ser as caixilharias em madeira, no entanto, estas caixilharias necessitam de cuidados especiais, como especificar madeira de boa qualidade e seca para que estas não venham a empenar, o que poderiam originar problemas de aumento da taxa de infiltração de ar. Estas caixilharias devem ainda possuir borrachas de vedação (ou equivalente) entre as suas partes móveis para redução da sua permeabilidade ao ar. Outras das soluções possíveis são as caixilharias em PVC ou caixilharias de alumínio com corte térmico associadas a vidros duplos (com introdução ou não de gases raros); (Figura 37)

- Nas situações em que existam quadrículas nos envidraçados existentes e em que é necessária a substituição das mesmas mas necessário manter as características das existentes, as quadrículas devem ser aplicadas no lado exterior e na face exterior do vidro duplo, devendo ser evitada a aplicação de quadrículas no espaço de ar entre as folhas de vidro. Isto, pois

efetivamente, as quadrículas estabelecem uma ponte térmica entre as duas folhas de vidro reduzindo a eficácia do isolamento proporcionado pela lâmina de ar. (Figura 38)

Na figura 35 é apresentado um exemplo de caixilharia com vidro duplo.

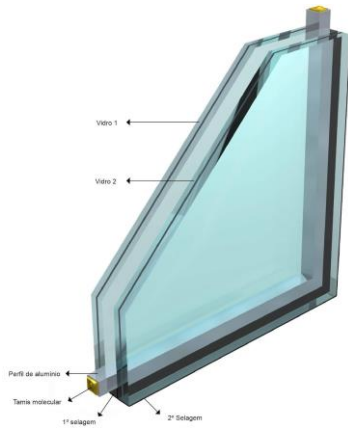


Figura 35 - Caixilharia com vidro duplo

Na figura 36 é apresentado um exemplo de uma caixilharia dupla.



Figura 36 - Caixilharia dupla

A figura 37 demonstra o exemplo de uma caixilharia em madeira.



Figura 37 - Caixilharia em madeira

A figura 38 demonstra um exemplo de uma caixilharia com quadrículas.



Figura 38 - Caixilharia com quadrículas

As caixas de estore também são um fator relevante no aspeto térmico do edifício, sendo o isolamento das mesmas uma medida importante na reabilitação dos vãos envidraçados.

No entanto, devido às dimensões das caixas de estores existentes nos edifícios de habitação antigos, nem sempre é fácil aplicar o isolamento térmico nas mesmas. De seguida são apresentados três tipos de soluções de aplicação de isolamento térmico em caixas de estores por forma a minimizar as perdas através desses elementos, de preferência as soluções a) e b), que minimizam as pontes térmicas correspondentes.

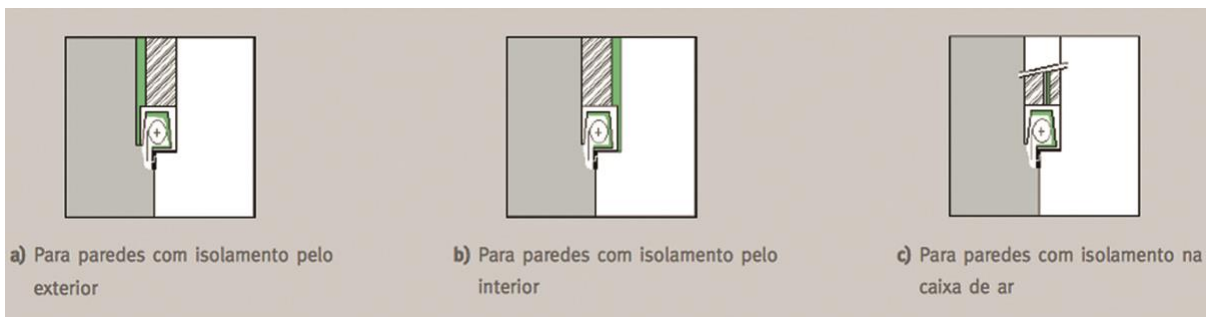


Figura 39 – Soluções de isolamento nas caixas de estore

6.6.1 Ponte térmica associada aos elementos de contorno de vão

Ao colocar-se uma janela deve-se ter em especial atenção a posição da mesma relativamente ao isolamento térmico da parede. Para isso, deve-se tentar que a janela fique complanar com o isolante térmico da parede e a cantaria do vão deve ser interrompida junto do isolante térmico.

Nos casos em que as paredes não possuam isolamento térmico, deve-se colocar as janelas a meio ou junto do paramento interior.

Em edifícios que possuam contornos de vãos, como por exemplo vãos de pedras ou outros materiais com elevada condutibilidade térmica, devem ser interrompidos junto da caixilharia e do isolante térmico da parede.

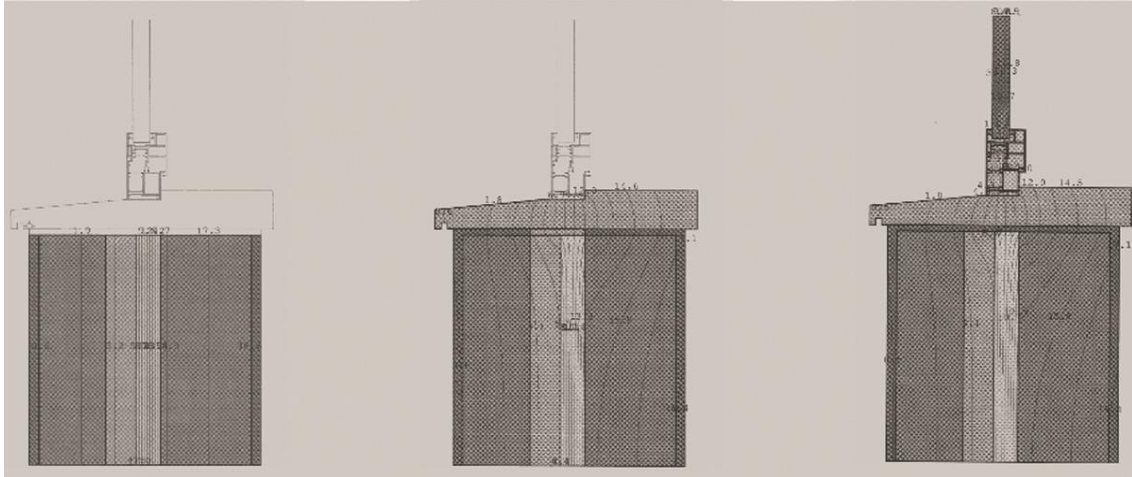


Figura 40 - Ponte térmica introduzida através de peitoril

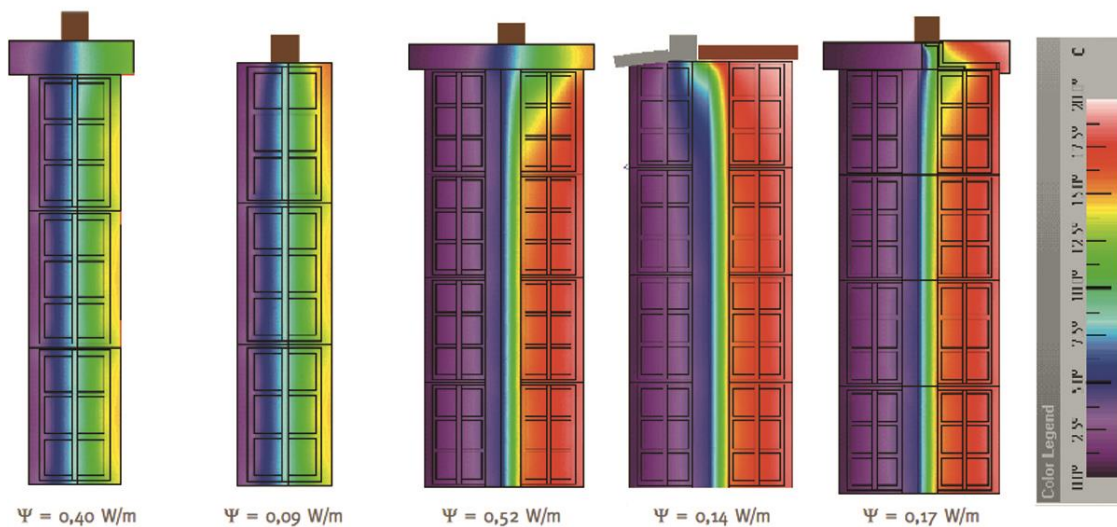


Figura 41 - Pormenor em como evitar a ponte térmica de contorno de vão

6.6.2 Permeabilidade ao ar dos vãos envidraçados

Muitas das vezes o controlo das infiltrações de ar requer a reparação e, eventualmente, a substituição da caixilharia exterior. As infiltrações de ar podem também ser reduzidas através da aplicação de uma segunda janela de baixa permeabilidade ao ar, sendo a principal responsável por reduzir as infiltrações de ar não controladas.

No entanto, apesar destas medidas de mitigação da permeabilidade ao ar dos envidraçados, deve-se ter especial atenção que nos edifícios que no decurso das intervenções de reabilitação são drasticamente reduzidas as infiltrações de ar pela caixilharia, deve-se garantir a existência de dispositivos adequados que permitam a admissão de ar novo em quantidades suficientes

para assegurar os caudais mínimos de ventilação. Para isso é necessário que o edifício seja dotado ou dotar de sistema de ventilação natural ou mecânico.

6.6.3 Utilização de dispositivos de sombreamento eficazes

Os vãos envidraçados facilitam a entrada de radiação solar e proporcionam a iluminação natural e ganhos de energia sob a forma passiva, o que realça a necessidade da adoção de medidas corretivas de sombreamento eficazes.

O principal objetivo da utilização de dispositivos de sombreamento consiste em controlar a radiação solar direta, de forma a assegurar condições razoáveis de conforto no interior dos edifícios.

O tipo de sombreamento a aplicar depende de diversos fatores como são o caso da orientação e a geometria dos vãos a sombrear.

Existem vários tipos de dispositivos de sombreamento, podendo ser aplicados pelo interior ou pelo exterior. Os dispositivos aplicados pelo exterior são os mais eficazes. Os dispositivos aplicados pelo interior são os menos eficazes, uma vez que desempenham sobretudo uma função secundária, como proteção complementar dos dispositivos exteriores, bem como o controlo da luz natural.



Figura 42 - Sistema de sombreamento pelo exterior e interior

6.7 Reabilitação energética através do controlo das entradas de ar

Os edifícios de habitação, no seu processo de reabilitação, tal como necessitam do reforço do isolamento térmico na sua envolvente, também necessitam de um controlo das infiltrações de ar. Essas infiltrações contribuem para a redução das necessidades de consumo de energia, bem como para a melhoria das condições de conforto no interior dos mesmos.

O controlo das infiltrações de ar requer, por diversas vezes, a reparação e eventualmente a substituição da caixilharia exterior. As caixas de estore são também espaços fortemente ventilados e, para além de necessitarem de isolamento térmico devem também possuir vedantes que impeçam infiltrações de ar para o interior dos edifícios.

A renovação de ar no interior dos edifícios, a uma taxa adequada, é fundamental para uma boa qualidade do ar no interior dos mesmos e para assegurar o correto funcionamento de equipamentos que funcionem por combustão (por exemplo, equipamentos de aquecimento ou preparação de AQS).

No entanto, a renovação de ar no interior dos edifícios tem de ser realizada de forma controlada, ou seja, não pode ultrapassar um valor máximo pois acima desse valor vai criar um ónus para as necessidades energéticas dos edifícios, tanto para aquecimento no Inverno como para arrefecimento no Verão, se ocorrer durante as horas mais quentes do dia.

Assim, as aberturas de admissão de ar no interior dos edifícios devem ser corretamente localizadas para evitar correntes de ar e para que não sejam obstruídas por móveis ou qualquer elemento decorativo. Todas as trocas de ar com o exterior que não digam respeito às aberturas de admissão de ar devem ser corrigidas, a fim de induzirem circulações de ar indesejáveis perturbando o normal sentido de ventilação e provocando défices energéticos.

Em casos que a reabilitação necessita da substituição de janelas, tem de se considerar a classificação da classe da permeabilidade ao ar, imposta pelo REH. Nestes casos, é preferível optar por janelas que possuam mecanismos de abertura que permitam a entrada de ar no interior dos edifícios de forma controlada.

Este objetivo pode ser alcançado com a instalação de grelhas autorreguláveis na caixilharia ou no vidro, as quais, através da ação do vento limitam e controlam o caudal de ar que atravessa as caixilharias para o interior dos edifícios.

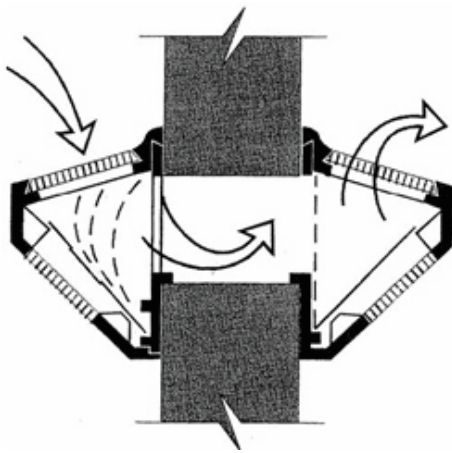


Figura 43 - Grelhas autorreguláveis

6.8 Reabilitação energética através do recurso a energias solares ativas

A disponibilidade de energia solar em Portugal é elevada, sendo bem superior em comparação com a média europeia. O número anual médio de horas de sol em Portugal é de aproximadamente 2500 horas, sendo a variação entre o Norte e o Sul do país pouco significativa.

O objetivo do recurso a energias solares ativas na reabilitação de edifícios de habitação é favorecer o abandono da utilização de energias não renováveis dentro de uma escala assinalável, representando um contributo para a redução de CO₂ e diminuindo o consumo dos equipamentos convencionais utilizados no aquecimento de água, como são os casos dos esquentadores a gás, caldeiras e os termoacumuladores a gás e elétricos.

Por isso, o decreto-lei 80/2006 obriga a contabilizar todos os consumos energéticos importantes, entre os quais as necessidades de energia para a preparação de AQS, com o objetivo de favorecer a utilização de energias renováveis, considerando-se que a energia solar é aquela que está mais disponível para consumo doméstico.

Com o novo REH, a instalação de sistemas solares para AQS (aquecimento de águas sanitárias) domésticas, em novos edifícios ou em grandes reabilitações, continua obrigatória sempre que haja exposição solar adequada (em termos de orientação e sombreamentos) e deve obedecer às seguintes regras:

- A energia fornecida pelo sistema solar térmico a instalar tem de ser igual ou superior à obtida com um sistema solar construído por coletores padrão;

- O valor da área total de coletores pode, mediante justificação fundamentada, ser reduzido de forma a não ultrapassar 50% da área de cobertura com exposição solar adequada;

- No caso de o sistema solar térmico se destinar adicionalmente à climatização do ambiente interior, deve salvaguardar-se que a contribuição deste sistema seja prioritariamente na preparação de água quente sanitária.

Para além de todas as regras mencionadas os coletores solares devem seguir as características de um coletor solar padrão:

- Devem possuir uma orientação a Sul e com uma inclinação de 35°;
- Devem ser planos e com uma área de abertura de 0,65 m² por ocupante convencional;
- Devem possuir um rendimento ótico de 73%;
- Devem possuir coeficientes de perdas de $a_1 = 4,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ e $a_2 = 0,014 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^2)$;
- Modificador de ângulo para incidência de 50° igual a 0,91.

Existem vários tipos de coletores solares térmicos, dependendo do tipo de utilização, da proteção térmica desejada e da eficiência térmica pretendida, como por exemplo os coletores de tubos de vácuo, coletores concentradores com cobertura, coletores planos com cobertura e coletores planos sem cobertura.

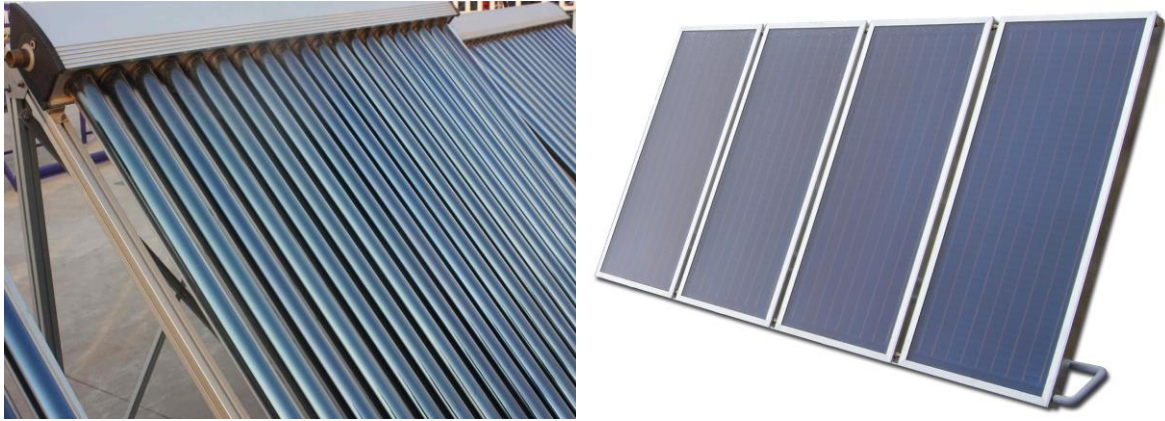


Figura 44 - Tubos de vácuo e coletor solar plano

A fim de se satisfazer necessidades de consumo de água quente durante a noite, o sistema pode ser complementado com um reservatório isolado termicamente.

O cálculo do contributo da energia solar térmica para o saldo energético global de cada edifício é calculado através do programa Solterm.

Em Portugal, os coletores solares geram, em média, 65% da energia necessária para aquecer a água sanitária (fração solar). Normalmente, apenas é precisa uma pequena quantidade de energia para aquecer a água à temperatura necessária para os banhos, pelo que todos os equipamentos são utilizados como apoio.

A energia solar pode também ser aproveitada para produzir energia elétrica (energia solar fotovoltaica) que resulta do aproveitamento da luz solar (foto) para produzir corrente elétrica (voltaico). Esta tecnologia pode ser utilizada em qualquer edifício, no entanto, é uma tecnologia que ainda necessita de maior investigação e desenvolvimento para se poder conseguir rendimentos satisfatórios.

No entanto, na reabilitação de edifícios, existem diversos condicionalismos que impedem o aproveitamento da energia solar através de painéis solares, como a orientação do edifício construído, a fraca exposição solar do edifício, a forma e área da cobertura, dos sombreamentos causados pelos edifícios adjacentes, etc.

Nesses casos, quando não se torna viável a aplicação de painéis solares para produção de AQS em edifícios reabilitados, é necessário saber quais os equipamentos mais utilizados e mais eficientes energeticamente.

Atualmente, os equipamentos mais utilizados para produção de águas quentes sanitárias são as bombas de calor. As bombas de calor são equipamentos que aproveitam os recursos energéticos alternativos disponíveis, não produzem gases de combustão, minimizando os impactos no meio ambiente. São equipamentos muito eficientes energeticamente (até 430%) para produção de águas quentes sanitárias.

A utilização de bombas de calor permite ainda a junção outras tecnologias, como por exemplo, a tecnologia solar, maximizando a eficiência e a poupança energética. Nestes casos, a bomba de calor serve de apoio à instalação solar, entrando em funcionamento apenas quando for necessário.

6.9 Reabilitação energética dos sistemas e instalações

Num edifício pode existir uma grande variedade de equipamentos alimentados a energia elétrica, em que o seu consumo depende da sua potência e do tempo de utilização. Segundo a DGEG, 2004, os aparelhos que mais contribuem para o consumo de energia são os que têm maior tempo de utilização, ou seja, aparelhos como frigoríficos e arcas congeladoras, que representam um consumo de mais de 15% do consumo total de energia num edifício. No entanto, prevê-se que outros equipamentos, como são o caso de computadores e equipamentos de ar condicionado venham a aumentar os seus consumos.

Como forma de tentar contornar tal tendência, foi criado o sistema de etiquetagem energética nos equipamentos domésticos e nas fontes de iluminação, onde o consumidor final é informado do real desempenho energético do equipamento adquirido e assim optar por equipamentos de melhor desempenho.

6.9.1 Melhoria das condições de iluminação

O consumo médio anual em iluminação por unidade de alojamento é cerca de 370 kWh, o equivalente a 12% do consumo de eletricidade no sector residencial, sendo um dos principais fatores condicionantes da qualidade ambiental no interior dos edifícios.

A principal função da iluminação no interior de um edifício consiste em proporcionar um ambiente visual adequado, assegurando condições de iluminação necessárias à realização de atividades visuais. Tais condições devem incluir a garantia dos mais adequados níveis de iluminação, a minimização dos impactes energéticos e os benefícios mais subjetivos, decorrentes da utilização da luz natural em vez da luz artificial.

Torna-se por isso um uso com enorme potencial de economias de energia, não apenas pelo uso de equipamentos mais eficientes, como também pela utilização da iluminação natural.

A principal característica da iluminação natural e que a distingue da iluminação artificial é o seu caráter dinâmico associado a variações temporais e de nebulosidade.

A iluminação natural permite, para além da poupança de energia, um maior bem estar, uma melhor perceção visual dos objetos e condições psicológicas mais favoráveis. Deve-se por isso reduzir o recurso à iluminação artificial, sem com isso por em causa o conforto térmico dos ocupantes.

Assim, no âmbito da reabilitação energética através da iluminação, deve-se substituir as lâmpadas existentes por outras de maior eficiência, pela colocação de túneis de luz ou claraboias sempre que possível, permitindo assim obter-se uma poupança muito eficiente.

6.9.2 Melhoria da eficiência dos sistemas de climatização

Em edifícios de habitação podem existir vários tipos de equipamentos em que o consumo energético depende da potência e do tempo de utilização.

Segundo dados do DGEG, 2010, a eletricidade foi a principal fonte de energia utilizada pelo sector da habitação, assumindo as cozinhas o papel de maiores consumidores de energia, com cerca de 37% de consumo face aos restantes tipos de utilização dos edifícios. Os maiores consumidores de energia nas cozinhas são aqueles que possuem maiores tempos de utilização, como são o caso dos aparelhos de refrigeração.

No entanto, prevê-se que aparelhos informáticos, ar condicionado e máquinas de lavar e secar roupa, ainda com consumo reduzido, venham a ter um peso cada vez mais significativo no balanço do consumo energético no sector da habitação.

Assim, é necessário o consumidor obter cada vez maior atenção no que diz respeito à etiquetagem energéticas dos equipamentos, por forma a se saber qual o real desempenho energético dos mesmos e poder-se optar por aqueles que são mais eficientes segundo o tempo e frequência de utilização.

6.9.3 Sistemas de poupança do consumo de água

O objetivo da gestão sustentável da água é garantir a eficácia do seu uso e a minimização da poluição, para que a água regresse ao ambiente de uma forma benigna. Tendo em conta a existência da previsão de um stress hídrico igual ou superior a 40%, para 2055, de acordo com World Water Council, torna-se necessário tomar medidas, uma das quais, apresentada neste estudo, é de aumentar a eficiência hídrica dos edifícios.

Reduzindo o consumo de água nos edifícios, os custos de água e saneamento serão menores, sendo atingidos os seguintes benefícios:

- Consumo reduzido de água fria e quente, o que se traduz em poupanças de energia;
- Redução da energia usada para tratar e bombear as reservas de água e saneamento;
- Redução da quantidade de químicos usados no tratamento da água;
- Redução de custos de manutenção como resultado de recuperação de água;
- Redução do impacto na infraestrutura de abastecimento de água;

- Proteção ambiental conservando os recursos de água, prevenindo a secagem dos rios à medida que diminuem os níveis de água subterrânea.

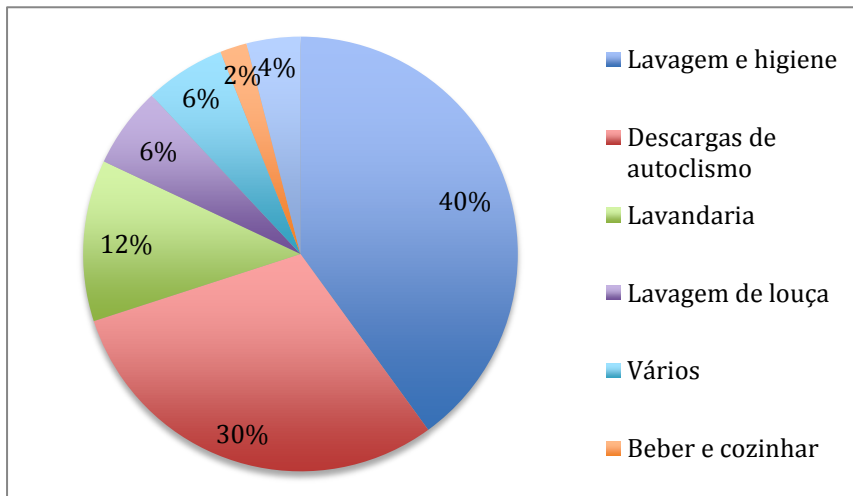


Figura 45 - Distribuição do uso de água numa casa

Medidas como depósitos das sanitas equipados com sistema de dupla descarga, chuveiros equipados com válvulas termostáticas para controlo de temperatura permitem poupar a água que, normalmente, se desperdiça entre o momento da abertura da torneira e o aquecimento da água à temperatura desejada. A possibilidade de regular a temperatura e de a manter fixa, para futuras utilizações, faz com que a água saia à temperatura pretendida pelo utilizador sem a necessidade de regular manualmente a temperatura.



Figura 46 - Sistema de dupla descarga e válvulas misturadoras termostáticas

A escolha de torneiras com arejadores permite uma utilização mais eficiente da água e uma poupança superior a 50%. São dispositivos instalados nas extremidades das torneiras que diminuem a secção da passagem de água permitindo a entrada de ar, permitindo assim a impressão de maior pressão e volume de água. Estes dispositivos podem ser instalados tanto nas torneiras de cozinhas como nas de WC.



Figura 47 - Arejadores de torneiras

CAPÍTULO VII – CASO DE ESTUDO

7.1 Descrição do caso de estudo

O edifício em estudo situa-se na cidade do Porto, na freguesia de Paranhos, mais precisamente na Travessa Luz Soriano, n.º 2 (Figura 48), caracterizada por construções de cariz urbano e habitações unifamiliares intercaladas com edifícios plurifamiliares de vários pisos e comércio.

A implementação do edifício corresponde a uma estrutura retangular, paralela em relação à rua, com fachadas com a orientação de Nordeste, Noroeste, Sudeste e Sudoeste.



Figura 48 - Vista aérea sobre parte da freguesia de Paranhos



Figura 49 - Local do edifício em estudo



Figura 50 - Fachada principal do edifício em estudo

7.2 Caracterização do edifício

A organização arquitetónica do edifício assume tipologias semelhantes aos tradicionais edifícios existentes na cidade do Porto da mesma época, como por exemplo, fachadas revestidas a azulejo de cor verde escura, janelas e portas pintadas com cor escura, peitoris em granito e cornija em madeira. O edifício foi construído no ano de 1910 (século XIX).

Através de uma recolha no local, foi possível verificar os processos construtivos e materiais utilizados na época de construção. Assim sendo, com base na pesquisa realizada ao edifício, constatou-se que possui uma estrutura vertical de cantaria ou alvenaria de pedra, sendo parte do piso da cave revestido com reboco (exceto na fachada Norte pois está revestida com pedra) e o piso de rés-do-chão revestido com azulejo cerâmico. A estrutura horizontal é composta por vigamento de madeira com revestimento de soalho de madeira. As paredes interiores são em tabique de madeira. Os tetos do edifício são de revestidos a gesso/estruque com a cor branco.

As escadas interiores são em madeira, as caixilharias são em madeiras e possuem vidro simples portadas interiores e caixas de estores. A cobertura do edifício é de quatro águas e está revestida com telha Marselha.

Na figura 51, são apresentadas algumas imagens do edifício recolhidas no local, onde se podem identificar os materiais e processos construtivos referidos anteriormente.



Figura 51 - Fotos da moradia com evidentes sinais de degradação

Como o edifício mostrava evidentes sinais de degradação, foram realizadas obras de reabilitação por forma a torna-lo habitável. Para isso, o espaço interior da moradia foi totalmente reorganizado. O principal objetivo da reorganização espacial interior foi inserir nove quartos no edifício, de forma a tornar-se numa residencial para estudantes. Na reabilitação do edifício foram considerados diversos fatores como conforto, térmica, acústica, qualidade do ar interior, etc., ou seja, foi dotado com diversos sistemas e equipamentos com o objetivo de o tornar eficiente energeticamente.

Como referido anteriormente, foram efetuadas profundas alterações a nível da organização do espaço interior mas tais não foram singulares. O espaço exterior, a estrutura, infraestruturas, paredes interiores e caixilharias também foram alvo de intervenção.

Com base em todas as alterações anteriormente descritas, o edifício passou a ser constituído por cave, rés-do-chão e anexo, de tipologia T9 e com área útil de 130,64 m².

As plantas dos vários pisos do edifício com as referidas alterações encontram-se no Anexo 2.

7.3 Identificação de soluções de reabilitação/reabilitação energética no edifício após intervenção

Inicialmente, a estrutura de suporte era constituída por paredes portantes de granito (perpianho com 0,37 m de espessura). Posteriormente, foi colocada uma estrutura metálica pelo interior da moradia com o objetivo de reforçar a estrutura existente. A estrutura do anexo foi realizada em betão armado.



Figura 52 - Colocação da estrutura metálica e estrutura em betão armado do anexo

7.3.1 Isolamento do desvão

A cobertura é inclinada, composta por quatro águas, assente na laje de teto através da estrutura metálica referida anteriormente.

O isolamento térmico foi aplicado segundo as vertentes das coberturas pois, como o desvão é habitável, do ponto de vista energético é a solução mais eficiente. O isolamento colocado foi poliestireno de 60 mm por cima de placas de OSB e, entre ambas, foi colocada tela para vapor.

A cobertura possui também telhas de ventilação para provocar uma circulação de ar, por efeito chaminé no desvão habitável.

Foram também colocadas claraboias sobre os quartos situados no desvão com o objetivo de conseguir a entrada de ar e, por efeito chaminé, provocar a circulação de ar e renova-lo. As claraboias proporcionam também a possibilidade de usufruir da iluminação natural, permitindo obter uma poupança de energia, um maior bem-estar e condições psicológicas mais favoráveis dos moradores.

Em projeto, a cobertura foi designada de duas diferentes formas, sendo designada como Cobertura Ext_1 (Anexo) e Cobertura Int_1 (Moradia), como se pode verificar no Anexo 5.

As duas designações são constituídas por:

- Cobertura Ext_1 - Cobertura do anexo, constituída do exterior para o interior por camada de godo com 5cm de espessura, dupla manta geotêxtil de polipropileno com 0,3 cm de espessura, com isolamento térmico entre a dupla manta geotêxtil em poliestireno tipo XPS com 6 cm de espessura, telas de impermeabilização com 0,3 cm de espessura, camada de betonilha de regularização com 3 cm de espessura, laje aligeirada de vigotas e abobadilha cerâmica com 15 cm de espessura, com acabamento inferior em estuque de gesso projetado com 1,5 cm de espessura;

- Cobertura Int_1 - Cobertura de esteira, constituída do desvão para o interior por soalho flutuante de madeira com 1,2 cm de espessura, manta de polietileno com 0,3 cm de espessura, dupla placa de “Viroc” de 1,2 cm de espessura, manta acústica de 0,5 cm de espessura entre a dupla placa de “Viroc”, teto falso estanque com caixa-de-ar de 4 cm de espessura, isolamento térmico em lã de rocha com 6 cm de espessura e acabamento em placas de gesso cartonado com 1,3 cm de espessura.

De seguida, nas figuras 53 e 54, são apresentadas imagens referentes às alterações, processos construtivos e materiais utilizados descritos anteriormente, referentes às alterações realizadas na cobertura.



Figura 53 - Cobertura do edifício



Figura 54 - Estrutura da cobertura do edifício e pormenor de clarabóia

7.3.2 Isolamento do pavimento

No pavimento da cave foram colocadas placas de floormate, posteriormente cobertas com betão leve de enchimento. Nos tetos foi usada lã de rocha de alta densidade por forma a mitigar os sons aéreos.

Nas figuras 55 e 56, são apresentadas imagens que demonstram a colocação do isolamento no pavimento e na cobertura e uma pormenorização da parede exterior com ligação à laje de piso.



Figura 55 - Isolamento do pavimento da cave, isolamento da cobertura e aplicação de placas de lã de rocha na laje de piso

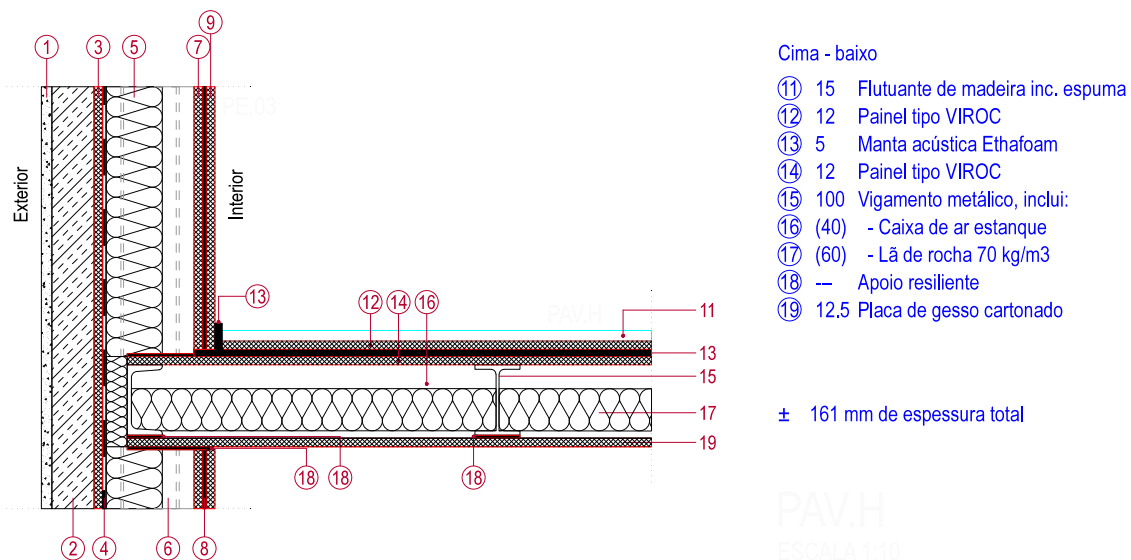


Figura 56 - Pormenor da parede exterior e de laje de piso

7.3.3 Isolamento das paredes exteriores

No que concerne ao isolamento das paredes exteriores, foi adotado o sistema de isolamento térmico pelo interior pois é bastante eficaz em termos de custos e, neste caso, não era possível fazer qualquer alteração nas fachadas, daí o sistema de isolamento pelo exterior ficar excluído.

Em projeto, as paredes exteriores foram designadas por quatro diferentes formas, sendo designadas como PE.01, PE.02, PE.03 e PE.04, como se pode verificar nos Anexos 4 e 5.

Assim, as diversas designações de paredes constituídas por:

- PE.01 – Parede de cor clara, constituída do exterior para o interior por argamassa de reboco e impermeabilização com 2 cm de espessura, parede simples de alvenaria de granito

com 28 cm de espessura, isolamento térmico com placas de poliestireno XPS de 3 cm de espessura e acabamento interior com placas de gesso cartonado com 1,5 cm de espessura;

- PE.02 - Parede de cor clara, constituída do exterior para o interior por argamassa de reboco e impermeabilização com 2 cm de espessura, parede simples de betão armado com 15 cm de espessura, isolamento térmico com placas de poliestireno XPS de 3 cm de espessura e acabamento interior com placas de gesso cartonado com 1,5 cm de espessura;

- PE.03 - Parede constituída do exterior para o interior, por argamassa de reboco e impermeabilização com 1,5 cm de espessura, isolamento térmico com placas de poliestireno tipo EPS com 6 cm de espessura, placa de “Viroc” com 1,2 cm de espessura, isolamento térmico com placas de poliestireno XPS de 3 cm de espessura e acabamento interior com dupla placa de gesso cartonado com 1,3 cm de espessura;

- PE.04 - Parede constituída do exterior para o interior, por parede dupla de alvenaria de granito com 28 cm de espessura, parede de betão armado com 15 cm de espessura, isolamento térmico com placas de poliestireno XPS de 3 cm de espessura e acabamento interior com placas de gesso cartonado com 1,5 cm de espessura.

Nas figuras 57 e 58, são apresentados os pormenores das paredes referidas anteriormente. Esses pormenores estão também inseridos nos anexos 4 e 5.

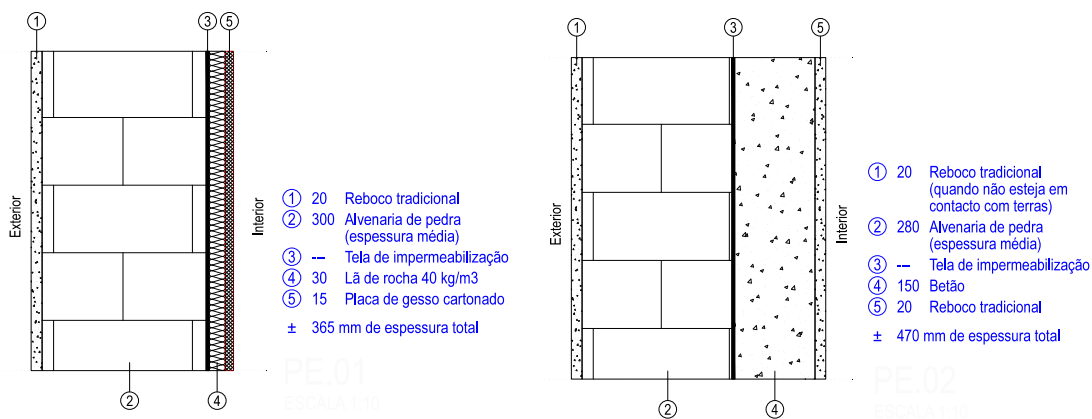


Figura 57 – Pormenores das paredes PE.01 e PE.02

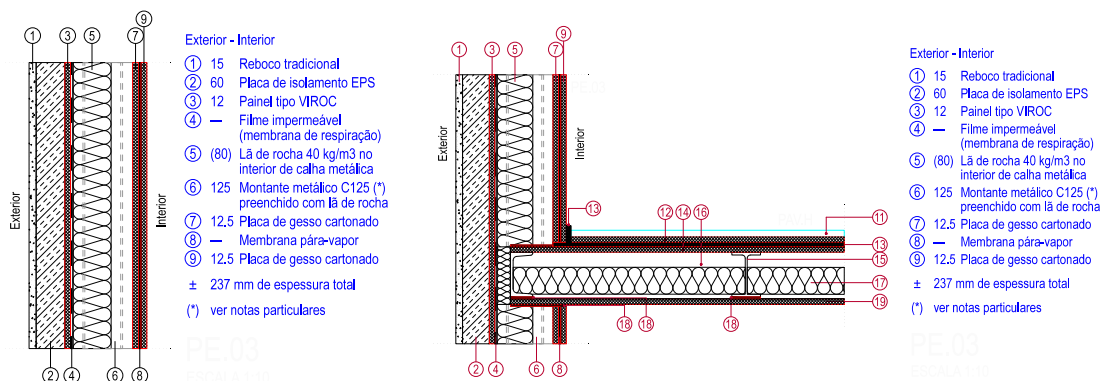


Figura 58 - Pormenores das paredes PE.03 e PE.04

Na figura 59, são apresentadas imagens representativas da colocação de isolamento nas paredes interiores e exteriores.



Figura 59 - "Wallmate" colocado nas paredes interiores do R/C e colocação do "Wallmate" na parede PE.01

7.3.4 Vãos envidraçados

Os vãos envidraçados existentes foram substituídos por caixilhos novos em madeira e alumínio. Os caixilhos em madeira foram colocados no edifício e os caixilhos em alumínio foram colocados no anexo.

Esta medida revela-se como importante em relação ao controlo das entradas de ar no interior do edifício e a nível térmico e acústico do mesmo. Os caixilhos instalados possuem borrachas de vedação em todo o seu perímetro sendo que as portas de entrada não possuem qualquer tipo de isolamento.

A caixilharia de alumínio é de cor clara com vidro duplo incolor, possui certificado da “Navarra” e tem classe 4 de permeabilidade ao ar.

A caixilharia de madeira é de cor clara com vidro duplo incolor, possui proteção solar interior constituída por portadas de madeira de cor clara e tem classe 2 de permeabilidade ao ar.

Em projeto, os vãos envidraçados assumem diferentes designações (ENV.01 e ENV.02) tendo como diferença a espessura do vidro interior, como se pode verificar no Anexo 4.

Na figura 60, pode-se verificar a colocação de caixilhos de alumínio na fachada do anexo, enquanto que no edifício verifica-se a existência de caixilhos de madeira.



Figura 60 - Caixilhos de alumínio na fachada do anexo e caixilho de madeira no edifício

7.3.5 Produção de AQS

A produção de águas quentes sanitárias é realizada por intermédio de um sistema de circulação forçada composto por três coletores “Baxiroca SOL 250”, orientados a Sul, com inclinação de aproximadamente 35° e área total de absorção de 7,10 m², com um termoacumulador interior “Videira Dual Solar VSE” de 500 Lts, localizado na lavandaria, com uma resistência elétrica incorporada com potência de 1,5 kW. Existe também um apoio ao coletor na produção de águas quentes sanitárias através de uma caldeira mural a gás natural “Junkers Euroline ZS23-1AE”, localizada na lavandaria, com potência de 23 kW e eficiência de 0,860.

Na tabela seguinte são apresentadas as características da caldeira mural instalada no edifício para as águas quentes sanitárias (AQS).

Sistema de aquecimento de AQS	Caldeira mural “Junkers Euroline ZS23-1AE”
η_i	0,86
F_{pu}	0,086
Potência (kW)	<25

Tabela 3 - Características da caldeira mural instalada

Os coletores solares estão colocados na cobertura do anexo e estão, como referido anteriormente, orientados a Sul. A cobertura do anexo foi escolhida como local ideal para serem colocados devido ao espaço necessário para serem colocados (três coletores) e também devido a ser o local com maior aproveitamento de energia solar. Mais nenhum local do edifício conseguia satisfazer as necessidades energéticas e área necessária para produção de águas quentes sanitárias.

Na figura 61, pode-se verificar o local dos três coletores solares (cobertura do anexo).



Figura 61 - Coletores solares instalados na cobertura do anexo

7.3.6 Climatização

Como forma de climatização (Aquecimento/arrefecimento), a renovação do ar interior da moradia processa-se com base em ventilação natural.

O sistema de aquecimento ambiente interior é realizado através de uma caldeira mural a gás natural “Junkers Euroline ZS23-1AE” com eficiência de 0,909.



Figura 62 - Caldeira mural a gás natural “Junkers Euroline ZS23-1AE”

Na tabela 4 são apresentadas as características da caldeira mural instalada na moradia para aquecimento.

Sistema de aquecimento	Aquecimento central com apoio da caldeira mural “Junkers Euroline ZS23-1AE”
η_i	0,909
F_{pui}	0,086
Potência (kW)	<25
Sistema de arrefecimento	Máquina frigorífica
η_v	3,0
F_{puv}	0,29
Potência (kW)	<25

Tabela 4 - Características da caldeira mural instalada para aquecimento

7.3.7 Ventilação

A ventilação processa-se com recurso à ventilação natural, sendo efetuada através das portas exteriores à exceção das janelas. Isto processa-se porque as janelas colocadas possuem borrachas de vedação em todo o seu perímetro e não possuem grelhas autorreguláveis embutidas nem caixas-de-estore, enquanto as portas de entrada não possuem qualquer borracha de vedação em todo o seu perímetro, permitindo assim as entradas de ar através das frinchas existentes.

7.3.8 Poupança do consumo de água

Como forma de se poder economizar no consumo de água (quente e fria), foram instalados arejadores a 30% em todas as torneiras (cozinhas e WC's).

7.4 Dados e pressupostos para análise de ganhos/perdas

O estudo sobre a eficiência energética do edifício teve por base a realização de uma recolha de dados durante vários meses. Essa recolha visa obter informações sobre padrões de consumos energéticos mensais realizados pelos 10 moradores presentes no edifício.

Foram realizados registos dos consumos mensais de eletricidade, água e gás natural referentes aos 10 moradores presentes durante todos os meses no edifício.

Os registos dos consumos de eletricidade foram realizados para três períodos horários, ou seja, para horas de vazio normal, ponta e cheias. As horas de vazio normal dizem respeito a tarifas de médias utilizações, as de ponta correspondem a tarifas de longas utilizações e as de cheias a tarifas de longas utilizações.

No edifício, a energia elétrica é consumida por eletrodomésticos como o frigorífico, fogão, iluminação artificial, televisores, AQS, e, entre os meses de Novembro de 2013 e Junho de 2014 foi também utilizada como energia para aquecimento do ar interior.

O gás natural é utilizado apenas pela caldeira mural para o sistema de aquecimento do ar interior e para apoio das águas quentes sanitárias.

Por fim, a água é utilizada para banhos, águas residuais, máquina de lavar roupa e pia lava louça.

Entre Outubro de 2013 e Fevereiro de 2014 o edifício ainda não possuía ligação à rede de gás natural e o aquecimento do ar interior foi realizado com recurso a aquecedores elétricos. Tendo em conta essa situação, em termos de cálculo abordado no capítulo 7.4.1, o mês de Junho foi definido como o mês base, ou seja, o mês onde os consumos com eletricidade foram “apenas” utilizados com consumos de eletrodomésticos e AQS.

Assim, esses custos referentes ao mês de Junho têm o valor de 65€ mensais, excetuando os meses de Julho e Agosto, pois durante esses meses, só estavam cerca de 2/3 dos moradores no edifício. Nos meses de Julho e Agosto os consumos com eletricidade foram inferiores ao valor de referência (65€), como se pode verificar na tabela 7 da alínea 7.4.2 “Análise dos custos com aquecimento ambiente”.

7.4.1 Análise dos consumos de energia elétrica

Como foi referido anteriormente, os consumos de eletricidade foram registados para todos os meses em função das horas de vazio, ponta e cheias. Esses registos encontram-se no Anexo 3 e apresentam os registos semanais dos consumos de eletricidade entre os meses de Novembro de 2013 e Novembro de 2014.

Com base nesses consumos, foi calculado o consumo de eletricidade total para cada mês.

Esse cálculo resume-se, numa primeira fase, em somar os valores dos consumos de eletricidade das horas de vazio, ponta e cheias (em anexo 3), para cada semana, e coloca-los numa tabela, como se pode verificar na tabela 5.

DATA	SEMANA	ELETRICIDADE (kWh)		
		VAZIO	PONTA	CHEIAS
30-09-2013		579	64	217
24-10-2013		654	96	298
31-10-2013		716	137	385
16-11-2013		840	220	560
23-11-2013	1	940	290	683
30-11-2013	2	1068	357	803
07-12-2013	3	1206	421	928
14-12-2013	4	1322	494	1075
21-12-2013	5	1460	570	1187
28-12-2013	6	1520	620	1287
31-12-2013		1550	640	1337
04-01-2014	7	1588	663	1393
11-01-2014	8	1690	713	1533
18-01-2014	9	1805	801	1674
25-01-2014	10	1961	873	1845

01-02-2014	11	2089	970	2049
08-02-2014	12	2239	1051	2265
15-02-2014	13	2383	1135	2443
22-02-2014	14	2533	1222	2625
01-03-2014	15	2683	1308	2806
08-03-2014	16	2813	1388	2988
15-03-2014	17	2920	1445	3109
22-03-2014	18	3027	1501	3229
29-03-2014	19	3126	1576	3384
31-03-2014		3145	1585	3400
05-04-2014	20	3185	1601	3450
12-04-2014	21	3229	1627	3504
19-04-2014	22	3258	1640	3540
26-04-2014	23	3292	1658	3589
31/04/2014		3310	1668	3613
03-05-2014	24	3322	1673	3633
10-05-2014	25	3351	1692	3674
17-05-2014	26	3387	1715	3716
24-05-2014	27	3430	1739	3771
31-05-2014	28	3461	1766	3822
07-06-2014	29	3490	1780	3868
14-06-2014	30	3513	1794	3906
21-06-2014	31	3573	1825	3948
28-06-2014	32	3587	1836	4006
30-06-2014		3593	1839	4016
05-07-2014	33	3609	1846	4041
12-07-2014	34	3638	1863	4083
19-07-2014	35	3658	1877	4121
26-07-2014	36	3698	1894	4151
02-08-2014	37	3697	1886	4181
09-08-2014	38	3719	1896	4216
16-08-2014	39	3741	1906	4251
23-08-2014	40	3763	1916	4286
30-08-2014	41	3785	1926	4321
06-09-2014	42	3807	1936	4356

Tabela 5 - Consumos de eletricidade semanais totais, obtidos através da soma dos consumos das horas de vazio, ponta e cheias

Numa segunda fase, para a obtenção do consumo total mensal, foi subtraído ao consumo da última semana de cada mês o valor do consumo referente à última semana do mês anterior.

Com base nesta metodologia de cálculo, foi realizada a tabela 6, onde representa o consumo total mensal de eletricidade.

Como foi referido anteriormente, os consumos de eletricidade englobam os consumos dos eletrodomésticos, iluminação artificial, AQS e aquecimento.

CONSUMOS MENSIS DE ELETRICIDADE (kWh)	
MESES	CONSUMOS
Out/13	378
Nov/13	990
Dez/13	1299
Jan/14	1581
Fev/14	1689
Mar/14	1333
Abr/14	641
Mai/14	458
Jun/14	399
Jul/14	316
Ago/14	268
Set/14	378

Tabela 6 - Consumos totais de eletricidade para cada mês

A título demonstrativo da variação do consumo mensal de eletricidade, é apresentado, na figura 63, o desenvolvimento mensal desses consumos.

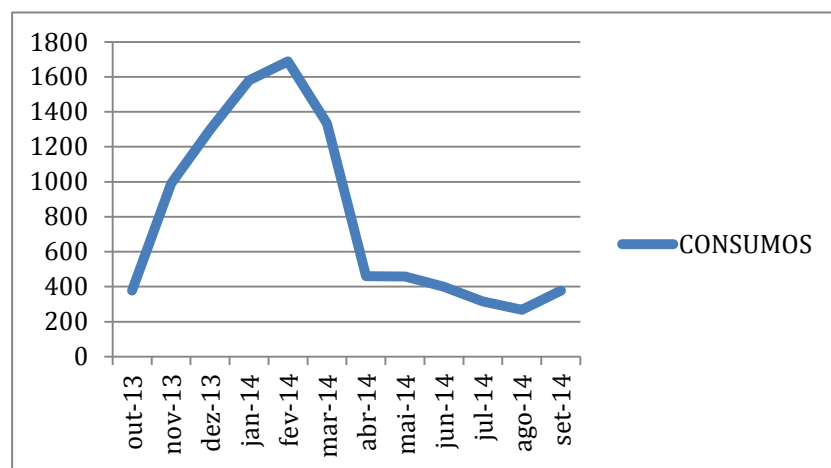


Figura 63 - Desenvolvimento mensal dos consumos de eletricidade

Da análise desta figura, é possível verificar que o consumo de eletricidade aumentou significativamente desde o mês de Outubro de 2013, atingindo o seu máximo no mês de Fevereiro de 2014. Após esse mês, o consumo diminuiu de forma significativa.

Após o mês de Abril o consumo fez-se de forma regular, não havendo grandes alterações nos padrões de consumo.

A existência do maior consumo de eletricidade entre os meses de Outubro de 2013 e Fevereiro de 2014 (meses mais frios do ano) traduz a necessidade do uso de aquecedores elétricos para aquecimento ambiente. Como referido anteriormente no ponto 7.4 do presente capítulo, o edifício só recebeu ligação à rede pública de gás natural após o mês de Março de 2014. Assim, tendo em conta tais condicionalismos, verifica-se que os meses de maior consumo foram os meses da estação de Inverno onde a temperatura é mais baixa, havendo a necessidade de aquecer-se a temperatura ambiente interior.

Em suma, os meses referidos como os meses de maior consumo de eletricidade, são representativos na necessidade de se ter recorrido a equipamentos elétricos para aquecimento do ambiente interior.

7.4.2 Análise dos custos com aquecimento ambiente

A análise dos custos com aquecimento ambiente no edifício em estudo teve como base os registos dos consumos de energia elétrica e pode ser dividida em duas fases distintas.

A primeira fase diz respeito ao recurso de equipamentos elétricos para aquecimento ambiente interior pois, como referido anteriormente, inicialmente o edifício não possuía ligação à rede de gás natural e o aquecimento foi realizado com o recurso à equipamentos elétricos.

Numa segunda fase, ou seja, após possuir ligação à rede de gás natural, o edifício passou a ser aquecido com o recurso à caldeira mural a gás existente. A partir desse momento o aquecimento foi realizado utilizando os radiadores previamente instalados.

No que concerne à primeira fase, para a análise de custos com aquecimento elétrico, foi adotada a seguinte metodologia:

- O custo para aquecimento elétrico mensal é igual ao custo mensal total de eletricidade, sendo a este subtraídos os custos com consumos gerais e custos para AQS¹.

$$\text{Custos Aq. Elétrico} = \text{Custos Ele.} - \text{Custos Consumos Gerais (Eletrod.)} - \text{Custos AQS}$$

Assim, com base nessa metodologia foi realizada a tabela 7, onde são demonstrados os valores referentes aos custos mensais do consumo de eletricidade para aquecimento ambiente.

¹ Os valores referentes aos custos com AQS encontram-se no ponto 8.4.3 do presente capítulo.

MESES	CUSTOS TOTAIS COM ELETRICIDADE (€)	CUSTOS COM CONSUMOS GERAIS DE ELETRICIDADE (Eletrodomésticos) (€)	CUSTOS COM AQUECIMENTO DE ÁGUAS SANITÁRIAS (AQS) (€)	CUSTOS COM AQUECIMENTO ELÉTRICO (€)
Out-13	77,16 €	65,00 €	12,16 €	-
Nov-13	202,09 €	65,00 €	38,00 €	99,09 €
Dez-13	265,17 €	65,00 €	38,00 €	162,17 €
Jan-14	322,74 €	65,00 €	38,00 €	219,74 €
Fev-14	344,78 €	65,00 €	38,00 €	241,78 €
Mar-14	272,11 €	65,00 €	38,00 €	207,11 €
Abr-14	94,11 €	65,00 €	38,00 €	29,11 €
Mai-14	93,49 €	65,00 €	38,00 €	28,49 €
Jun-14	81,45 €	65,00 €	38,00 €	16,45 €
Jul-14	64,51 €	64,51 €	2,07 €	-
Ago-14	54,71 €	54,71 €	-	-
Set-14	77,16 €	65,00 €	-	-

Tabela 7- Custos mensais associados ao consumo de eletricidade para aquecimento ambiente

Com base nos valores obtidos, para se poder verificar se existe um aforro mensal em relação aos padrões de consumo referenciados no certificado energético do edifício em estudo (anexo 1), é necessário determinar qual o valor de consumo limite regulamentar definido para aquecimento do ambiente interior.

O valor limite de consumo para aquecimento do ambiente interior é de 72 KWh/m².ano. Multiplicando esse valor pela área útil da moradia (130,64 m²) obtemos o valor de 9406,08,46 KWh.ano. Dividindo esse valor pelos doze meses obtemos o valor limite regulamentar mensal, ou seja, o valor de 783,84 KWh.mês.

O custo unitário de eletricidade por KWh é de 0,20€. Multiplicando o custo unitário pelo valor de 783,84 KWh.mês obtemos o valor limite regulamentar definido pelo regulamento para aquecimento ambiente, ou seja, o valor de 156,77€ mensais.

Com base neste custo limite (custo oficial) e nos custos mensais em aquecimento, foi realizada a tabela 8, onde se pode verificar a comparação entre ambos os custos e a existência ou não do aforro mensal.

MESES	CUSTOS AQUECIMENTO ELÉTRICO (€)	CUSTOS OFICIAIS (€)	AFORRO MENSAL (€)
Out-13	-	156,77 €	-
Nov-13	99,09 €	156,77 €	57,68 €
Dez-13	162,17 €	156,77 €	5,40 €
Jan-14	219,74 €	156,77 €	62,97 €
Fev-14	241,78 €	156,77 €	85,01 €
Mar-14	207,11 €	156,77 €	50,34 €
Abr-14	29,11 €	156,77 €	127,66 €
Mai-14	28,49 €	156,77 €	128,28 €
Jun-14	16,45 €	156,77 €	140,32 €
Jul-14	-	156,77 €	-
Ago-14	-	156,77 €	-
Set-14	-	156,77 €	-

Tabela 8 - Comparação entre custos reais e oficiais com aquecimento elétrico e correspondente aforro mensal

Como forma demonstrativa das diferenças entre os custos mensais com aquecimento, custos oficiais e respetivo aforro mensal, é apresentado, na figura 64, o desenvolvimento mensal dos mesmos.

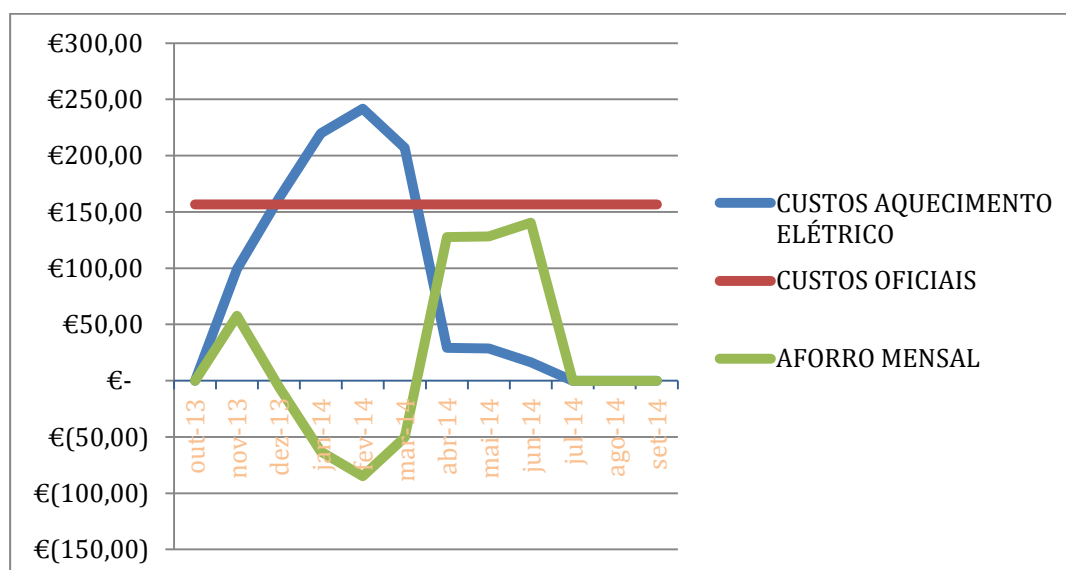


Figura 64 – Variação entre custos mensais, oficiais e aforro mensal com aquecimento

Da análise desta figura verifica-se que entre o mês de Outubro de 2013 e Fevereiro de 2014 os custos com aquecimento elétrico foram sempre aumentando. No mês de Fevereiro o crescimento atingiu o seu máximo e começou a decrescer constantemente.

Verifica-se também que entre os meses de Dezembro de 2013 e Fevereiro de 2014 os custos com eletricidade para aquecimento ultrapassaram os custos oficiais.

Entre os meses de Dezembro de 2013 e Abril de 2014 o consumo de energia para aquecimento elétrico foi superior ao consumo médio exigido regulamentar. No entanto, em média, os valores de consumo energético para aquecimento é inferior aos valores de consumo exigidos.

Em termos de valores anuais, a média com o custo de aquecimento elétrico é de 125,49€, enquanto a média com o custo oficial máximo é de 156,77€. Com base nestes valores, verifica-se que, em média, é possível obter um aforro anual de 31,28€, valor esse que representa 19,95% de poupança dos custos com energia para aquecimento.

CUSTOS COM AQUECIMENTO ELÉTRICO (€)	CUSTOS OFICIAIS (€)	AFORRO ANUAL (€)	% AFORRO
125,49 €	156,77 €	31,28 €	19,95

Tabela 9 - Custos oficiais, aforro anual e respetiva percentagem de aforro anual

Para uma melhor perceção dos valores referidos, a figura 65 representa graficamente a comparação entre ambos.

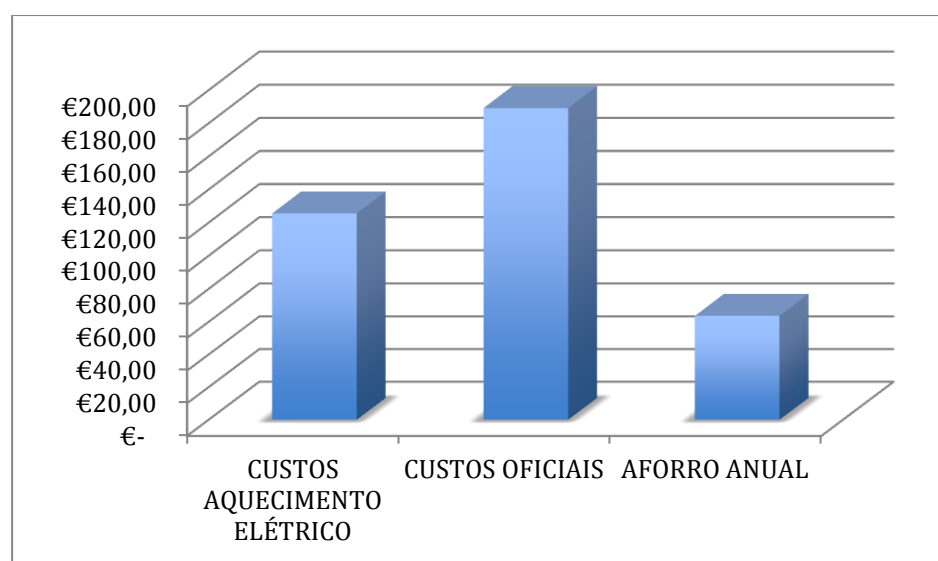


Figura 65 - Comparação entre custos anuais com aquecimento elétrico e custos oficiais e correspondente aforro

Relativamente à segunda fase, ou seja, à utilização da caldeira a gás para aquecimento ambiente interior, foram realizados registos dos consumos de gás a partir do momento em que o mesmo foi instalado no edifício.

Os consumos de gás registados foram os seguintes:

MESES	CONSUMO DE GÁS NATURAL (m ³)
Out-13	
Nov-13	0
Dez-13	0
Jan-14	0
Fev-14	0
Mar-14	60
Abr-14	144
Mai-14	42
Jun-14	18
Jul-14	1
Ago-14	0
Set-14	0

Tabela 10 – Consumos mensais de gás

Destes registos, só parte dos consumos foram utilizados para aquecimento ambiente pois, como a caldeira mural funciona como apoio aos painéis solares, parte do consumo de gás também foi utilizado aquecimento das águas sanitárias.

Para se poder verificar os valores associados aos custos mensais relativos ao consumo de gás natural, foi seguida a seguinte metodologia:

O custo unitário de gás natural por m³ é de 2,07€. Multiplicando este valor pelo consumo mensal de gás natural obtemos o custo mensal associado ao consumo de gás.

Com base nessa metodologia de cálculo foi realizada a tabela 11, onde constam os valores em termos de custos totais mensais associados ao consumo de gás natural.

MESES	CONSUMO DE GÁS NATURAL (m ³)	CUSTOS COM GÁS NATURAL (€)
Out-13		-
Nov-13	0	-
Dez-13	0	-
Jan-14	0	-
Fev-14	0	-
Mar-14	60	124,30 €
Abr-14	144	298,32 €
Mai-14	42	87,01 €
Jun-14	18	37,29 €
Jul-14	1	2,07 €
Ago-14	0	-
Set-14	0	-

Tabela 11 – Consumos mensais de gás e custos associados

A partir da obtenção dos custos totais mensais com o gás natural, para se poder conhecer os custos associados ao consumo de gás para aquecimento ambiente interior, foram subtraídos os valores dos custos com aquecimento das águas sanitárias.

Assim, para obtenção desses custos, foi realizada a tabela 12, onde são apresentados os custos reais relativos ao consumo de gás para aquecimento ambiente.

Importa referir que entre os meses de Outubro de 2013 e fevereiro de 2014 os custos associados ao consumo de gás natural para aquecimento ambiente são nulos pois, como referido anteriormente, a moradia não possuía ligação à rede de gás natural.

MESES	CONSUMO DE GÁS NATURAL (m ³)	CUSTOS COM GÁS NATURAL (€)	CUSTOS COM AQUECIMENTO DE ÁGUAS SANITÁRIAS (AQS) (€)	CUSTOS COM AQUECIMENTO A GÁS (€)
Out-13		-	12,16 €	-
Nov-13	0	-	38,00 €	-
Dez-13	0	-	38,00 €	-
Jan-14	0	-	38,00 €	-
Fev-14	0	-	38,00 €	-
Mar-14	60	124,30 €	38,00 €	86,30 €
Abr-14	144	298,32 €	38,00 €	260,32 €
Mai-14	42	87,01 €	38,00 €	49,01 €
Jun-14	18	37,29 €	38,00 €	-
Jul-14	1	2,07 €	2,07 €	-
Ago-14	0	-	-	-
Set-14	0	-	-	-

Tabela 12 - Custos reais associados ao consumo de gás

Para se poder verificar se é possível conseguir um aforro mensal com estes custos, é necessário determinar o valor limite designado no certificado energético para aquecimento do ambiente interior através do uso de gás natural.

Como foi referido no aquecimento através do uso da energia elétrica, é determinado o valor limite de 72 kWh/m².ano. Multiplicando esse valor pela área útil da moradia (130,64 m²) obtemos o valor de 9406,08 kWh.ano. Dividindo esse valor pelos doze meses obtemos o valor limite mensal, ou seja, o valor de 783,84 kWh.mês.

Um kWh de gás natural equivale a 11,6 m³ de gás natural. Assim, para se poder obter o valor de 783,84 kWh.mês em m³.mês, é necessário dividir o valor de 783,84 kWh pelo valor de 11,6. Esse quociente resulta no valor de 67,57 m³.mês.

O custo unitário de gás natural por m³ é de 2,07€. Multiplicando o custo unitário pelo valor de 67,57 m³.mês obtemos o valor limite definido para aquecimento ambiente, ou seja, o valor de 139,90€ mensais.

Com base neste valor obtido e nos custos mensais com aquecimento, foi realizada a tabela 13, onde se pode verificar a comparação entre ambos e o respetivo aforro mensal.

MESES	CUSTOS COM AQUECIMENTO A GÁS (€)	CUSTOS OFICIAIS (€)	AFORRO MENSAL (€)
Out-13	-	139,90 €	-
Nov-13	-	139,90 €	-
Dez-13	-	139,90 €	-
Jan-14	-	139,90 €	-
Fev-14	-	139,90 €	-
Mar-14	86,30 €	139,90 €	53,60 €
Abr-14	260,32 €	139,90 €	120,42 €
Mai-14	49,01 €	139,90 €	90,89 €
Jun-14	-	139,90 €	-
Jul-14	-	139,90 €	-
Ago-14	-	139,90 €	-
Set-14	-	139,90 €	-

Tabela 13 – Comparação entre custos reais e oficiais e respetivo aforro

Como forma demonstrativa das diferenças entre os custos mensais com aquecimento a gás, custos oficiais e aforro mensal, é apresentado, na figura 66, o desenvolvimento mensal dos mesmos.

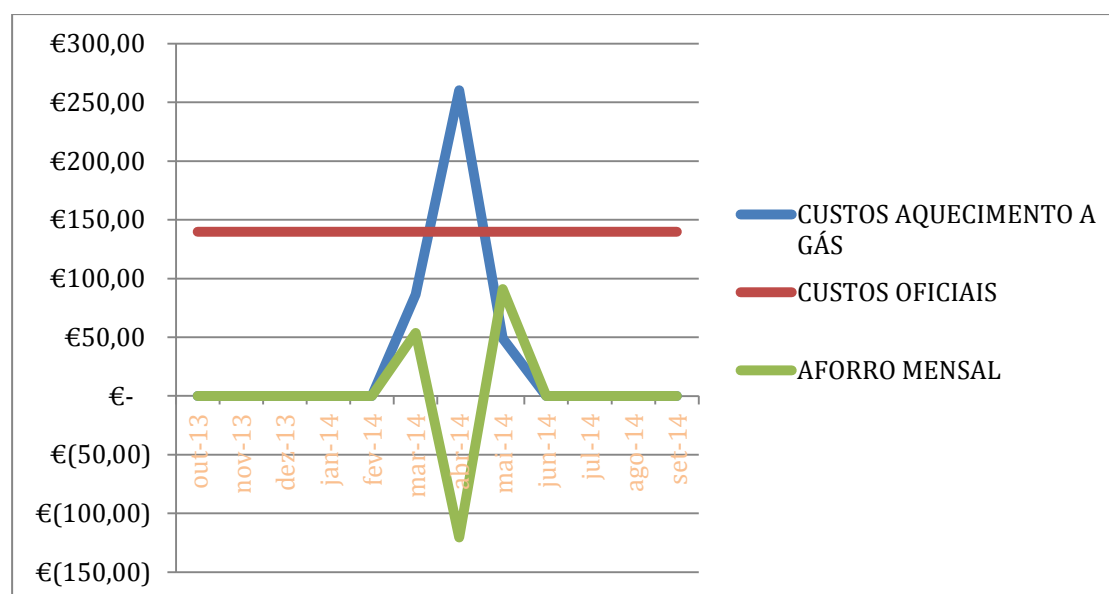


Figura 66 - Desenvolvimento entre custos reais e oficiais com aquecimento a gás e respetivo aforro

Da análise desta figura verifica-se que entre o mês de Fevereiro de 2014 e Abril de 2014 os custos com aquecimento a gás aumentaram significativamente. No mês de Abril de 2014 o crescimento atingiu o seu máximo e posteriormente começou a decrescer.

Verifica-se também que entre os meses de Março de 2014 e Abril de 2014 os custos com gás natural para aquecimento ultrapassaram os custos oficiais.

O aforro mensal foi positivo com a exceção do espaço temporário entre os meses de Março de 2014 e Abril de 2014 pois nesse período de tempo, como referido anteriormente, os custos com gás natural para aquecimento ultrapassaram os custos oficiais máximos.

Apesar dos custos associados ao consumo de gás para aquecimento terem sido superiores à média de custos exigidos como máximos, a média desses custos é inferior à média dos custos exigidos como máximos, daí poder-se verificar que se consegue obter um aforro satisfatório.

Em termos de valores absolutos, a média de custos com aquecimento a gás natural é de 131,88€, a média com o custo oficial máximo é de 139,90€ e a média de aforro anual é de 8,02€. Em suma, com base nos custos reais com aquecimento a gás, consegue-se obter um aforro de 5,73%.

CUSTOS AQUECIMENTO GÁS NATURAL	CUSTOS OFICIAIS (€)	AFORRO (€)	% AFORRO
131,88 €	139,90 €	8,02 €	5,73

Tabela 14 – Comparação entre custos anuais reais e oficiais e respetivo aforro anual

Para uma melhor perceção dos valores descritos anteriormente, a figura 67, representa graficamente a comparação entre ambos.

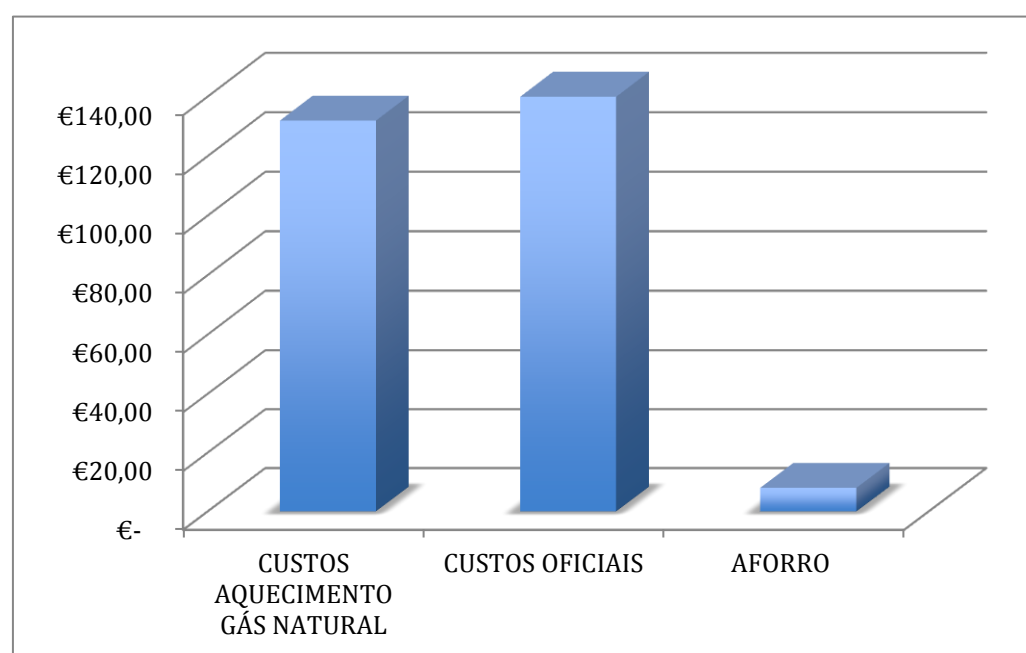


Figura 67 – Comparação gráfica entre custos anuais reais e oficiais e respetivo aforro anual

Por fim, para se poder obter uma perceção dos custos totais associados à energia utilizada para aquecimento ambiente interior, foram somados os custos mensais com aquecimento elétrico com os custos mensais com aquecimento a gás.

$$\text{Custos Totais Aq.} = \text{Custos Aq. Elétrico} + \text{Custos Aq. Gás}$$

Assim, foi realizada a tabela 15, onde são demonstrados os valores obtidos:

MESES	CUSTOS COM AQUECIMENTO ELÉTRICO (€)	CUSTOS COM AQUECIMENTO A GÁS (€)	CUSTOS TOTAIS COM AQUECIMENTO (€)
Out-13	-	-	-
Nov-13	99,09 €	-	99,09 €
Dez-13	162,17 €	-	162,17 €
Jan-14	219,74 €	-	219,74 €
Fev-14	241,78 €	-	241,78 €
Mar-14	207,11 €	86,30 €	293,41 €
Abr-14	29,11 €	260,32 €	289,43 €
Mai-14	28,49 €	49,01 €	77,50 €
Jun-14	16,45 €	-	16,45 €
Jul-14	-	-	-
Ago-14	-	-	-
Set-14	-	-	-

Tabela 15 – Custos mensais totais para aquecimento

8.4.3 Análise dos custos com aquecimento das águas sanitárias (AQS)

Para a análise dos custos com aquecimento das sanitárias foram determinados os custos reais para posteriormente serem comparados com os custos oficiais máximos.

Para aferição desses custos, foi realizada a seguinte metodologia:

O valor unitário de eletricidade por kWh é de 0,20€.

O valor limite regulamentar para as necessidades anuais para preparação de águas quentes sanitárias é de 42 kWh/m².ano. Multiplicando esse valor pelos 130,64 m² da moradia e dividindo pelos 12 meses obtemos o valor em kWh.mês, ou seja, o valor de 457,24 kWh.mês.

Multiplicando o valor de 457,24 kWh.mês pelo valor unitário de 0,20€ obtemos o custo mensal limite com energia para aquecimento das águas sanitárias, ou seja, o custo de 91,45€.

Para determinação dos custos mensais reais com aquecimento das águas sanitárias efetuou-se o seguinte cálculo:

Aos custos totais de eletricidade foram subtraídos os custos com consumos gerais (eletrodomésticos) e os custos associados ao aquecimento elétrico.

$$\text{Custos AQS} = \text{Custos Elét.} - \text{Custos Consumos Gerais (Elét.)} - \text{Custos Aq. Elét.}$$

Com base nesse cálculo, foi elaborada a tabela 16, onde apresenta os custos mensais reais com aquecimento de águas sanitárias.

MESES	CUSTOS TOTAIS COM ELETRICIDADE (€)	CUSTOS COM CONSUMOS GERAIS DE ELETRICIDADE (Eletrodomésticos) (€)	CUSTOS COM AQUECIMENTO ELÉTRICO (€)	CUSTOS COM AQUECIMENTO DE ÁGUAS SANITÁRIAS (AQS) (€)
Out-13	77,16 €	65,00 €	-	12,16 €
Nov-13	202,09 €	65,00 €	99,09 €	38,00 €
Dez-13	265,17 €	65,00 €	162,17 €	38,00 €
Jan-14	322,74 €	65,00 €	219,74 €	38,00 €
Fev-14	344,78 €	65,00 €	241,78 €	38,00 €
Mar-14	272,11 €	65,00 €	207,11 €	38,00 €
Abr-14	94,11 €	65,00 €	29,11 €	38,00 €
Mai-14	93,49 €	65,00 €	28,49 €	38,00 €
Jun-14	81,45 €	65,00 €	16,45 €	38,00 €
Jul-14	64,51 €	64,51 €	-	2,07 €
Ago-14	54,71 €	54,71 €	-	-
Set-14	77,16 €	65,00 €	-	-

Tabela 16 – Custos reais mensais para AQS

Com base nos elementos da tabela anterior, foi construída a tabela 17, onde se demonstra o aforro conseguido mensalmente através da comparação entre os custos reais e oficiais exigidos.

AFORRO ANUAL EM AQUECIMENTO DE ÁGUAS SANITÁRIAS PARA OS CONSUMOS REAIS			
MESES	CUSTOS (AQS) (€)		AFORRO MENSAL (€)
	CUSTOS REAIS	CUSTOS OFICIAIS	
Out-13	12,16 €	91,45 €	79,29 €
Nov-13	38,00 €	91,45 €	53,45 €
Dez-13	38,00 €	91,45 €	53,45 €
Jan-14	38,00 €	91,45 €	53,45 €
Fev-14	38,00 €	91,45 €	53,45 €
Mar-14	38,00 €	91,45 €	53,45 €
Abr-14	38,00 €	91,45 €	53,45 €
Mai-14	38,00 €	91,45 €	53,45 €
Jun-14	38,00 €	91,45 €	53,45 €
Jul-14	2,07 €	91,45 €	89,38 €
Ago-14	-	91,45 €	91,45 €
Set-14	-	91,45 €	91,45 €

Tabela 17 – Coparação entre custos mensais reais e oficiais e respetivo aforro para AQS

Como se pode verificar na tabela 17, nos meses de Agosto e Setembro os custos reais com aquecimento das águas sanitárias foram nulos. Isto deve-se ao facto da caldeira ter estado desligada nesses meses. No entanto, pelo facto da caldeira se ter encontrado desligada não significa que o fornecimento de água quente fosse comprometido pois o aquecimento da mesma foi realizado através dos painéis solares.

Como forma demonstrativa das diferenças entre os custos reais, custos oficiais e aforro mensal, são apresentadas na figura 68, as diferenças entre esses custos e o aforro mensal conseguido.

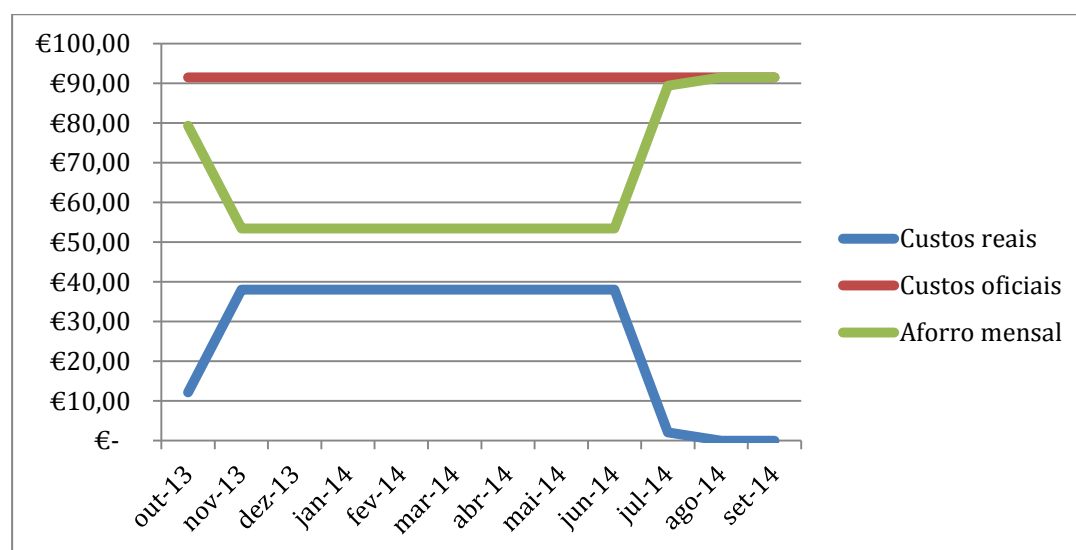


Figura 68 - Representação gráfica custos mensais reais e oficiais e respetivo aforro

Da análise da figura 68 é possível verificar que existe uma substancial diferença entre os custos reais e os custos oficiais em energia para AQS. Através desta significativa diferença de custos é possível concluir que o edifício em estudo é eficiente ao nível da energia consumida para aquecimento das águas sanitárias.

A elevada discrepância entre os valores de custos reais e oficiais deve-se principalmente à elevada eficiência da caldeira mural a gás natural e da existência de três coletores solares com eficiência elevada. Os coletores solares possuem uma eficiência energética, para AQS de 86,0% e a caldeira mural a gás natural possui uma eficiência energética, para AQS, de 90,9%.

A caldeira mural a gás natural funciona como apoio aos painéis solares, só entrando em funcionamento a partir do momento em que a temperatura da água aquecida pelos coletores solares fica inferior a uma temperatura pré-definida.

Para se poder obter uma melhor perceção da diferença entre os custos anuais reais e oficiais e o respetivo aforro anual, foi calculado, para todos os meses descritos anteriormente, o custo real total, o custo oficial total e o aforro anual total, sendo esses valores apresentados na tabela 18.

Custo real (€)	Custo oficial (€)	Aforro anual (€)	% Aforro anual
318,23 €	1.097,40 €	779,17 €	71,00

Tabela 18 - Comparação entre custos anuais reais, oficiais e respetivo aforro

Com base nestes resultados pode-se verificar que existe uma elevada discrepância entre o custo real anual e o custo oficial anual. Esta elevada diferença entre valores leva a aforro anual elevado, como é de desejar.

Realça-se que a redução de consumo anual de energia para produção de águas quentes sanitárias, através da existência de uma caldeira mural a gás com elevada eficiência energética e a existência de três coletores solares, atinge os 71% em termos de custos anuais. Este valor fica, no entanto, aquém dos 97% definidos no certificado energético do edifício em estudo como valor de referência para produção de águas quentes sanitárias.

Para uma melhor perceção dos resultados obtidos descritos anteriormente, na figura 69, são apresentados graficamente a comparação entre ambos os valores.

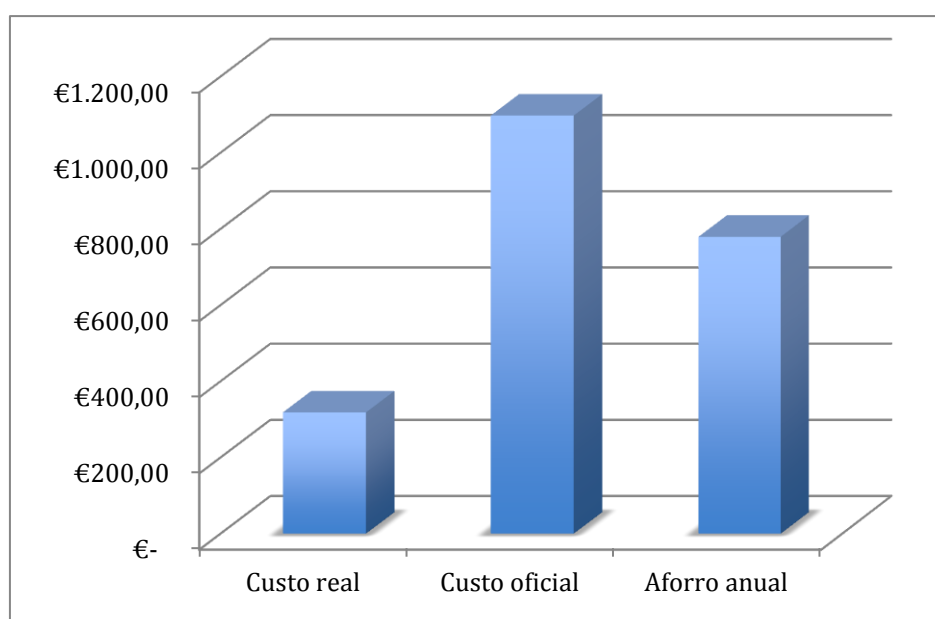


Figura 69 - Representação gráfica dos custos anuais reais, oficiais e respetivo aforro

8.4.4 Análise dos consumos de água potável

O registo dos consumos de água do caso de estudo foi realizado entre os meses de Outubro de 2013 e Setembro de 2014. É de referir que na moradia se encontravam-se sempre presentes 10 moradores excetuando-se o mês de Agosto em que só se encontravam 1/5 dos moradores. Na tabela 19 são apresentados os consumos de água recolhidos.

MESES	CONSUMO MENSAL DE ÁGUA POTÁVEL (m ³)
Out-13	27
Nov-13	31
Dez-13	25
Jan-14	32
Fev-14	28
Mar-14	40
Abr-14	37
Mai-14	39
Jun-14	35
Jul-14	28
Ago-14	8
Set-14	27

Tabela 19 – Consumos mensais de água potável

A título demonstrativo da variação mensal dos consumos de água, é apresentado, na figura 70, o desenvolvimento mensal desses consumos. Estes consumos são mensais e estão expressos em m³.

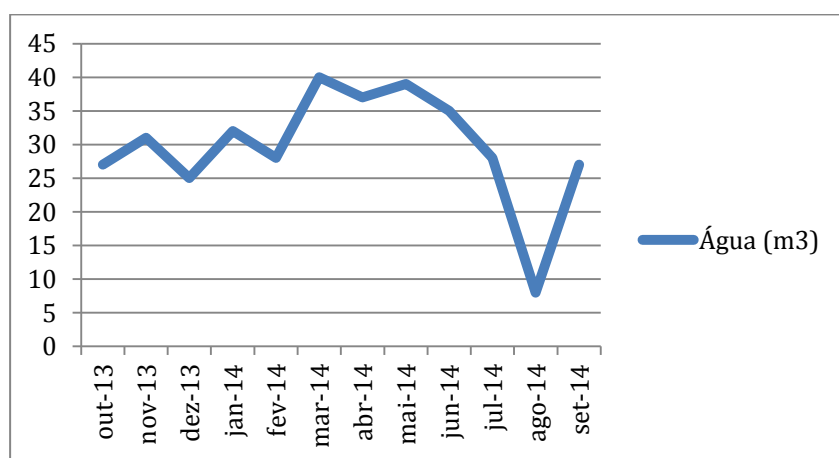


Figura 70 - Desenvolvimento mensal dos consumos de água potável

Para uma análise do consumo mensal de água potável é necessário saber qual o valor determinado pelo regulamento para consumo diário de água potável por habitante.

Assim sendo, o regulamento determina que por habitante e por dia, o consumo de água potável máximo é de 200 l.dia, ou seja, 0,2 m³ de água potável por habitante por dia.

Multiplicando o consumo de 0,2 m³ de água potável pelos 10 habitantes presentes na moradia e pelos 30 dias mensais obtém-se o consumo oficial recomendado pelo regulamento para os 10 habitantes mensalmente.

Partindo dessa metodologia de cálculo foi realizada a tabela 20, onde são apresentados os consumos reais e os consumos oficiais de água, expressos em m³.

CONSUMO MENSAL DE ÁGUA POTÁVEL (m ³)		
MESES	CONSUMOS REAIS	CONSUMOS OFICIAIS
Out-13	27	60
Nov-13	31	60
Dez-13	25	60
Jan-14	32	60
Fev-14	28	60
Mar-14	40	60
Abr-14	37	60
Mai-14	39	60
Jun-14	35	60
Jul-14	28	60
Ago-14	8	60
Set-14	27	60

Tabela 20 – Comparação entre consumos reais e oficiais de água potável

A título demonstrativo da variação entre os consumos reais oficiais de água potável, é apresentado, na figura 71, o desenvolvimento mensal desses consumos.

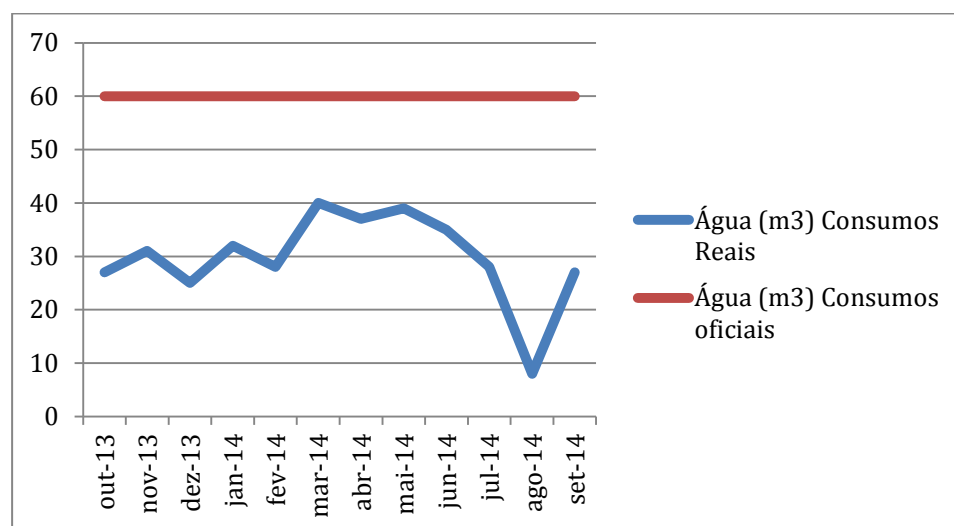


Figura 71 - Representação gráfica dos consumos reais e oficiais mensais

Da análise desta figura, onde são representados os consumos reais e oficiais, é possível verificar que os consumos reais de água potável são bastante inferiores aos consumos de água oficiais.

O facto do consumo de água potável possuir uma redução substancial no mês de Agosto tem a ver com o facto de a moradia só possuir 1/5 dos moradores nesse período de tempo.

A média mensal de consumo de água potável é de 31,72 m³, excetuando o mês de Agosto pois não se pode considerar como um mês representativo. Se compararmos as médias mensais entre o consumo de água potável e o consumo oficial pode-se verificar que existe uma poupança mensal, em média, de 28,27 m³.

Esta poupança de água potável é possível graças aos arejadores instalados em todas as torneiras bem como à sensibilização dos moradores para o facto de ser necessário e importante economizar água.

8.4.4.1 Cálculo de poupança económica mensal de água potável

Para determinação do aforro anual com água potável foram determinados os custos reais através dos consumos reais de água para posterior comparação com os custos oficiais, sempre para os 10 habitantes.

Assim sendo, foi definida a seguinte metodologia:

O custo previsto por m³ de água é de 2,88€.

Com base neste elemento, foi construída a tabela 21, onde são apresentados os custos mensais reais, os custos oficiais e o de aforro mensal para o consumo de água. Tendo por referência essa tabela, o custo real mensal obtém-se multiplicando o consumo real mensal pelo custo previsto por m³ de água. O custo oficial obtém-se multiplicando o custo previsto por m³ de água pelo consumo oficial mensal.

Consumos/Custos mensais de água						
MESES	ÁGUA (m ³)		PREÇO m ³ DE ÁGUA (€)	CUSTOS		AFORRO MENSAL (€)
	Consumos Reais	Consumos Oficiais		Custos Reais (€)	Custos Oficiais (€)	
Out-13	27	60	2,88 €	77,76 €	172,80 €	95,04 €
Nov-13	31	60	2,88 €	89,28 €	172,80 €	83,52 €
Dez-13	25	60	2,88 €	72,00 €	172,80 €	100,80 €
Jan-14	32	60	2,88 €	92,16 €	172,80 €	80,64 €
Fev-14	28	60	2,88 €	80,64 €	172,80 €	92,16 €
Mar-14	40	60	2,88 €	115,20 €	172,80 €	57,60 €
Abr-14	37	60	2,88 €	106,56 €	172,80 €	66,24 €
Mai-14	39	60	2,88 €	112,32 €	172,80 €	60,48 €
Jun-14	35	60	2,88 €	100,80 €	172,80 €	72,00 €
Jul-14	28	60	2,88 €	80,64 €	172,80 €	92,16 €
Ago-14	8	60	2,88 €	23,04 €	172,80 €	149,76 €
Set-14	27	60	2,88 €	77,76 €	172,80 €	95,04 €

Tabela 21 – Comparação entre custos mensais reais e oficiais de água potável e respetivo aforro

Verifica-se então que os custos oficiais são superiores aos custos reais em todos os meses, conseguindo-se obter um aforro mensal considerável em todos os meses.

A título demonstrativo da variação mensal dos custos dos consumos de água da moradia e para se poder obter uma melhor perceção da variação de custos mensais e respetivas poupanças, é apresentado, na figura 72, o desenvolvimento mensal desses custos bem como a respetiva poupança.

Nela, pode-se verificar que os custos reais de consumo de água são em todos os meses, inferiores aos custos oficiais.

Os custos oficiais são constantes e, sempre que se aumenta o consumo de água, verifica-se uma poupança menor. Por outro lado, sempre que se diminui o consumo de água, a poupança é maior.

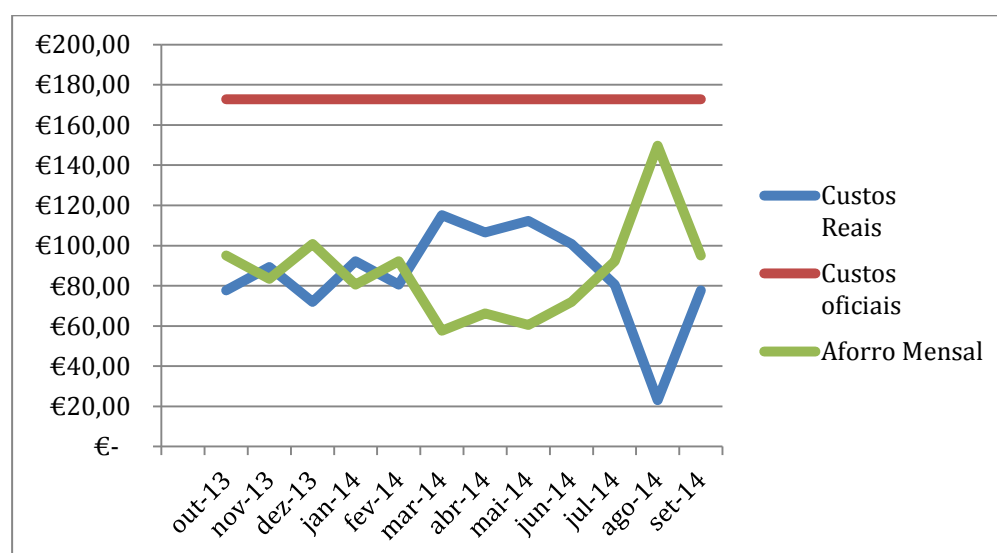


Figura 72 - Representação gráfica dos custos mensais reais e oficiais de água potável e respetivo aforro

Realizando uma análise anual em termos de custos e conseqüente aforro com o consumo de água potável, pode-se verificar que se obtém uma redução muito próxima dos 50% (49,58%), ou seja, 1.045,44€.

Custo Real (€)	Custo Oficial (€)	Aforro Anual (€)	% Aforro Anual
1.028,16 €	2.073,60 €	1.045,44 €	49,58

Tabela 22 - Comparação entre custos anuais reais e oficiais de água potável e respetivo aforro

Como forma representativa, na figura 73, são apresentados graficamente os resultados anuais apresentados na tabela 22, para se poder uma melhor perceção em termos do custo anual com consumo de água e a conseqüente economia.

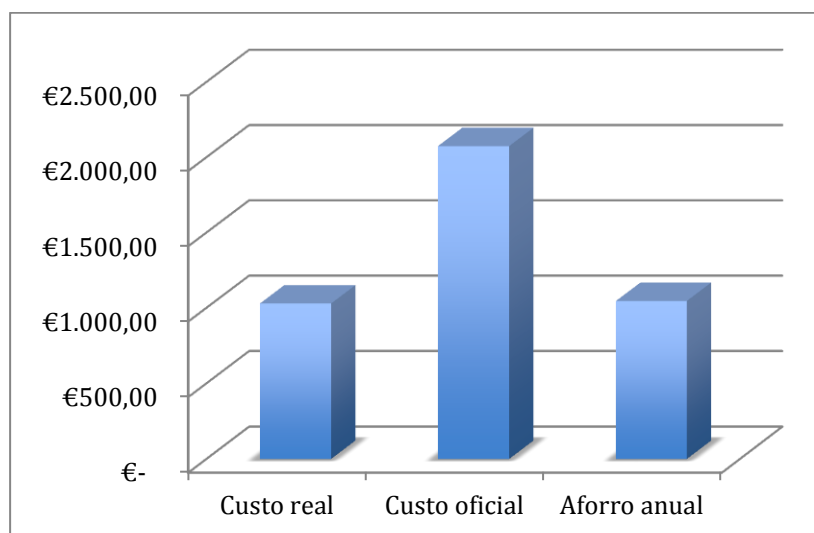


Figura 73 – Representação gráfica dos custos anuais reais, oficiais e respetivo aforro

8.4.5 Análise do aforro através da implementação de medidas de eficiência energética no edifício

Pretende-se apresentar a poupança total em energia necessária para aquecimento ambiente interior, águas quentes sanitárias e do consumo de água potável.

Na tabela 23 são apresentados os valores com os custos totais, onde estão incluídos os custos reais com aquecimento, águas quentes sanitárias e consumo de água potável, o valor máximo oficial, o valor total de aforro e a percentagem de aforro.

	TOTAL ANUAL REAL (€)	TOTAL OFICIAL (€)	TOTAL AFORRO (€)	% AFORRO
AQUECIMENTO (ELETRICIDADE + GÁS)	1399,59 €	2269,44 €	869,85 €	38,33
AQS	318,23 €	1931,28 €	1613,05 €	83,52
ÁGUA	1028,16 €	2073,60 €	1045,44 €	50,42
TOTAL	2745,98 €	6274,32 €	3528,34 €	56,23

Tabela 23 – Custos anuais reais e oficiais e respetivo aforro para aquecimento, AQS e água potável

Com base nestes valores obtidos, pode-se concluir que, através da implementação de medidas de melhoria da eficiência energética no caso edifício foi possível obter-se uma economia em termos energéticos a rondar os 56%, comparativamente com os valores determinados como valores de referência de consumo.

Na tabela 74 pode-se verificar a visualização do aforro na sua globalidade conseguido graças às diversas medidas de melhoria de eficiência energética, descritas no ponto 7.3 do presente capítulo.

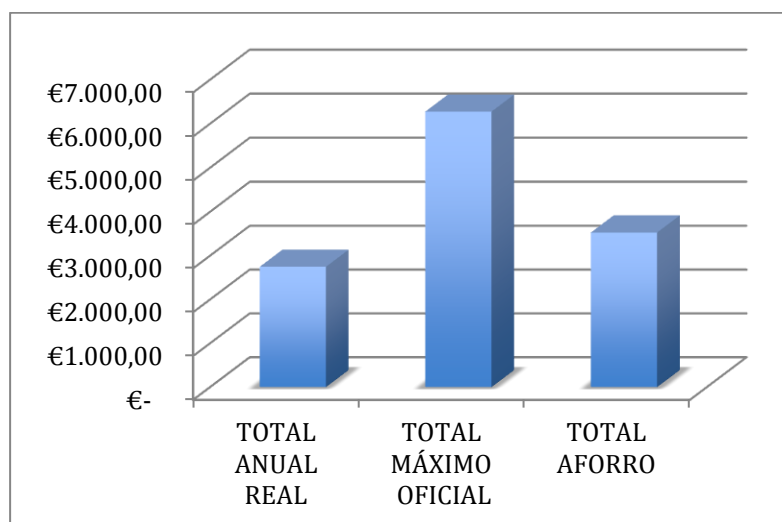


Figura 74 - Representação gráfica dos custos anuais reais, oficiais e respetivo aforro com energia para o caso de estudo

Em suma, verifica-se e comprova-se que as medidas de eficiência energética implementadas no edifício são medidas que possibilitam uma economia energética, tornam-se medidas sustentáveis economicamente e ambientalmente.

CAPÍTULO IX – CONCLUSÕES

O presente trabalho consistiu no estudo da reabilitação energética de uma moradia T9 pela redução do consumo energético, quando implementadas medidas de eficiência energética. A exigência de edifícios cada vez mais eficientes é uma tendência nas regulamentações europeias, e consequência da transposição para os regulamentos nacionais das exigências da recente Diretiva Europeia sobre o Desempenho Energético dos Edifícios.

A pesquisa partiu da hipótese de que a eficiência energética pode ser conseguida através da implementação de várias medidas corretivas com o objetivo de superar as deficiências existentes em termos de desempenho energético. No entanto, como o parque edificado português é bastante diversificado, cada caso é um caso e essas deficiências variam muito de caso para caso específico.

O objetivo principal do trabalho foi caracterizar as diferentes medidas implementadas no caso de estudo com vista a melhorar a sua eficiência energética e verificar os resultados conseguidos através da análise dos consumos energéticos realizados durante um ano, percebendo se reduzem o consumo de energia ao ponto de se tornarem medidas económicas e ambientalmente sustentáveis.

A revisão bibliográfica permitiu o aprofundamento sobre as questões que contribuem para a eficiência energética do parque habitacional existente. Foram abordados diversos fatores, desde aqueles diretamente relacionados com a eficiência energética dos edifícios, destacando-se os sistemas construtivos e medidas que influenciam diretamente as condições de conforto interior, até aos indicadores que possuem uma grande interferência relacionados com Desenvolvimento Sustentável, a problemática do aquecimento global e as alterações climáticas, padrões de consumo de energia e recursos naturais por parte do meio edificado.

Através da caracterização do parque habitacional português foi possível demonstrar que a construção existente não possui qualidade na construção de forma a dar resposta às novas exigências de eficiência energética e sustentabilidade. A reabilitação energética dos edifícios torna-se então uma das principais vertentes de atuação de forma a corrigir as situações de inadequação funcional, com o objetivo de proporcionar aos edifícios reabilitados a melhoria de condições de conforto e da qualidade térmica.

A procura por sistemas de climatização no nosso país tem vindo a acentuar-se, nomeadamente no sector residencial. Deste aumento de procura, resultou a mais elevada taxa de crescimento de consumos de energia de entre todos os sectores da economia nacional. O principal argumento para promoção da reabilitação do parque habitacional remete para o potencial de poupança energética e a redução das emissões de gases de efeito de estufa, sendo considerado que é na fase de utilização que o problema ambiental dos edifícios se coloca.

A metodologia desenvolvida para atender aos trabalhos de caracterização e avaliação das intervenções energéticas do caso de estudo baseou-se o registo dos consumos energéticos ao

longo de um ano para posterior quantificação dos consumos e custos inerentes. Os custos totais obtidos foram comparados com valores de referência referidos no certificado energético do edifício em estudo.

Através da análise dos resultados obtidos, foram obtidas as seguintes conclusões:

- A forma e o tipo de utilização do edifício interfere de forma direta nos consumos energéticos;

- A redução de consumo energético é possível através da reabilitação térmica dos edifícios assim como a implementação de sistemas energéticos mais eficientes;

- A implementação de energias renováveis representa uma medida de economia de energia primária não renovável e por conseguinte uma poupança de CO₂, tendo como exemplo o caso de estudo em que a caldeira mural a gás só funciona como apoio dos coletores solares.

Como conclusão final do trabalho, foi realizada a quantificação da economia total tendo em conta as medidas de eficiência energética adotadas. Conclui-se então que as medidas adotadas influenciam positivamente a eficiência energética do caso de estudo pois, através delas foi possível conseguir-se uma poupança de 56%.

Em última análise, é importante salientar que no momento de propor uma reabilitação energética deve-se possuir um conhecimento detalhado e real das características do edifício, de forma a se determinar as reais deficiências, necessidades e o nível de atuação que deve ser considerado, assim como as poupanças que são espectáveis através da implementação dessas melhorias.

Em suma, conclui-se que o parque habitacional existente possui um potencial de poupança energética e económica muito atrativas e ainda pouco usufruído.

BIBLIOGRAFIA

AECOPS, Associação de empresas de construção obras públicas e serviços. (2009) O mercado da reabilitação. Enquadramento, relevância e perspectivas. Disponível em http://prewww.aecops.pt/pls/daecops3/get_noticia?id=28605875_[Consultado em 15/03/2014]

AGUIAR, J. et al. (2005) *Guião de Apoio à Reabilitação de Edifícios Habitacionais*. Lisboa, LNEC.

ALMEIDA, M. (2012). *Reabilitação Energética de Edifícios – Perspetiva da Engenharia Civil*. Lisboa, Ordem dos Engenheiros.

APPLETON, J. (2009). *Congresso LiderA 09: Novas oportunidades para a construção sustentável. Reabilitação Sustentável*. Lisboa, Instituto Superior Técnico.

APPLETON, J. (2003). *Reabilitação de Edifícios Antigos – Patologias e Tecnologias de Intervenção*. 1ª Edição, Edições Orion.

CARVALHO, A. (2012). *Estatísticas da Construção e Habitação*. I.N.E. - Instituto Nacional de Estatística, I.P.

CARVALHO, A. (2001 – 2011). *O Parque Habitacional e a sua Reabilitação - Análise e Evolução*. I.N.E – Instituto Nacional de Estatística, I.P.

CENSOS 2011 RESULTADOS DEFINITIVOS – XI Recenseamento Geral da População, V Recenseamento Geral da Habitação. I.N.E. - Instituto Nacional de Estatística.

CET- ISCTE/ IRIC/ A. Mateus e associados. *Contributos para o plano estratégico de habitação* 2008/2013. Disponível em <http://habitacao.cm-lisboa.pt/documentos/123421120004yJD9xu4Cp62GA2.pdf> [Consultado em 25/02/2014]

COIAS, V. e CRAVINHO, A. (2007). *Reabilitação estrutural de edifícios antigos: alvenaria, madeira : técnicas pouco intrusivas*. Lisboa, Argumentum.

DGEG / IP-3E. *Reabilitação Energética da Envolvente de Edifícios Residenciais. Brochura*. Lisboa, Direcção Geral da Energia e Geologia - DGGE / IP-3E, 2004

DGEG / IP-3E. *Eficiência energética em equipamentos e sistemas eléctricos no sector residencial. Brochura*. Lisboa, Direcção Geral da Energia e Geologia - DGGE / IP-3E, 2004

Decreto - Lei 118/2013 de 20 de Agosto. *Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH)*. In Diário da República, 1ª Série - n.159, 20 de Agosto de 2013, Lisboa.

DGE- Eficiência Energética nos Edifícios. [on-line], Direcção Geral de Energia - Ministério da Economia, 2002. [citado em 2014-02-18] Disponível em: <http://www.adene.pt> [Consultado em 25/02/2014]

ENERDATA. (2009-2014). *Global Energy Statistical Yearbook 2014*. Disponível em <http://yearbook.enerdata.net/#world-electricity-production-map-graph-and-data.html> [Consultado em 02/03/2014]

FERNANDES, D. et al. (2013). *A Realidade da Reabilitação em Portugal – Uma Abordagem Termo-energética*. Lisboa, LNEC.

GONÇALVES, H.; GRAÇA, J. (2004). *Conceitos Bioclimáticos para os Edifícios em Portugal*. DGGE – Direcção Geral de Geologia e Energia / IP – 3E

ISOLANI, P. et al. (2008). *Eficiência energética nos edifícios residenciais*. Lisboa, EnerBuildin.eu

LAMBERTS, R. (1997) *Eficiência energética na arquitectura*. São Paulo, PW ed.

LAURIA, A. *Sustentabilidade na Construção*. Lisboa, Verlag Dashofer.

LISBON, J. (2012) *Construção Sustentável: Conforto Térmico*. Disponível em <http://www.construcaosustentavel.pt/index.php?/O-Livro-%7C%7C-Construcao-Sustentavel/Conceitos/Valorizacao-Ambiental/Conforto-Termico> [Consultado em 15/03/2014]

LIVEIRA, P. e BRAGANÇA, L. *Reabilitação Urbana: abordando práticas sustentáveis*. Guimarães, Universidade do Minho – Departamento de Engenharia Civil

LOPES, T. (2010) *Reabilitação Sustentável de Edifícios de Habitação*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

PAIVA, J.; AGUIAR, J.; PINHO, A. (2006) *Guia Técnico de Reabilitação Habitacional*. Lisboa, LNEC-INH.

PAIVA, J.V. et al. *Guia Técnico de Reabilitação Habitacional*. Volume 2, INH, LNEC

PINHEIRO, M.D. (2006). *Ambiente e Construção Sustentável*. Instituto do Ambiente, Amadora.

SANTOS, A.J. (2009) *A Iluminação nos Edifícios. Uma Abordagem no Contexto da Sustentabilidade e Eficiência Energética*. Lisboa, LNEC. Série Comunicações (COM133)

SATTLER, M. e PEREIRA, F. (2006). *Construção e Meio Ambiente*. Porto Alegre, Coletânea Habitare, Volume 7.


SILVA, V. *Guia para a Reabilitação – Isolamento Térmico de Edifícios Correntes*. Laboratório de Física e Tecnologia das Construções do Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho

TAVARES, A. et al. (2011). *Manual de Reabilitação e Manutenção de Edifícios – Guia de Intervenção*. Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, Inovadomus.

TORGAL, F. e JALALI, S. (2010). *A Sustentabilidade dos Materiais de Construção*. Universidade do Minho – Escola de Engenharia, TecMinho.

ANEXO I

Certificado Energético




Certificação Energética e Ar Interior
EDIFÍCIOS

Certificado Energético

Edifício de Habitação

SCE78669541
Válido até 26/02/2024



IDENTIFICAÇÃO POSTAL
Morada TRAVESSA LUZ SORIANO, 2,
Localidade PORTO
Freguesia PARANHOS
Concelho PORTO
GPS 41.101210, -8.362989


IDENTIFICAÇÃO PREDIAL/FISCAL
Conservatória do Registo Predial de PORTO
Nº de Inscrição na Conservatória 3773
Anexo Matricial nº 2140
Fração Autónoma


INFORMAÇÃO ADICIONAL
Área útil de Pavimento 130,64 m²


Este certificado apresenta a classificação energética deste edifício ou fração. Esta classificação é calculada comparando o desempenho energético deste edifício nas condições atuais, com o desempenho que este obterá nas condições mínimas (com base em valores de referência) a que estão obrigados os edifícios novos. Obtenha mais informação sobre a certificação energética no site da ADENE em www.adene.pt

INDICADORES DE DESEMPENHO

Determinam a classe energética do edifício e a eficiência na utilização de energia, incluindo o contributo de fontes renováveis. São apresentados comparativamente a um valor de referência e calculados em condições padrão.

	Aquecimento Ambiente	32% MAIS eficiente que a referência
Referência:	72 kWh/m².ano	
Edifício:	49 kWh/m².ano	
Renovável:	0,0 %	

	Arrefecimento Ambiente	12% MENOS eficiente que a referência
Referência:	3,3 kWh/m².ano	
Edifício:	3,7 kWh/m².ano	
Renovável:	0,0 %	

	Água Quente Sanitária	97% MAIS eficiente que a referência
Referência:	42 kWh/m².ano	
Edifício:	37 kWh/m².ano	
Renovável:	97 %	

CLASSE ENERGÉTICA

Mais eficiente

A+
0% a 25%

A
26% a 50%

B
51% a 75%

B-
76% a 100%

C
101% a 150%

D
151% a 200%

E
201% a 250%

F
Mais de 251%


A
48%

----- Mínimo Edifícios Novos
----- Mínimo Grandes Intervenções

Menos eficiente

ENERGIA RENOVÁVEL


Contributo de energia renovável no consumo de energia deste edifício.



40%


EMISSÕES DE CO₂

Emissões de CO₂ estimadas devido ao consumo de energia.




1,5
toneladas/ano

Entidade Gestora



AGÊNCIA PARA A ENERGIA

Entidade Fiscalizadora



Direcção Geral de Energia e Geologia

1 de 8

104

DESCRIÇÃO SUCINTA DO EDIFÍCIO OU FRAÇÃO

Morada unifamiliar de cave e R/C/chão, situada no interior de uma zona urbana do concelho do Porto (zona climática I2-V1N), a uma altitude de 125m, com uma distância à costa de cerca de 6,00 km. A fração, de tipologia T7, tem fachadas exteriores voltadas a Nordeste, Noroeste, Sudeste e Sudoeste. A fração é constituída por três pisos, sendo o piso da cave destinado a hall de circulação, lavandaria, quatro quartos e dois WC comuns, o piso de R/C/chão destinado a hall de entrada, escadas de acesso à cave, WC serviço, dois quartos, escritório, cozinha, hall de circulação e WC comum e o piso do sótão destinado a armários, num total de 130,64m² de área útil. Possui, como envolvente interior, parede para o edifício adjacente, parede para a lavandaria, pavimento sobre a lavandaria e cobertura sob desvão não habitado. Apresenta inércia térmica média e a ventilação processa-se de forma natural. Como equipamento de climatização apenas existe aquecimento ambiente através de radiadores de aquecimento central com apoio da caldeira mural. O sistema convencional de preparação de águas quentes sanitárias é efetuado através de um sistema de circulação forçada com três coletores e um acumulador de 500 litros.

COMPORTAMENTO TÉRMICO DOS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DA HABITAÇÃO

Descreve e classifica o comportamento térmico dos elementos construtivos mais representativos desta habitação. Uma classificação de 5 estrelas, expressa a referência adequada para esses elementos, tendo em conta, entre outros fatores, as condições climáticas onde o edifício se localiza.

Tipo	Descrição das Principais Soluções	Classificação
PAREDES	Parede simples com isolamento térmico pelo interior	☆☆☆☆☆
	Parede simples com isolamento térmico pelo exterior	☆☆☆☆☆
COBERTURAS	Cobertura horizontal com isolamento térmico pelo exterior	☆☆☆☆☆
	Cobertura horizontal com isolamento térmico pelo exterior	☆☆☆☆☆
PAVIMENTOS	Pavimento com isolamento térmico pelo interior	☆☆☆☆☆
JANELAS	Janela Simples com Caixilharia metálica sem corte térmico com vidro duplo	☆☆☆☆☆
	Janela Simples com Caixilharia metálica sem corte térmico com vidro duplo	☆☆☆☆☆

Soluções sem isolamento, referem-se a soluções onde não existe isolamento térmico ou que não foi possível comprovar a sua existência.

Pior ☆☆☆☆☆
Melhor ★★★★★

PERDAS E GANHOS DE CALOR DA HABITAÇÃO

Os elementos construtivos contribuem para o consumo de energia associado à climatização e para o conforto na habitação. A informação apresentada, indica o contributo desses elementos, bem como, os locais onde ocorrem perdas e ganhos de calor.





Certificado Energético

Edifício de Habitação
SCE78669541



PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA

Não foram identificadas medidas de melhoria.

CONJUNTO DE MEDIDAS DE MELHORIA

Não foram identificadas medidas de melhoria.

RECOMENDAÇÕES SOBRE SISTEMAS TÉCNICOS

Os sistemas técnicos dos edifícios de habitação, com especial relevância para os equipamentos responsáveis pela produção de águas quentes sanitárias, aquecimento e arrefecimento são determinantes no consumo de energia. Face a essa importância é essencial que sejam promovidas, com regularidade, ações que assegurem o correto funcionamento desses equipamentos, especialmente em sistemas com caldeiras que produzam água quente sanitária e/ou aquecimento, bem como sistemas de ar condicionado. Neste sentido, é recomendável que sejam realizadas ações de manutenção e inspeção regulares a esses sistemas, por técnicos qualificados. Estas ações contribuem para manter os sistemas regulados de acordo com as suas especificações, garantir a segurança e o funcionamento otimizado do ponto de vista energético e ambiental.

Nas situações de aquisição de novos equipamentos ou de substituição dos atuais, deverá obter, através de um técnico qualificado, informação sobre o dimensionamento e características adequadas em função das necessidades. A escolha correta de um equipamento permitirá otimizar os custos energéticos e de manutenção durante a vida útil do mesmo.

Estas recomendações foram produzidas pela ADENE - Agência para a energia. Caso necessite de obter mais informações sobre como melhorar o desempenho dos seus equipamentos, contacte esta agência ou um técnico qualificado.

Entidade Gestora



AGÊNCIA PARA A ENERGIA

Entidade Fiscalizadora





Certificado Energético

Edifício de Habitação
SCE78669541



DEFINIÇÕES

Energia Renovável - Energia proveniente de recursos naturais renováveis como o sol, vento, água, biomassa, geotermia entre outras, cuja utilização para suprimento dos diversos usos no edifício contribui para a redução do consumo de energia fóssil deste.

Emissões CO₂ - Indicador que traduz a quantidade de gases de efeito de estufa libertados para a atmosfera em resultado do consumo de energia nos diversos usos considerados no edifício.

Valores de Referência - Valores que expressem o desempenho energético dos elementos construtivos ou sistemas técnicos e que conduzem ao cenário de referência determinado para efeito de comparação com o edifício real.

Condições Padrão - Condições consideradas na avaliação do desempenho energético do edifício, admitindo-se para este efeito, uma temperatura interior de 18°C na estação de aquecimento e 25°C na estação de arrefecimento, bem como o aquecimento de uma determinada quantidade de água quente sanitária, em função da tipologia da habitação.

INFORMAÇÃO ADICIONAL

Tipo de Certificado Existente

Nome do PQ JOSÉ PAULO TAVARES COIMBRA

Número do PQ PQ00450

Data de Emissão 26/02/2014

Código do Ponto de Entrega de Consumo

Nº do Documento Anterior DCR0000071641322

NOTAS E OBSERVAÇÕES

A classe energética foi determinada com base na comparação do desempenho energético do edifício nas condições em que este se encontra, face ao desempenho que o mesmo teria com uma envolvente e sistemas técnicos de referência. Considera-se que os edifícios devem garantir as condições de conforto dos ocupantes, pelo que, caso não existam sistemas de climatização no edifício/fracção, assume-se a sua existência por forma a permitir comparações objetivas entre edifícios.

Os consumos efetivos do edifício/fracção podem divergir dos consumos previstos neste certificado, pois dependem da ocupação e padrões de comportamento dos utilizadores.

Foi fornecida a Certidão da Conservatória de Registo Predial e a Caderneta Predial, tendo sido determinada a idade da construção por estes documentos e pela observação da construção, em face da vistoria. Os valores utilizados para os coeficientes de transmissão térmica foram retirados do ITE50 e dos dados técnicos dos equipamentos. Os valores de eficiência foram retirados do DL 118/2013 e dos dados técnicos dos equipamentos.

Entidade Gestora



AGÊNCIA PARA A ENERGIA

Entidade Fiscalizadora



Esta secção do certificado energético apresenta, em detalhe, os elementos considerados pelo Perito Qualificado no processo de certificação do edifício. Esta informação encontra-se desagregada entre os principais indicadores energéticos e dados climáticos relativos ao local do edifício, bem como as soluções construtivas e sistemas técnicos identificados em projeto e/ou durante a visita ao imóvel. As soluções construtivas e sistemas técnicos encontram-se caracterizados tendo por base a melhor informação recolhida pelo Perito Qualificado e apresentam uma indicação dos valores referenciais ou limites admissíveis (quando aplicáveis).

RESUMO DOS PRINCIPAIS INDICADORES			DADOS CLIMÁTICOS	
Sigla	Descrição	Valor / Referência	Descrição	Valor
Nic	Necessidades nominais anuais de energia (el) para aquecimento (kWh/m ² .ano)	44,3 / 61,5	Altitude	125 m
Nvc	Necessidades nominais anuais de energia (el) para arrefecimento (kWh/m ² .ano)	10,4 / 9,1	Graus-dia (18° C)	1320
Qa	Energia (el) para preparação de água quente sanitária (kWh/ano)	4755 / 4755	Temperatura média exterior (I / V)	10,0 / 20,9 °C
Wvm	Energia elétrica necessária ao funcionamento dos ventiladores (kWh/ano)	0	Zona Climática de inverno	I1
Eren	Energia exportada proveniente de fontes renováveis (kWh/ano)	4642 / 0*	Zona Climática de verão	V2
Eren, ext	Energia exportada proveniente de fontes renováveis (kWh/ano)	0	Duração da estação de aquecimento	6,3 meses
Ntc	Necessidades nominais anuais globais de energia primária (kWh _{ep} /m ² .ano)	58,9 / 121,9	Duração da estação de arrefecimento	4,0 meses

*respeitante à contribuição mínima e que estão sujeitos os edifícios novos ou grandes intervenções, quando aplicável

PAREDES, COBERTURAS, PAVIMENTOS E PONTES TÉRMICAS PLANAS

Descrição dos Elementos Identificados	Área Total e Orientação [m ²]	Coeficiente de Transmissão Térmica* [W/m ² .°C]		
		Solução	Referência	Máximo
<p>Paredes</p> <p>Parede de cor clara constituída do exterior para o interior por argamassa de reboco e impermeabilização com 2cm de espessura, condutibilidade térmica de 1,30 W/(m.°C) e massa volúmica de 1900kg/m³, parede simples de alvenaria de granito com 28cm de espessura, condutibilidade térmica de 2,80 W/(m.°C) e massa volúmica de 2600kg/m³, isolamento térmico com placas de poliestireno XPS de 3cm de espessura, de condutibilidade térmica de 0,037 W/(m.°C) e massa volúmica de 32kg/m³ e acabamento interior com placas de gesso cartonado com 1,5cm de espessura, com condutibilidade térmica de 0,25 W/(m.°C) e massa volúmica de 900kg/m³.</p>	 32 13	0,88	0,50	-
<p>Parede de cor clara constituída do exterior para o interior por argamassa de reboco e impermeabilização com 2cm de espessura, condutibilidade térmica de 1,30 W/(m.°C) e massa volúmica de 1900kg/m³, parede simples de betão armado com 15cm de espessura, condutibilidade térmica de 2,50 W/(m.°C) e massa volúmica de 2350kg/m³, isolamento térmico com placas de poliestireno XPS de 3cm de espessura, de condutibilidade térmica de 0,037 W/(m.°C) e massa volúmica de 32kg/m³ e acabamento interior com placas de gesso cartonado com 1,5 cm de espessura, com condutibilidade térmica de 0,25 W/(m.°C) e massa volúmica de 900kg/m³.</p>	 14	0,90	0,50	-
<p>Parede constituída do exterior para o interior por argamassa de reboco e impermeabilização com 1,5cm de espessura, condutibilidade térmica de 1,30W/(m.°C) e massa volúmica de 1900kg/m³, isolamento térmico com placas de poliestireno tipo EPS com 6cm de espessura, com condutibilidade térmica de 0,040W/(m.°C) e massa volúmica de 20kg/m³, placa de "Viroc" com 1,2cm de espessura, com condutibilidade térmica de 0,23W/(m.°C) e massa volúmica de 1350kg/m³, isolamento térmico com placas de poliestireno XPS de 3cm de espessura, de condutibilidade térmica de 0,037 W/(m.°C) e massa volúmica de 32kg/m³ e acabamento interior com dupla placa de gesso cartonado com 1,3cm de espessura cada, com condutibilidade térmica de 0,25 W/(m.°C) e massa volúmica de 900kg/m³.</p>	 10.0 3.7	0,38	0,50	-



Certificação Energética e Ar Interior EDIFÍCIOS

Certificado Energético

Edifício de Habitação
SCE78669541



Parede constituída do exterior para o interior por parede dupla de alvenaria de granito com 28cm de espessura, condutibilidade térmica de 2,80 W/(m.°C) e massa volúmica de 2600kg/m³ e parede de betão armado com 15cm de espessura, condutibilidade térmica de 2,50 W/(m.°C) e massa volúmica de 2350kg/m³, isolamento térmico com placas de poliestireno XPS de 3cm de espessura, de condutibilidade térmica de 0,037 W/(m.°C) e massa volúmica de 32kg/m³ e acabamento interior com placas de gesso cartonado com 1,5cm de espessura, com condutibilidade térmica de 0,25 W/(m.°C) e massa volúmica de 900kg/m³.

9,4 4,9



0,83

0,50

-

Parede interior para a lavandaria constituída do interior para a lavandaria por placa de gesso cartonado com 1,5cm de espessura, condutibilidade térmica de 0,25W/(m.°C) e massa volúmica de 900kg/m³, isolamento térmico em lâ de rocha com 4cm de espessura, com condutibilidade térmica de 0,040 W/(m.°C) e massa volúmica de 40kg/m³ e acabamento em placas de gesso cartonado com 1,5cm de espessura, com condutibilidade térmica de 0,25 W/(m.°C) e massa volúmica de 900kg/m³.

12,0

0,72

1,00

-

Coberturas

Cobertura do anexo constituída do exterior para o interior por camada de godo com 5cm de espessura, com condutibilidade térmica de 1,50W/(m.°C) e massa volúmica de 1500kg/m³, dupla manta geotêxtil de polipropileno com 0,3cm de espessura, com condutibilidade térmica de 0,22W/(m.°C) e massa volúmica de 910kg/m³, com isolamento térmico entre a dupla manta geotêxtil em poliestireno tipo XPS com 6cm de espessura, com condutibilidade térmica de 0,037W/(m.°C) e massa volúmica de 32kg/m³, telas de impermeabilização com 0,3cm de espessura, com condutibilidade térmica de 0,23W/(m.°C) e massa volúmica de 1000kg/m³, camada de betonilha de regularização com 3cm de espessura, com condutibilidade térmica de 1,30W/(m.°C) e massa volúmica de 1900kg/m³, laje aligeirada de vigotas e abobadilha cerâmica com 15cm de espessura, com resistência térmica ascendente de 0,15(m².°C)/W e descendente de 0,17(m².°C)/W, com acabamento interior em estuque de gesso projetado com 1,5cm de espessura, com condutibilidade térmica de 0,43 W/(m.°C)

19,0

0,49

0,40

-

Cobertura de esteira constituída do desvão para o interior por soalho flutuante de madeira com 1,2cm de espessura, com condutibilidade térmica de 0,23 W/(m.°C) e massa volúmica de 800kg/m³, manta de polietileno com 0,3cm de espessura, com condutibilidade térmica de 0,041 W/(m.°C) e massa volúmica de 980kg/m³, dupla placa de "Viroc" de 1,2cm de espessura, com condutibilidade térmica de 0,23 W/(m.°C) e massa volúmica de 1350kg/m³, com manta acústica tipo "Ethafloam" de 0,5cm de espessura entre a dupla placa de "Viroc", com condutibilidade térmica de 0,041 W/(m.°C) e massa volúmica de 980kg/m³, com teto falso estante com caixa-de-ar de 4cm de espessura, com resistência térmica ascendente de 0,16(m².°C)/W e descendente de 0,21(m².°C)/W, com isolamento térmico em lâ de rocha com 6cm de espessura, com condutibilidade térmica de 0,040 W/(m.°C) e massa volúmica de 40kg/m³ e acabamento em placas de gesso cartonado com 1,3cm de espessura, com condutibilidade térmica de 0,25 W/(m.°C).

60,0

0,44

0,40

-

Pavimentos

Pavimento interior sobre a lavandaria constituído da parte superior para a inferior por soalho flutuante de madeira com 1,2cm de espessura, com condutibilidade térmica de 0,23 W/(m.°C) e massa volúmica de 800kg/m³, manta de polietileno com 0,3cm de espessura, com condutibilidade térmica de 0,041 W/(m.°C) e massa volúmica de 980kg/m³, dupla placa de "Viroc" de 1,2cm de espessura, com condutibilidade térmica de 0,23 W/(m.°C) e massa volúmica de 1350kg/m³, com manta acústica entre as placas de "Viroc" tipo "Ethafloam" de 0,5cm de espessura, com condutibilidade térmica de 0,041 W/(m.°C) e massa volúmica de 980kg/m³, com teto falso estante com caixa-de-ar de 4cm de espessura, com resistência térmica ascendente de 0,16(m².°C)/W e descendente de 0,21(m².°C)/W, com isolamento térmico em lâ de rocha com 6cm de espessura, com condutibilidade térmica de 0,040 W/(m.°C) e massa volúmica de 40kg/m³ e acabamento em placas de gesso cartonado com 1,3cm de espessura, com condutibilidade térmica de 0,25 W/(m.°C).

4,0

0,41

0,80

-

Entidade Gestora



AGÊNCIA PARA A ENERGIA

Entidade Fiscalizadora



Direcção Geral de Energia e Geologia

6 de 8



ANEXO II

Plantas, Corte e Alçado

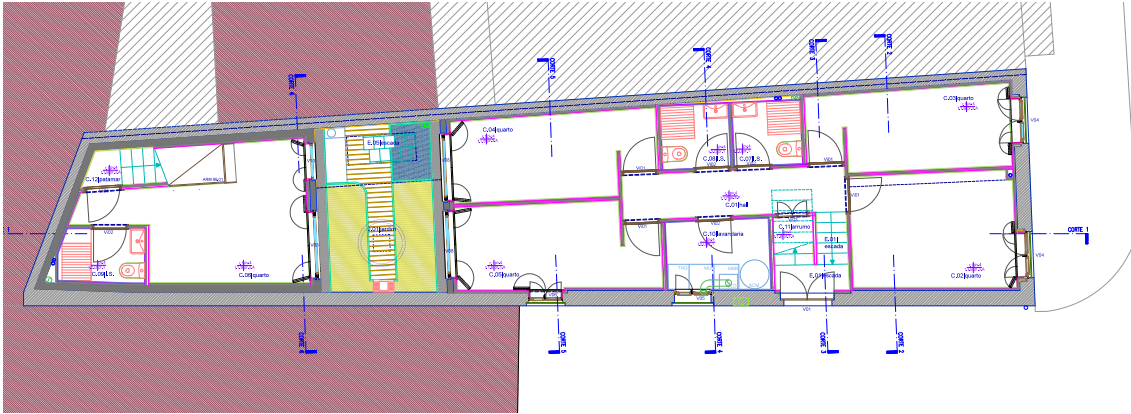


Figura 1 - Planta da cave

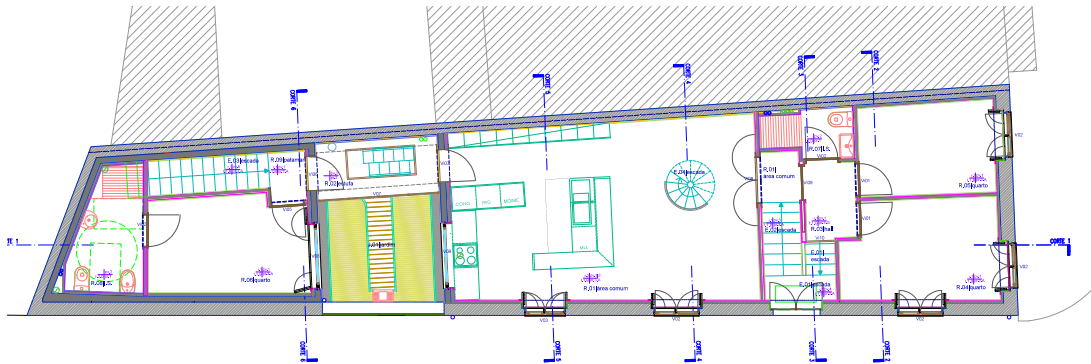


Figura 2 - Planta de Rés-do-chão

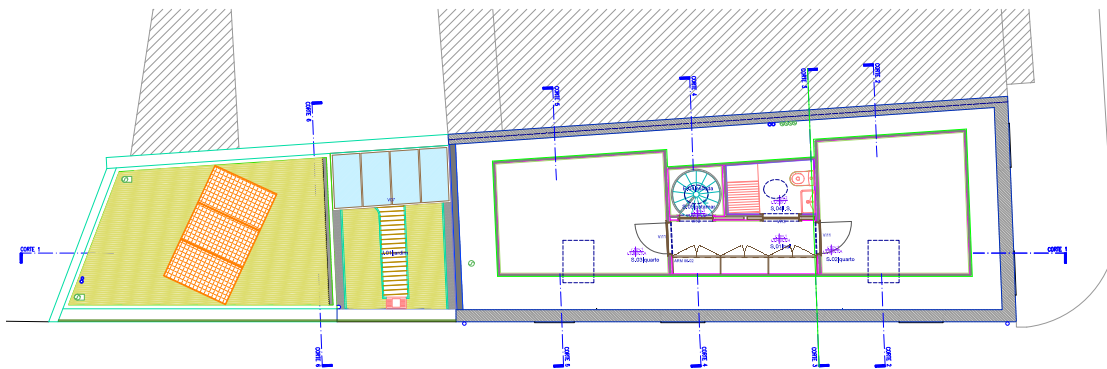


Figura 3 - Planta de piso

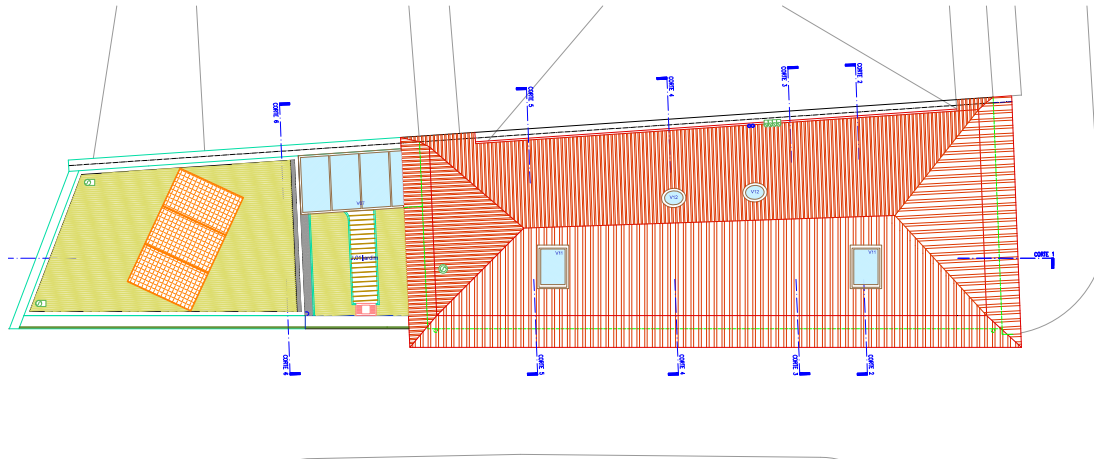


Figura 4 - Planta de cobertura

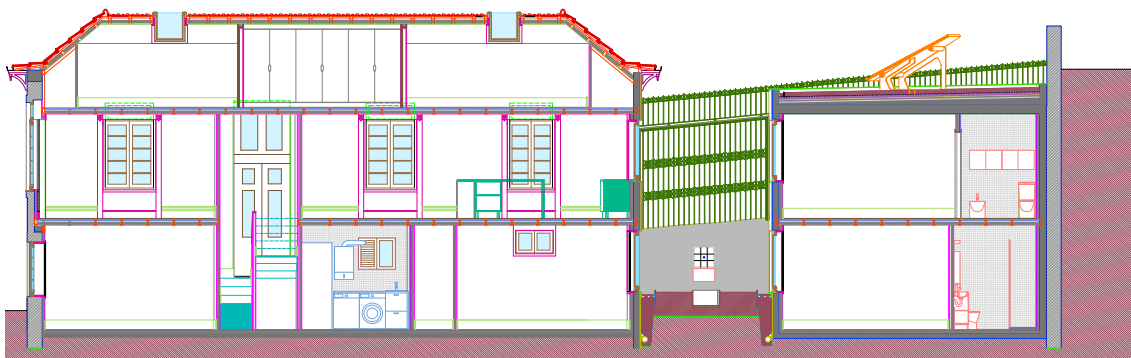


Figura 5 – Corte

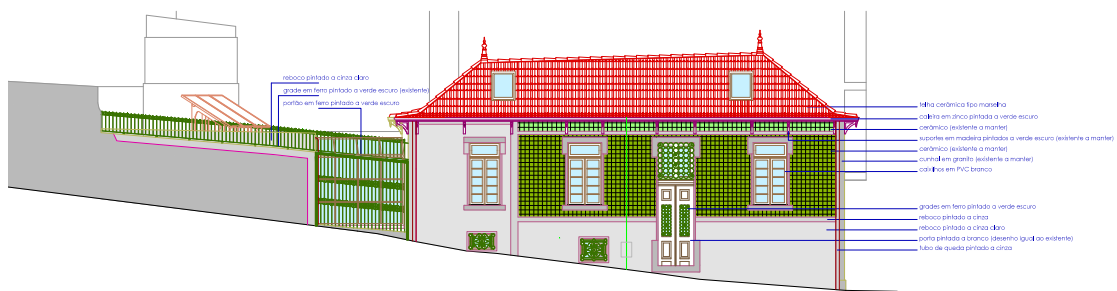


Figura 6- Alçado

ANEXO III

Consumos semanais de eletricidade

DATA	SEMANA	ELETRICIDADE (kWh)		
		VAZIO	PONTA	CHEIAS
30/09/13		579	64	217
24/10/13		654	96	298
31/10/13		716	137	385
16/11/13		840	220	560
23/11/13	1	940	290	683
30/11/13	2	1068	357	803
07/12/13	3	1206	421	928
14/12/13	4	1322	494	1075
21/12/13	5	1460	570	1187
28/12/14	6	1520	620	1287
31/12/13		1550	640	1337
04/01/14	7	1588	663	1393
11/01/14	8	1690	713	1533
18/01/14	9	1805	801	1674
25/01/14	10	1961	873	1845
01/02/14	11	2089	970	2049
08/02/14	12	2239	1051	2265
15/02/14	13	2383	1135	2443
22/02/14	14	2533	1222	2625
01/03/14	15	2683	1308	2806
08/03/14	16	2813	1388	2988
15/03/14	17	2920	1445	3109
22/03/14	18	3027	1501	3229
29/03/14	19	3126	1576	3384
31/03/14		3145	1585	3400
05/04/14	20	3185	1601	3450
12/04/14	21	3229	1627	3504
19/04/14	22	3258	1640	3540
26/04/14	23	3292	1658	3589
31/04/14		3310	1668	3613
03/05/14	24	3322	1673	3633
10/05/14	25	3351	1692	3674
17/05/14	26	3387	1715	3716
24/05/14	27	3430	1739	3771
31/05/14	28	3461	1766	3822
07/06/14	29	3490	1780	3868
14/06/14	30	3513	1794	3906
21/06/14	31	3573	1825	3948
28/06/14	32	3587	1836	4006
30/06/14		3593	1839	4016
05/07/14	33	3609	1846	4041

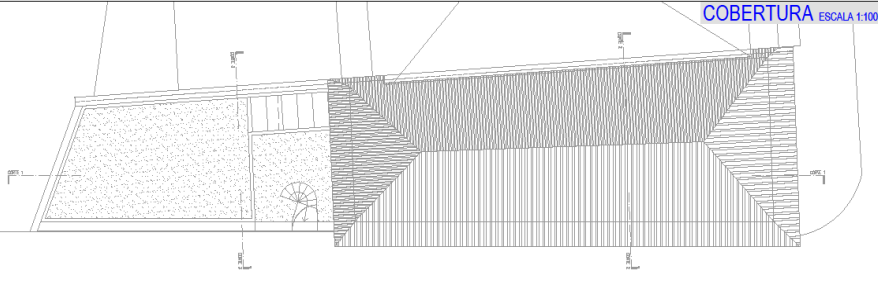
Estudo sobre a eficiência energética em reabilitação de edifícios

12/07/14	34	3638	1863	4083
19/07/14	35	3658	1877	4121
26/07/14	36	3698	1894	4151
02/08/14	37	3697	1886	4181
09/08/14	38	3719	1896	4216
16/08/14	39	3741	1906	4251
23/08/14	40	3763	1916	4286
30/08/14	41	3785	1926	4321
06/09/14	42	3807	1936	4356

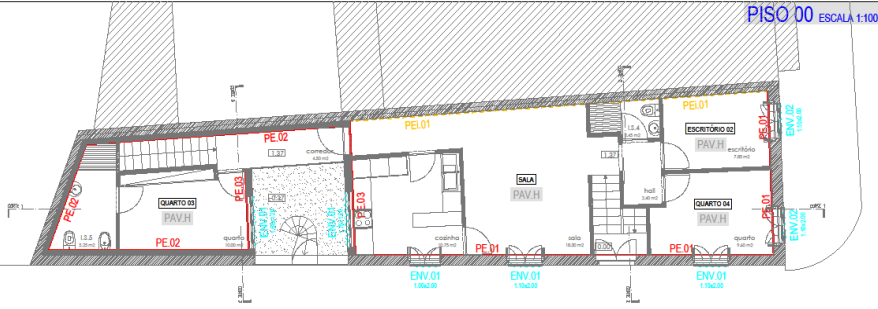
ANEXO IV

Soluções construtivas de paredes e envidraçados

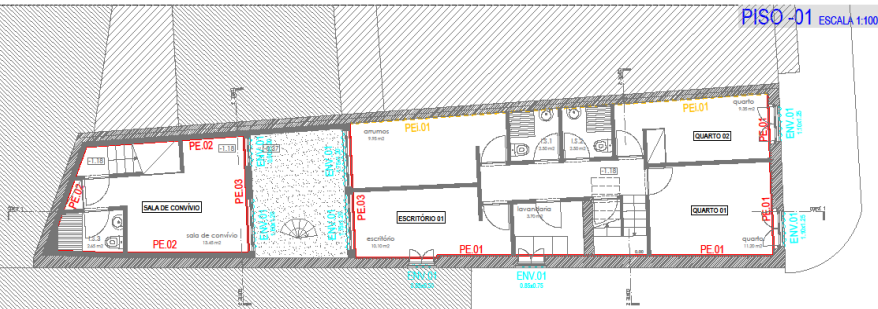
COBERTURA ESCALA 1:100



PISO 00 ESCALA 1:100



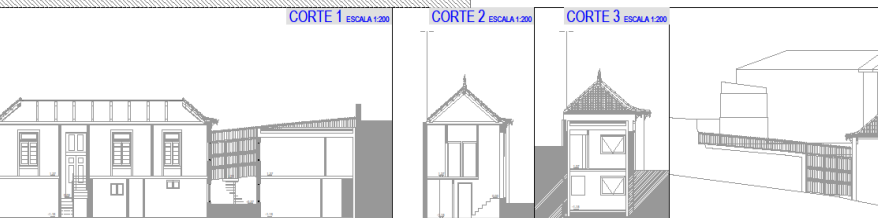
PISO -01 ESCALA 1:100



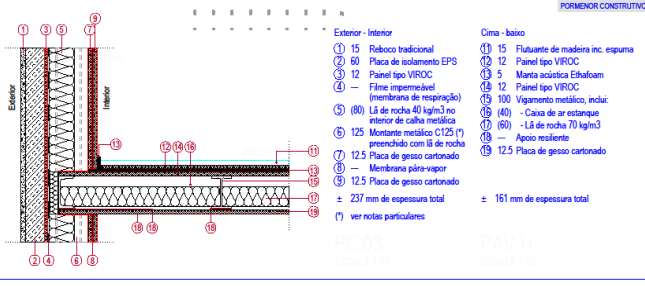
CORTE 1 ESCALA 1:200

CORTE 2 ESCALA 1:200

CORTE 3 ESCALA 1:200



ALÇADO LATERAL ESCALA 1:200



- Exterior - Interior**
- 1) 15 Reboco tradicional
 - 2) 80 Placa de isolamento EPS
 - 3) 12 Painel tipo VIROC
 - 4) - Filme impermeável (membrana de respiração)
 - 5) (80) Lã de rocha 40 kg/m³ no interior de caixa metálica
 - 6) 125 Montante metálico C125 (*) preenchido com lã de rocha
 - 7) 12,5 Placa de gesso cartonado
 - 8) - Membrana pára- vapor
 - 9) 12,5 Placa de gesso cartonado
 - 10) ± 237 mm de espessura total
 - (*) ver notas particulares
- Cima - baixo**
- 11) 15 Flutuante de madeira inc. espuma
 - 12) 12 Painel tipo VIROC
 - 13) 5 Manta acústica Efoakam
 - 14) 12 Painel tipo VIROC
 - 15) 100 Vigamento metálico, inclui:
 - 16) (40) - Caixa de ar estanque
 - 17) (80) - Lã de rocha 70 kg/m³
 - 18) - Apoio resiliente
 - 19) 12,5 Placa de gesso cartonado
 - 20) ± 161 mm de espessura total
 - (*) ver notas particulares

- Solução construtiva baseada no sistema Knauf Aquapanel Exterior
- Isolamento sonoro a sons aéreos Rw de aproximadamente 50 dB (-2,-6)
- Solução com painel exterior colocado pelo exterior dos pisos

(*) Ver pormenor as características dos montantes metálicos em perfil C devem ser verificadas e respeitar as indicações do fabricante, sendo dependentes da pressão do vento, da distância entre pisos e do espaçamento entre montantes.

1. O pormenor deve ser interpretado genericamente para compressão inicial da ligação entre a parede e o pavimento representado;

2. Devem ser observados todos os pormenores específicos disponibilizados pelo fabricante de painéis de gesso cartonado, remetendo-se como referência, a falta de outros, aos detalhes construtivos do fabricante Knauf;

3. Devem ser observados todos os pormenores específicos disponibilizados pelo fabricante do sistema ETICS (tipo "Cappotto"), remetendo-se como referência, à falta de outros, aos detalhes construtivos do fabricante STO (www.sto.com.pt) ou Viero (www.viero.com.pt).

REF.	ELEMENTO	EMISSOR
PE	Parede exterior	exterior
PEI	Parede interior	compartimentos de outros fogos (outro edifício)

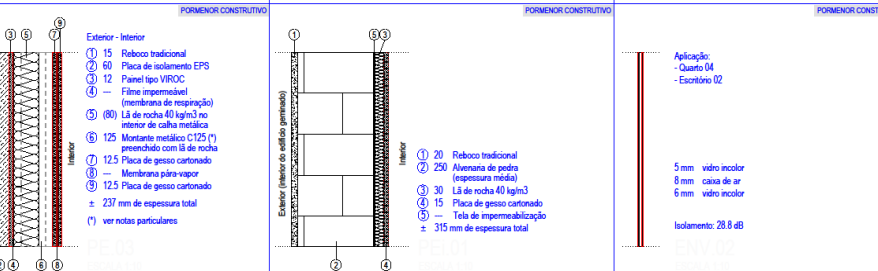
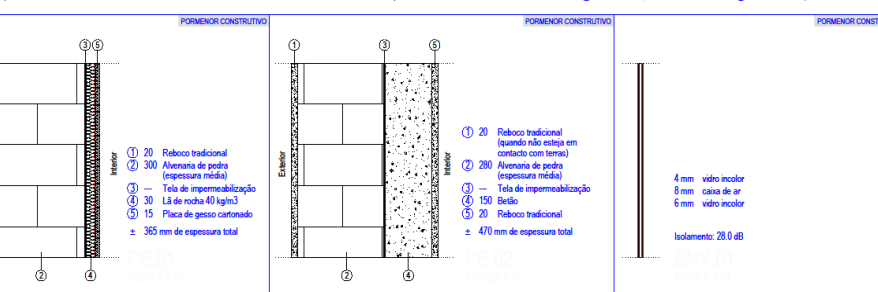
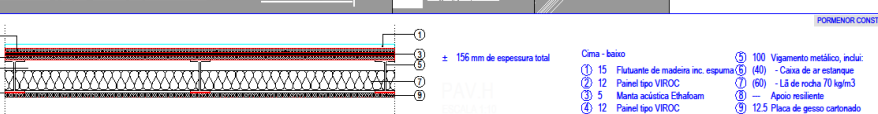
REF.	CARACTERÍSTICAS (*)
ENV 01	vidro duplo de 4+6 mm de espessura, com ca. de ar de 8mm
ENV 02	vidro duplo de 5+6 mm de espessura, com ca. de ar de 8mm

(*) Características mínimas, devendo ser confirmadas com o estudo do comportamento térmico

- As espessuras indicadas são valores mínimos, podendo ser utilizadas outras superiores, nomeadamente até em situações em que o estudo do comportamento térmico o exija
- Representam-se apenas as camadas dos elementos construtivos relevantes para o estudo do comportamento acústico (por exemplo, as camadas relativas a impermeabilizações representam possíveis soluções que poderão ser alteradas).

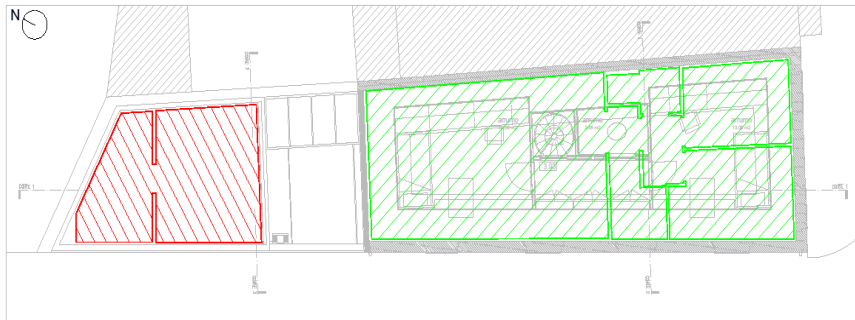
- Solução construtiva baseada no sistema Knauf Aquapanel Exterior
- Isolamento sonoro a sons aéreos Rw de aproximadamente 50 dB (-2,-6) de acordo com o fabricante Knauf
- Solução com painel exterior colocado pelo exterior dos pisos

(*) Ver pormenor as características dos montantes metálicos em perfil C devem ser verificadas e respeitar as indicações do fabricante, sendo dependentes da pressão do vento, da distância entre pisos e do espaçamento entre montantes.



ANEXO V

Soluções construtivas de paredes e coberturas



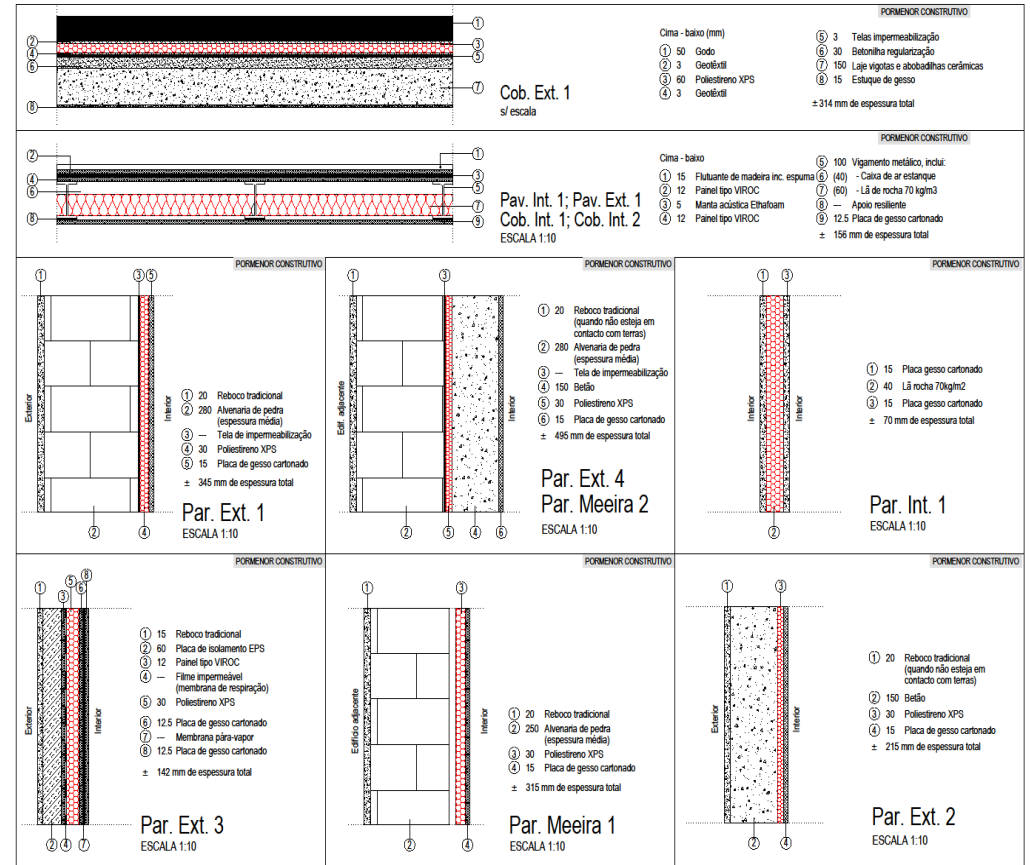
SÓTÃO



R/Chão



CAVE



Parede Ext. 1

Parede exterior com argamassa de reboco e impermeabilização com 2cm de espessura, parede simples de alvenaria de granito com 28cm de espessura, isolamento térmico com poliestireno XPS de 3cm de espessura e acabamento interior com placas de gesso cartonado com 1,5 cm de espessura.

$U = 0,88 [W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$

Parede Ext. 2

Parede exterior com argamassa de reboco e impermeabilização com 2cm de espessura, parede simples de betão armado com 15cm de espessura, isolamento térmico com poliestireno XPS de 3cm de espessura e acabamento interior com placas de gesso cartonado com 1,5 cm de espessura.

$U = 0,90 [W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$

Parede Ext. 3

Parede exterior com argamassa de reboco e impermeabilização com 1,5cm de espessura, isolamento térmico com placas de poliestireno tipo EPS com 6cm de espessura, placa de "Viroc" com 1,2cm de espessura, isolamento térmico com poliestireno XPS de 3cm de espessura e acabamento interior com dupla placa de gesso cartonado com 1,3cm de espessura cada.

$U = 0,38 [W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$

Parede Ext. 4

Parede exterior constituída por parede dupla de alvenaria de granito com 28cm de espessura, isolamento térmico com poliestireno XPS de 3cm de espessura e acabamento interior com placas de gesso cartonado com 1,5 cm de espessura.

$U = 0,83 [W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$

Parede Int. 1

Parede interior para a lavandaria constituída por placa de gesso cartonado com 1,5cm de espessura, isolamento térmico em li de rocha com 4cm de espessura e placa de gesso cartonado com 1,5cm de espessura.

$U = 0,72 [W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$

Pavimento Int. 1

Pavimento do anexo sobre o exterior constituído por soalho flutuante de madeira com 1,2cm de espessura, manta de polietileno com 0,3cm de espessura, dupla placa de "Viroc" de 1,2cm de espessura, com manta acústica entre as placas de "Viroc" tipo "Ethafoam" de 0,5cm de espessura, com tecto falso estalante com caixa-de-ar de 4cm de espessura, com isolamento térmico em li de rocha com 6cm de espessura e acabamento em placas de gesso cartonado com 1,3cm de espessura.

$U_{desc} = 0,43 [W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$

Parede Meeira 1

Parede da moradia para o edifício adjacente constituída por argamassa de reboco com 2cm de espessura, parede simples de alvenaria de granito com 25cm de espessura, isolamento térmico com poliestireno tipo XPS com 3cm de espessura e acabamento interior com placas de gesso cartonado com 1,5 cm de espessura.

$U = 0,81 [W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$

Parede Meeira 2

Parede do anexo para o edifício adjacente constituída por argamassa de reboco com 2cm de espessura, parede dupla de alvenaria de granito com 25cm de espessura e betão armado com 15cm de espessura, com isolamento térmico com poliestireno tipo XPS com 3cm de espessura entre painéis e acabamento interior com placas de gesso cartonado com 1,5 cm de espessura.

$U = 0,82 [W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$

Pavimento Int. 1

Pavimento interior sobre a lavandaria constituído por soalho flutuante de madeira com 1,2cm de espessura, manta de polietileno com 0,3cm de espessura, dupla placa de "Viroc" de 1,2cm de espessura, com manta acústica entre as placas de "Viroc" tipo "Ethafoam" de 0,5cm de espessura, com tecto falso estalante com caixa-de-ar de 4cm de espessura, com isolamento térmico em li de rocha com 6cm de espessura e acabamento em placas de gesso cartonado com 1,3cm de espessura.

$U_{desc} = 0,41 [W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$

Cobertura Ext. 1

Cobertura do anexo constituída por camada de godo com 5cm de espessura, dupla manta geotéxtil de polipropileno com 0,3cm de espessura, com isolamento térmico entre a dupla manta geotéxtil em poliestireno tipo XPS com 6cm de espessura, telas de impermeabilização com 0,3cm de espessura, camada de betão de regularização com 3cm de espessura, laje aligeirada de vigotas e abobadilha cerâmica com 15cm de espessura, com acabamento inferior em estuque de gesso projetado com 1,5cm de espessura.

$U_{asc} = 0,49 [W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$
 $U_{desc} = 0,47 [W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$

Cobertura Int. 1

Cobertura de estêira constituída por soalho flutuante de madeira com 1,2cm de espessura, manta de polietileno com 0,3cm de espessura, dupla placa de "Viroc" de 1,2cm de espessura com manta acústica tipo "Ethafoam" de 0,5cm de espessura entre a dupla placa de "Viroc", com tecto falso estalante com caixa-de-ar de 4cm de espessura, com isolamento térmico em li de rocha com 6cm de espessura e acabamento em placas de gesso cartonado com 1,3cm de espessura.

$U_{asc} = 0,44 [W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$

Pavimento térreo

Pavimento em contacto com o solo constituído por camada de 15cm de gravilha, laje estrutural meçada em betão armado com 10cm de espessura, telas de impermeabilização, betonilha de regularização com 10cm de espessura e com revestimento interior esculpado em soalho de madeira ou mosaico cerâmico.

Envidraçados exteriores verticais

Cauilharia simples de madeira ou metálica, sem classe de permeabilidade ao ar. Vidro duplo incolor + refletor com espessura mínima de 4 (8) 5 mm; Proteção solar interior em portadas de madeira de cor clara exceto no vidro do hall onde está a cortina interior transparente de cor clara.

As paredes sem representação não têm requisitos térmicos.

ANEXO VI

Declaração de Conformidade Regulamentar (DCR)



N.º DCR
DCR71841322



DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE REGULAMENTAR

TIPO DE FRACÇÃO/EDIFÍCIO: EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO SEM SISTEMA(S) DE CLIMATIZAÇÃO

Morada / Localização Travessa Luz Soriano, n.º 2

Localidade PORTO Freguesia PARANHOS

Concelho PORTO Região Portugal Continental

Data de emissão 14/10/2013 Data de validade Não aplicável

Nome do perito qualificado José Paulo Tavares Coimbra N.º de PQ PQ00450

Imóvel descrito na 1.ª Conservatória do Registo Predial de Porto

sob o n.º 3273 Art. matricial n.º 2140 Fogo/Fracção autón. _____

Esta declaração resulta de uma verificação efectuada ao projecto do edifício ou fracção autónoma por um perito devidamente qualificado para o efeito, em relação aos requisitos previstos no Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE, Decreto-Lei 80/2006 de 4 de Abril), classificando o imóvel em relação ao respectivo desempenho energético. Esta declaração permite identificar possíveis medidas de melhoria de desempenho aplicáveis à fracção autónoma ou edifício, suas partes e respectivos sistemas energéticos e de ventilação, no que respeita ao desempenho energético e à qualidade do ar interior. Para verificar a validade da presente declaração consulte www.adene.pt.

1. ETIQUETA DE DESEMPENHO ENERGÉTICO

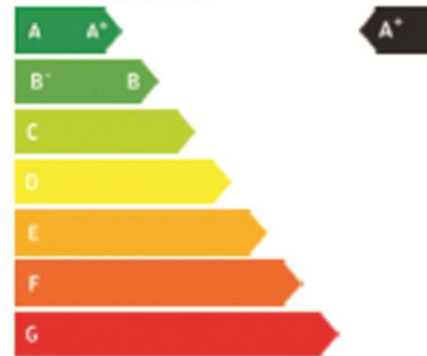
INDICADORES DE DESEMPENHO

Necessidades anuais globais estimadas de energia primária para climatização e águas quentes kgep/m².ano

Valor limite máximo regulamentar para as necessidades anuais globais de energia primária para climatização e águas quentes (limite inferior da classe B⁺) kgep/m².ano

Emissões anuais de gases de efeito de estufa associadas à energia primária para climatização e águas quentes toneladas de CO₂ equivalentes por ano

CLASSE ENERGÉTICA



2. DESAGREGAÇÃO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL

Necessidades nominais de energia útil para...	Valor estimado para as condições de conforto térmico de referência	Valor limite regulamentar para as necessidades anuais
Aquecimento	81,18 kWh/m².ano	85,1 kWh/m².ano
Arrefecimento	7,91 kWh/m².ano	16 kWh/m².ano
Preparação das águas quentes sanitárias	18,88 kWh/m².ano	72,42 kWh/m².ano

NOTAS EXPLICATIVAS



As necessidades nominais de energia útil correspondem a uma previsão de quantidade de energia que terá de ser consumida por m² de área útil do edifício ou fracção autónoma para manter o edifício nas condições de conforto térmico de referência e para preparação das águas quentes sanitárias necessárias aos ocupantes. Os valores foram calculados para condições convencionais de utilização, admitidas como idênticas para todos os edifícios, de forma a permitir comparações objectivas entre diferentes imóveis. Os consumos reais podem variar bastante dos indicados e dependem das atitudes e padrões de comportamento dos utilizadores.

As necessidades anuais globais de energia primária (estimadas e valor limite) resultam da conversão das necessidades nominais estimadas de energia útil em kilogramas equivalente de petróleo por unidade de área útil do edifício, mediante aplicação de factores de conversão específicos para esta forma(s) de energia utilizadas (0,200 kgep/NWh para electricidade e 0,085 kgep/NWh para combustíveis sólido, líquido ou gasoso) e tendo em consideração a eficiência dos sistemas adoptados ou, na sua definição, sistemas convencionais de referência.

As emissões de CO₂ equivalente traçam e quantidade anual estimada de gases de efeito de estufa que podem ser libertados em resultado de conversão de uma quantidade de energia primária igual às respectivas necessidades anuais globais estimadas para o edifício, usando o factor de conversão de 0,0012 toneladas equivalentes de CO₂ por kgep.

A classe energética resulta da razão entre as necessidades anuais globais estimadas e as máximas admissíveis de energia primária para aquecimento, arrefecimento e para preparação de águas quentes sanitárias no edifício ou fracção autónoma. O melhor desempenho corresponde à classe A+, seguida das classes A, B⁺, B, C e seguintes, até à classe G de pior desempenho. Os edifícios com licença ou autorização de construção posterior a 4 de Julho de 2006 apenas poderão ter classe energética igual ou superior a B⁺. Para mais informações sobre o desempenho energético, sobre a qualidade do ar interior e sobre a classificação energética de edifícios, consulte www.adene.pt.

Entidade gestora



AGÊNCIA PARA A EFICIÊNCIA

Entidade supervisora



Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território

1/5



3. DESCRIÇÃO SUCINTA DO EDIFÍCIO OU FRACÇÃO AUTÓNOMA

Morada unifamiliar inserida em gaveto, localizada no interior de uma zona urbana do concelho do Porto (zona climática I2-VIN), a uma altitude de 125 m, com uma distância ao mar superior a 5 km. A moradia é composta por dois pisos, está inserida numa zona sem obstáculos de sombreamento significativos e tem como fachadas exteriores voltada a Sudeste e Sudoeste (fachadas principais) e Noroeste. A moradia, de tipologia T7, é constituída ao nível do piso do ríchão, por um hall de entrada, duas instalações sanitárias, uma sala, uma cozinha e três quartos; ao nível do piso da cave, é constituída por quatro quartos, uma circulação, duas instalações sanitárias, num total de 130,64m² de área útil. Possui, como envolventes horizontais interiores, pavimento interior do ríchão sobre lavandaria e circulações comuns e cobertura interior do teto do R/C em contato com armários e com circulação comum; como envolvente vertical interior, possui parede interior em contato com lavandaria, circulação comum, edifício adjacente. Apresenta inércia térmica média e a ventilação processa-se de forma natural. Em termos construtivos, o edifício será construído em estrutura tradicional porticada de betão armado, com lajes aligeiradas em betão. Não foi definido em projeto um sistema de arrefecimento ambiente, considerando-se, para efeitos do cálculo de Ntc que o sistema de arrefecimento será obtido por uma máquina frigorífica, com os valores de eficiência, por defeito de COP = 3. Como equipamento de aquecimento do ambiente será instalada uma caldeira mural de marca Junkers Euroline ZS23-1AE, abastecida a rede de gás natural, com potência de 24 kW e eficiência de 0,909, de acordo com os documentos técnicos da marca e interligada a radiadores instalados em todos os compartimentos úteis da moradia. O sistema de apoio à produção de águas quentes sanitárias será efectuado através de caldeira mural estanque a gás natural, modelo Junkers Euroline ZS23-1AE, com acumulação com pelo menos 70mm de isolamento térmico e uma potência de 24 KW, com eficiência a 30% de carga nominal de 0,86, com depósito de acumulação mínimo de 500 litros ligado aos colectores solares e as redes de distribuição de água quente serão protegidas com isolamento térmico de espessura superior a 10mm.

Área útil de pavimento m² Pé-direito médio ponderado m Ano de construção

4. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA DO DESEMPENHO ENERGÉTICO E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR

Sugestões de medidas de melhoria (implementação não obrigatória) (destacadas a negro aquelas usadas no cálculo da nova classe energética)	Redução anual da factura energética	Custo estimado de investimento	Período de retorno do investimento
1 Instalação, nas fachadas, de aberturas permanentes auto-reguláveis	●	●●●	●●●●

As medidas de melhoria acima referidas correspondem a sugestões do ponto qualificado na sequência da análise que este realizou ao desempenho energético e da qualidade do ar interior do edifício ou fracção autónoma e não pretendem por em causa as opções e soluções adoptadas pelo(s) arquitecto(s), projectista(s) ou técnico(s) de obra.

Legendas	Redução anual da factura energética	Custo estimado de investimento	Período de retorno do investimento
	●●●●● mais de 1000€/ano	●●●●● mais de 5000€	●●●●● inferior a 5 anos
	●●●● entre 500€ e 999€/ano	●●●● entre 1000€ e 4999€	●●●● entre 5 e 10 anos
	●●● entre 100€ e 499€/ano	●●● entre 200€ e 999€	●●● entre 10 e 15 anos
	● menos de 100€/ano	● menos de 200€	● mais de 15 anos

SE FOREM CONCRETIZADAS TODAS AS MEDIDAS DESTACADAS NA LISTA, A CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA PODERÁ SUBIR PARA... **A**

Pressupostos e observações a considerar na interpretação da informação apresentada:

Após análise do projecto e tendo em conta as condicionantes locais, são elencadas as medidas de melhoria nesta DCR que sejam exequíveis do ponto de vista técnico e de economia de recursos a dispendir com as melhorias. Deste modo, foram analisados os aspectos que correspondem a:

- 1) correção de patologias construtivas;
- 2) redução das necessidades energia pela envolvente;
- 3) adopção de sistemas de energias renováveis;
- 4) aumento de eficiência dos sistemas energéticos;
- 5) medidas de melhoria da qualidade do ar interior.

Deste modo, e após análise do projecto, verifica-se que a mesma não possui patologias construtivas, utiliza adequados isolamentos térmicos em todas as envolventes, incluindo vidros duplos, possui energias renováveis, possui equipamentos energeticamente eficientes e possui baixa taxa de renovação horária do ar interior. Por esses motivos, apenas se identifica uma oportunidade de melhoria através da colocação de aberturas permanentes auto-reguláveis em fachadas, com vista à diminuição dos consumos de energia de aquecimento ambiente.

5. PAREDES, COBERTURAS, PAVIMENTOS E PONTES TÉRMICAS PLANAS

PAREDES	Coeficiente de transmissão térmica superficial (U) em W/m ² .°C	
	da solução	máximo regulamentar
Descrição da(s) solução(ões) adoptada(s) • Par. Ext. 1 – Parede constituída do exterior para o interior por argamassa de reboco e impermeabilização com 2cm de espessura, condutibilidade térmica de 1,30 W/(m.°C) e massa volúmica de 1900kg/m ³ , parede simples de alvenaria de granito com 30cm de espessura, condutibilidade térmica de 2,80 W/(m.°C) e massa volúmica de 2600kg/m ³ , isolamento térmico com lã de rocha de 3cm de espessura, de condutibilidade térmica de 0,040 W/(m.°C) e massa volúmica de 40kg/m ³ e acabamento interior com placas de gesso cartonado tipo "Pladur" com 1,5 cm de espessura, com condutibilidade térmica de 0,25 W/(m.°C) e massa volúmica de 900kg/m ³ .	0,86	1,6

	DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE REGULAMENTAR	I N.º DCR DCR0000071641322
N.º do perito qualificado PQ00468	Data de emissão 14/10/2013	Data de validade Não aplicável

8. PREPARAÇÃO DE ÁGUAS QUENTES SANITÁRIAS (AQS)

SISTEMAS CONVENCIONAIS (USAM ENERGIA NÃO RENOVÁVEL)

Descrição da(s) solução(ões) adoptada(s)

* O sistema de apoio à produção de águas quentes sanitárias será efectuado através de caldeira mural estanque a gás natural, modelo Junkers Euroline ZS23-1AE, com pelo menos 70mm de isolamento térmico e uma potência de 24 KW, com eficiência a 30% de carga nominal de 0,86, com depósito de acumulação de 500 litros ligado aos colectores solares e as redes de distribuição de água quente serão protegidas com isolamento térmico de espessura superior a 10mm.

9. SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

SISTEMA DE COLECTORES SOLARES PARA PRODUÇÃO DE ÁGUA QUENTE SANITÁRIA

Energia fornecida pelo sistema

Descrição da(s) solução(ões) adoptada(s)

* Para produção de águas quentes sanitárias serão usados três colectores solares do tipo Baxi-roca SOL 250 (Coletor Plano com 7,10m² de área de abertura), instalados na cobertura do edifício com uma inclinação de 35° e orientados num azimute de -27° relativamente a sul, fornecendo um valor anual de energia solar de 4.842,00 kWh. Como a envolvente é caracterizada por edifícios com o número de pisos semelhantes ao edifício em estudo, não se verificará qualquer sombreamento do mesmo, considerou-se no entanto um ângulo de obstrução de 20° para o cálculo do Esolar. Os colectores deverão possuir certificação "Solar Keymark" e serem instalados por técnico certificado pela Direcção Geral de Energia e Geologia, devendo possuir garantia de funcionamento do sistema durante um período mínimo de 6 anos, pressupostos sem os quais a contribuição do sistema de colectores solares para o sistema de AQS será nula. O sistema será apoiado por um acumulador interior, com permutador em serpentina com um mínimo de 500 litros.

4642 kWh/ano

OUTROS SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE FONTES DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

Energia fornecida pelo sistema

Descrição da(s) solução(ões) adoptada(s)

* Não aplicável

10. VENTILAÇÃO

Descrição dos principais elementos e da forma como se processa a ventilação

* A ventilação é processada de forma natural, sem quaisquer dispositivos de admissão de ar na fachada. A moradia situa-se em zona urbana a mais de 5 Km da costa (região A), com uma altura ao solo média da fachada inferior a 10 metros, resultando numa classe de exposição 1. A cobertura não possui classificação de permeabilidade ao ar. A moradia não possui cobas de estores. As portas não possuem vedação por aplicação de borrachas ou equivalente em todo o seu perímetro, e a área envidraçada é superior a 15% da área de pavimento, não cumpre com a norma NP 1037-1, resultando numa taxa de renovação horária (RPH) = 1,0.


Sugestões de medidas de melhoria associadas

Proposta 1 Instalação nas fachadas, de aberturas permanentes auto-reguláveis, com caudal permanente de 22 m³/h para os quartos e 30 m³/h para a sala. Com um investimento de cerca de 600,00€, diminuirá os consumos energéticos em cerca de 700,00 kWh anuais, o que corresponde a 700 x 0,09 €/kWh (custo do kWh de energia) = 63,00€/por ano, pelo que a medida terá retorno económico em 600 / 63 = 10 anos e aumentará substancialmente o conforto interior da habitação na estação de inverno, assim como a classe energética.

OBSERVAÇÕES E NOTAS AO PRESENTE CERTIFICADO ENERGÉTICO E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR


Declaração de Conformidade Regulamentar para efeito de licenciamento da construção, a ser acompanhada durante a construção para garantia da manutenção da classe energética agora atribuída. O Perito chama a atenção ao Proprietário e ao Director Técnico da Empreitada de que deverão ser seguidas, na construção, todas as características técnicas dos materiais, sistemas construtivos, pormenores e equipamentos previstos no projecto de comportamento térmico de edifícios aprovado para esta moradia, a partir do qual foi elaborada esta Declaração de Conformidade Regulamentar, podendo, no entanto, essas características ser melhoradas, mas nunca diminuídas em termos de desempenho dentro da finalidade da Certificação Energética de Edifícios.

Entidade gestora




AGÊNCIA PARA A ENERGIA

Entidade supervisor



Direcção Geral de Energia e Geologia

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE



Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território

5/5