

DESEMPENHO ENERGÉTICO.

ATUALIZAÇÃO DA METODOLOGIA MC_FEUP

ANTÓNIO ALBERTO MOURA DOS SANTOS ALVES PEREIRA

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES CIVIS

Orientador: Professor Doutor Jorge Manuel Fachana Moreira da Costa

JUNHO DE 2019

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2018/2019

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2018/2019 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2019*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

A meus Pais e Amigos

Onde quer que vá, já alguém de lá vem

Aforismo popular

AGRADECIMENTOS

Agradecimento especial ao Sr. Prof. Moreira da Costa e à Sra. Prof^a. Maria Helena Corvacho.

Aproveito ainda para saudar os Colegas, Professores e Funcionários da FEUP e da UP, em geral.

A todos Muito Obrigado!

RESUMO

O Método de Avaliação da Qualidade de Projetos MC_FEUP já conta com mais de 20 anos desde a sua formalização inicial. Entre as maiores evoluções científicas e técnicas que se operaram no panorama de projeto de especialidades em Portugal, sem dúvida que a componente de Desempenho Energético assume um destaque especial.

O objetivo deste trabalho consiste em visitar o método MC_FEUP e os restantes Métodos de Avaliação da Qualidade de Projetos (MAQP) que incluem o desempenho Energético, propondo uma reformulação do mesmo e a proposta de um novo e mais atualizado processo de avaliação da qualidade que suplemente os resultados fornecidos pela Certificação Energética obrigatória e forneça aos futuros utilizadores uma informação mais detalhada sobre o que poderão esperar da sua nova habitação nesta componente.

PALAVRAS-CHAVE: qualidade de projeto, certificação energética, métodos de avaliação, desempenho energético, eficiência energética.

ABSTRACT

The MC_FEUP Project Quality Assessment Method has more than 20 years since its initial development. Among the major scientific and technical developments that have taken place in the field of engineering projects in Portugal, the Energy Performance component has a special highlight.

The objective of this work is to revisit the MC_FEUP method and the other Design Quality Evaluation Methods (DQEM) that include the Energy performance, proposing a reformulation of the same and the proposal of a new and more updated process of quality evaluation that supplements the results provided by the mandatory Energy Certification and provide future users with more detailed information about what to expect from their new housing in this component.

KEYWORDS: design quality, energy certification, evaluation methods, energy performance, energy efficiency.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE QUADROS	xiii
SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS	xv

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. APRESENTAÇÃO DO TEMA	1
1.2. ÂMBITO E OBJETIVOS	2
1.3. ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	3
2. ENQUADRAMENTO	5
2.1. A SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO	6
2.2. EVOLUÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM PORTUGAL	12
2.3. A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS EDIFÍCIOS	17
3.3.1. DESEMPENHO TÉRMICO DOS EDIFÍCIOS	19
2.3.2. DESEMPENHO ENERGÉTICO DOS EDIFÍCIOS	20
2.4. INFORMAÇÃO DO CERTIFICADO ENERGÉTICO DE EDIFÍCIOS PORTUGUÊS	22
2.5. NOTAS FINAIS	27
3. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ENERGÉTICO	29
3.1. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PROJETOS	29
3.1.1. MÉTODO QUALITEL	31
3.1.2. MÉTODO SEL	32
3.1.3. MÉTODO HQI	33
3.1.4. MÉTODO MC_FEUP	34
3.2. CRITÉRIOS E PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ENERGÉTICO	36
3.2.1. CLASSIFICAÇÃO DO CERTIFICADO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO	36
3.2.2. DESEMPENHO ENERGÉTICO NOS MÉTODOS MC_FEUP E QUALITEL	39
3.2.3. PROCEDIMENTO QUALITEL DE AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	42

3.2.3.1. RUBRICA MCE – CONTROLO DOS CONSUMOS DE ENERGIA	42
3.2.3.2. RUBRICA PE – DESEMPENHO ENERGÉTICO	43
3.2.3.3. RUBRICA GE – GESTÃO DA ÁGUA	44
3.2.3.4. RUBRICA TE – TÉRMICA DE VERÃO	44
3.2.3.5. RUBRICA AH – EXIGÊNCIAS DE ACESSIBILIDADE E HABITABILIDADE DAS ÁREAS PRIVATIVAS	45
3.2.3.6. RUBRICA CG – CUSTO GLOBAL	45
3.2.3.7. RUBRICA EC – CONCEPÇÃO COM ECONOMIA DE ENCARGOS	46
3.2.3.8 RUBRICA IHG – INFORMAÇÃO AOS UTILIZADORES E À GESTÃO DE EXPLORAÇÃO	46
3.3. ÁRVORE DE DECISÃO	47
3.3.1. AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO	47
3.3.2. CRITÉRIOS CHAVE DO DESEMPENHO ENERGÉTICO DOS EDIFÍCIOS	48
3.3.3. AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS PARCIAIS	49
3.3.4. PROCEDIMENTO DE CÁLCULO DO DESEMPENHO ENERGÉTICO	50
3.4. INFORMAÇÃO NECESSÁRIA	51
3.4.1. SISTEMAS TÉCNICOS DE AQUECIMENTO, ARREFECIMENTO E AQS	51
3.4.2. ILUMINAÇÃO	53
3.4.3. ELETRODOMÉSTICOS	54
3.4.4. EQUIPAMENTOS COLETIVOS	55
3.4.5 MOBILIDADE	55
3.4.6 PONDERAÇÃO DOS CONSUMOS DA HABITAÇÃO	56

4. PROPOSTA DE CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ENERGÉTICO

4.1. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ENERGÉTICO	57
4.2 PONDERAÇÃO DE CRITÉRIOS E OBJETIVOS	60
4.3 PROPOSTA DE INFORMAÇÃO AO CONSUMIDOR	76
4.4 EXEMPLO DE APLICAÇÃO	78
4.4.1 PREENCHIMENTO DA FOLHA DE “DESEMPENHO ENERGÉTICO”	78
4.4.2 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA HABITAÇÃO	78
4.4.3 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO CONDOMÍNIO	80
4.4.4 LEITURA E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	81

5. CONCLUSÃO

87

5.1. A IMPORTÂNCIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS EDIFÍCIOS	88
5.2 CONCLUSÕES MAIS RELEVANTES	89
5.3 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	90
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Processo tradicional de realização do produto da construção.....	9
Figura 2.2: O produto da atividade de construção.....	9
Figura 2.3: Processo sustentável para a realização do produto da construção.....	10
Figura 2.4: Consumo energético para construir um pilar de três metros utilizando madeira, perfil metálico, betão armado e tijolo cerâmico, com resistências idênticas.....	11
Figura 2.5: Consumo de energia dos edifícios.....	12
Figura 2.6: Consumo de energia primária por tipo de fonte de energia.....	13
Figura 2.7: Evolução do consumo de energia primária e de energia de fontes de energia renováveis....	14
Figura 2.8: Evolução legislativa das exigências energéticas dos edifícios.....	15
Figura 2.9: Metas da diretiva de eficiência energética: consumo de energia primária.....	16
Figura 2.10: Evolução do consumo total de energia primária por tipo de fontes (%).....	17
Figura 2.11: Distribuição de energia elétrica final por tipo de consumo em 2016.....	18
Figura 2.12: Distribuição dos consumos domésticos de energia em Portugal em 2015.....	19
Figura 2.13: Identificação do edifício de habitação no Certificado Energético.....	22
Figura 2.14: Escala de eficiência e parcelas de consumo de energia primária do certificado energético.....	23
Figura 2.15: Perdas de calor, no inverno e ganhos térmicos, no verão do certificado energético.....	24
Figura 2.16: Medidas de melhoria e recomendações do certificado energético.....	24
Figura 2.17: Principais características energéticas do edifício determinadas pelo PQ no certificado energético.....	25
Figura 2.18: Coeficientes de transmissão térmica dos elementos da envolvente no certificado energética.....	25
Figura 2.19: Coeficientes de transmissão térmica e fator solar dos vãos envidraçados no certificado energético.....	26
Figura 2.20: Sistemas térmicos e de ventilação do certificado energético.....	26
Figura 3.1: Apresentação de resultados em blocos autónomos Perfil Qualitel 1980.....	30
Figura 3.2: Árvore de critérios de avaliação da qualidade de projeto de edifícios Método MC_FEUP.....	31
Figura 3.3: Organização de um método de avaliação da qualidade de projetos de edifícios.....	35
Figura 3.4: Critérios de avaliação do método MC_FEUP.....	36
Figura 3.5: Esquema de satisfação das necessidades energéticas de climatização do edifício.....	37
Figura 3.6: Critério de avaliação do comportamento térmico do edifício do método MC_FEUP.....	39
Figura 3.7: Etiquetas energéticas (BBC, BEPOS e BEPOS+ effinergie) e etiqueta baixo carbono BBCA.....	40

Figura 3.8: Exemplificação dos diferentes perfis de consumos de energia da habitação.....	41
Figura 3.9: Consumos de energia elétrica.....	42
Figura 3.10: Critérios chave de avaliação de Desempenho Energético de edifícios.....	48
Figura 3.11: Gradiente térmico do comportamento passivo do edifício.....	49
Figura 3.12: Método de avaliação de um critério de eficiência energética.....	50
Figura 3.13: Componentes do desempenho energético do edifício.....	51
Figura 4.1: Procedimento de avaliação do desempenho energético.....	59
Figura 4.2: Estrutura das fichas de caracterização da eficiência energética.....	60
Figura 4.3: Índice de fichas de eficiência energética.....	61
Figura 4.4: Extrato da folha de cálculo de avaliação da eficiência energética das áreas privativas.....	76
Figura 4.5: Extrato da folha de cálculo de avaliação da eficiência energética dos espaços comuns.....	77
Figura 4.6: Extrato da folha de resultados do desempenho energético da habitação.....	77
Figura 4.7: Campos de preenchimento da folha de desempenho energético.....	78
Figura 4.8: Exemplo da avaliação do critério C de eficiência energética da Habitação.....	79
Figura 4.9: Quadro de ponderações e resumo das classificações dos critérios.....	79
Figura 4.10: Resultado da avaliação do desempenho energético da habitação.....	80
Figura 4.11: Exemplo de avaliação do critério C de eficiência energética do condomínio.....	80
Figura 4.12: Critério de classificação do desempenho energético do condomínio.....	81
Figura 4.13: Folha de resultados da avaliação do desempenho energético da habitação.....	82

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1: Transição para a construção sustentável.....	7
Quadro 2.2: Impacto da indústria da construção sobre o ambiente em 2016.....	10
Quadro 2.3: Fatores de orientação da radiação solar (REH - Despacho n.º 15793-I/2013).....	20
Quadro 2.4: Consumo de energia total de um edifício.....	21
Quadro 3.1: Métodos de avaliação da qualidade de projetos.....	30
Quadro 3.2: Perfis de certificação da entidade certificadora da Associação Qualitel.....	32
Quadro 3.3: Critérios do método SEL e ponderações dos parâmetros de avaliação.....	33
Quadro 3.4: Indicadores da qualidade da habitação.....	34
Quadro 3.5: Consumo de energia primária em kWh _{EP} para produzir 1 kWh de energia final.....	38
Quadro 3.6 – Consumos de energia dos edifícios, considerados para o cálculo do certificado energético.....	38
Quadro 3.7: Escala de classificação da classe energética dos edifícios.....	38
Quadro 3.8: Escala de classificação do desempenho energético Qualitel.....	39
Quadro 3.9: Rubricas de avaliação do método Qualitel relacionadas com o consumo de energia.....	40
Quadro 3.10: Critério de avaliação da rubrica MCE do método Qualitel.....	43
Quadro 3.11: Critérios de avaliação da rubrica PE do método Qualitel.....	44
Quadro 3.12: Critérios de avaliação da rubrica GE relacionados com a eficiência energética.....	44
Quadro 3.13: Critérios de avaliação da rubrica TE do método Qualitel.....	44
Quadro 3.14: Exigências da rubrica AH relacionados com a eficiência energética do Método Qualitel.....	45
Quadro 3.15: Critério de conformidade da rubrica CG do Método Qualitel.....	45
Quadro 3.16: Critérios e disposições da rubrica EC do Método Qualitel.....	46
Quadro 3.17: Critério de avaliação e disposições da rubrica IHG do Método Qualitel.....	47
Quadro 3.18: Classes mínimas de eficiência energética e rendimento de sistemas técnicos de aquecimento, arrefecimento e preparação e AQS do SCE.....	52
Quadro 3.19: Tipos de lâmpadas e principais características.....	53
Quadro 3.20: Tipos de lâmpadas led e principais características.....	53
Quadro 3.21: Valores máximos de densidade de potência de iluminação (DPI) do SCE.....	54
Quadro 3.22: Consumo dos aparelhos consumidores de energia.....	54
Quadro 3.23: Equipamentos coletivos.....	55
Quadro 3.24: Características e consumo de automóveis elétricos.....	55
Quadro 4.1: Critérios e parâmetros de avaliação do desempenho energético.....	57
Quadro 4.2: Critério de avaliação do desempenho energético dos espaços não-privativos.....	61

Quadro 4.3: Ficha de avaliação da eficiência energética das áreas privativas: critério A-Aquecimento Ambiente.....	62
Quadro 4.4: Ficha de avaliação da eficiência energética das áreas privativas: critério B-Arrefecimento Ambiente.....	63
Quadro 4.5: Ficha de avaliação da eficiência energética das áreas privativas: critério C-Águas Quentes Sanitárias.....	65
Quadro 4.6: Ficha de avaliação da eficiência energética das áreas privativas: critério D-Iluminação doméstica.....	66
Quadro 4.7: Ficha de avaliação da eficiência energética das áreas privativas: critério E-Eletrodomésticos.....	67
Quadro 4.8: Ficha de avaliação da eficiência energética dos espaços não privativos: critério A.....	68
Quadro 4.9: Ficha de avaliação da eficiência energética dos espaços não privativos: critério B.....	69
Quadro 4.10: Ficha de avaliação da eficiência energética dos espaços não privativos: critério C.....	70
Quadro 4.11: Ficha de avaliação da eficiência energética dos espaços não privativos: critério D.....	71
Quadro 4.12: Ficha de avaliação da eficiência energética dos espaços não privativos: critério E.....	72
Quadro 4.13: Ficha de avaliação da eficiência energética dos espaços não privativos: critério F.....	73
Quadro 4.14: Ficha de avaliação da eficiência energética dos espaços não privativos: critério G.....	74
Quadro 4.15: Ficha de avaliação da eficiência energética dos espaços não privativos: critério H.....	75
Quadro 4.16: Valores indicativos do fator de reflexão de superfícies de paredes e tetos.....	76
Quadro 4.17: Escala de classificação do método de avaliação de desempenho energético.....	78
Quadro 4.18: Parâmetros de avaliação da eficiência energética da habitação, por ordem decrescente de importância.....	83
Quadro 4.19: Parâmetros de avaliação da eficiência energética do condomínio, por ordem decrescente de importância.....	84

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

PSS – Plano de Segurança e Saúde

PPGRCD – Plano de Prevenção da Gestão de Resíduos de Construção e Demolição

tep – tonelada equivalente de petróleo

DE – Desempenho Energético

FER – Fontes de Energia Renovável

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

RQSECE – Regulamento da Qualidade dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios

RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios

EPBD – Diretiva Europeia de Desempenho Energético dos Edifícios

DEE – Diretiva Eficiência Energética

GEE – Gases com Efeito de Estufa

DGEG – Direção-Geral de Energia e Geologia

ADENE – Agência para a Energia

DGS – Direção-Geral da Saúde

APA – Agência Portuguesa do Ambiente, IP

SCE – Sistema Certificação Energética dos Edifícios

REH – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação

RECS – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços

RDEE – Regulamentos de Desempenho Energético dos Edifícios

AVAC – Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado

PQ – Perito Qualificado

TIM – Técnico de instalação e manutenção

GES – Grande Edifício de Comércio e Serviços

PES – Pequeno Edifício de Comércio e Serviços

DPI – Densidade de potência de iluminação

RNC2050 – Roteiro para a Neutralidade Carbonica da Economia em 2050

PNEC2030 – Plano Nacional de Energia e Clima

AQS – Águas quentes sanitárias

EER – Energy Efficiency Ratio (arrefecimento)

COP – Coefficient of Performance (aquecimento)

DPE – Diagnostic de performance energetique

LCA – Life cycle analysis

BBC – bâtiment basse consommation

J – Joule (unidade de medida de energia do SI)

W – Watt (J/s) (unidade de potência do SI)

Kwh – unidade de consumo de energia

PRS – Período de retorno simples

BTU - British Thermal Unit

N_t – valor máximo das necessidades nominais anuais de energia primária

N_i – valor máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento

N_v – valor máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento

N_{tc} – necessidades nominais anuais de energia primária

N_{ic} – necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento

N_{vc} – necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento

Q_a - necessidades de energia útil para preparação de AQS

U – coeficiente de transmissão térmica

Q_{tr} – transferência de calor por transmissão

Q_{vu} – transferência de calor por ventilação

W_{vm} – energia elétrica necessária ao funcionamento dos ventiladores

Q_{int} – ganhos térmicos associados a fontes internas de calor

Q_{sol} - ganhos térmicos uteis por radiação solar

g_T - fator solar do vão envidraçado com todos os dispositivos ativados

I_t - massa superficial útil por metro quadrado de área de pavimento

E_{ren} - energia produzida a partir de fontes de origem renovável

F_{pu} - fator de conversão de energia útil para energia primária

1

INTRODUÇÃO

A diversidade de soluções para o mesmo problema traduz a dispersão do conhecimento e a busca de identidade de pessoas e empresas.

Em particular, as construções caracterizam espaços e identificam locais, comprovam a existência de comunidades humanas, as suas tecnologias, modos de vida, receios e intentos.

Os edifícios de habitação são o espelho da necessidade de abrigo, de proteção, de conforto e de afirmação conceptual associada aos anseios de prosperidade e riqueza.

As crescentes preocupações ambientais, deparando-se com as alterações climáticas e perda de biodiversidade, começam a refletir-se nas novas construções e na transformação das existentes, tendencialmente mais integradas no meio envolvente, ecológicas e energeticamente eficientes.

1.1. APRESENTAÇÃO DO TEMA

A energia manifesta-se sobre várias formas. Conhecemos a energia pela sua fonte e aplicação, intensidade ou magnitude, e ainda pela capacidade de transformar a realidade, tendo impacto nos 6 sentidos dos humanos.

Os fenómenos naturais mais destruidores revelam a capacidade transformadora da energia. Dificilmente se conseguirá provocar artificialmente, mesmo em escalas de magnitude reduzida, os efeitos dos sismos, tornados, tsunamis, erupções vulcânicas, relâmpagos, superfícies frontais frias e trombas de água, que representam manifestações da libertação de grandes quantidades de energia.

A utilização da energia pelo homem remonta a tempos muito remotos, representando o domínio do fogo um dos maiores marcos da evolução da tecnologia ao serviço da humanidade.

A libertação de calor e luminosidade provocada pelo fenómeno da combustão da madeira, óleos vegetais e outros produtos, estão na origem da melhoria das condições de vida, do conforto e segurança noturna, permitindo ainda a supremacia perante outras espécies naturalmente mais bem adaptadas ao meio.

A segunda grande revolução energética deu-se com o aparecimento do carvão e a revolução industrial, precipitando a massificação da manufatura em série e o comércio em escala de produtos para a população.

A utilização do petróleo e a utilização da eletricidade são as formas de energia mais jovens, mas sem dúvida com maior impacto sobre a sociedade, pois permitiram o maior e mais rápido desenvolvimento económico e tecnológico alguma vez registado, contribuindo para o melhoramento das condições de vida e prosperidade.

A energia elétrica a mais perigosa forma de energia, porque não se identifica a sua existência e facilmente pode provocar a morte. Começou por ser utilizada como meio de iluminação pública e, progressivamente, a sua aplicação foi sendo estendida a todas as áreas e setores, revolucionando a sociedade. Atualmente, assume-se como a energia do século XXI, a alternativa de fonte renovável para libertar o mundo da dependência dos combustíveis fósseis.

Enquanto a energia do petróleo correu mundo revolucionando a mobilidade e a indústria, a energia elétrica consolidou as malhas urbanas abastecendo as habitações, dando vida aos comércios e atividades industriais de produção de equipamentos elétricos e eletrónicos. É a energia limpa, sem poluição, portadora de segurança, conforto, laser e comodidade, presente em toda a parte a preços comportáveis, se for produzida a partir de fontes renováveis.

A dependência social da energia é, presentemente, bastante elevada e tem tendência a aumentar pela oferta crescente de aparelhos consumidores de energia, que progressivamente substituem o homem em muitas das suas tarefas.

O consumo crescente de energia coloca em questão a capacidade produtiva para suportar as necessidades e levanta questões sobre o consumo exagerado e o desperdício. Pelo que se torna necessário tomar medidas para equilibrar as necessidades à capacidade produtiva de energia.

A preocupação com a disponibilidade de energia é partilhada por populações e governos, cientes das implicações negativas da dependência externa. No sentido de alcançar a autossuficiência energética, têm sido tomadas diversas medidas de promoção da produção de energias renováveis e redução do consumo apelando à eficiência energética e aos critérios de utilização.

No caso particular dos edifícios, foram publicados regulamentos de desempenho térmico com o objetivo de melhorar as características térmicas dos edifícios, possibilitando que se mantenham temperaturas de conforto interior com menor dispêndio de energia. Mais recentemente, foram criados regulamentos de desempenho energético que, para além do comportamento térmico dos edifícios, equacionam a implementação de sistemas eficientes de climatização, de produção de águas quentes sanitárias e o recurso à utilização de fontes de energia renovável.

Pretende-se alcançar a redução do consumo de energia dos edifícios pelo desenvolvimento de tecnologias de baixo consumo, procurando nas fontes de energia renovável a solução para todas as necessidades da sociedade.

1.2. ÂMBITO E OBJETIVOS

O Método de Avaliação da Qualidade de Projetos de Edifícios de Habitação designado por MC-FEUP, foi desenvolvido na primeira metade da década de 1990 no âmbito da tese de doutoramento do Prof. Jorge Moreira da Costa e será, provavelmente, um dos métodos mais abrangentes e com maior flexibilidade de aplicação nas várias especialidades de projeto.

Paralelamente, outros métodos de avaliação de projetos têm vindo a ser desenvolvidos e aplicados em outros países, tendo alguns deles sofrido bastantes alterações em função da experiência de aplicação e de alterações dos conceitos relevantes do que é a “qualidade” nas várias comunidades.

Face à tomada de consciência das agressões ambientais da atividade de construção, um outro perfil de métodos de avaliação de projetos têm surgido, especialmente voltados para a classificação da sustentabilidade ambiental, buscando objetivos de avaliação diretamente relacionados com a perturbação do ambiente pelos edifícios, em que o critério consumo de energia é ponderado de forma muito particular. No entanto, é comumente reconhecido que a aplicação de muitos destes métodos mais

recentes é bastante complexa, tanto ao nível dos procedimentos de avaliação em si como do processo administrativo que envolvem.

Tendo em consideração a conjuntura energética e a realidade da indústria da construção em Portugal, pretende-se com o presente trabalho revisitar a parcela do Método MC-FEUP que, originalmente, se dedicava ao chamado “Conforto Térmico” e reformulá-lo de forma a englobar as mais recentes perspectivas dentro do conceito de desempenho energético dos edifícios.

Tendo em consideração que, na fase de projeto, é possível idealizar e desenvolver as melhores soluções para alcançar os objetivos propostos para o edifício, pretende-se desenvolver uma abordagem, inspirada em outras já existentes, que permita não só classificar o desempenho energético das soluções projetadas, mas também propor soluções para a melhoria da sua sustentabilidade energética, contribuindo para a qualidade global do edifício, a sustentabilidade da indústria da construção e satisfação do cliente.

Para atingir o objetivo proposto são analisados os critérios de classificação energética dos principais métodos de avaliação da qualidade de projetos de edifícios, em articulação com a informação disponibilizada no certificado energético e restantes disposições dos regulamentos do sistema nacional de certificação energética dos edifícios.

Pretende-se que a metodologia incida sobre as disposições do projeto, que permitam determinar a prestação do edifício no domínio do consumo de energia durante a sua utilização. O potencial de eficiência energética determina a redução de consumos, mantendo ou aumentando as condições de conforto interior, permitindo ainda estabelecer uma escala de classificação da qualidade na componente Desempenho Energético.

1.3. ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Após esta breve introdução à metodologia de avaliação do desempenho energético, que se pretende desenvolver, efetua-se, no Capítulo 2, o enquadramento ao tema da eficiência energética e sustentabilidade do setor da construção.

Este capítulo é dedicado à exploração da indústria da construção enquanto atividade consumidora de recursos e das construções enquanto produtos consumidores de energia. Aprofundam-se questões relacionadas com a sustentabilidade da construção e a importância da eficiência energética para alcançar o equilíbrio entre o desenvolvimento e a proteção do planeta.

Estuda-se a evolução dos consumos de energia e principais regulamentos nacionais e comunitários, que contribuem para reduzir a dependência energética de países exteriores à comunidade.

Caracteriza-se a importância do consumo de energia dos edifícios no panorama nacional e os consumos no interior das habitações. São apresentados os fatores de desempenho térmico e desempenho energético do edifício, identificando-os no certificado energético do edifício emitido pelo sistema nacional de certificação energética.

No Capítulo 3 abordam-se os principais critérios de eficiência energética, que podem compor um procedimento de classificação do desempenho energético dos edifícios. Identificam-se os procedimentos e os critérios de avaliação da eficiência energética utilizados pelos vários métodos de avaliação da qualidade de projetos. Desenvolve-se o procedimento teórico de avaliação do desempenho energético.

Apresenta-se várias informações complementares, que permite identificar principais características de eficiência energética dos aparelhos consumidores de energia na habitação.

O Capítulo 4 desenvolve e apresenta a aplicação da metodologia de avaliação do desempenho energético, aplicável aos edifícios de habitação.

Para cada critério de avaliação é desenvolvida uma ficha de classificação, justificando o método proposto com base em disposições dos métodos de avaliação estudados e nos regulamentos nacionais de desempenho energético.

É, seguidamente, apresentado o modo de preenchimento de uma folha de cálculo automático, que aplica a metodologia desenvolvida para classificar o desempenho energético do edifício.

Por fim, no Capítulo 5 são apresentadas as principais conclusões sobre as vantagens de aplicação da metodologia de avaliação desenvolvida para determinar a qualidade do desempenho energético dos edifícios, bem como as principais dificuldades encontradas, decisões tomadas que requerem verificação complementar e perspectivas de desenvolvimento, para promover a transição energética e alcançar a neutralidade carbónica.

2

ENQUADRAMENTO

É durante a fase de projeto que são delineadas as principais decisões para a execução da construção. Mediante o objetivo do investimento, são tomadas opções quanto aos materiais a utilizar, os prazos de execução e as técnicas construtivas a adoptar. A atuação da equipa de projeto é determinante para o sucesso do empreendimento.

É necessário bastante experiência e conhecimento no setor da construção para assegurar a rentabilidade do investimento, face aos extensos prazos de execução característicos do setor e ao mercado de elevada concorrência.

As imposições legais, sob a forma de planos de ordenamento do território, definem zonas dedicadas à construção de habitação, ao comércio e à indústria, condicionando a localização e dimensão dos edifícios.

Os regulamentos da construção definem as áreas mínimas, compartimentação, traçado e características gerais dos materiais a utilizar, que devem constar nos projetos de arquitetura, estabilidade, alimentação e distribuição de energia elétrica, instalação de gás, redes prediais de águas e esgotos, redes de águas pluviais, arranjos exteriores, infraestruturas e telecomunicações, estudo de comportamento térmico, instalações eletromecânicas, segurança contra incêndios em edifícios, condicionamento acústico, plano de segurança e saúde, plano de prevenção de gestão de resíduos de construção e demolição.

Durante a fase de construção é também obrigatório cumprir com um número apreciável de regras:

- a empresa de construção tem que ser detentora de alvará de construção, para poder desempenhar a atividade de construção;
- os trabalhos têm que ser executados por empresas e profissionais com qualificação adequada;
- os materiais de construção e equipamentos deverão ter características normalizadas (marcação CE);
- a responsabilidade da execução é obrigatoriamente assumida por um técnico inscrito numa ordem profissional;
- é obrigatório o cumprimento de disposições legais quanto à segurança e saúde no estaleiro de obra;
- é obrigatório o cumprimento de regras ambientais, nomeadamente o cumprimento do plano de prevenção de gestão de resíduos de construção e demolição (PPGRCD).

A diversidade de intervenientes para a realização do produto é a chave da criação de valor na indústria de construção, em geral, e da construção de empreendimentos de edifícios de habitação, em particular. Assim, verificando-se a tendência para introduzir, no setor, tecnologias de produção mais rentáveis e eficientes, adaptando à construção as técnicas desenvolvidas em outras indústrias mais evoluídas, não deverá ser esquecido que a Indústria da Construção será, talvez, das indústrias menos “verdes”, pelo que este esforço para uma evolução positiva não poderá ignorar a importância da Sustentabilidade dos produtos que coloca na sociedade, seja na fase de produção, seja na fase de utilização. Tendo em conta, igualmente, a longevidade da maioria desses produtos – edifícios, na sua maior parte – este objetivo surge com um peso ainda maior.

2.1. A SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO

O movimento internacional para desenvolvimento sustentável, impulsionado pelas Nações Unidas, com repercussão em toda a comunidade mundial, reflete a consciência de um bem global a preservar, o planeta.

As várias cimeiras do ambiente permitiram dar a conhecer aos governos dos países e ao mundo os principais problemas ambientais que todos enfrentamos e, em especial, o perigo que decorre de uma atividade humana insensata e focada no curto-prazo para o bem-estar global.

O forte crescimento das condições de vida das populações, promovido por uma economia fortemente dependente do petróleo, de matérias primas originárias de países menos desenvolvidos (muitos deles antigas colónias) e da ocidentalização das comunidades desses mesmos países, colocaram em circulação na atmosfera quantidades enormes de substâncias fósseis, sem a consciência dos seus efeitos sobre a natureza ou, ainda mais grave, simplesmente ignorando-os.

O carvão, o petróleo e o gás acompanham a prosperidade da raça humana impulsionada pela economia de mercado em torno das tecnologias, dos transportes e da industrialização.

A energia efervescente da sociedade atual requer produtos descartáveis, de ciclo de vida curto, para alimentar a produção contínua das fábricas e assegurar a manutenção dos postos de trabalho. As pessoas, dispondo de mais recursos monetários, adquirem o que lhes é mais vantajoso e mais prático. Durante o tempo restante, podem recolher-se em casa, desfrutando do longo rol de atividades de lazer e de convívio proporcionadas pela internet e aproveitando o espaço de repouso.

O modo de utilização dos edifícios está em constante mutação, em função dos critérios de conforto dos seus utilizadores. Soluções construídas para durar várias décadas, em menos tempo se tornam obsoletas, por surgirem no mercado soluções mais atuais. É o princípio da sociedade de consumo a encurtar os ciclos de vida dos materiais de construção, impelindo o consumidor a investir em soluções menos duráveis, substituindo-as mais frequentemente para manter o seu espaço mais atualizado. A necessidade de utilizar produtos recicláveis é compreendida, pois cada vez mais o utilizador tem noção do prazo útil de utilização dos materiais, dos constrangimentos da substituição e da vantagem da potencialidade de reciclagem dos materiais, no final do tempo de vida útil.

Os profissionais da modelação do espaço e da concepção dos locais de estar, trabalhar e pernoitar, estão atentos e desenvolvem diariamente o seu trabalho na perspectiva de proporcionar as soluções mais rentáveis para o cliente. Procuram desenvolver elementos construídos inseridos na dinâmica da sociedade atual, tecnológica, vibrante de conteúdo virtual, ávidos pela aplicação das mais recentes tecnologias às suas criações, prestando atenção à necessidade da preservação do meio ambiente.

Os edifícios, tradicionalmente com ciclos de vida útil de mais de 25 anos, têm a tendência a tornar-se produtos mais dinâmicos, integrando progressivamente mais componentes tecnológicos, de ciclo de vida curto, desenvolvidos em série por outras indústrias.

Podem estabelecer-se alguns princípios de projeto sensíveis à transição para a construção sustentável, apresentados sob a forma de uma análise causa-efeito no Quadro 2.1 (Diagrama de Ishikawa). Agruparam-se as causas da realização do produto, segundo 6 categorias principais (materiais, método, intervenientes, máquina, medida e meio ambiente), demonstrando a influência da sociedade e do mercado sobre o produto final. Comprova-se a influência da conjuntura do novo milénio para a alteração do modo de construir e das características pretendidas para o produto final.

Verifica-se que as principais causas que movem a indústria tradicional são os constrangimentos legais, que obrigam ao cumprimento de regras, tanto em projeto com em fase de construção, propagando por vários profissionais a responsabilidade e a competência da realização de cada tarefa. Resultando, como efeito, uma indústria burocrática, seguindo as imposições legais como regra de concepção, voltada para a rentabilidade imediata, produzindo espaços de habitação conformes com a lei.

A construção sustentável abraça os princípios globais de desenvolvimento económico, em harmonia com o meio ambiente e com a proteção do planeta. Preocupa-se em proteger o legado das gerações futuras, utilizando o planeamento e a tecnologia como ferramentas para obter rentabilidade económica a médio prazo. Lida com clientes informados e exigentes de uma sociedade à escala global, buscando na habitação o local para estarem em contato com o mundo.

O “efeito” da prática de construção sustentável é proporcionar qualidade do ambiente interior (térmico, acústico, iluminação, qualidade do ar, ventilação e água quente sanitária) e eficiência energética, que se traduz em economia, proteção da natureza e redução da dependência dos combustíveis fósseis.

Quadro 2.1: Transição para a construção sustentável

CONSTRUÇÃO TRADICIONAL	INTERVENIENTES	MATERIAIS	MÉTODO	ESPAÇO HABITÁVEL CUMPRIMENTO LEGAL LUCRO IMEDIATO
	Arquitetos + engenheiros + construtores (AEC) Profissionais da construção Empresas especializadas	Marcação CE Especificação de projeto Oferta do mercado	Regulamentos obrigatórios Projeto + Construção	
	Homologação obrigatória Combustíveis fósseis Equipamentos potentes	Crítérios legais Crítério técnicos Crítério de gestão Crítério económico	Gestão de resíduos Reciclagem Reutilização	
	MÁQUINA	MEDIDA	MEIO AMBIENTE	
CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL	INTERVENIENTES	MATERIAIS	MÉTODO	SAÚDE CONFORTO EFICIÊNCIA ECONOMIA AMBIENTE
	AEC + utilizador Programadores Operadores de máquinas Montadores	Locais e ecológicos De baixa energia de fabrico Recicláveis/reutilizáveis	Utilização de tecnologia Conservação da energia Energias renováveis Análise do ciclo de vida	
	Automatização Energia elétrica limpa Equipamentos eficientes	Análise do ciclo de vida Análise económica 10 anos Comissionamento e manutenção	Menor impacto ambiental Menos emissões de GEE Proteção dos recursos Energia renovável	
	MÁQUINA	MEDIDA	MEIO AMBIENTE	

Os procedimentos de construção envolvem atividades de elevado impacto sobre o ambiente e o produto final perdura por décadas, afetando continuamente o meio envolvente.

Fatores como a dimensão das construções, o consumo de recursos naturais e combustíveis fósseis, a ocupação do solo e o impacto social, criam perturbações irreversíveis no meio ambiente.

Durante vários anos, as características expansionistas da indústria da construção foram apreciadas pelas populações, instituições e governos. Como resultado, verificou-se o crescimento da indústria da construção, a criação de infraestruturas e o melhoramento das condições de habitabilidade, em todo o território nacional. As novas infraestruturas de comunicação, de abastecimento de água e de saneamento permitiram consolidar as malhas urbanas, dotando-as de condições de elevada habitabilidade.

Atualmente, há a consciencialização coletiva que algumas opções tomadas derivaram em graves agressões ambientais. O desenvolvimento tecnológico alcançado move a sociedade para uma nova atitude face ao alerta global para as alterações climáticas e o ambiente.

Os investidores, movidos pelas preocupações da opinião pública e procurando satisfazer os anseios dos seus clientes, apostam em empreendimentos sustentáveis, ecológicos, integrados na natureza e na comunidade, que cumpram a função primordial para a qual foram concebidos, em harmonia com o planeta em constante regeneração.

A principal vantagem de construir sustentável é contribuir para um futuro melhor, adotando processos contínuos, equacionando constantemente as opções tomadas e ajustando-as às novas conjunturas, em pleno respeito pelo ambiente e pelo futuro da sociedade humana, tal como a entendemos.

A construção sustentável está ao alcance de todos os profissionais, mediante a adoção de critérios de dimensionamento e escolha de materiais tendentes à integração do edifício no espaço em que se insere, evitando as perturbações negativas sobre o ambiente: escolhendo soluções locais ecológicas, recicláveis ou reutilizáveis; efetuando o planeamento criterioso das técnicas de produção; optando por processos energeticamente eficientes; evitando as emissões nocivas para o ambiente; prevendo e promovendo medidas para melhorar o desempenho ambiental do edifício em fase de utilização.

As construções devem ser projetadas para o tempo de vida útil de 10, 25 ou 50 anos de plena utilização, procurando a sustentabilidade ao longo do ciclo de vida. Em geral é analisada a produção de resíduos, os consumos de energia, as necessidades de manutenção e conservação. Deve também, quanto possível, ser previsto o desmantelamento, adaptação ou reutilização do edifício, registando o método e a tecnologia a implementar no final do ciclo.

O consumo de energia elétrica nos edifícios é muito elevado face à capacidade de produção nacional e a dependência da energia elétrica aumenta com a utilização massiva de eletrodomésticos, computadores, iluminação, climatização e automatização.

Os edifícios são, para as pessoas, mais do que simples produtos de utilização. Representam a arte da concepção para os arquitetos, a tecnologia da exequibilidade para os engenheiros, o know-how da execução para os construtores, a administração e lucro para os proprietários e o espaço de habitação/lazer/trabalho para os utilizadores.

A sustentabilidade na construção é transversal a todos quantos se relacionam, direta ou indiretamente, com a criação, que tomam decisões e têm consciência que o bem comum se deve sobrepor aos interesses económicos imediatos. Porém, a tomada de decisão consciente deve ser assistida de informação sobre a dinâmica do mercado, das necessidades dos consumidores e dos mais recentes produtos desenvolvidos pela indústria para a satisfação dos clientes.

O processo de produção de espaços construídos é uma indústria tradicional e institucionalizada. Está segmentada por várias áreas de especialidade, em correspondência direta com as diversas profissões do setor da construção.

A diversidade de conhecimentos postos em prática por profissionais especializados, permitiu obter produtos de alto valor acrescentado ao longo de décadas.

No processo de construção tradicional, os materiais de construção são manuseados pelos profissionais e incorporados na construção, cumprindo as prescrições de projeto, as prescrições dos fabricantes e as regras da arte, do saber e experiência adquirida dos executantes, ainda por vezes referidos como “artistas”.

As figuras 2.1 e 2.2. pretendem representar o processo e os intervenientes na realização do produto final da indústria da construção: o conhecimento dos profissionais e os equipamentos adequados transformam os materiais num produto de dimensão 4 a 7 vezes maior.



Figura 2.1: Processo tradicional de realização do produto da construção

A atividade da construção de edifícios, para além de contribuir para a valorização dos recursos naturais (material), desenvolve técnicas, equipamentos e profissionais especializados, constituindo no conjunto uma verdadeira força produtiva à disposição da sociedade, como pretende representar a Figura 2.2.

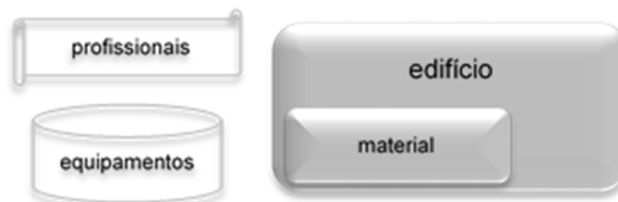


Figura 2.2: O produto da atividade de construção de edifícios

O material assume um relevo preponderante na atividade da construção, pois incorpora o produto final.

Os profissionais são indispensáveis para a realização dos vários componentes do produto final. As profissões são endereçadas a cada parte do edifício e os profissionais são socialmente responsáveis por as executar e garantir durabilidade e manutenção.

Na atualidade, muitos profissionais experientes deixaram de desempenhar as tarefas que lhes estavam atribuídas, adaptando-se a novos processos de construção, impulsionados por equipamentos e materiais de construção mais rentáveis. Uma nova classe de jovens profissionais da construção, com mais formação, desenvolve tarefas mais abrangentes e menos especializadas, em resposta às necessidades do mercado.

A tendência consiste nos profissionais da construção desenvolverem a sua atividade a montante, planeando os trabalhos em fábrica para obterem processos mecanizados altamente rentáveis em obra, prescindindo das profissões tradicionais do terreno, substituindo-as por trabalhos mecanizados realizados por operadores especializados, conforme esquematizado da figura 2.3.

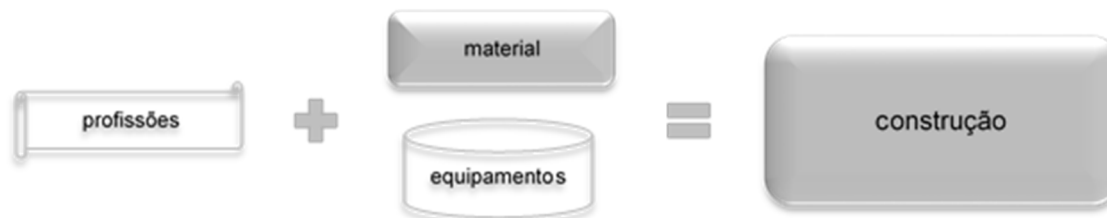


Figura 2.3: Processo sustentável para a realização do produto da construção

Os programas informáticos, em geral, e a tecnologia BIM – Building Information Modeling, em particular, auxiliam no processo de planeamento da execução, pois permitem simular virtualmente os trabalhos previamente à montagem em obra.

A construção sustentável é mais complexa que a construção tradicional, pois beneficia do auxílio das novas tecnologias para equacionar mais variáveis e obter soluções de complexidade elevada, economicamente rentáveis e amigas do ambiente.

No entanto, a indústria da construção encerra características específicas que colocam dificuldades em relação à sua sustentabilidade. Uma delas é o impacto produzido pela utilização massiva de matéria prima. Embora a quantidade de material utilizado na construção represente menos de 25% do volume dos edifícios, a quantidade de matéria prima movimentada é muito elevada, ultrapassando largamente os consumos de quaisquer outras indústrias.

Em 2016, a indústria da construção foi responsável pelo consumo de 42 milhões de toneladas de matéria prima, representando 90% do consumo das indústrias transformadoras em Portugal. Tal consumo desmesurado de material traduz-se, ao longo dos anos, na redução das reservas de produtos naturais, na perturbação de ecossistemas, no elevado consumo de energia de exploração e de transporte, em suma, em danos irreparáveis sobre o ambiente.

Quadro 2.2: Impacto da indústria da construção sobre o ambiente em 2016 (PORDATA 2019e) (PORDATA 2019c) (Pordata 2019a) (DGEG 2016)

Impactos da atividade industrial em Portugal	Construção	Outras indústrias transformadoras	Total
Resíduos (Ton)	1.710.703 (12%)	2.546.030 (17%)	14.739.135 (100%)
Consumo energia (x1000tep*)	4.331 (27%)		16.110 (100%)
Emissão de Gases (t CO ₂ eq)	7.423 (12,4%)		59.825 (100%)
Recursos Naturais (Ton)	41.993.231(89,5%)	4.915.451(10,5%)	46.908.682(100%)

* 1tep (tonelada equivalente de petróleo) = 11630 kWh

A quantidade de resíduos não representa uma fatia proporcional ao consumo de matérias primas, pois a atividade de demolição de estruturas em Portugal é bastante incipiente, referindo-se os valores das quantidades de resíduos de construção do Quadro 2.2, maioritariamente a elementos de revestimento

resultantes da atividade de reabilitação. Admite-se que a expressão real dos resíduos seja bastante mais elevada, mas não controlada, com óbvios impactos nocivos no ambiente.

Em países como a Alemanha, França, Reino Unido e Dinamarca, os resíduos de construção e demolição representam cerca de 50% dos resíduos do país, possivelmente pela obrigatoriedade e monitorização da sua declaração, nomeadamente no caso de produtos da escarificação de vias de comunicação e os solos de aterro para reciclagem.

A sustentabilidade da construção depende da melhoria contínua, alcançada pela aprendizagem com a experiência de outros países e com os erros passados, equacionando o peso da matéria prima e o potencial de reciclagem das soluções adoptadas, conscientes que os recursos utilizados hoje representam resíduos em fase de desmantelamento.

Para tomar decisões sustentáveis é necessário dispor de informação consistente acerca de todas as soluções para um mesmo problema. Tomando a informação da Figura 2.4, verifica-se que, para a mesma necessidade, várias soluções construtivas podem ser adoptadas, cada uma delas com consumo de recursos e energia diferentes.

Analisando esta figura, várias outras variáveis deverão ser equacionadas quando chegar a altura de tomar a decisão da escolha do material a utilizar para a construção de um pilar de 3,0 m; no entanto, a opção mais sustentável será a de utilizar o pilar de madeira, pois é a solução que consome menos energia e recursos. Também sabemos que, pelo menos em Portugal, será provavelmente a solução menos utilizada.

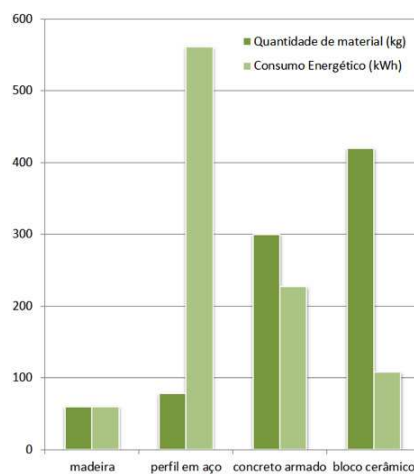


Figura 2.4: Consumo energético para construir um pilar de três metros utilizando madeira, perfil metálico, betão armado e tijolo cerâmico, com resistências idênticas (Kolb 2010)

O gráfico de barras da Figura 2.4 representa o consumo de energia e de material para fabricar um pilar de 3m de comprimento com a mesma resistência utilizando materiais diferentes: madeira, perfil de aço, betão armado e tijolos maciços.

O método de projeto sustentável utiliza gráficos como os da figura 2.4 para auxiliar na tomada das importantes opções de concepção. Ou seja, equacionando várias soluções construtivas para o edifício e efetuando, para cada uma delas, a análise do consumo de material e da energia necessária dispendido durante o ciclo de vida do elemento construído (em fase de construção; durante o tempo de utilização;

na demolição e reciclagem), será possível identificar a solução mais sustentável, beneficiando ainda de uma previsão de consumo de material e energia.



Figura 2.5: Consumo de energia dos edifícios

Os consumos dos equipamentos, na fase de construção e os consumos das instalações (elétricas, de gás e de água) durante a utilização, representam os consumos de energia dos edifícios, como a Figura 2.5 pretende representar. Um terceiro consumo de energia nos edifícios, que não é tão aparente nem fácil de identificar, por se tratar de um consumo indireto, é a energia necessária para o fabrico dos materiais de construção.

A análise do consumo de energia para realizar o produto e o consumo estimado durante a fase de utilização, permite, em fase de projeto, selecionar as soluções mais eficientes a implementar na execução do edifício.

A sustentabilidade da construção depende da utilização de soluções mais duráveis, recicláveis ou reutilizáveis de baixa energia incorporada, utilizando processos de construção de baixo consumo de energia e que reduzam, também, o consumo de energia de exploração.

2.2. EVOLUÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM PORTUGAL

A energia é considerada, invariavelmente, sinónimo de riqueza e prosperidade. Permite o florescimento da atividade industrial, da mobilidade e das condições de vida das populações, razão pela qual a autonomia energética é um desígnio nacional.

O consumo de energia em Portugal está bastante dependente dos combustíveis fósseis e a produção com origem em fontes de energia renovável (PORDATA 2019d), se bem que tendo aumentado, ainda não é suficiente para as necessidades, como se pode verificar na Figura 2.6..

Durante as décadas de 1970 e 1980 verificou-se o aumento do consumo de eletricidade para o qual a rede de produção nacional e as potências das centrais hidroelétricas não eram suficientes, sobrecarregando as centrais térmicas, aumentando a dependência do exterior e consequentemente, debilitando a economia.

Nos finais dos anos 1980 a diminuição de consumo de energia elétrica era uma necessidade premente, pelo que, com o objetivo de limitar os consumos de energia para climatização dos edifícios, foi publicado, em 1990, o primeiro Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE).

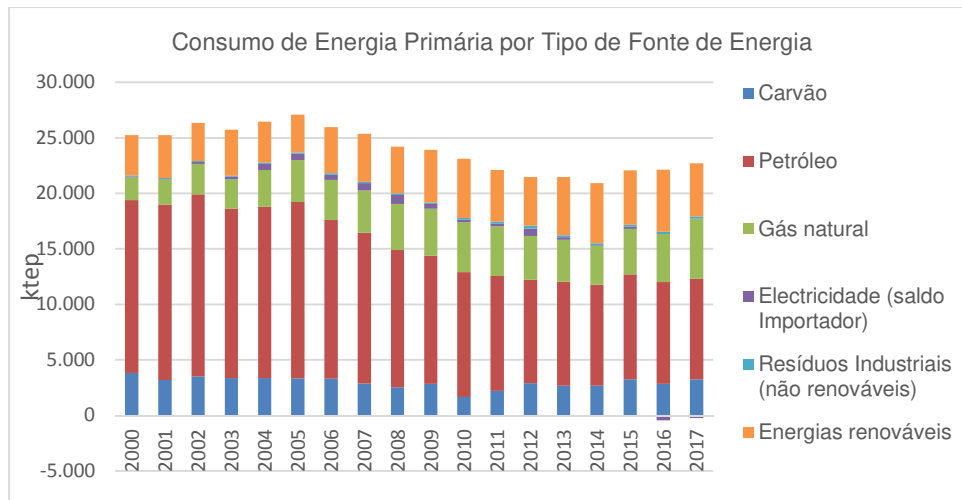


Figura 2.6: Consumo de energia primária por tipo de fonte de energia (PORDATA 2019b)

O regulamento exigia a utilização de espessuras mínimas de isolamento e limitava os valores máximos de necessidades de aquecimento e de arrefecimento por m^2 de área útil de pavimento.

No seguimento das políticas de eficiência energética, foi publicado, em 1992, o Regulamento da Qualidade dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios, que esteve em vigor durante 6 anos, tendo sido revogado, em 1998, pelo Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE).

Este regulamento permitia dimensionar e projetar sistemas de climatização energeticamente eficientes para fazerem face às necessidades energéticas de conforto térmico na utilização dos edifícios. Era aplicável em edifícios públicos e de serviços utilizando potência de climatização instalada superior a 40kW e/ou aparelhos de climatização de potência superior a 25kW.

Ao nível dos países do espaço europeu, a principal preocupação energética é a dependência dos combustíveis fósseis de origem exterior ao espaço comum. O petróleo e as suas crises perturbam a economia à escala global, afetando e colocando em risco a rentabilidade das indústrias e a mobilidade de produtos e pessoas. Portugal não está alheio ao constrangimento, seja pela aplicação de impostos crescentes ao consumo de combustíveis derivados do petróleo, ou pelo incentivo ao investimento na produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis.

Os edifícios eram responsáveis por cerca de 40% do consumo da energia do espaço Europeu no início do século XXI, revelando o potencial económico que poderia resultar da melhoria das prestações energéticas dos edifícios. A comissão europeia elaborou, então, um plano de ação, através de diretivas comunitárias, impondo requisitos de concepção ecológica e etiquetagem energética dos produtos consumidores de energia e aplicando, posteriormente, aos edifícios as exigências de concepção e classificação da eficiência energética:

- Diretiva de rotulagem energética de aparelhos domésticos Diretiva 92/75/CEE.
- Diretiva de concepção ecológica dos produtos que consomem energia 2005/32/CE (EcoDesign);
- Diretiva do desempenho energético dos edifícios Diretiva 2002/91/CE (EPBD);

Juntamente com a elaboração das diretivas de eficiência energética, bastantes ações de incentivo à racionalização do consumo de energia foram aplicadas em todos os setores da economia, sendo de referir, em Portugal, a eletrificação dos transportes ferroviários e a rede de gás natural canalizado do gasoduto Magrebe-Europa, proveniente da Argélia.

A aplicação da diretiva EPBD em Portugal só se veio a realizar em 2006 com a publicação da Diretiva Eficiência Energética (DEE) 2006/32/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos. Nestas, os estados membros assumiram o objetivo de no prazo de 10 anos atingirem a economia global de energia de 9% e estabeleceram 2020 como meta para alcançar 20% de energias renováveis, 20% de eficiência energética e 20% de redução de Gases com Efeito de Estufa (GEE).

Nesse mesmo ano de 2006, foram publicados os três diplomas que dão origem ao Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios, abreviadamente designado SCE - Sistema de Certificação Energética -, supervisionado pela Direção-Geral de Geologia e Energia e pelo Instituto do Ambiente e gerido pela ADENE - Agência para a Energia.

Para a implementação da regulamentação é dada formação a Peritos Qualificados (PQ) com competência para emitir certificados energéticos, classificando os edifícios quanto ao comportamento térmico (aquecimento e arrefecimento), à utilização de sistemas de energias renováveis (aquecimento de águas quentes sanitárias) e às condições de garantia da qualidade do ar interior.

Cumpram os PQ identificar medidas de melhoria do desempenho de edifícios existentes e a importante tarefa de emitir certificados de desempenho energético e da qualidade do ar interior nos edifícios, que passam a ser exigidos por lei em todos os edifícios novos ou edifícios existentes sujeitos a grandes intervenções de reabilitação, em grandes edifícios de serviços (>500m²) e nas transações envolvendo os edifícios existentes.

As aplicações das políticas de desempenho energético tiveram efeito imediato no consumos de energia, como se pode verificar nos gráficos da figura 2.7. Verifica-se, a partir de 2005, a queda de consumo de energia primária e o crescimento da produção de energia de fontes renováveis em percentagens superiores às metas estabelecidas pelo Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis (PNAER).

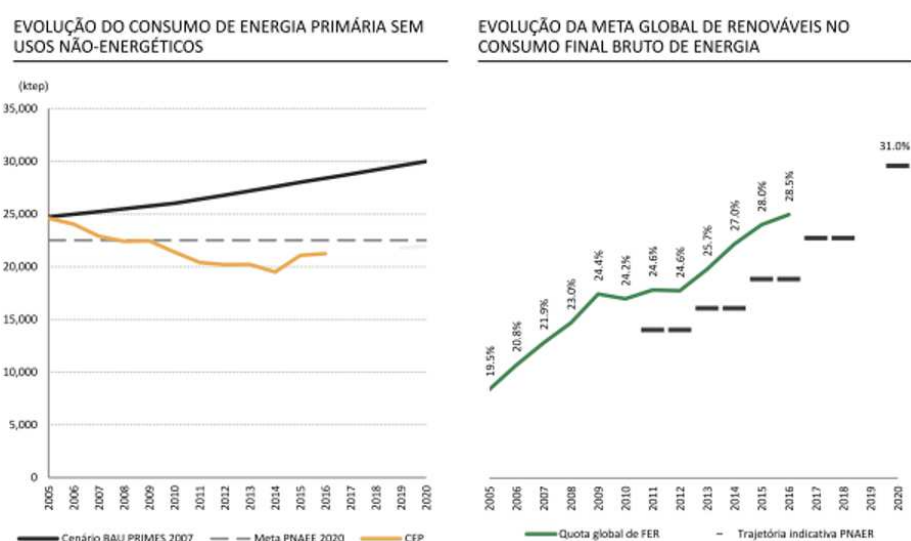


Figura 2.7: Evolução do consumo de energia primária e de energia de fontes de energia renováveis (portugalenenergia.pt 2019)

A forte interligação entre energia e clima e a dificuldade dos estados membros em cumprir com os objetivos intermédios de redução do consumo de energia até 2020, determinou a reformulação das diretivas de eficiência energética:

- ECODESIGN, Diretiva 2009/125/CE, revoga a Diretiva 2005/32/CE;
- EPBD - desempenho energético dos edifícios, Diretiva 2010/31/CE, revoga a Diretiva 2002/91/CE;
- Diretiva de Etiquetagem Energética, 2010/30/CE.

A aplicação nacional da diretiva EPBD de 2010 apenas é efetuada após publicação de Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho 2012/27/UE (Diretiva Eficiência Energética DEE), que traça estratégias para concretização das metas de eficiência energética para 2020 e para a transição para a economia do baixo carbono em 2050.

A experiência adquirida na gestão do Sistema de Certificação Energética nacional e visando primeiramente a facilidade de tratamento técnico e de gestão administrativa dos processos de atribuição de certificados, permitiu concentrar no Decreto-Lei 118/2013, de 20 de agosto, a regulamentação que estava subdividida em três regulamentos SCE, RCCTE e RSECE, na legislação anterior.

Rompendo com a terminologia RCCTE e RSECE, que tinham origem nos regulamentos nacionais dos anos 90, apresenta dois regulamentos de Desempenho Energético de Edifícios: um dedicado a edifícios de habitação (REH) e outro para Edifícios de Comércio e Serviços (RECS).

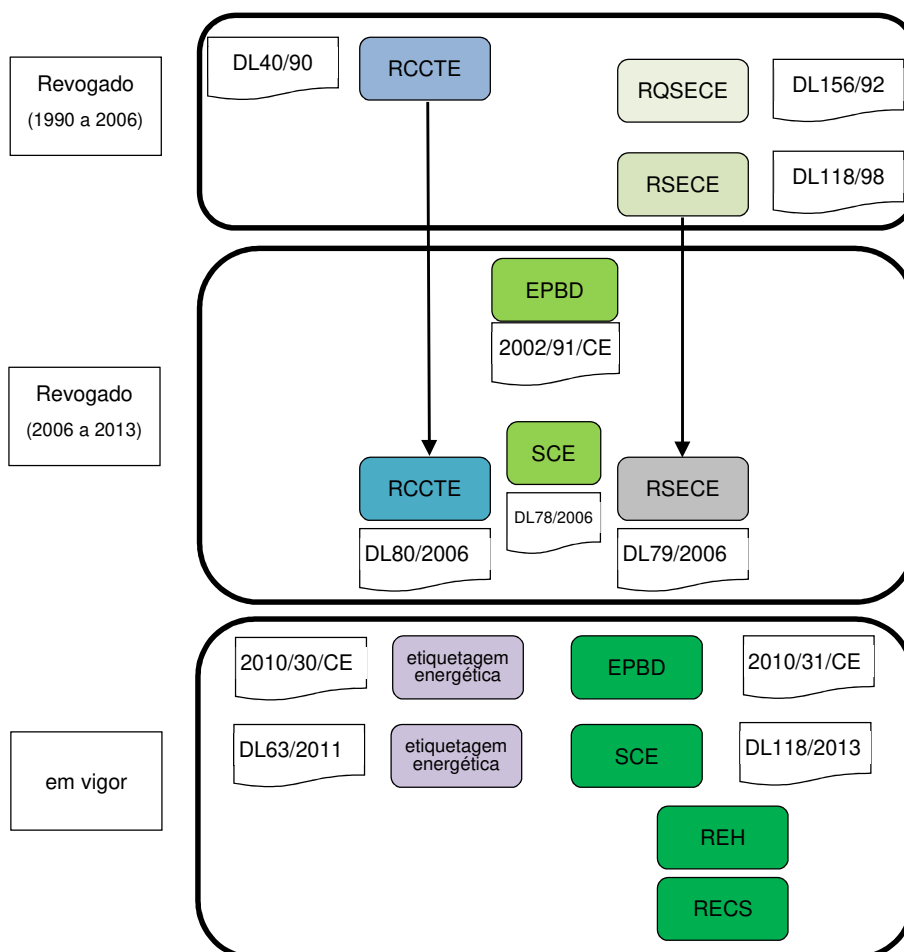


Figura 2.8: Evolução legislativa das exigências energéticas dos edifícios (baseado em Moreira 2004)

Como principais requisitos impostos pela legislação regulamentar aos edifícios, de referir a eficiência energética mínima para os sistemas técnicos (aparelhos e tubagem), a obrigatoriedade de utilização de energia solar térmica para AQS e o conceito de edifício com necessidades quase nulas de energia (os chamados NZEB Near-Zero Energy Buildings) – “*conjuga a redução, na maior extensão possível e suportada numa lógica de custo-benefício, das necessidades energéticas do edifício, com o abastecimento energético através do recurso a energia de origem renovável*” Decreto-Lei 118/2013 de 20 de agosto.

Na atual legislação a fiscalização do sistema de certificação energética nacional (SCE) continua a ser efetuada pela DGEG, a gestão do SCE pela da ADENE e o acompanhamento da qualidade do ar interior da competência da Direção-Geral da Saúde (DGS) e da Agência para o Ambiente (APA).

Compete aos PQ avaliar o desempenho energético dos edifícios, identificar as oportunidades de melhoria de desempenho energético, emitir o certificado energético e elaborar o plano de racionalização energética dos edifícios. Os técnicos de instalação e manutenção (TIM) são responsáveis pela instalação e manutenção dos sistemas técnicos e pelo estrito cumprimento dos regulamentos.

Os regulamentos em vigor, REH e RECS, permitem determinar a classe de eficiência energética dos edifícios, que deverá ser superior à classe B⁻ para edifícios novos ou sujeitos a grande intervenção de reabilitação, exigência correspondente ao cumprimento do limite de consumo de energia primária regulamentar de referência (B⁻ corresponde ao 4º nível numa escala de 8, entre A⁺ e F).

O Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética e o Compromisso para o Crescimento Verde perspectivam para 2020 a redução de 25% do consumo de energia primária em relação à previsão do modelo PRIMES 2007.

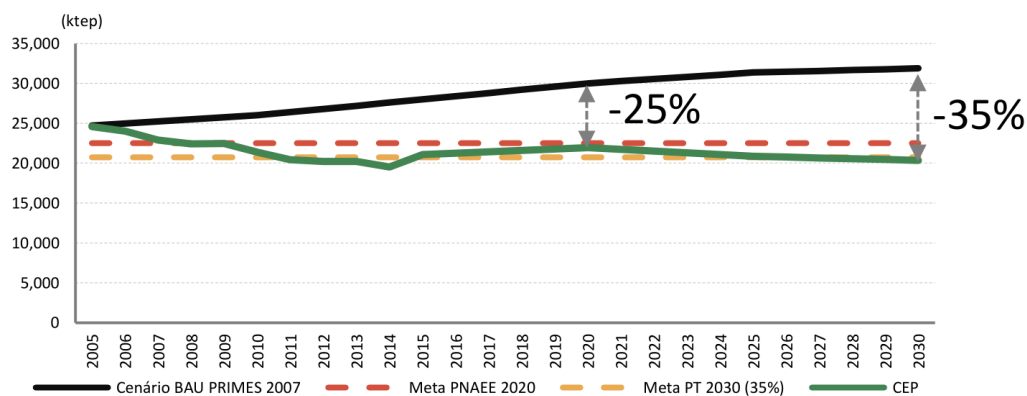


Figura 2.9: Metas da diretiva de eficiência energética: consumo de energia primária (DGEG 2019)

O gráfico da figura 2.9 permite visualizar a evolução da eficiência energética em Portugal, comparando os consumos de energia primária CEP (linha verde) com o cenário previsível se as medidas de eficiência energética impostas pela comunidade europeia não fossem implementadas – cenário PRIMES2007 (linha preto).

O Plano Nacional de Energia e Clima (PNEC 2030), em discussão pública até ao final de 2019, aglomera as estratégias energéticas e ambientais a implementar no período de 2021 a 2030, como patamar intermédio para alcançar as metas do Roteiro para a Neutralidade Carbónica da economia para 2050 (RNC2050).

As novas diretivas de eficiência energética, publicadas em 2018, formalizam a implementação das medidas de energia e clima para a década 2020-2030:

- EPBD-desempenho energético dos edifícios, Diretiva 2018/844/CE, revoga a Diretiva 2010/31/CE;
- Energia renovável, Diretiva 2018/2001/CE, revoga a Diretiva 2009/28/CE;
- DEE – diretiva eficiência energética 2018/2002, revoga a diretiva 2012/27/EU.

O novo pacote legislativo comunitário para a eficiência energética pretende acelerar o processo de renovação dos edifícios no espaço comunitário, implementando estratégias de redução do consumo de energia e de aumento da produção de energia de fontes renováveis, com o objetivo de alcançar edifícios energeticamente eficientes reduzindo as emissões de gases com efeito de estufa (GEE).

Refere, ainda, a necessidade de implementar infraestruturas para a mobilidade elétrica e sistemas automáticos de gestão do consumo, em articulação com as tecnologias de informação da rede, adaptando as necessidades do edifício e os padrões de utilização dos ocupantes à disponibilidade de energia.

A dependência externa de energias fósseis, passados sensivelmente 20 anos da entrada no novo milénio, continua a ser a principal preocupação energética dos países do espaço europeu e um dos enfoques da estratégia nacional, conforme se pode verificar na Figura 2.10.

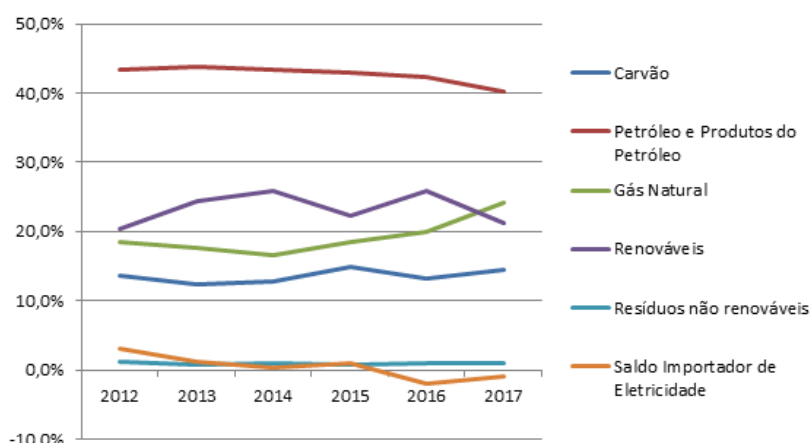


Figura 2.10: Evolução do consumo total de energia primária por tipo de fontes (%) (dgeg.gov.pt 2019)

As medidas concretas implementadas pelos estados membros e os reflexos causados quer na produção de energia renovável, quer na eficiência do consumo permitiram a publicação em 2018 da nova diretiva de eficiência energética 2018/2002/UE, estabelecendo metas mais ambiciosas a alcançar até 2030. Portugal tem implementado as principais medidas para a eficiência energética dos edifícios e para a mobilidade elétrica e caminha, a par dos restantes países da comunidade europeia, para a sustentabilidade energética em 2050.

2.3 A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS EDIFÍCIOS

O consumo de energia elétrica dos edifícios de habitação, em 2016, foi de 13TWh, representando 27,7% do consumo de energia elétrica nacional (Figura 2.11.).

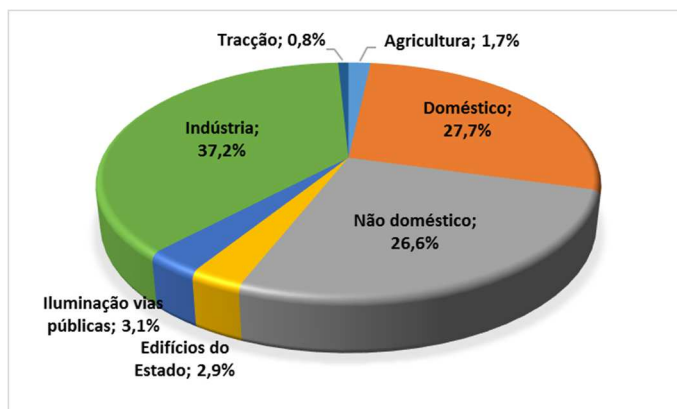


Figura 2.11: Distribuição de energia elétrica final por tipo de consumo em 2016 (Observatório da Energia 2019)

Os edifícios do estado, de habitação e de serviços consomem 57% da energia elétrica nacional, um valor na ordem dos 27TWh/ano.

A energia total consumida nos edifícios é na ordem de 54TWh/ano, correspondendo a 28,1% da energia total consumida no país, que é de 193TWh.

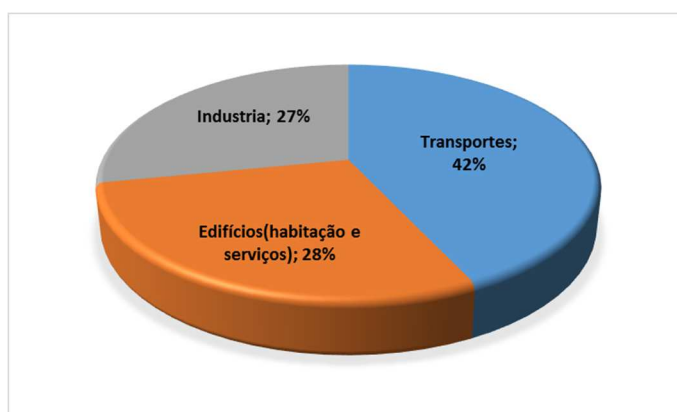


Figura 2.11: Distribuição do consumo de energia total em 2015 em Portugal (odyssee 2019)

A ordem de grandeza dos consumos de energia dos edifícios (mais de ¼ do total) justifica a imposição de medidas do estado para aumentar a eficiência energética.

Os consumos de energia nos edifícios podem ser subdivididos em:

- Iluminação;
- Sistemas técnicos de aquecimento/arrefecimento/ventilação;
- Aquecimento de águas sanitárias;
- Equipamentos elétricos e audiovisuais;
- Eletrodomésticos de limpeza (aspiradores, varredoras, polidoras).

Nos edifícios residenciais, acresce, o consumo dos eletrodomésticos de cozinha (máquinas de lavar, frigorífico, fogão, forno, micro-ondas, ferro de engomar).

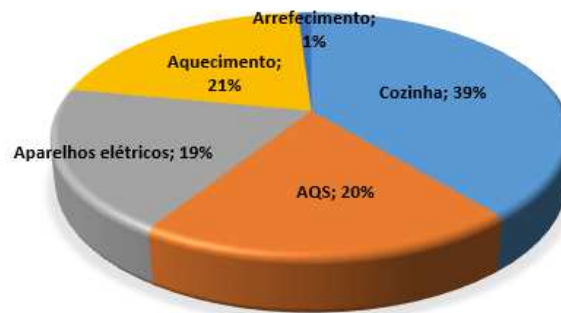


Figura 2.12: Distribuição dos consumos domésticos de energia em Portugal em 2015 (odyssee 2019)

Pela análise da Figura 2.12, 39% da energia total da habitação é consumida na cozinha para cozinhar (fogão, forno, micro-ondas, exaustor, frigorífico, arca congeladora, máquina de lavar louça), 20% para aquecimento das águas sanitárias, 19% pelo uso de produtos consumidores de energia elétrica (máquina de lavar e secar roupa, aspirador, ferro de engomar, televisão, rádio, aparelhagem, leitor de DVD, computador, impressoras, lâmpadas) e 22% para climatização (aquecimento e arrefecimento do ar interior).

Para que o nível de conforto das pessoas nas suas casas e espaços de trabalho se mantenham e, cumulativamente, os consumos de energia diminuam é necessário atuar sobre o desempenho térmico dos edifícios e sobre a eficiência dos aparelhos consumidores de energia.

Estes são os dois vetores chave da eficiência energética, regulamentados pelo Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (Decreto-Lei 118/2013) e pela etiquetagem energética de produtos relacionados com energia (Decreto-Lei 63/2011).

2.3.1 DESEMPENHO TÉRMICO DOS EDIFÍCIOS

O desempenho térmico dos edifícios está diretamente relacionado com a capacidade de conservação de energia no interior e o comportamento passivo do edifício face à exposição aos elementos do clima.

Os Métodos Passivos de melhoria do desempenho térmico consistem nos seguintes:

- **ISOLAMENTO TÉRMICO:** utilizar materiais na envolvente, que permitam reduzir a transmissão de calor;
- **ESTANQUEIDADE:** gerir as trocas de ar com temperaturas diferentes da interior, utilizando um esquema de ventilação natural adequado;
- **GESTÃO DA RADIAÇÃO SOLAR:** aproveitar a radiação solar para aquecimento no inverno e utilizar elementos de proteção para evitar o sobreaquecimento, no verão;
- **CONSERVAÇÃO DE ENERGIA:** utilizar a inércia térmica dos elementos de construção para gerir as temperaturas de conforto.

O desempenho térmico dos edifícios é aferido contabilizando as necessidades de energia útil para manter a temperatura interior dentro do intervalo de conforto térmico.

Na estação de aquecimento, a necessidade de energia no interior dos edifícios surge quando a temperatura do exterior é inferior à temperatura interior e a radiação solar, que incide através dos vãos

envidraçados, conjuntamente com a libertação de calor acumulado nos elementos interiores da habitação, não é suficiente para manter a temperatura acima dos 18°C (temperatura mínima regulamentar de conforto).

Os edifícios termicamente eficientes têm capacidade de conservar a energia no interior por mais tempo. Em geral, possuem vãos envidraçados estrategicamente voltados aos quadrantes de maior exposição solar (Quadro 2.3.), para recolher a radiação solar no interior, aquecer os elementos construtivos pesados e o ar interior. Quando o sol não incide e a temperatura exterior baixa, o calor interior perde-se pelos elementos da envolvente, baixando a temperatura e ativando a libertação de calor armazenado nos elementos pesados interiores, contribuindo para a minimização das necessidades de aquecimento.

Quadro 2.3: Fatores de orientação da radiação solar (Despacho n.º 15793-I/2013)

Orientação do vão (j)	N	NE/NW	S	SE/SW	E/W	H
X_j	0,27	0,33	1	0,84	0,56	0,89

No verão, a temperatura exterior raramente excede a temperatura máxima de conforto interior de 25°C, pelo que utilizando a ventilação será possível obter conforto no interior. Também deverá ser possível proteger o edifício da radiação solar, aplicando lâminas exteriores nos vãos envidraçados, árvores de folha caduca e soluções de fachada ventilada.

Nos casos em que os edifícios não são concebidos para terem desempenho térmico eficiente é necessário consumir bastante energia para obter conforto no interior.

Um edifício termicamente eficiente, se não necessitar de utilizar sistemas de climatização, poderá poupar 20% do consumo energia total consumida, segundo os dados do gráfico da Figura 2.12.

2.3.2 DESEMPENHO ENERGÉTICO DOS EDIFÍCIOS

O desempenho energético do edifício está relacionado com a energia primária total que o edifício necessita consumir para manter as condições de habitabilidade dos seus ocupantes.

A energia primária é “a energia proveniente de fontes renováveis ou não renováveis não transformada ou convertida” Decreto-Lei 118/2013, de 20 de agosto, ou seja, a energia base para produzir a energia final que consumimos. As perdas associadas à produção e distribuição da energia originam que seja necessária uma quantidade superior de energia primária para produzir energia final. Por sua vez, a transformação de energia final em energia útil implica mais perdas, associadas à eficiência dos aparelhos.

O regulamento de desempenho energético dos edifícios contabiliza a energia necessária para o aquecimento, arrefecimento e aquecimento de águas quentes sanitárias.

Devem ser utilizados painéis solares térmicos para minimizar o consumo de energia com a preparação de AQS. A utilização de sistemas técnicos envolve perdas de energia, pois a energia de consumo não é totalmente aproveitada. Por exemplo, o rendimento óptico dos painéis solares térmicos é de 73% e dos painéis fotovoltaicos de 16%, o que torna os primeiros sistemas mais recomendáveis.

Um edifício energeticamente eficiente necessita de pouca energia primária para assegurar as condições de conforto interiores. Mesmo não sendo um edifício termicamente eficiente pode utilizar fontes de energia renovável para manter o conforto térmico, o que o torna um edifício energeticamente eficiente.

Para obter uma melhoria da eficiência energética dos edifícios, na perspectiva de reduzir o consumo de energia primária, podem utilizar-se as seguintes estratégias:

- Melhoria da eficiência energética dos sistemas térmicos;
- Sistemas de recuperação de calor;
- Produção de energia térmica de fontes renováveis;
- Produção de energia elétrica de fontes renováveis.

O desempenho energético dos edifícios teoricamente pode ser melhorado pela utilização de sistemas de produção de energia de fontes renováveis, que reduzem a necessidade de recurso a energia primária. Na prática, o investimento em energias renováveis não é economicamente vantajoso se o edifício não apresentar um bom comportamento térmico.

No Quadro 2.4. apresentam-se as diversas parcelas que deverão ser contabilizadas na estimativa do consumo de energia total de um edifício ao longo do seu ciclo de vida, em que se encontram agrupados os consumos de energia parciais nas principais fases de existência do edifício: construção, utilização e demolição ou renovação.

Quadro 2.4: Consumo de energia total de um edifício

1. FASE DE CONSTRUÇÃO (FC) (prazo aproximado de 1 a 5 anos)			
	INDIRETO	DIRETO	
Equipamentos de construção (EC)	EC _{i1}	EC _{d1}	I&D/Projeto e planeamento
	EC _{i2}	-	Matéria prima
	EC _{i3}	-	Fabrico
	EC _{i4}	-	Parqueamento e distribuição
	-	EC _{d5}	Transporte e parqueamento
	-	EC _{d6}	Utilização
Materiais de construção (MC) Instalações e aparelhos Equipamento fixo	MC _{i1}	MD _{d1}	I&D/projeto e planeamento
	MC _{i2}	-	Matéria Prima
	MC _{i3}	-	Fabrico e embalagem
	MC _{i4}	-	Armazenamento e distribuição
	-	MC _{d5}	Descarga e armazenamento
	-	MC _{d6}	Transporte
	-	MC _{d7}	Construção incorporação
Total parcial de consumo (kW/h):		FC _{indireto}	FC _{direto}

2. FASE DE EXPLORAÇÃO (FE) (prazo aproximado de 20 a 50 anos)			
	INDIRETO	DIRETO	
Lâmpadas	-	EL _{d1}	Consumo
Eletrodomésticos (EL)	-	EL _{d2}	Reparações
Aparelhos de produção de AQS	EL _{i3}	-	Fabrico e distribuição
Aparelhos e Climatização	-	EL _{d4}	Substituição
Aparelhos de produção de energia	EL _{i5}	-	Transporte e triagem
	EL _{i6}		Transporte e aterro
Consumo de água (CA)	CA _{i1}	-	Tratamento e distribuição
	-	CA _{d2}	Bombagem
Resíduos urbanos (RU)	RU _{i1}	-	Armazenamento
	RU _{i2}	-	Tratamento e valorização
Total parcial de consumo (kW/h):		FE _{indireto}	FE _{direto}

Quadro 2.4: Consumo de energia total de um edifício (continuação)

3. FASE DE DESCONSTRUÇÃO (FD) (meses)			
	INDIRETO	DIRETO	
Demolição (DT)	-	DT _{d1}	Desmantelamento
	-	DT _{d2}	Transporte e triagem
Triagem	DT _{i3}	-	Transporte a Aterro
Total parcial de consumo (kW/h):	FD _{indireto}	FD _{direto}	

Para o cálculo do desempenho energético do edifício não se considera a energia necessária para a construção nem para a demolição do edifício, apenas o consumo em fase de utilização.

A eficiência energética do edifício é determinada comparando os valores dos consumos de energia durante a fase de utilização do edifício, a segunda fase do Quadro 2.4., com o consumo regulamentar máximo de referência.

A eficiência térmica dos edifícios, a eficiência energética dos aparelhos consumidores de energia e a utilização de energias renováveis, permitem melhorar o desempenho energético dos edifícios.

2.4 INFORMAÇÃO DO CERTIFICADO ENERGÉTICO DE EDIFÍCIOS PORTUGUÊS

O sistema de certificação energética de edifícios SCE é gerido pela ADENE, que qualifica técnicos especializados para classificarem a eficiência dos edifícios e emitirem o respetivo certificado energético.

Existem dois níveis de peritos qualificados: os PQ.I, que apenas podem emitir certificados para edifícios de habitação e pequenos edifícios de serviços com potência de climatização instalada até 25kW; e os PQ.II, que apenas podem emitir certificados de edifícios de comércio e serviços.

Um pré-certificado pode ser emitido em fase anterior à conclusão do edifício, mediante a análise das especificações do projeto.

O certificado reúne toda a informação relevante para identificar o edifício e o proprietário, como exemplifica a figura 2.13. Inclui a morada, coordenadas geográficas, número de inscrição na conservatória do registo predial e número da matriz da caderneta predial, foto do imóvel e informação relevante adicional, o que se justifica pela exigência deste certificado para as ações de compra/venda ou arrendamento do edifício ou fração.



Figura 2.13: Identificação do edifício de habitação no Certificado Energético

Toda a informação do certificado é preenchida pelo perito qualificado em plataforma online, que numera e emite os certificados energéticos.

A escala da Classe de Eficiência Energética é composta por 8 níveis designados por letras. A letra F classifica os edifícios menos eficientes, com necessidades anuais de energia primária superiores a 251% da necessidade máxima regulamentar de energia primária (Nt) e a letra A⁺ os edifícios mais eficientes, necessitando apenas de 0 a 25% da necessidade máxima regulamentar de energia primária (Nt).

No exemplo apresentado na figura 2.14 as necessidades anuais de energia primária do edifício (Ntc) representam 211% das necessidades anuais máximas de energia primária (Nt), marca situada no intervalo 201% a 250%, sendo atribuída a classe energética E ao edifício, o que se compreende pois trata-se de um edifício construído na década de 1960.

As necessidades anuais de energia primária para aquecimento, arrefecimento, preparação de AQS e contributo de energias renováveis, parcelas que compõe as necessidades anuais de energia primária, são apresentadas no certificado energético, indicando ainda a percentagem de variação de cada uma delas em relação ao valor máximo de referência, como se pode verificar no exemplo da Figura 2.14.

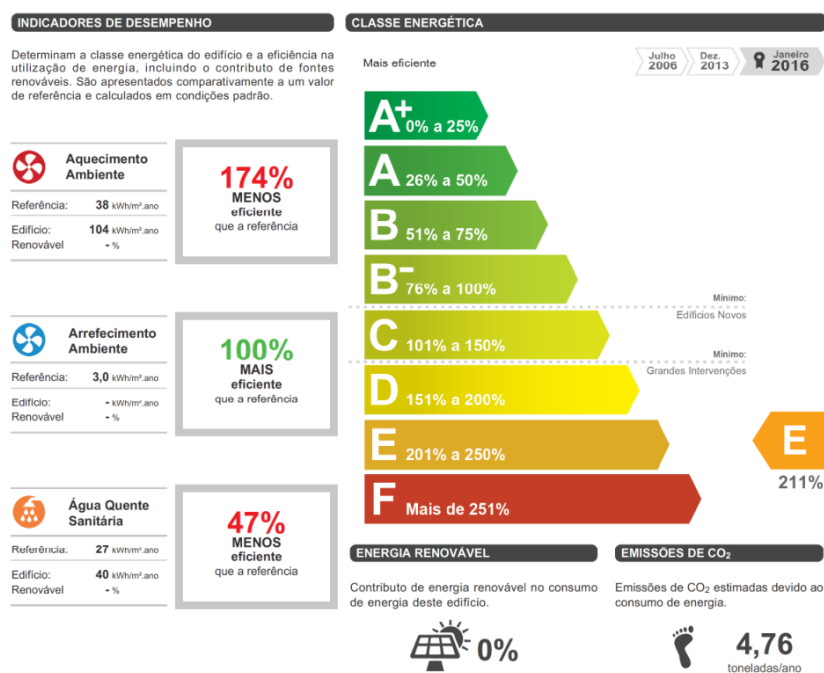


Figura 2.14: Escala de eficiência e parcelas de consumo de energia primária do certificado energético

A informação mais relevante do certificado energético - a identificação do edifício, a classe energética, o consumo total de energia primária anual por metro quadrado, os consumos com aquecimento, arrefecimento, preparação de AQS e contributo de energias renováveis - é apresentada na primeira página, Figuras 2.13 e 2.14.

O Certificado Energético classifica a eficiência energética estabelecendo a relação da necessidade anual global de energia primária do edifício (Ntc) com a necessidade máxima de energia primária regulamentar de referência (Nt).

Na segunda página do certificado é apresentada a caracterização do comportamento térmico do edifício. São classificados os elementos construtivos que contribuem para a conservação de energia: paredes exteriores, coberturas, pavimentos exteriores e janelas. Também é apresentada a distribuição percentual das transferências de calor da envolvente e por ventilação na estação de aquecimento e arrefecimento, como se pode verificar no exemplo da Figura 2.15.

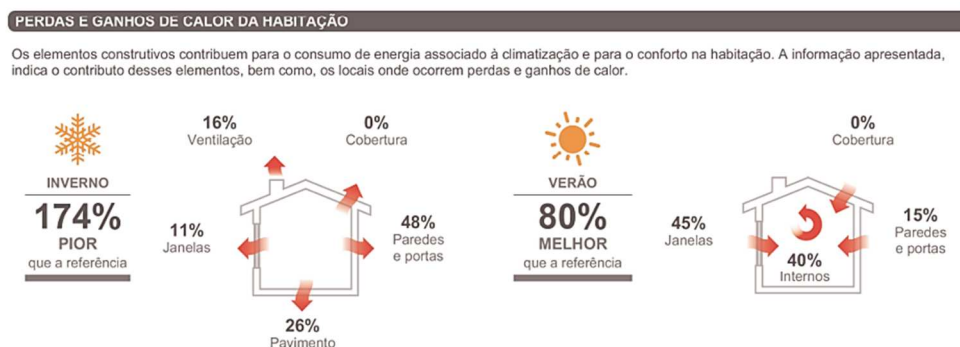


Figura 2.15: Perdas de calor, no inverno e ganhos térmicos, no verão, do certificado energético

Na página seguinte o Perito Qualificado (PQ) apresenta as principais medidas que, no seu ponto de vista, poderão contribuir para a melhoria do desempenho energético do edifício, indicando o custo estimado, a redução anual de consumo de energia e a nova classificação, no caso das correções propostas serem implementadas (Figura 2.16.).



Figura 2.16: Medidas de melhoria e recomendações do certificado energético

São apresentadas ainda, recomendações para a correta utilização dos sistemas técnicos, alertando para a necessidade de manutenção e substituição por soluções mais eficientes.

A poupança económica com a implementação de medidas de melhoria não é, em muitos casos, economicamente vantajosa, mas o conforto e a sustentabilidade energética valorizam o edifício, justificando, frequentemente, o investimento.

Nas páginas seguintes o certificado apresenta a informação detalhada relacionada com as características térmicas e energéticas do edifício, determinadas pelo Perito Qualificado no processo de certificação do edifício, e de cuja consideração resulta a classe energética atribuída (Figura 2.17.).

RESUMO DOS PRINCIPAIS INDICADORES			DADOS CLIMÁTICOS	
Sigla	Descrição	* Valor / Referência	Descrição	* Valor
Nic	Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (kWh/m ² .ano)	104,4 / 38,1	Altitude	137 m
Nvc	Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (kWh/m ² .ano)	1,8 / 9,1	Graus-dia (18° C)	1319
Qa	Energia útil para preparação de água quente sanitária (kWh/ano)	2.377,0 / 2.377,0	Temperatura média exterior (I / V)	9,6 / 20,9 °C
Wvm	Energia elétrica necessária ao funcionamento dos ventiladores (kWh/ano)	0,0	Zona Climática de inverno	I2
Eren	Energia produzida a partir de fontes renováveis para usos regulados (kWh/ano)	0,0 / 0,0*	Zona Climática de verão	V2
Eren, ext	Energia produzida a partir de fontes renováveis para outros usos (kWh/ano)	0,0	Duração da estação de aquecimento	6,3 meses
Ntc	Necessidades nominais anuais globais de energia primária (kWh _{ep} /m ² .ano)	361,4 / 171,3	Duração da estação de arrefecimento	4,0 meses

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

Figura 2.17: Principais características energéticas do edifício determinadas pelo PQ no certificado energético

Para além dos indicadores que caracterizam o comportamento térmico do edifício, consta ainda do certificado os dados climáticos da zona onde o edifício está implantado, os coeficientes de transmissão térmica dos elementos da envolvente do edifício e os valores regulamentares máximos de referência (Figura 2.18).

PAREDES, COBERTURAS, PAVIMENTOS E PONTES TÉRMICAS PLANAS				
Descrição dos Elementos Identificados	Área Total e Orientação [m²]	Coeficiente de Transmissão Térmica* [W/m².°C]		
		Solução	Referência	Máximo
Paredes				
Parede dupla de alvenaria de tijolo sem isolamento térmico, rebocada em ambas as faces, com cerca de 30 cm de espessura total.	21  19 1,4	1,50 ★☆☆☆☆	0,40	-
Parede dupla sem isolamento térmico em contacto com edifícios adjacentes.	60,2	1,50 ★☆☆☆☆	0,70	-
Parede que separa a habitação da caixa de escadas.	22,7	1,50 ★☆☆☆☆	0,40	-
Pavimentos				
Laje aligeirada sem isolamento térmico sobre comércio.	91,4	1,45 ☆☆☆☆☆	0,35	-

* Menores valores representam soluções mais eficientes.

Figura 2.18: Coeficientes de transmissão térmica dos elementos da envolvente no certificado energética

Os vãos envidraçados devem ser cuidadosamente analisados, pois representam zonas de descontinuidade da envolvente, ocorrendo maiores trocas térmicas e a possibilidade de infiltrações de ar. Os vãos das janelas permitem a iluminação e o aquecimento do interior do edifício por efeito da incidência da radiação solar. No entanto, o coeficiente de transmissão térmica do sistema caixilho/vidros é bastante mais elevado do que o da envolvente opaca do edifício, aumentando as perdas de calor e podendo originar a acumulação de humidade de condensação.

Os vãos envidraçados devem estar dotados de dispositivos de proteção solar para evitar o aquecimento do interior do edifício por efeito da radiação solar, situação frequentemente fazendo parte das recomendações dos PQ, quando inexistente.

Os vãos envidraçados são caracterizados quanto às características de transmissão térmica, fator solar do vidro e do sistema da janela, no certificado energético, conforme o exemplo da figura 2.19.

VÃOS ENVIDRAÇADOS						
Descrição dos Elementos Identificados	Área Total e Orientação [m²]	Coef. de Transmissão Térmica* [W/m².°C]		Fator Solar		
		Solução	Referência	Vidro	Global	
Caixilharia de madeira com vidro simples. Persiana plástica de cor clara.	3,8  9,0	3,40	2,40	0,85	0,07	★★☆☆
* Menores valores representam soluções mais eficientes.						

Figura 2.19: Coeficientes de transmissão térmica e fator solar dos vãos envidraçados no certificado energético

A renovação de ar através dos vãos envidraçados é uma prática corrente nos sistemas de ventilação natural, no entanto em soluções de ventilação mecânica com recuperação de calor é indispensável a estanqueidade dos caixilhos das janelas para a conservação da energia térmica no interior do edifício.

As características do sistema de ventilação do edifício e dos aparelhos de aquecimento, arrefecimento, e de AQS instalados ou previstos instalar são apresentadas pelo Perito Qualificado no certificado, conforme o exemplo da Figura 2.20.

SISTEMAS TÉCNICOS E VENTILAÇÃO						
Descrição dos Elementos Identificados	Uso	Consumo de Energia [kWh/ano]	Potência Nominal [kW]	Perdas estáticas		
				Solução	Máximo	
Termoacumulador						
Termoacumulador eléctrico para preparação das AQS.		3.668,65	1,50			
*Valores menores representam soluções mais eficientes.						
Descrição dos Elementos Identificados	Uso	Consumo de Energia [kWh/ano]	Potência Nominal [kW]	Desempenho Nominal*		
				Solução	Ref.	
Radiadores ou acumuladores fixos						
Radiadores eléctricos fixos, nos compartimentos principais.		9.546,75	1,00	1,00	1,00	
*Valores maiores representam soluções mais eficientes.						
Descrição dos Elementos Identificados	Uso	Taxa nominal de renovação de ar (h ⁻¹)				
		Solução		Minimo		
Ventilação						
Não existem dispositivos específicos de admissão de ar. Existem 3 condutas de saída de ar, nos compartimentos de serviço, por ventilação natural.			0,77		0,40	

Figura 2.20: Sistemas térmicos e de ventilação do certificado energético

Todas as informações disponíveis no certificado energético são bastante importantes para a caracterização das necessidades de consumo de energia do edifício.

A classe energética é uma boa referência para caracterizar a eficiência energética dos edifícios, pois permite estabelecer a relação dos consumos de energia em relação às condições mínimas regulamentares. No entanto, é indispensável compreender a informação complementar disponibilizada no certificado para caracterizar o comportamento energético do edifício, complexidade das soluções instaladas e encargos de manutenção associados

O certificado disponibiliza bastante informação acerca do comportamento térmico do edifício, das características dos elementos construtivos e das principais características dos sistemas técnicos instalados. Apresenta ainda indicação do consumo anual estimado para aquecimento/arrefecimento/AQS e estudo económico da viabilidade de aplicação das principais medidas de melhoria para aumentar a eficiência energética.

2.5. NOTAS FINAIS

O sector da construção serve a sociedade e o estado. Assegura a existência das infraestruturas necessárias para a instalação e desenvolvimento da população, da indústria, a mobilidade e os transportes. Em contrapartida é inegável o impacto sobre o ambiente, quer pela exploração transporte e movimentação de enormes quantidades de matérias primas, quer pela intervenção no meio natural e alteração da paisagem.

Os edifícios de habitação e comércio são responsáveis por cerca de $\frac{1}{4}$ do consumo da energia total do país, valor significativo, mas bastante menor que os 40%, que se registavam em 1990, antes da implementação dos regulamentos de térmica dos edifícios e do sistema nacional de certificação energética dos edifícios (SCE).

A margem para implementar medidas de aumento da eficiência energética dos edifícios é menor que as de 1990, no entanto as metas impostas pela comunidade europeia obrigam a reduzir ainda mais os consumos, que se vai traduzir em benefícios para o parque imobiliário. Será necessário continuar a atuar sobre as soluções construtivas até ao limite da eficiência térmica e mobilizar a grossa fatia dos consumos dos aparelhos elétricos e de cozinha, sensibilizando do utilizador para o consumo eficiente e para as vantagens da utilização de fontes de energia renováveis.

3

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ENERGÉTICO

3.1. METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PROJETOS

Os projetos de edifícios são elaborados em observância de normas e regulamentos, para salvaguardar a segurança e saúde dos utilizadores e da sociedade. No entanto, bastante liberdade artística e técnica é concedida aos projetistas para poderem criar formas e volumes diferenciadores e desenvolver soluções e técnicas de diversa complexidade.

A avaliação da qualidade de projetos permite a comparação das soluções projetadas ou especificadas com soluções de referência, bastante difíceis de conceber no setor da construção, pois os edifícios apresentam características específicas que os diferenciam profundamente. Os edifícios são a prova de que é possível desenvolver múltiplas soluções válidas para um problema idêntico.

É um tema bastante complexo, endereçado diretamente aos profissionais do setor da construção, mas que afeta a sociedade e a economia. A variabilidade do produto da construção condiciona a aplicação da maior parte das técnicas da qualidade clássicas, desenvolvidas em ambiente industrial, para a produção de quantidades muito elevadas de produtos rigorosamente iguais, situação completamente diversa do contexto em que se desenvolve a indústria da construção.

A análise estatística é possível de implementar a partir de amostras representativas da população a analisar, mas a diversidade do produto da construção inviabiliza a utilização de métodos estatísticos para o controlo da qualidade em qualquer das fases do processo produtivo. No entanto, na produção de materiais de construção são amplamente aplicadas todas as técnicas de controlo da qualidade da indústria de produção em série. Em rigor, a indústria de materiais de construção encontra-se à parte do essencial da indústria da construção.

Os critérios de qualidade específicos da indústria da construção são, em primeiro lugar, ditados pela percepção dos vários profissionais intervenientes que avaliam os trabalhos, por eles próprios desenvolvidos, nas várias áreas específicas em que atuam. Apreciam o método de elaboração e as ferramentas utilizadas, a observância das obrigações legais e das normas aplicáveis, a perícia e complexidade técnica das tarefas, a experiência profissional e o de custo da solução.

Dada a importância, em termos de investimento económico e mobilização de recursos e meios da fase de execução, é natural que o investidor/gestor do projeto veja com interesse uma classificação da qualidade do projeto, que auxilie na previsão da aceitação do mercado da solução adotada e permita comprovar, perante entidades e parceiros, a rentabilidade da solução a implementar em diversas facetas.

Normalmente a avaliação da qualidade do projeto é informal, baseada na opinião dos projetistas e empreiteiros consultados, complementada pelo estudo de viabilidade económica. Raras vezes é efetuada uma avaliação quantitativa em relação à qualidade/eficiência vs. custo do empreendimento, em parte porque o projeto é elaborado por profissionais especialistas do sector, nos quais se deposita a confiança de desenvolverem trabalhos de alta performance e, também, devido à componente artística que inviabiliza, em algumas especialidades, a aplicação estrita de critérios de qualidade.

No caso específico dos edifícios de habitação, a avaliação da qualidade dos projetos de construção já mereceu desenvolvimento em vários países ao longo dos anos, como meio de auxílio à informação ao consumidor e como método de apoio à decisão para seguradoras e entidades financiadoras (Quadro 3.1).

Quadro 3.1: Métodos de avaliação da qualidade de projetos

ANO	MÉTODO	ENTIDADE	PAÍS
1980	QUALITEL	Association Qualitel	França
1986	SEL*	OFL – Office Fédéral du Logement	Suíça
1995	MC_FEUP	FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto	Portugal
2000	HQI**	The National Affordable homes agency	Inglaterra

* Systeme d'évaluation de logements

** Housing Quality Indicators

O conceito de qualidade dos projetos de construção foi amplamente desenvolvido nos vários métodos de avaliação, derivando em duas componentes principais identificadas:

- Qualidade das soluções construtivas – avalia os projetos de especialidades, incidindo sobre o comportamento dos materiais de construção;
- Qualidade da utilização de espaços – avalia a compartimentação e funcionalidade da solução arquitectónica, verificando a habitabilidade e funcionalidade dos espaços.

Por sua vez, vários critérios de avaliação parcelar podem ser contemplados para caracterizarem cada uma das duas componentes principais da qualidade dos projetos de edifícios de habitação.

O resultado da avaliação pode ser apresentado de duas formas:

- Em blocos autónomos – em que é apresentada a análise de cada rubrica de avaliação, permitindo a apresentação do resultado segundo um perfil gráfico-numérico de classificação e deixando ao utilizador a tarefa de os ponderar de acordo com os seus interesses (Fig.3.1);

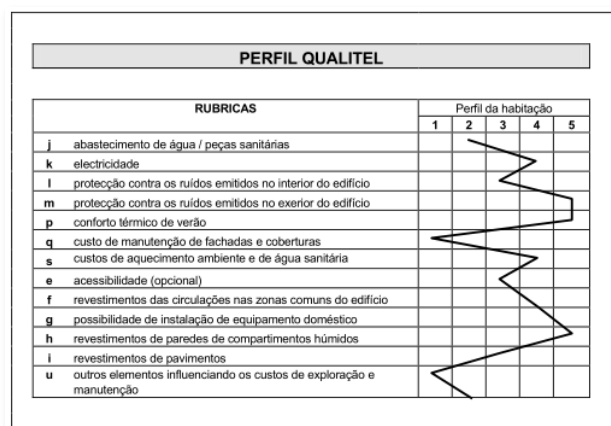


Figura 3.1: Apresentação de resultados em blocos autónomos – Perfil Qualitel 1980 (Moreira da Costa 1995)

- Em árvore – em que a análise é efetuada de forma sequencial, partindo da classificação de características elementares, obtendo progressivamente classificações parcelares, até chegar à classificação global. São aplicadas ponderações nas classificações obtidas em cada critério parcial, para traduzir a contribuição parcelar de cada um, obtendo um valor para o nível de qualidade global (Fig.3.2).

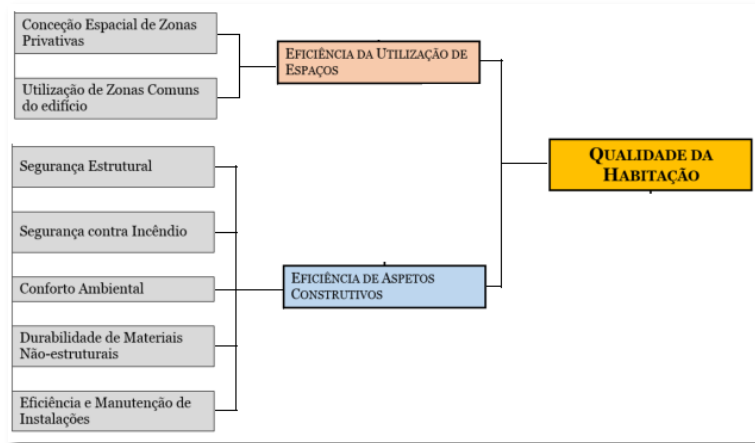


Figura 3.2: Árvore de critérios de avaliação da qualidade de projeto de edifícios
Método MC_FEUP (Moreira da Costa 1995)

A classificação da qualidade do projeto deverá ser apresentada de maneira que permita informar gestores e clientes da qualidade da solução: o perfil (método de blocos autónomos) e o valor final (método em árvore).

3.1.1 MÉTODO QUALITEL

O perfil de avaliação da qualidade do método Qualitel (Figura 3.1) é uma ferramenta intuitiva. Permite obter graficamente a “percepção” da uniformidade da solução adoptada, sendo utilizado pelos profissionais para comparar edifícios e pelo público para identificar as características do edifício. Infelizmente, este processo foi abandonado nos finais da década de 1990; atualmente, a qualificação Qualitel não especifica as diferentes componentes nem que níveis foram atingidos em cada uma.

O perfil Qualitel traduz a análise aprofundada de aspectos técnicos dos projetos. Não analisa diretamente questões relacionadas com a organização e utilização dos espaços do edifício, deixando-as ao livre critério de avaliação de cada interessado.

Atualmente o método de avaliação Qualitel é utilizado como referencial de certificação da qualidade de novos empreendimentos habitacionais.

Os temas de avaliação estão subdivididos em três componentes:

- organização do estaleiro;
- características técnicas;
- informação ao cliente.

Existem 3 tipos de qualificação: Habitat & Environnement (A e B) e Qualitel; os empreendimentos têm que obter nota 3 a 5 nas rubricas de avaliação obrigatórias, assinaladas com ponto cheio no Quadro 3.2.

As rubricas assinaladas com ponto vazio são de subscrição opcional, pois caracterizam o empreendimento, mas não condicionam a obtenção da certificação.

Quadro 3.2: Perfis de certificação da entidade certificadora da Associação Qualitel (qualitel.org 2019b)

Thèmes de la certification	Rubriques	H&E Profil A	H&E Profil B	Qualitel
Organisation	Rubriques d'Audit			
Th 1 : Management environnemental de l'opération	MEO ou SMEO : Management Environnemental de l'Opération (5 pour Système)	•	•	-
Th 2 : Chantier propre	CP : Chantier Propre	•	-	-
Technique	Rubriques Techniques			
Th 3 : Energie – Réduction de l'effet de serre	MCE : Maîtrise des Consommations Electriques	•	•	-
	PE : Performance Energétique	•	•	•
Th 4 : Filière constructive – Choix des matériaux	CM : Choix des Matériaux	•	•	-
	DE : Durabilité de l'Enveloppe	•	•	•
Th 5 : Eau	GE : Gestion de l'Eau	•	•	•
Th 6 : Confort et Santé	AE : Acoustique Extérieure	•	•	•
	AI : Acoustique Intérieure	•	•	•
	CV : Confort Visuel	•	•	-
	ELC : Espaces et Locaux Communs	•	•	-
	QAI : Qualité de l'Air Intérieur	•	•	-
	TE : Thermique d'Été	•	•	•
Information	Rubrique d'Information			
Th 7 : Gestes verts	IHG : Information des Habitants et du Gestionnaire	•	•	•
	AH : Accessibilité et Habitabilité	○	○	○
	CG : Coût Global	○	○	-
	EC : conception Économe en Charges	○	○	○
	ID : Indicateurs	○	○	-
	Option Label « Bâtiment biosourcé »	○	○	○
	Option Performance	○	-	-

Com mais de 1,8 milhões de edifícios avaliados desde 1974, o método Qualitel é, atualmente, a referência no reconhecimento da qualidade das soluções construtivas em edifícios habitacionais novos em França.

3.1.2 MÉTODO SEL

O método SEL - Système d'Évaluation de Logements, foi desenvolvido em 1975 pelo governo Suíço para assegurar a construção de edifícios de elevada qualidade. Gravita numa área diversa do método Qualitel, pois avalia a qualidade dos edifícios habitacionais na vertente da eficiência da utilização dos espaços.

É um método de estrutura de avaliação em árvore com 39 parâmetros organizados em três rubricas:

- W1-Habitação;
- W2-Meio envolvente imediato;
- W3-Localização urbana.

Através da classificação ponderada de cada rubrica, é possível obter uma classificação global de qualidade da habitabilidade do edifício, designada por “VU - Valor de Utilização”.

A cada critério de avaliação é atribuída uma nota de 1 a 3 que, seguidamente, é multiplicada pelo fator de ponderação correspondente (Quadro 3.3).

O Valor de Utilização é obtido somando os valores ponderados de cada rubrica e dividindo pela ponderação total. Obtém-se uma nota global de 1 a 3.

Quadro 3.3: Critérios do método SEL e ponderações dos parâmetros de avaliação (OFL 2019)

Método SEL - Qualidade da Habitabilidade								
Critério W1 - Habitação			Critério W2 - Meio Envolvente Imediato			Critério W3 - Localização Urbana		
Total des coefficients de pondération W1		36	Total de coefficients de pondération W2		28	Total de coefficients de pondération W3		36
B1	Surface nette habitable	3	B17	Offre de logements	2	B31	Place de jeu dans le quartier	3
B2	Nombre de pièces	3	B18	Locaux supplémentaires à louer	3	B32	Parc public, forêt	2
B3	Flexivilité d'utilisation	3	B19	Modification de la taille du logement	2	B33	Transports publics	8
B4	Ameublement des lieux de séjour	3	B20	Accès au logement	2	B34	Centre de proximité	8
B5	Fenêtres dans les lieux de séjour	2	B21	Entrée de l'immeuble	2	B35	Ecoles infantine et primaire	3
B6	Emplacement du coin repas	2	B22	Buanderies et séchoirs	3	B36	Ecole secondaire	1
B7	Ameublement du coin repas	2	B23	Locaux de rangement privés	2	B37	Services sociaux	1
B8	Liaison avec le coin cuisine	2	B24	Locaux de rangement communautaires	1	B38	Lieu de délassement	3
B9	Fenêtres dans le coin cuisine	1	B25	Locaux communautaires polyvalents	1	B39	Centre régional	7
B10	Equipement sanitaire	1	B26	Espaces communautaires extérieurs	4			
B11	Fenêtres dans les sanitaires	1	B27	Accès pour piétons et cyclistes	2			
B12	Possibilités d'agencement	4	B28	Places de parc pour voitures	1			
B13	Espaces modulables	2	B29	Transition de l'espace public à l'espace privé	1			
B14	Possiliités de réaménagement	2	B30	Pollution sonore et protection contre le bruit	2			
B15	Facilités de circulation	2						
B16	Espaces extérieurs privés	3						

Três valores são normalmente utilizados para caracterizar a habitabilidade:

- Valor de utilização W3 (Σ dos pontos ponderados W3 / 36);
- Valor de utilização W1+W2 (Σ dos pontos ponderados W1+W2 / 64);
- Valor de utilização W1+W2+W3 (Σ dos pontos ponderados W1+W2+W3 / 100).

O método SEL devolve um valor global traduzindo o grau de habitabilidade global do edifício.

3.1.3 MÉTODO HQI

O método HQI - Housing Quality Indicators foi desenvolvido em 2000 pela agência de habitação inglesa (The National Affordable Homes Agency) para avaliar projetos e habitações. Como a instituição efetuava a avaliação das habitações apenas com base no critério custo, teve a necessidade complementar a avaliação com critérios de qualidade de habitabilidade, pelo que desenvolveu o método HQI.

Os critérios de avaliação são designados indicadores para a qualidade das habitações. Estão organizados num sistema de campos de avaliação autónomos e em árvore, permitindo obter a classificação das notas dos 10 indicadores parciais e a classificação final (média das 10 notas), como se pode ver no Quadro 3.4.

Os indicadores 5, 6 e 7, relacionados com as características da habitação (dimensões, distribuição dos espaços e ruído, iluminação e instalações), são os indicadores atualmente utilizados para avaliar o desempenho do ambiente interior.

A avaliação do indicador 9, relacionado com a sustentabilidade e energia, é determinado utilizando os níveis de sustentabilidade do regulamento nacional britânico para o projeto sustentável, designado “Code of Sustainable homes”, que substituiu em dezembro de 2006 o “Ecohomes”, desenvolvido pelo BRE - Building Research Establishment.

Quadro 3.4: Indicadores da qualidade da habitação (gov.uk 2019)

INDICADORES	DESCRIÇÃO	PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO
1. Localização	Localização	Proximidade de serviços (80%)
		Inconvenientes (10%)
		Fontes de ruído (10%)
2. Obra	Impacto visual e paisagismo	Impacto visual (33%)
		Layout (33%)
		Paisagismo (33%)
3. Obra	Espaço livre	Espaços coletivos (20 a 50%)
		Espaços coletivos interiores (10%)
		Parque infantil (20%)
		Espaço livre privado/coletivo (16%)
		Características dos jardins (9%)
		Parque de estacionamento (25%)
4. Obra	Vias e tráfego	Estradas e tráfego (50%)
		Acessos à habitação (50%)
5. Habitação	Dimensões	Área por Tipologia (75%)
		Áreas dos compartimentos (25%)
6. Habitação	Distribuição de espaços	Mobiliário, acessos, passagens e compartimentos (50%)
7. Habitação	Ruído, iluminação e instalações	Isolamento acústico (27%)
		Qualidade de iluminação (18%)
		Eletricidade, telefones e dados (24%)
		Serviços adicionais (25%)
		Adaptabilidade (6%)
8. Habitação	Acessibilidade no fogo	Acessibilidade interior (100%)
9. Habitação	Energia e vertentes ecológicas e sustentabilidade	Code for sustainable homes
		Ecohomes
		Rehabilitation
10. Ambiente exterior	Desempenho na utilização	Caráter (25%)
		Estradas, estacionamento e passeios (25%)
		Projeto e construção (25%)
		Ambiente e comunidade (25%)

3.1.4 MÉTODO MC_FEUP

O método de avaliação da qualidade MC_FEUP, será, eventualmente, um dos mais completos métodos de avaliação de projetos de edifícios.

Tal como o método HQI fornece uma avaliação completa da qualidade das habitações caracterizando a qualidade dos edifícios, utilizando campos de avaliação em árvore, nas duas vertentes clássicas da qualidade da construção: soluções construtivas e de utilização dos espaços.

O método MC_FEUP obedece ao esquema de avaliação apresentado na Figura 3.3.

Os critérios de avaliação da eficiência da utilização dos espaços foram inspirados no Método SEL e a eficiência dos aspectos construtivos está intimamente relacionada com os requisitos regulamentares dos projetos de especialidades de engenharia nacionais e indo buscar igualmente inspiração às rubricas de avaliação do Método Qualitel, em ambos os casos nas suas versões da década de 1990.

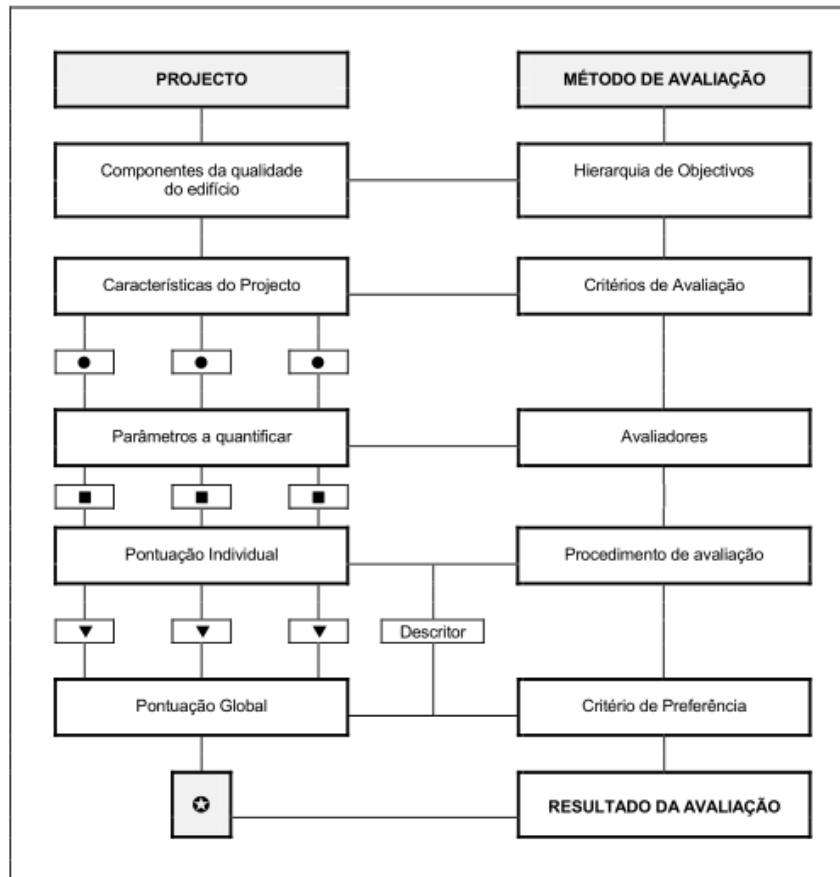


Figura 3.3: Organização de um método de avaliação da qualidade de projetos de edifícios (Moreira da Costa 1995)

O método aplica os critérios de avaliação às características do projeto através de parâmetros de avaliação, que são afetados de pontuações individuais para obter o perfil de indicadores parcelares. A classificação final é obtida pela ponderação dos critérios parciais.

Como resultado da avaliação obtém-se o perfil de avaliação composto pelos indicadores parciais e a classificação global da qualidade do projeto, composta pelas duas componentes: utilização dos espaços e eficiência dos aspetos construtivos (Figura 3.4.).

O método tem a vantagem de caracterizar a qualidade da habitação nas duas componentes clássicas, equacionando as exigências regulamentares nacionais e standards de qualidade adicionais relacionados com o conforto da utilização, possibilitando a obtenção de níveis de qualidade parcelares (projeto de cada especialidade) ou globais.

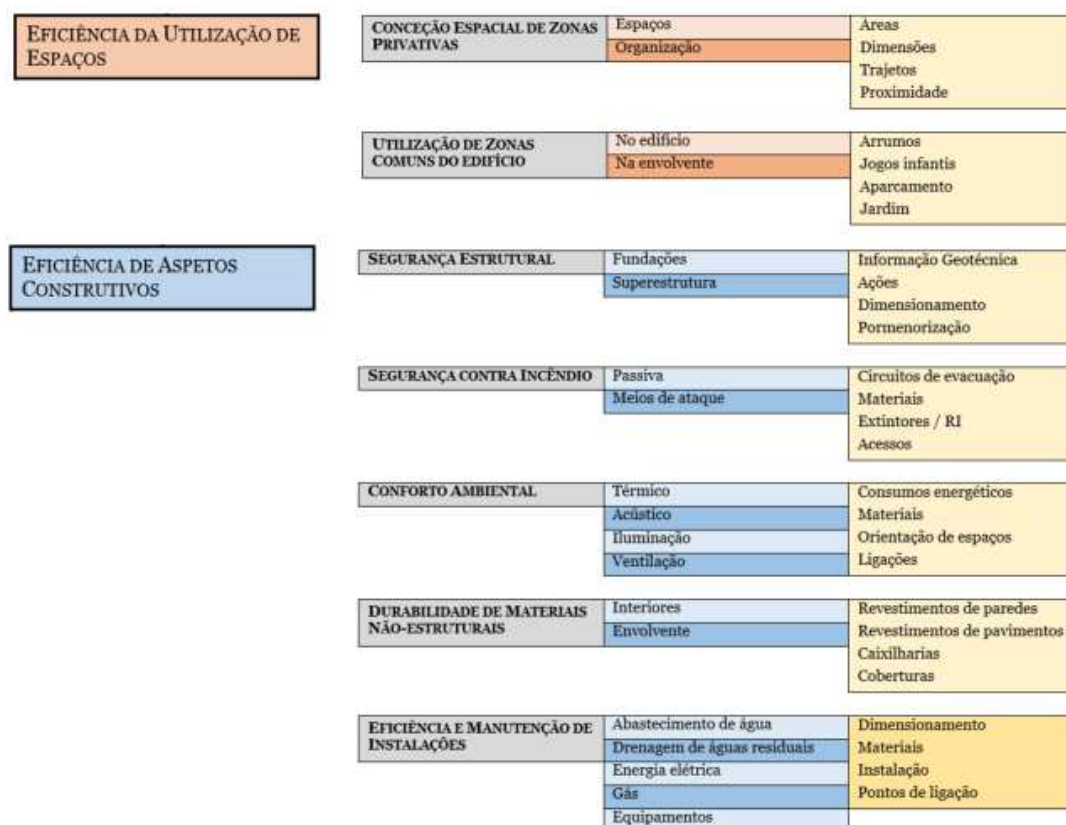


Figura 3.4: Critérios de avaliação do método MC_FEUP (Moreira da Costa 1995)

Utilizando o método MC_FEUP para avaliar um projeto, para além de uma nota global ponderada é possível, tal como no método Qualitel, traçar um perfil de classificação da qualidade do empreendimento, composto por 7 rubricas que se subdividem em 112 indicadores ou critérios de avaliação.

É uma ferramenta relevante para avaliar quantitativamente o trabalho da equipa de projeto e a contribuição de cada profissional para a qualidade final do empreendimento.

3.2. CRITÉRIOS E PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ENERGÉTICO

3.2.1 CLASSIFICAÇÃO DO CERTIFICADO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO

Em Portugal todos os projetos de edifícios são submetidos a aprovação das entidades competentes, que verificam o cumprimento dos requisitos mínimos definidos pela legislação regulamentar e comunicam a aprovação ou rejeição.

O projetista de térmica é o profissional que elabora o projeto de comportamento térmico do edifício, define as características dos componentes do edifício que contribuem para o isolamento térmico, a estanqueidade e a ventilação, e pré-dimensiona os sistemas técnicos para aquecimento e arrefecimento, garantindo as temperaturas de conforto no interior do edifício. A CERTIF - Associação para a Certificação certifica as competências do projetista de térmica.

De todos os projetos exigidos para o licenciamento apenas o desempenho energético do edifício é avaliado e dá origem a uma classificação da qualidade do edifício, na componente de consumo de energia.

O Perito Qualificado é um profissional, que fazendo parte do Sistema de Certificação Energética (SCE), está qualificado pela ADENE – Agência para a Energia - para avaliar e certificar a eficiência energética dos edifícios, mediante a emissão de um certificado energético.

Os peritos qualificados utilizam os critérios estabelecidos no SCE (REH e RECS) para avaliar o desempenho energético do edifício atribuindo uma nota segundo uma escala pré-definida.

As necessidades de energia para aquecimento dos espaços interiores dos edifícios são asseguradas pelos sistemas de aquecimento. Para manter a temperatura interior é necessário que os aparelhos forneçam a energia equivalente às perdas pela envolvente e pela entrada de ar frio, estabelecendo o equilíbrio térmico.

Os sistemas técnicos têm um rendimento, que vai determinar a energia necessária fornecer ao aparelho (energia 2 da Figura 3.5) para produzir a energia interior pretendida. O rendimento dos aparelhos está associado à classe de eficiência energética.

A necessidade de energia primária do edifício é determinada contabilizando a fração de combustível fóssil da energia 2 do esquema da Figura 3.5.

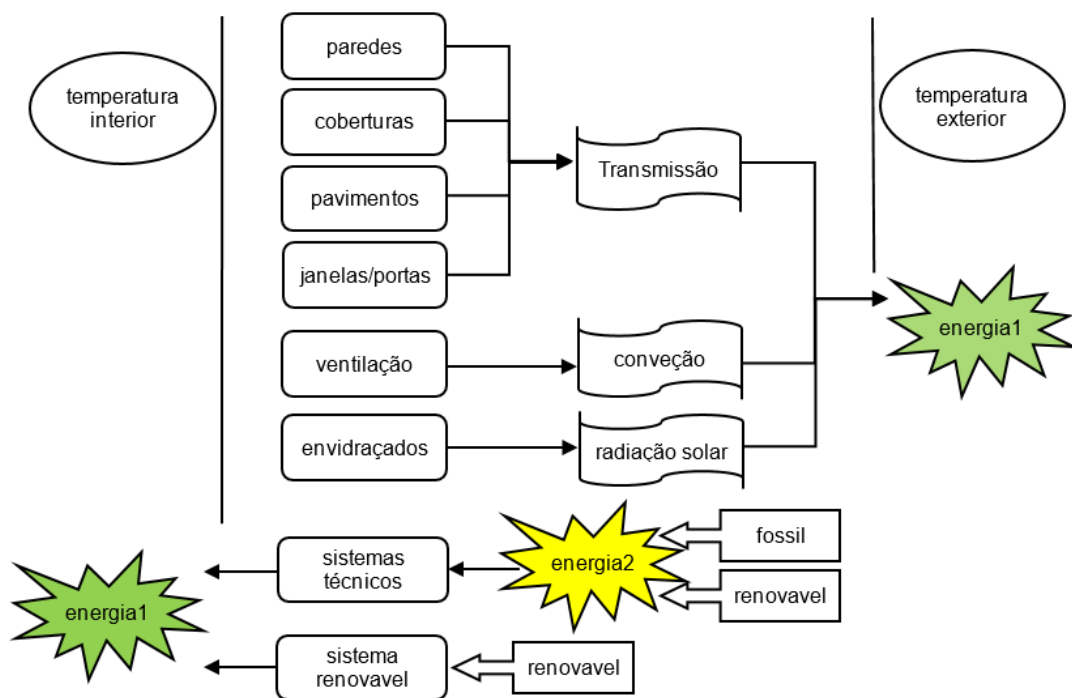


Figura 3.5: Esquema de satisfação das necessidades energéticas de climatização do edifício

A energia final é a energia efetivamente consumida; a energia primária é a energia consumida para produzir a energia final. A energia primária é superior à energia final, pois é necessário entrar em linha de conta com as perdas dos equipamentos de produção da energia.

No caso da eletricidade a energia primária entra em linha de conta com as perdas na produção e na distribuição, considerando-se o coeficiente de conversão de 2,5. Significa que para colocar no consumidor 1 kWh de energia é necessário consumir 2,5 kWh de energia primária.

A conversão da energia final para energia primária é efetuada considerando os valores dos consumos para produção de energia final apresentados no Quadro 3.5.

Quadro 3.5: Consumo de energia primária em kWh_{EP} para produzir 1 kWh de energia final

	SCE	Qualitel	
	Energia primária	Norma Francesa	Coefficient ACV
Eletricidade	2.5	2.58	3.13
Gás, carvão	1	1	1.2
Combustível líquido	1	1	1.25
Combustíveis sólidos, líquidos e gasosos não renováveis	1	1	-
Energia térmica renovável	1	1	-
Lenha	1	1*	1.25
Madeira granulada(pellets)	1	1*	1.61
Madeira serrada	1	1*	1.72

* pode baixar para 0,6

A avaliação da classe energética de um edifício é efetuada comparando o valor das necessidades de energia primária do edifício projetado com o valor da energia primária máxima regulamentar.

Para contabilizar o valor das necessidades energia primária dos edifícios é necessário contabilizar as necessidades de energia para a climatização, para a preparação de AQS e para a ventilação, que asseguram as condições de conforto interior regulamentares. Para edifícios de Comércio e serviços acrescem os consumos com a iluminação noturna. Os consumos dos eletrodomésticos não são considerados, como indicado no Quadro 3.6.

Quadro 3.6 – Consumos de energia dos edifícios, considerados para o cálculo do certificado energético

	Edifício de Habitação	Comércio e Serviços
Aquecimento	•	•
Arrefecimento	•	•
Ventilação	•	•
Águas quentes sanitárias	•	•
Iluminação	-	•
Eletrodomésticos	-	-

A escala de classificação do certificado energético está dividida em 8 níveis, aplicando-se em fase de projeto apenas os 4 do Quadro 3.7., correspondendo cada nível a intervalos de 25% do valor máximo regulamentar de referência da necessidade de energia primária do edifício (N_t).

Quadro 3.7: Escala de classificação da classe energética dos edifícios

escala	critério
A+	0 a 25% N_t
A	26 a 50% N_t
B	51 a 75% N_t
B-	76 a 100% N_t

O Método Qualitel utiliza igualmente o valor de N_t para efetuar a classificação do desempenho energético do edifício, atribuindo nota 3 para edifícios cumprindo as prescrições de consumo máximo

de energia primária e as notas 4 e 5 para edifícios 10% e 20% mais eficientes que o máximo regulamentar (Quadro 3.8.).

Quadro 3.8: Escala de classificação do desempenho energético Qualitel

escala	critério
Nota 3	91 a 100% N_t
Nota 4	86 a 90% N_t
Nota 5	$\leq 85\% N_t$

3.2.2 DESEMPENHO ENERGÉTICO NOS MÉTODOS MC_FEUP E QUALITEL

O método MC_FEUP efetua a avaliação do comportamento térmico do edifício premiando os edifícios com maior capacidade de conservação de energia (Figura 3.6.).

E	CONFORTO TÉRMICO	E.1.	Conforto Térmico de Inverno	E.1.1.	Consumo energético
				E.1.2.	Contribuição de ganhos solares
				E.1.3.	Pontes Térmicas
				E.1.4.	Permeabilidade de portas e zonas envidraçadas
		E.2.	Conforto Térmico de Verão	E.2.1.	Consumo energético
				E.2.2.	Ganhos solares
		E.3.	Inércia Térmica	E.3.1.	Distribuição da massa da envolvente opaca vertical

Figura 3.6: Critério de avaliação do comportamento térmico do edifício do método MC_FEUP (Moreira da Costa 1995)

No método MC_FEUP não é utilizada a designação “Desempenho Térmico” pois, efetivamente, a avaliação não está voltada para o comportamento do edifício, mas para o conforto interior: conforto de inverno; conforto de verão e conforto noturno pela avaliação da inércia térmica.

Também os critérios de avaliação giram em torno das temperaturas interiores e não tanto sobre as questões de consumo e eficiência energética, o que é compreensível tendo em conta a data do seu desenvolvimento original.

No Método Qualitel o desempenho energético é analisado na rubrica PE - Performance Énergétique, mas é possível identificar mais rubricas com critérios de avaliação relacionados com o consumo de energia.

Das 20 rubricas do método Qualitel apresentadas no Quadro 3.2, nove incluem disposições relacionadas com a obtenção de conforto com menor consumo de energia e, portanto, aplicáveis à determinação da eficiência energética (Quadro 3.9).

Quadro 3.9: Rubricas de avaliação do Método Qualitel relacionadas com o consumo de energia

Rubricas de consumo de energia Qualitel	Descrição
Rubricas técnicas	Qualidade das soluções construtivas
MCE: Controlo dos consumos elétricos	Parâmetros de controlo dos consumos (iluminação, elevador e eletrodomésticos)
PE: Desempenho energético	Avaliação com base no consumo de energia primária regulamentar N_t (climatização, AQS, iluminação)
QAI: Qualidade do ar interior	Disposições para projeto e verificação da estanqueidade do sistema de ventilação
GE: Gestão da Água	Economia de água (AQS e bombagem)
TE: Térmica de Verão	Disposições de proteção solar dos envidraçados
AH: Acessibilidade e habitabilidade	Parâmetros relacionados com os dispositivos e aparelhos que limitam o consumo na utilização
CG: Custo global	Determina os encargos com exploração, manutenção e reparação (LCA)
EC: Conceção com economia de encargos	Cálculo da economia de consumo pela aplicação de disposições construtivas
Rubricas de informação de exploração	Qualidade de utilização
IHG: Informação aos utilizadores e à gestão do condomínio	Correta utilização da habitação e gestão eficiente dos equipamentos e espaços comuns

A eficiência energética dos edifícios é uma componente da qualidade dos edifícios de crescente importância. As preocupações com a dependência energética dos combustíveis fósseis e as agressões ambientais provocadas pelas emissões de gases com efeito de estufa (GEE), determinam a abordagem do edifício enquanto produto consumidor de energia.

A energia é um tema em crescimento no seio da Associação Qualitel. Para além da classificação de desempenho energético dos edifícios baseado nos critérios da rubrica Diagnostic de Performance Energetique (DPE), que atribui as notas 3, 4 e 5 indicadas no Quadro 3.8, desenvolveu internamente vários níveis de certificação do desempenho energético para as operações de construção:

- BBC Effinergie 2017 (BBC - Batiment Basse Consommation);
- Bepos Effinergie 2017;
- Bepos+ Effinergie 2017.

A Qualitel está, igualmente, a desenvolver trabalho na área da certificação de construção de baixo carbono, emitindo os seguintes certificados (Figura 3.7.):

- Label bâtiment Biosurcé (utilização de materiais biológicos);
- Label BBCA (valoriza as práticas de baixo carbono na construção, utilização de materiais de biológicos, utilização de energias renováveis e soluções de economia circular).



Figura 3.7: Etiquetas energéticas (BBC, BEPOS e BEPOS+ effinergie) e etiqueta baixo carbono BBCA

A etiqueta BBC – Batiment Basse Consommation pressupõe o cumprimento de uma série de exigências em fase de projeto e a verificação da implementação, pelo construtor, em fase de conclusão. O nível de consumo dos edifícios com etiqueta BBC é da ordem dos 50 kWh_{EP} /m² de área útil para aquecimento, AQS, ventilação, arrefecimento e iluminação.

Os métodos de cálculo utilizados têm por base temperaturas de conforto e dados climáticos, complementados por considerações estatísticas para determinar a necessidade diária de AQS e iluminação. Ainda não são consideradas as necessidades de energia para a utilização de equipamentos domésticos (eletrodomésticos, audiovisuais e informáticos), cujos consumos de utilização estão dependentes dos hábitos dos utilizadores.

A variabilidade de consumos em função das características do utilizador (Figura 3.8) não é considerada no cálculo do desempenho energético dos edifícios, em parte porque introduz níveis de incerteza bastante elevados. Para ter noção da influência do utilizador na performance energética dos edifícios basta ter em consideração que o aumento de um grau centigrado da temperatura interior representa um consumo adicional de cerca de 7% de energia. Percentagem dependente da zona climática, da época do ano, da temperatura exterior correspondente, das características de conservação de energia do edifício.



Figura 3.8: Exemplificação dos diferentes perfis de consumos de energia da habitação (qualitel.org 2019a)

As necessidades de energia para aquecimento de água quente representam 20 a 30 kWh/m²/ano de energia final de um consumo global de 70 kWh_{EP}/m²/ano (qualitel.org 2019a).

A iluminação representa a menor percentagem do consumo de energia nas habitações, pois a evolução da indústria de lâmpadas permite, atualmente, eficiências de iluminação muito elevadas.

As necessidades de arrefecimento são bastante inferiores às de aquecimento, representando apenas 1% dos consumos da habitação e podem ser minimizadas pelas proteções solares dos envidraçados, efetuando a programação correta do climatizador e utilizando a ventilação noturna para refrescar.

A ventilação mecânica controlada VMC, se convenientemente instalada, é a melhor opção para assegurar a qualidade do ar interior. A vantagem da VMC de duplo fluxo em relação à de fluxo simples é a recuperação da energia do ar interior, podendo atingir eficiência de 90%.

Os aparelhos domésticos, considerando os consumos de funcionamento e de standby, representam uma fracção considerável dos consumos das habitações, que pode facilmente atingir 50 kWh_{EP}/m²/ano (qualitel.org 2019a).

Na Figura 3.9 podem observar-se as distribuições de consumo em Portugal, tal como avaliadas por uma empresa distribuidora de energia que opera no mercado nacional.



Figura 3.9: Consumos de energia elétrica (EDP 2019)

Os eletrodomésticos caracterizam-se pela tensão de funcionamento (220V, em Portugal) e pela potência de funcionamento em W. O consumo em kWh é facilmente calculado multiplicando a potência em kW pelo tempo de funcionamento em horas.

O consumo de energia elétrica da habitação, derivada da utilização de aparelhos domésticos, é de cerca de 58% da totalidade dos consumos da habitação em Portugal, conforme se pode verificar na Figura 3.9., o que introduz um fator específico, nem sempre corretamente considerado quando se fala da eficiência energética de edifícios habitacionais.

3.2.3 PROCEDIMENTO QUALITEL DE AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A avaliação de cada rubrica do Método Qualitel é efetuada em dois momentos:

1. é classificado cada um dos critérios de avaliação;
2. é utilizado o procedimento de avaliação global para classificar a rubrica, a partir dos resultados de cada critério.

Avaliando cada um dos critérios do Método Qualitel relacionados com consumo de energia, será possível obter a classificação de cada uma das componentes parcelares que compõem o desempenho energético do edifício.

3.2.3.1 RUBRICA MCE – CONTROLO DOS CONSUMOS DE ENERGIA

O objetivo da rubrica MCE é otimizar os consumos elétricos do edifício considerando:

- Zonas comuns;
- Espaços exteriores;
- Áreas privativas (eletrodomésticos não incluídos);
- Equipamentos coletivos (ascensor).

Os diversos critérios desta rubrica constam do Quadro 3.10.

Quadro 3.10: Critérios de avaliação da rubrica MCE do Método Qualitel

MCE: Controlo dos consumos de energia
Cada critério é classificado com notas 3 e 5 pelo cumprimento de parâmetros relacionados disposições construtivas. Se não cumpre os parâmetros das notas 3 ou 5 é atribuída a nota 1.
MCE1 Iluminação dos espaços não privativos
MCE1-1 Hall e entrada
MCE1-2 Circulações horizontais
MCE 1-3 Escadas (enclausuradas e não enclausuradas)
MCE1-4 Circulações e escadas exteriores
MCE1-5 Parques de estacionamento
MCE1-6 Circulações para o parque de estacionamento e outros locais
MCE1-7 Locais diversos
MCE1-8 Caminhos e circulações exteriores
MCE1-9 Exterior do hall de entrada
MCE2 Áreas privativas
MCE2-1 Tomada na sala de jantar
MCE2-2 Iluminação natural na casa de banho
MCE2-3 Varandas ou terraços com pontos de iluminação
MCE3 Equipamentos
Critério de avaliação da rubrica:
Nota 1: Um critério não obtém a nota 3 Nota 2: Todos os critérios obtém pelo menos a nota 3 Nota 4: 70% dos critérios obtém a nota 3 e 30% a nota 5 Nota 5: Todos os critérios obtém a nota 5

A avaliação é efetuada sobre as peças escritas e desenhadas do projeto, considerando as estimativas de consumo convencional de eletricidade do edifício, nomeadamente das utilizações coletivas. A abordagem tem em consideração o modo de vida e taxas de ocupação dos edifícios, a frequência das diferentes utilizações e dos aparelhos consumidores de eletricidade. A abordagem de consumo previsível considera que os materiais de construção respeitam as características regulamentares e que a colocação em obra é efetuada em conformidade com as prescrições do fabricante e regras da arte.

3.2.3.2 RUBRICA PE – DESEMPENHO ENERGÉTICO

A rubrica PE tem por objetivo determinar o consumo previsto regulamentar de energia para aquecimento, ventilação, arrefecimento, preparação de água quente sanitária e iluminação, por edifício, por grupo de habitações ou por habitação. Atua sobre o projeto de comportamento térmico do edifício e sobre a informação do pré-certificado energético do edifício. Cada habitação é avaliada em função do conjunto construtivo a que pertence (Quadro 3.11.).

Quadro 3.11: Critérios de avaliação da rubrica PE do Método Qualitel

PE: Desempenho energético
É avaliado o estudo térmico com base nas disposições sobre o estudo térmico. Os níveis de desempenho energético são determinados com base nos resultados do estudo térmico.
PE1 Estudo Térmico (disposições sobre o estudo térmico)
PE2 Avaliação dos níveis de desempenho energético Regulamentar - Consumo total de energia primária menor que o máximo de referência Regulamentar-10% - Consumo total de EP menor 10% que o máximo de referência Regulamentar-15% - Consumo total de EP menor 15% que o máximo de referência
Critério de avaliação da rubrica:
Nota 3: Satisfeitas as disposições do estudo térmico e o nível de desempenho regulamentar Nota 4: Satisfeitas as disposições do estudo térmico e o nível de desempenho regulamentar-10% Nota 5: Satisfeitas as disposições do estudo térmico e o nível de desempenho regulamentar-15%

3.2.3.3 RUBRICA GE – GESTÃO DA ÁGUA

A rubrica GE tem por objeto a gestão das águas pluviais, a água potável e as águas quentes sanitárias, atuando sobre as disposições construtivas do projeto. O consumo de água pode estar diretamente relacionado com o consumo de energia, principalmente quando se trata de AQS.

O Quadro 3.12 apresenta os critérios diretamente relacionados com o consumo de energia da rubrica GE.

Quadro 3.12: Critérios de avaliação da rubrica GE relacionados com a eficiência energética

GE: Gestão da água
Cada critério é classificado pelo cumprimento das disposições construtivas com notas 3, 4 e 5. Se as disposições das notas 3 a 5 não são satisfeitas é atribuída a nota 1.
GE 4.2 Instalações de produção coletiva de AQS
GE 4.3 Instalações Solares de produção de água quente sanitária
GE 4.4 Recuperação de calor das águas usadas
GE 5 Distribuição de água quente sanitária
GE 7 Torneiras
Critério de avaliação da rubrica:
Nota 3: Todas as sub-rubricas avaliadas obtém pelo menos a nota 3 Nota 4: Todas as sub-rubricas avaliadas obtém pelo menos a nota 3 e quatro obtém a nota 5 Nota 5: Todas as sub-rubricas avaliadas obtém pelo menos a nota 3 e seis obtém a nota 5

3.2.3.4 RUBRICA TE – TÉRMICA DE VERÃO

A rubrica TE tem por objeto verificar as qualidades térmicas naturais e intrínsecas do empreendimento em período de calor. Baseia-se no estudo do comportamento térmico dos edifícios, cálculo dos fatores solares e da inércia (Quadro 3.13.).

Quadro 3.13: Critérios de avaliação da rubrica TE do método Qualitel

TE Térmica de Verão
Atribuição da classificação 3 ou 5, mediante a verificação do cumprimento das disposições relativas ao estudo térmico da temperatura interior e disposições construtivas de controlo do fator solar
TE1 Avaliação do conforto térmico de Verão
Critério de avaliação da rubrica:
Nota 3: Todos os envidraçados do edifício obtém pelo menos a nota 3 Nota 5: Todos os envidraçados do edifício obtém a nota 5

O conforto térmico no verão é alcançado quando o edifício tem capacidade de conservar a temperatura interior de conforto durante os períodos diários em que a temperatura exterior é elevada. O calor produzido pela radiação solar deverá ser otimizada pela redução dos fatores solares dos envidraçados.

3.2.3.5 RUBRICA AH – EXIGÊNCIAS DE ACESSIBILIDADE E HABITABILIDADE DAS ÁREAS PRIVATIVAS

A rubrica AH tem por objetivo considerar as condições asseguradas em relação aos residentes mais idosos ou com deficiência física, avaliando a acessibilidade do edifício, no interior das habitações e a habitabilidade dos espaços coletivos e áreas privativas.

As exigências da rubrica AH, que contribuem para o aumento da eficiência energética da habitação, são apresentadas no quadro 3.14.

Quadro 3.14: Exigências da rubrica AH relacionados com a eficiência energética do Método Qualitel

AH: Exigências de acessibilidade e habitabilidade das áreas privativas
Torneiras de duche termostáticas
Eletrodomésticos com dispositivo de paragem automática com sistema de programação de simples utilização
Interruptores com indicadores luminosos ou com dispositivo que permita a visibilidade de dia e de noite
Quartos equipados com interruptor comutador na entrada e junto à cama
Iluminação exterior da porta de entrada ativada por detector de presença (moradias)

3.2.3.6 RUBRICA CG – CUSTO GLOBAL

A rubrica CG permite avaliar a viabilidade económica das soluções adoptadas para os vários componentes do empreendimento e da solução final. O cálculo do custo global é efetuado pelo método Qualitel tendo em conta os custos de concepção, de construção, de exploração/utilização e ao fim de vida.

Permite determinar a viabilidade económica das soluções consumidoras de energia, face aos consumos anuais, ao tempo de vida útil dos aparelhos e do empreendimento.

Cada solução construtiva adoptada no empreendimento deverá ser devidamente fundamentada nas análises de custo global de, pelo menos, duas soluções técnicas.

Quadro 3.15: Critério de conformidade da rubrica CG do Método Qualitel

CG: Custo global
CG1 – Metodologia de análise de custo global b. Exploração iv. fluidos (inclui combustível para aquecimento, arrefecimento, eletricidade, iluminação, água e custos relacionados com o sistema de saneamento) c. Manutenção iii. reparação ou substituições de componentes/pequenas superfícies iv. limpeza (inclui limpeza cíclica regular e limpeza específica periódica)
CG2 – Processo e auditoria
O dono de obra deve apresentar os cálculos de custo global integrando: - Realizados de acordo com a metodologia CG1; - Estudos de viabilidade técnico-económica das várias soluções de armazenamento de energia; - Estudos técnicos dedicados à produção de AQS, pelo menos um dedicado à envolvente do edifício e um à escolha do construtor

O cálculo global compreende a análise dos encargos de exploração, sendo possível determinar os consumos de energia anuais de cada solução técnica implementada e consequentemente integrar esses valores nos critérios de avaliação do desempenho energético do edifício (Quadro 3.15.).

3.2.3.7 RUBRICA EC – CONCEPÇÃO COM ECONOMIA DE ENCARGOS

A rubrica EC pretende avaliar no momento da conclusão, o desempenho de um empreendimento de habitações novas, quanto aos futuros encargos. Aplicável apenas a edifícios de habitação coletiva, baseia-se no método de cálculo da economia de encargos potencialmente alcançáveis, face às soluções construtivas utilizadas na concepção do empreendimento.

A avaliação global exprime-se, como os restantes critérios, numa nota de 1 a 5, em função da percentagem de economia de encargos determinada para o empreendimento (Quadro 3.16.).

Quadro 3.16: Critérios e disposições da rubrica EC do Método Qualitel

EC: Concepção com economia de encargos
EC1 Calculo da economia total de encargos EC
EC1-1 Requisitos mínimos
EC1-2 Disposições suplementares para notas 4 e 5
EC1-3 Calculo EC - economia total de encargos • Aquecimento e água quente sanitária • Água fria • Consumo de eletricidade das zonas comuns • Manutenção dos elevadores • Manutenção do sistema de ventilação • Limpeza (zonas comuns interiores e exteriores, lixo doméstico) • Outras manutenções e produtos diversos
Critério de avaliação:
Nota 1: não cumprimento de um requisito mínimo Nota 3: todos os critérios obtém a nota 3 Nota 4: todos os critérios obtém a nota 4 Nota 5: todos os critérios obtém a nota 5

A avaliação EC é realizada com base nas peças do projeto de execução, tendo em conta a taxa de ocupação das habitações, a frequência de utilização dos diferentes locais, serviços e aparelhos e, também, as necessidades de manutenção corrente.

3.2.3.8 Rubrica IHG – Informação aos utilizadores e à gestão de exploração

Para se obter níveis de eficiência energética elevados é necessário o envolvimento do utilizador para que disfrute das funcionalidades implementadas no edifício com economia de consumo, validando e excedendo a eficiência prevista em fase de projeto.

Os edifícios energeticamente inteligentes gerem eletronicamente a temperatura interior e as necessidades de consumo em função das condições meteorológicas e da disponibilidade da rede, tornando-se mais eficientes sem a intervenção do utilizador. Nos projetos em que a automatização e monitorização eletrónica da energia não são implementados, é indispensável informar o consumidor sobre o modo de utilização eficiente das funcionalidades que o edifício dispõe para o seu conforto.

A rubrica IHG do Método Qualitel (Quadro 3.17) expressa a exigência de o dono de obra dever informar os habitantes sobre a correta utilização do edifício e das suas principais funcionalidades:

- Informar sobre as disposições construtivas e particularidades ambientais do empreendimento (valorizar os esforços efetuados ao nível ambiental em comparação com a construção sem preocupações ambientais e informar das vantagens das medidas implementadas);
- Informar os habitantes sobre as boas práticas comportamentais a adotar, em função das disposições construtivas e particularidades próprias do empreendimento (a informação deve ser complementada com a demonstração das modalidades de utilização);
- Informar os utilizadores dos bons comportamentos e boas práticas relacionadas com outros elementos não ligados ao edifício (enumerar e valorizar junto dos habitantes as principais boas práticas comportamentais que dizem respeito aos elementos da sua habitação e do modo de vida, não diretamente ligadas às disposições construtivas do edifício).

Quadro 3.17: Critério de avaliação e disposições da rubrica IHG do Método Qualitel

IHG: Informação aos utilizadores e à gestão de exploração	
Critério de avaliação:	
Nota 3: o dono de obra elabora um manual de utilização	
Nota 5: para além do manual é realizada reunião de demonstração com os habitantes	

Considerando que os parâmetros do Método Qualitel relacionados com a avaliação do consumo de energia representam a experiência de uma associação voltada para a qualidade do parque habitacional em França será conveniente utilizar toda a informação aplicável adaptado, quando relevante, à situação nacional, completando com as perspectivas incluídas no método MC_FEUP.

3.3. ÁRVORE DE DECISÃO

3.3.1 AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO

As principais características de um bom método de avaliação é que seja global, comparável e forneça resultados que traduzam amplamente o objetivo da avaliação.

Para desenvolver um método com tais características é obrigatório, em primeiro lugar, definir o objetivo da avaliação e caracterizá-lo em todas as suas componentes.

Cada componente poderá, posteriormente, ser utilizada como critério de avaliação. Os vários critérios de avaliação devem ser ponderados, em função de uma escala que traduza a contribuição relativa de cada um para o objetivo da avaliação.

A análise multicritério é bastante robusta, pois permite obter os resultados parciais que contribuem para a avaliação do objetivo global. Ou seja, para além da classificação final, dispõe-se de informação acerca de cada critério parcial e quanto o mesmo contribui para a composição da avaliação global.

Por outro lado, a organização dos critérios parciais para composição do objetivo global de avaliação merece também bastante atenção, tal como a importância relativa de cada critério, designada ponderação, a qual é normalmente atribuída com base no ponto de vista de quem desenvolve a metodologia ou a partir de estudos de opinião, obviamente variando em função do perfil da amostra.

3.3.2 CRITÉRIOS CHAVE DO DESEMPENHO ENERGÉTICO DOS EDIFÍCIOS

A recolha dos critérios de avaliação dos Métodos Qualitel e MC_FEUP permitiram identificar dois tipos de Critérios-Chave de avaliação de Desempenho Energético: o Edifício e o Utilizador, que se apresentam esquematicamente na figura 3.10.

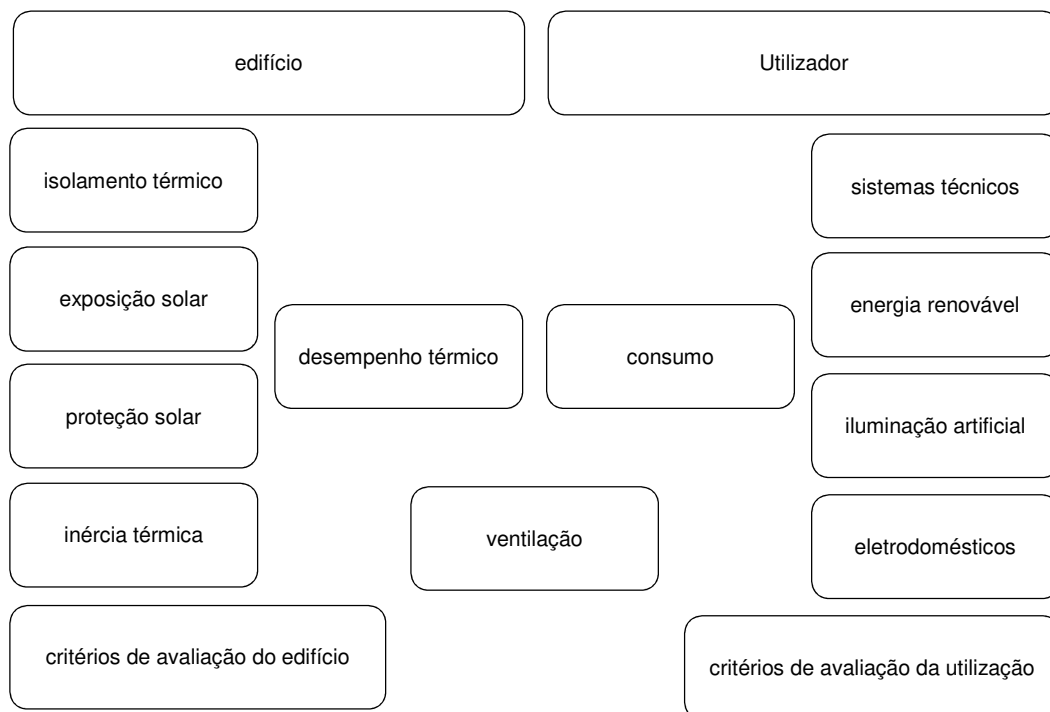


Figura 3.10: Critérios-chave de avaliação de Desempenho Energético de edifícios

O desempenho térmico do edifício é definido pelas necessidades anuais de energia útil para aquecimento (N_{ic}) e para arrefecimento (N_{vc}), as quais permitem manter as condições de conforto nos espaços em utilização.

Analisando a Figura 3.10 verifica-se que as características dos componentes do edifício que contribuem para o comportamento térmico são as seguintes:

1. ISOLAMENTO TÉRMICO DOS ELEMENTOS DA ENVOLVENTE: coberturas, paredes e pavimentos em contato com o exterior;
2. EXPOSIÇÃO SOLAR: dimensão e orientação dos vãos envidraçados aos quadrantes de maiores ganhos com a radiação solar;
3. PROTEÇÃO SOLAR: proteção das superfícies do edifício e dos vãos envidraçados à radiação solar;
4. INÉRCIA TÉRMICA: capacidade de conservação de energia térmica dos elementos interiores do edifício.
5. VENTILAÇÃO: expressa em renovações horárias do volume interior do edifício, traduz as características de estanqueidade e do controlo do fluxo de ar do exterior.

A caracterização do comportamento térmico do edifício consiste na análise do seu comportamento passivo (sem intervenção dos utilizadores).

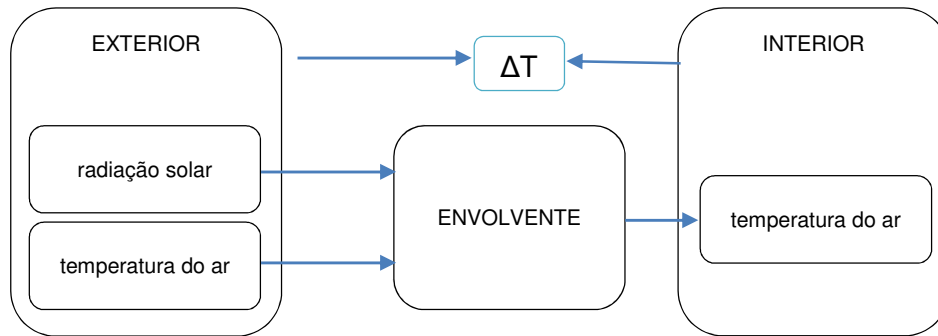


Figura 3.11: Gradiente térmico do comportamento passivo do edifício

O comportamento térmico é um bom indicador de desempenho energético do edifício, pois um aumento de eficiência nesta componente pode permitir reduções de 16% a 20% dos consumos das habitações, se não for necessário consumir energia para climatização.

No estudo térmico do edifício as interações do utilizador devem ser tidas em consideração na escolha dos fatores solares dos envidraçados e da taxa de renovação horária do ar. Normalmente trabalha-se com os valores mínimos da renovação do ar, mas a abertura das janelas é condicionante para a alteração dos valores horários das trocas gasosas e transferência de calor por convecção.

A influência do utilizador nas condições de conforto térmico interior é tanto mais elevada quanto a inércia térmica do edifício aumenta, pois é necessário saber utilizar as funcionalidades disponíveis na habitação para mobilizar essa mais valia térmica. Por essa razão, a Associação Qualitel inclui a rubrica de avaliação da informação ao utilizador, IHG, indispensável para o habitante compreender o interface de utilização do edifício.

Do ponto de vista energético, o consumidor é o responsável pelos consumos do edifício. Qualquer consumo é provocado pelo utilizador, à exceção de fugas de energia, avarias e de edifícios dispoindo de sistemas automáticos autónomos.

Também a preparação de água quente sanitária, utilizando energia solar térmica assistida por energia elétrica de fontes renováveis como a fotovoltaica, eólica ou hídrica de produção local, podem intervir, de forma automática, na eficiência energética da habitação, sem a necessidade de intervenção do utilizador. Estes novos aparelhos melhoram a eficiência térmica do edifício e integram, na atualidade, as características do produto edifício.

Os hábitos dos utilizadores refletem-se na fatura energética. As características térmicas do edifício e a eficiência dos aparelhos pode contribuir para a redução do consumo, mas não evitam a utilização inadequada e desregrada.

Os elementos construtivos podem introduzir reduções apreciáveis no consumo de energia das habitações e à escala nacional. No entanto, atribui-se aos aparelhos consumidores de energia da habitação a responsabilidade de 3x os consumos com a climatização. Os desperdícios são evidentes pelo desconhecimento do consumo dos aparelhos mesmo em modo standby (router e a box da TV, consomem anualmente mais de 100kWh).

3.3.3 AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS PARCIAIS

Analisando as disposições construtivas que contribuem para a eficiência energética e limitam o desperdício de energia na utilização, será possível classificar o desempenho energético dos edifícios de forma qualitativa.

A classificação mais alta em cada critério indica que o edifício é mais eficiente, esperando-se menor consumo que outro edifício de menor classificação (Figura 3.12.).

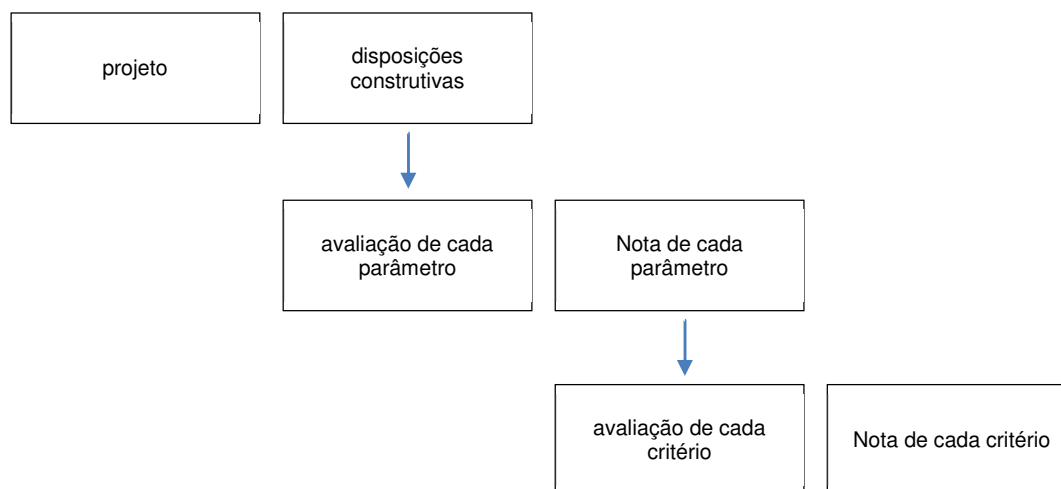


Figura 3.12: Método de avaliação de um critério de eficiência energética

O método de avaliação multicritério pressupõe que o resultado final traduza a caracterização do edifício quanto ao objetivo em análise, neste caso a Eficiência Energética.

Para obter o resultado final será necessário estabelecer a percentagem de contribuição de cada critério parcial, para a composição da Eficiência Energética do edifício.

3.3.4 PROCEDIMENTO DE CÁLCULO DO DESEMPENHO ENERGÉTICO

Um bom indicador de Eficiência Energética é o consumo de energia final do edifício. No fundo, a fatura do consumo de energia do edifício.

Os consumos que compõe a fatura energética de utilização do edifício têm origem na utilização de aparelhos consumidores de energia para vários fins: climatização, AQS, iluminação, eletrodomésticos. A eficiência energética em cada uma das vertentes dos consumos poderá representar o critério parcelar de avaliação da eficiência energética global do edifício. A percentagem do consumo de cada um dos critérios corresponde à ponderação para a determinação da eficiência energética do edifício (Figura 3.13.).

Obtém-se um valor expresso em kWh/m²/ano, comparável entre vários edifícios, contando que sejam utilizados os mesmos critérios de cálculo para todos eles. O que permite concluir que habitações com consumos diferentes têm desempenho energético diferente. A classe do certificado energético também auxilia na avaliação da solução mais eficiente.

A biomassa é uma fonte de energia renovável amplamente utilizada para aquecimento. Como não é contabilizada para o cálculo dos consumos de energia primária do edifício, aumenta a classe de eficiência energética do edifício. O consumo de energias fósseis para o transporte da biomassa deve ser criteriosamente ponderado nesses casos.

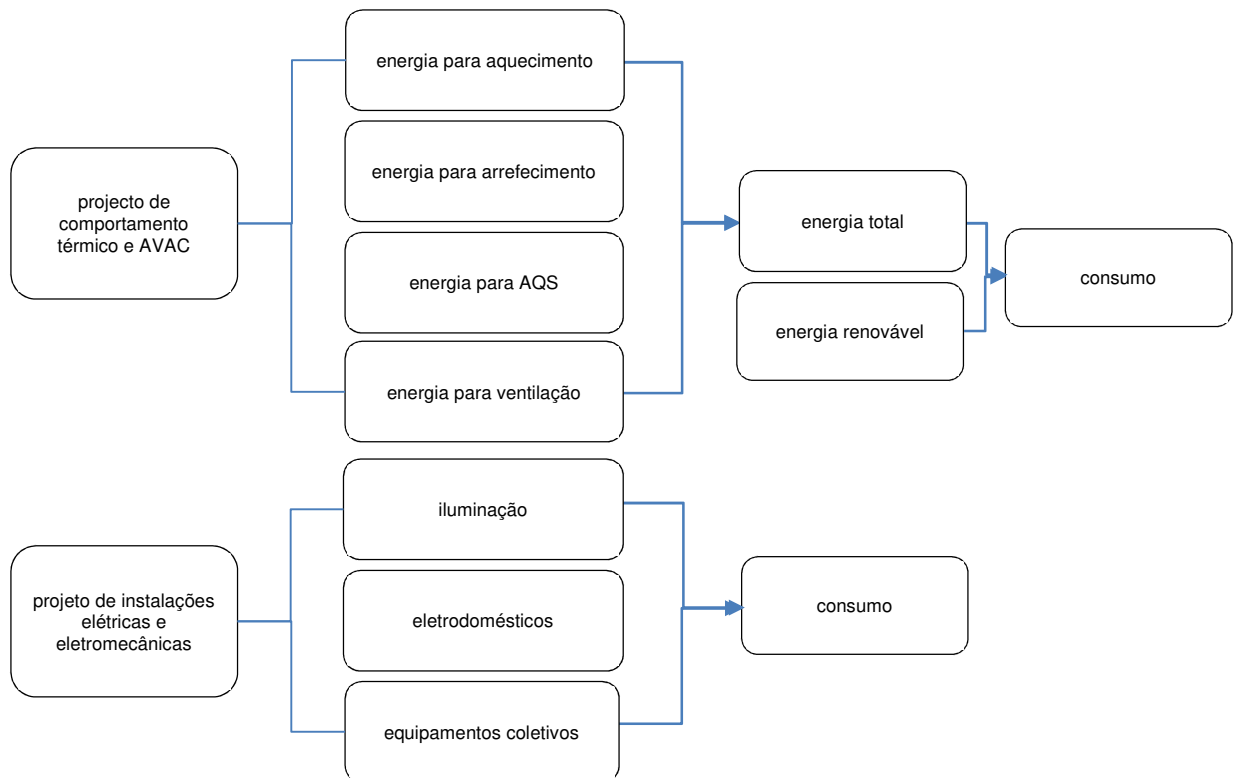


Figura 3.13: Componentes do desempenho energético do edifício

Os consumos de energia podem facilmente ser obtidos dos projetos de comportamento térmico, instalações elétricas e instalações eletromecânicas, como explicitado no esquema da Figura 3.13.

O projeto de comportamento térmico, entre variada informação energética, disponibiliza os valores anuais de consumo de energia de aquecimento e arrefecimento, de preparação de AQS e de ventilação.

Os projetos de instalações elétricas e de instalações eletromecânicas podem disponibilizar os consumos de iluminação, com a utilização dos eletrodomésticos e com os equipamentos coletivos.

3.4. INFORMAÇÃO NECESSÁRIA

Para ser possível a aplicação do método de avaliação será indispensável agrupar as disposições construtivas que permitem a classificação dos parâmetros de eficiência energética segundo as várias componentes do consumo dos edifícios.

Para o efeito, será utilizada a informação disponível do referencial do Método Qualitel e as disposições legais regulamentares.

Nos próximos quadros são apresentadas as características dos produtos consumidores de energia da habitação.

3.4.1 SISTEMAS TÉCNICOS DE AQUECIMENTO, ARREFECIMENTO E AQS

O consumo de energia anual estimada dos aparelhos consta da informação da etiqueta energética de informação ao cliente final dos produtos consumidores de energia.

Os coeficientes de desempenho energético COP (Coefficient of Performance) para aquecimento e EER (Energy Efficiency Ratio) para arrefecimento representam a eficiência dos sistemas de ar condicionado. Permitem estabelecer uma relação direta entre o consumo de energia elétrica e a produção de calor ou frio em kW. O valor representa a quantidade de kW de aquecimento para COP ou de arrefecimento para EER que o aparelho produz com 1 kW de energia elétrica.

Quadro 3.18: Classes mínimas de eficiência energética e rendimento de sistemas técnicos de aquecimento, arrefecimento e preparação e AQS do SCE

APARELHOS DE CLIMATIZAÇÃO E AQS				
Aparelhos	Aquecimento	Arrefecimento	AQS	Classe
Ar condicionado Split, multissplit, VRF				
• Permuta ar-ar	3,6≥COP>3,4	3,2≥EER>3,0	-	≥B
• Permuta ar-água	4,0≥COP>3,7	3,6≥EER>3,3	-	≥B
Ar condicionado compacto				
• Permuta ar-ar	3,4≥COP>3,2	3,0≥EER>2,8	-	≥B
• Permuta ar-água	4,7≥COP>4,4	4,4≥EER>4,1	-	≥B
Unidades do tipo Rooftop				
• Permuta exterior a ar	3,4≥COP>3,2	3,0≥EER>2,8	-	≥B
• Permuta exterior a água	4,7≥COP>4,4	4,4≥EER>4,1	-	≥B
Unidades do tipo Chiller Bomba de calor de compressão				
• Permuta exterior a ar	3,2≥COP>3,0	3,1≥EER>2,9	-	≥B
• Permuta exterior a água	4,45≥COP>4,15	5,05≥EER>4,65	-	≥B
Bomba de calor AQS	-	-	COP>2,3	-
Caldeira a gás ou gasóleo	92%≥η>89%	-	•	≥A
Esquentador a gás	-	-	>10kW - η≥0,84	-
Termoacumulador elétrico	-	-	Q _{pr} <1 - η=0,97 1≤Q _{pr} <1,5 - η=0,95 Q _{pr} ≥1,5 - η=0,93	-
Distribuição				
Unidades de tratamento de ar	-	-	-	≥C
Bombas climatização e AQS	0,75 a 7,5 kW → IE2** ou ≥ 7,5 kW → IE3**			-
Ventiladores UTA e UTAN	0,75 a 7,5 kW→IE2** SFP4*** ≥1250-2000 W/(m³s)			-
Ventiladores de extração e exaustão	≥ 7,5 kW→IE3** SFP4*** ≥1250 – 2000 W/(m³s)			-
Sistemas com aproveitamento de fontes de energia renovável				
Sistemas de coletores solares térmicos	η _{óptico} de 73%	-	•	-
Caldeiras a biomassa lenha	η≥0,75	-	•	-
Caldeiras a biomassa granulado	η≥0,85	-	•	-
Recuperadores de calor e salamandras a biomassa	η≥0,75	-	-	-

* os equipamentos devem ter marcação CE

** Classe do motor elétrico

*** Classe de potência específica

η - rendimento dos aparelhos (percentagem de energia útil produzida face à energia fornecida)

A escolha da solução mais eficiente requiere alguma reflexão, pois as condições de utilização podem não traduzir os princípios de cálculo de consumo da etiqueta, a assistência e reparação podem inviabilizar a

compra e em alguns equipamentos não é obrigatória a etiquetagem, como é o caso dos equipamentos profissionais (adquiridos pelas empresas instaladoras).

A decisão de escolha deve ser fundamentada com estudo de viabilidade económica, optando por soluções com período de retorno inferior a 8 anos.

3.4.2 ILUMINAÇÃO

As lâmpadas de iluminação possuem etiqueta energética fornecendo indicação da relação entre a potência da lâmpada (W) e o fluxo luminoso útil em lúmen (lm), bem como o consumo energético de 1000h de funcionamento, apresentado como o consumo anual, que corresponde a cerca de 3 horas diárias de funcionamento. Esta informação está resumida no Quadro 3.19.

Quadro 3.19: Tipos de lâmpadas e principais características

Tipo de Lâmpadas	Eficiência	Tempo de vida	Utilização	Consumo anual
1. Incandescência				
Incandescentes (proibidas com mais de 7W, desde 2012)	15 lm/W	±1.000h	interior	60 kWh
Halógeno	variável	± 3.000h	interior	-
2. Descarga				
Vapor de sódio de alta pressão	muito alta	24.000h	exterior	-
Fluorescente tubular	100 lm/W	20.000h	-	30 kWh
Florescentes compactas	50 lm/W	10.000h	Interior	15 kWh
Vapor de mercúrio de alta pressão		24000h	exterior	
3. Mistas incandescência+descarga				
Iodetos metálicos	Alta eficiência luminosa	-	exterior	-
4. Díodos emissores de luz (LED)	>70 lm/w	>20000h	interior	10 kWh

As lâmpadas LED são amplamente utilizadas por terem consumos muito reduzidos e elevado tempo de vida útil. São a alternativa energeticamente eficiente para substituir as antigas lâmpadas incandescentes nas instalações elétricas existentes (Quadro 3.20).

Quadro 3.20: Tipos de lâmpadas LED e principais características

LED – Light Emitting Diode				
Tipos de lâmpadas LED	Classe	Eficácia luminosa	Tempo de vida	Ciclos ligar/desligar
Clássicas e decorativas	A+	80 lm/W	20.000 h	50.000
Refletores 12V Refletores 220-240V	A+	80 lm/W	20.000 h	40.000
Vela e lustres	A+	70 lm/W	20.000 h	50.000
Tubos T5 Tubos T8	A+	130lm/W	50.000 h	50.000

O Regulamento de Desempenho Energético de Edifícios define valores máximos da potência para instalações de iluminação de edifícios de comércio e serviços (Quadro 3.21.).

Quadro 3.21: Valores máximos de densidade de potência de iluminação (DPI) do SCE

Tipo de espaço	DPI (W/m ²)/100 lux
Escritórios mais de 6 pessoas	2,1
Escritório Individual 1-6 pessoas	2,4
Show room e salas de exposição, museus	
Salas de aula, salas de leitura, bibliotecas, salas de trabalho de apoio, salas de reuniões/conferências/auditórios	
Salas de pré e pós-operatório	3,4
Cozinhas, armazéns, arquivos, polidesportivos/ginásios e similares, salas técnicas (centros de dados, fotocópias e similares), parques de estacionamento interiores	
Plataformas de transportes e similares	
Lojas de comércio e serviços, retalhistas em geral – zona de público, espaços fabris em geral	

3.4.3 ELETRODOMÉSTICOS

Como os aparelhos domésticos, tal como referido na página 52, representam mais de metade do consumo das habitações, pelo que é indispensável optar por aparelhos eficientes e com dispositivos de limitação dos desperdícios de energia (Quadros 3.22.).

O utilizador deve ser informado das regras de utilização e como poderá beneficiar dos aparelhos com o máximo de eficiência minimizando os consumos. Quais as alturas do dia em que o consumo é benéfico para a rede elétrica e as alturas em que não deve utilizar os eletrodomésticos mais potentes.

Quadro 3.22: Consumo dos aparelhos consumidores de energia (Quercus 2019)

Aparelhos domésticos			
	Classe	Consumo Anual (kWh/ano)	Percentagem
Eletrodomésticos de Cozinha			44,5%
Frigorífico de 165l	A+++	139	6,2%
Arca congeladora de 200l	A+++	117	5,2%
Microondas	-	150	6,7%
Forno elétrico	A+	30	1,3%
Placa elétrica	-	400	17,9%
Exaustor	A++	39	1,7%
Máquina de café	-	30	1,3%
Fritadeira elétrica	-	60	2,7%
Chaleira elétrica	-	30	1,3%
Eletrodomésticos da lavandaria			43,7%
Máquina de lavar roupa 8kg	A+++	120	5,4%
Máquina de lavar louça 14	A+++	213	9,5%
Máquina de secar Roupa	A++	235	10,5%
Ferro de engomar	-	350	15,6%
Secador de cabelo	-	30	1,3%
Aspirador	A	30	1,3%
Escritório e entretenimento			11,8%
TV	A++	100	4,5%
Box TV	-	80	3,6%
Computador + monitor	-	50	2,2%
Modem/Router	-	35	1,6%

Os eletrodomésticos de cozinha e lavandaria são responsáveis por cerca de 88% do consumo das tomadas e os audiovisuais por 12%. Os aparelhos mais consumidores são a placa elétrica e o ferro de engomar, representando ambos 33,5%, seguidos pela máquina de lavar louça e de secar a roupa consumindo 20% da energia das tomadas. O frigorífico, a arca, o micro-ondas e a máquina de lavar roupa têm consumos idênticos totalizando no conjunto 23,5% do consumo dos eletrodomésticos.

Este aspeto é de salientar, uma vez que encarar a eficiência energética apenas na vertente construtiva – mesmo não colocando em causa a sua relevância – deixa de fora mais de metade dos focos de consumo.

3.4.4 EQUIPAMENTOS COLETIVOS

Nas zonas comuns há que registar, para além da iluminação o consumo do elevador, aparelhos de manutenção e limpeza, motores das portas automáticas e outros dispositivos consumidores de energia de funcionamento permanente (Quadro 3.23.).

Quadro 3.23: Equipamentos coletivos

Equipamentos Coletivos	Classe
Elevador	≥B
Porta automática	-
Ventilação mecânica	-
Porteiro eletrónico	-

De todos os aparelhos consumidores do condomínio o elevador é o que consome mais energia. Várias disposições obrigatórias são apresentadas no Regulamento de Desempenho Energético de Edifícios de Comércio e Serviços (RECS), para aumentar a eficiência dos elevadores, nomeadamente: controlo de iluminação da cabine; sleep mode; regeneração de energia. O Método Qualitel, na rubrica MCE, penaliza os edifícios com elevador.

3.4.5 MOBILIDADE

A transição energética privilegia a utilização de energia elétrica de origens renováveis, estendendo à mobilidade as preocupações ambientais e de desperdício de recursos. Por norma, a eletricidade da rede é a fonte de energia dos edifícios e os combustíveis fósseis a energia da mobilidade em veículo próprio. Como as tendências estão a mudar e os veículos movidos a eletricidade estão a ganhar mercado, apresenta-se no quadro seguinte os valores dos consumos dos veículos elétricos disponíveis no mercado.

Quadro 3.24: Características e consumo de automóveis elétricos (Quercus 2019)

MOBILIDADE		
Automóveis elétricos	Potencia (kW)	Consumo (kWh/100km)
2 lugares	55	15
5 lugares	88	20
Familiar 5 lugares	100	28
Familiar 5 lugares	125	33
Familiar 5 lugares	150	30
Luxo 5 lugares	380	35

3.4.6 PONDERAÇÃO DOS CONSUMOS DA HABITAÇÃO

Devem ser utilizados valores estatísticos para fundamentar a importância relativa dos critérios de avaliação para a composição final da classificação do desempenho energético do edifício.

Os dados são bastante dispersos e não traduzem uma norma aplicável, face à variabilidade introduzida pelos padrões de utilização dos diversos consumidores; no entanto a EDP, empresa responsável pela distribuição de energia em Portugal, disponibiliza informação ao consumidor sobre a distribuição dos consumos de energia da habitação e simuladores que permitem comparar o consumo da habitação com outras semelhantes. Para desenvolver os algoritmos dos simuladores online, certamente que a EDP utilizará informação privilegiada obtida a partir dos consumos dos seus clientes.

Como remate, tendo acesso às estatísticas de consumo das habitações será possível fixar ordens de grandeza de consumos e determinar quais as habitações, que efetivamente são mais eficientes. Em fase de projeto, tal não é possível.

4

PROPOSTA DE CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ENERGÉTICO

4.1. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ENERGÉTICO

Para efetuar a avaliação do desempenho energético dos edifícios foram identificados parâmetros dos métodos Qualitel, MC_FEUP e dos regulamentos de desempenho energético dos edifícios, que permitem caracterizar os edifícios segundo os principais consumos de energia de utilização:

- A. Aquecimento ambiente;
- B. Arrefecimento ambiente;
- C. Águas quentes sanitárias;
- D. Iluminação;
- E. Aparelhos domésticos;
- F. Equipamentos coletivos.

Os seis itens, designados critérios de desempenho energético podem caracterizar, no conjunto, a eficiência energética do edifício.

Os parâmetros de avaliação da eficiência energética do edifício dos métodos Qualitel, MC FEUP e dos regulamentos de desempenho energético de edifícios, podem ser agrupados segundo os seis critérios, permitindo obter a classificação parcial do desempenho energético do edifício, em cada componente de consumo.

Quadro 4.1: Critérios e parâmetros de avaliação do desempenho energético

Ref. ^a	Critério de desempenho energético	Ref. ^a	Parâmetros de Avaliação
A	Aquecimento ambiente	A1	Necessidade de energia de aquecimento
		A2	Localização dos radiadores
		A3	Inércia térmica e isolamento térmico dos envidraçados (portadas)
		A4	Ventilação
		A5	Energia Renovável

Quadro 4.1: Critérios e parâmetros de avaliação do desempenho energético (continuação)

Ref. ^a	Critérios de desempenho energético	Ref. ^a	Parâmetros de Avaliação
B	Arrefecimento ambiente	B1	Necessidade de energia para arrefecimento
		B2	Climatização
		B3	Fator solar dos vãos
		B4	Ganhos de calor pela envolvente opaca
		B5	Inércia térmica
		B6	Ventilação
		B7	Energia renovável
C	Águas Quentes Sanitárias	C1	Aparelhos de apoio
		C2	Distribuição e armazenamento
		C3	Consumo de água
		C4	Energia renovável
D	Iluminação	D.1	Iluminação doméstica
		D.2	Iluminação coletiva
		D.2.1	Iluminação do Hall do edifício
		D.2.2	Iluminação de Circulações horizontais interiores
		D.2.3	Iluminação de escadas interiores
		D.2.4	Iluminação de varandas e escadas exteriores
		D.2.5	Iluminação de parques de estacionamento interiores e semienterrados
		D.2.6	Iluminação de locais diversos (arrumos, caves, zonas técnicas)
		D.2.7	Iluminação de caminhos e parques de estacionamento exteriores

Parâmetros de avaliação do consumo de iluminação

1.	Existência de superfície envidraçada
2.	Ativação da iluminação artificial
3.	Temporização
4.	Intensidade de luz artificial
5.	Eficácia das lâmpadas
6.	Fator de reflexão de tetos e paredes
7.	Rendimento das luminárias
8.	Potência de iluminação

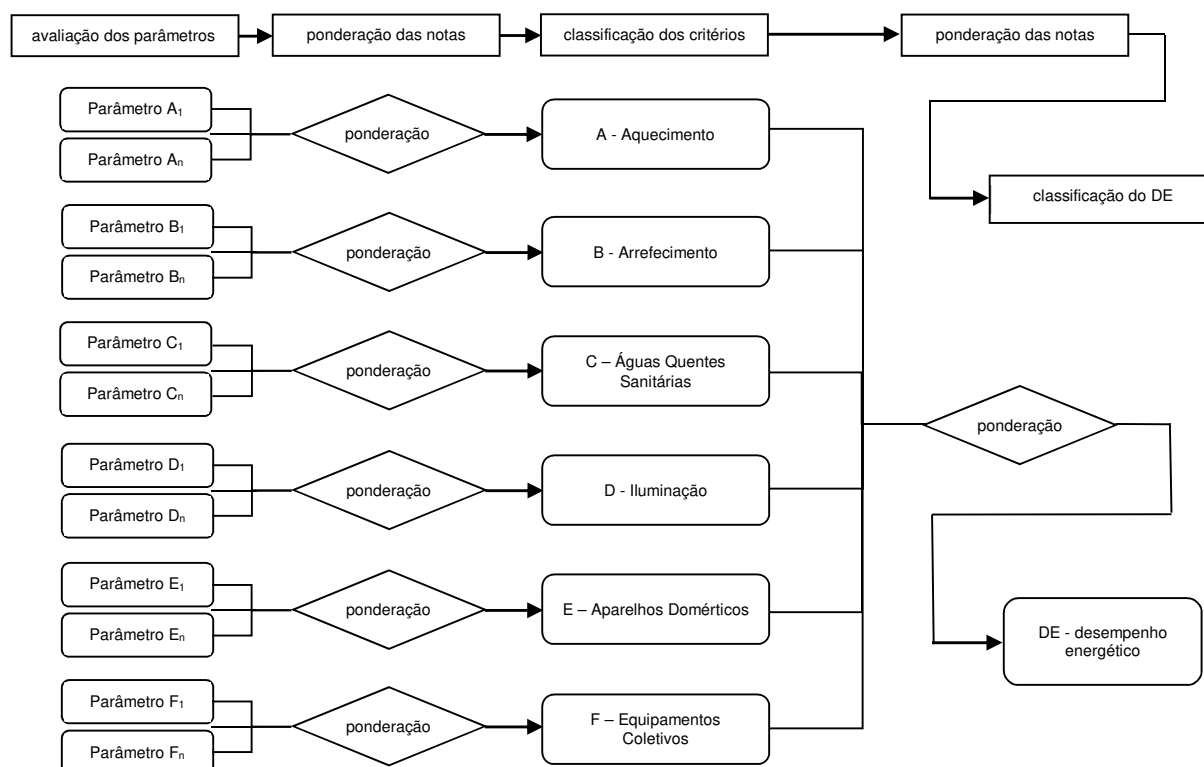
Quadro 4.1: Critérios e parâmetros de avaliação do desempenho energético (continuação)

Ref. ^a	Critérios de desempenho energético	Ref. ^a	Parâmetros de Avaliação
E	Eletrodomésticos	E1	Consumos standby
		E2	Ativação dos aparelhos
		E3	Temporização
		E4	Classe energética
F	Equipamentos coletivos	F1	Sistema de elevação
		F2	Motorização
		F3	Sistema de ativação e controlo
		F4	Sensor fotoelétrico
		F5	Iluminação

Para classificar cada um dos seis critérios, será necessário desenvolver o método de avaliação dos parâmetros e determinar a contribuição de cada um para a composição da nota de cada critério parcelar. Por sua vez, a ponderação dos critérios permitirá obter a classificação do desempenho energético do edifício.

Apresenta-se esquematicamente o procedimento do método de avaliação do desempenho energético do edifício na figura 4.1.

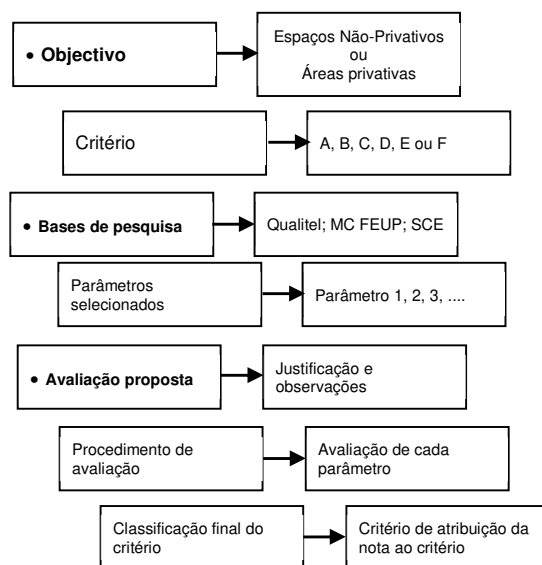
Figura 4.1: Procedimento de avaliação do desempenho energético



Para sistematizar o procedimento de recolha e catalogação da informação relevante para caracterizar energeticamente o edifício, foram elaboradas fichas de eficiência energética para cada um dos critérios e subcritérios de avaliação.

As fichas reúnem a informação relevante dos critérios, justificando a utilização dos parâmetros de avaliação e a fonte, conforme a estrutura apresentada na figura 4.2.

Figura 4.2: Estrutura das fichas de caracterização da eficiência energética



4.2. PONDERAÇÃO DE CRITÉRIOS E OBJETIVOS

Considerando que existem dois níveis de avaliação, o primeiro para atribuir a nota ao critério e o segundo para atribuir a nota do desempenho energético, será necessário desenvolver critérios de ponderação que traduzam, na nota final, a contribuição dos critérios para o objetivo de avaliação.

Em cada ficha é abordado o critério de tratamento do primeiro nível de avaliação e explicado o método de classificação do critério de eficiência energética.

A classificação dos parâmetros é efetuada através de informação obtida por leitura das peças escritas e desenhadas do projeto. Quanto todos os parâmetros que compõem um critério estão classificados, é então possível, ponderar as notas para atribuir a nota ao critério.

O método de avaliação dos critérios de eficiência energética devolve uma nota susceptível de variar em função da alteração dos critérios de ponderação. Se os critérios de ponderação não forem alterados pelo avaliador, os resultados da avaliação podem servir para comparar a eficiência energética de vários edifícios.

A classificação do desempenho energético envolve a ponderação dos 6 critérios de avaliação, pois representam percentagens diferentes do consumo de energia do edifício.

Os consumos relativos da habitação estão caracterizados, para a população portuguesa, em climatização, aquecimento de águas, cozinha, equipamentos elétricos e iluminação pelo INE / DGEG (ine.pt 2019) e EDP (EDP 2019). No entanto, os valores são bastante variáveis e nem sempre traduzem os consumos efetivos.

A dificuldade acresce com a introdução do critério F – Equipamentos coletivos, pois não disponibilizamos de informação que permita estabelecer uma relação efetiva dos consumos de energia dos espaços não-privativos com os consumos da habitação, susceptível de aplicação a todos os projetos de edifícios.

Por essa razão propõe-se a apresentação do resultado da avaliação da eficiência energética da habitação em duas componentes:

- Áreas privativas - distribuição relativa dos consumos de energia fornecidos e atualizados regularmente pela EDP energias de Portugal;
- Espaços não privativos - avaliação da eficiência energética em função das medidas de controlo dos consumos dos espaços não privativos adaptadas do método Qualitel.

Nas páginas seguintes são apresentadas as fichas de avaliação dos critérios de eficiência energética do edifício, organizadas conforme indicado na figura 4.3 em áreas privativas e espaços não privativos.

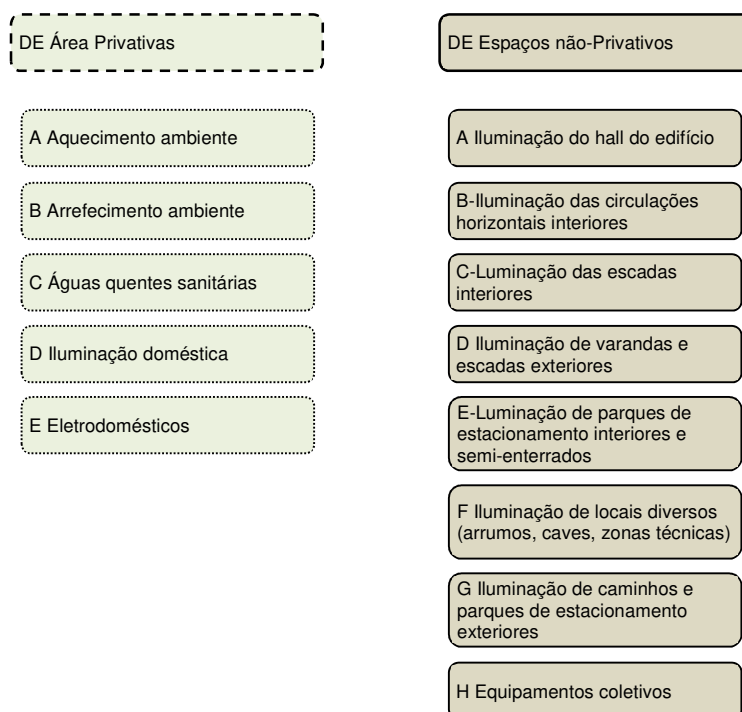


Figura 4.3: Índice de fichas de eficiência energética

Enquanto a classificação do desempenho energético das áreas privativas é obtida utilizando os fatores de ponderação dos critérios A a E (percentagem de consumo da EDP), a classificação do desempenho energético dos espaços não privativos obtém-se adaptando o método de avaliação Qualitel, conforme apresentado quadro 4.2.

Quadro 4.2: Critério de avaliação do desempenho energético dos espaços não-privativos

NOTA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS ESPAÇOS NÃO-PRIVATIVOS	
NOTA 1	Mais de 30% dos critérios analisados não obtém a nota 3
NOTA 2	Menos de 30% dos critérios analisados não obtém a nota 3
NOTA 3	Todos os critérios analisados obtém a nota 3 ou superior
NOTA 4	Todos os critérios analisados obtém a nota 4

DE Área Privativas

A Aquecimento ambiente

Quadro 4.3: Ficha de avaliação da eficiência energética das áreas privativas: critério A-Aquecimento Ambiente

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA – CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO				
OBJETIVO	ÁREAS PRIVATIVAS			
Critério	Aquecimento ambiente			
Bases	Méthode Qualitel – PE; Méthode NF HQE Cible 8			
Parâmetros	- Necessidade de energia de aquecimento (KWh/m²/ano) - Localização dos radiadores - Inércia térmica e isolamento térmico dos vãos envidraçados - Ventilação - Energia renovável			
AVALIAÇÃO PROPOSTA				
JUSTIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES				
O consumo de energia para aquecimento verifica-se sempre que o utilizador necessita de aumentar a temperatura interior, para seu conforto. A dimensão e localização dos radiadores deve permitir regular a temperatura nos compartimentos utilizados da habitação. A energia da radiação solar permite o aquecimento do ambiente interior através dos envidraçados. A temperatura deve ser eficazmente armazenada nos elementos construtivos interiores e dispositivos de isolamento térmico adicional nas zonas envidraçadas devem contribuir para a conservação da energia no interior do edifício. A utilização de energia renovável de produção local, como painéis solares térmicos, painéis fotovoltaicos, energia eólica e hídrica, permitem o aumento da temperatura do interior da habitação, reduzindo as necessidades de energia. O processo de avaliação analisa o comportamento térmico do edifício e a contribuição das energias renováveis para a eficiência do sistema de aquecimento.				
PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO				
Parâmetro ↓	1	2	3	4
1. Necessidade de energia de aquecimento	Nic>1,1Ni	Nic>Ni	Nic<Ni	Nic<90%Ni
2. Localização dos radiadores	sem radiadores	paredes interiores	paredes exteriores dos compartimentos	pavimentos e paredes radiantes
3. Inércia térmica e portadas	inércia térmica indefinida	inércia térmica fraca	inércia térmica média	inércia térmica forte e portadas interiores
4. Ventilação	sistema de ventilação não assegura o mínimo regulamentar	sistema de ventilação sem grelhas nem condutas de extração	sistema coletivo de ventilação com extração nos wc e exaustor da cozinha	Compartimento ventilado para secagem de roupa
5. Energia renovável	< 10% Ni	> 10% Ni	> 30% Ni	> 50% Ni
* Nci – necessidades anuais de energia útil de aquecimento				
* Ni – valor máximo para as necessidades anuais de energia útil de aquecimento				
CLASSIFICAÇÃO FINAL DO CRITÉRIO				
1	2	3	4	
Parâmetro 1 obtém a nota 1	Parâmetro 1 obtém a nota 2	Parâmetro 1 obtém a nota 3 e restantes ≥ 3	Parâmetro 2 obtém a nota 3 ou 4 e restantes a nota 4	

DE Área Privativas

B Arrefecimento ambiente

Quadro 4.4: Ficha de avaliação da eficiência energética das áreas privativas: critério B-Arrefecimento Ambiente

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA – CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO				
OBJETIVO	ÁREAS PRIVATIVAS			
Critério	Arrefecimento Ambiente			
Bases	Méthode Qualitel – PE e TE; Méthode NF HQE Cible 8			
Parâmetros	- Necessidade de energia de arrefecimento (KWh/m²/ano) - Sistemas técnicos - Fator solar de vãos envidraçados e ventilação - Fator solar da envolvente opaca - Inércia térmica - Energia renovável			
AVALIAÇÃO PROPOSTA				
JUSTIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES				
O consumo de energia para arrefecimento é necessário sempre que o utilizador necessita de diminuir a temperatura interior, para seu conforto. A dimensão e localização dos aparelhos de climatização deve permitir regular a temperatura nos compartimentos utilizados, da habitação. A acção prejudicial da energia da radiação solar de verão deve ser evitada em primeiro lugar por medidas exteriores permanentes de redução do fator solar. O aumento de temperatura interior devido à radiação solar deve ser em primeiro lugar compensada por ventilação e em alturas de pico de radiação, utilizando os equipamentos de arrefecimento nos compartimentos utilizados. A temperatura noturna (sob a forma de calor) deve ser eficazmente armazenada nos elementos construtivos interiores e dispositivos de isolamento térmico adicional nas zonas envidraçadas devem contribuir para a conservação da energia no interior do edifício. A utilização de energia renovável fotovoltaica no verão pode evitar o consumo de energia de arrefecimento nas horas de maior intensidade de radiação. O processo de avaliação analisa o comportamento térmico do edifício e a contribuição das energias renováveis para a eficiência do sistema de aquecimento.				
PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO				
Parâmetro ↓	1	2	3	4
1. Necessidade de energia de arrefecimento	Nvc>1,1Nv	Nvc>Nv	Nvc<Nv	Nvc<90%Nv
2. Climatização	sem climatização	todos os compartimentos	todos os compartimentos exceto cozinha e wc	compartimentos no quadrante sul e oeste
3. Fator solar dos vãos	fator solar superior ao regulamentar	dispositivos de proteção solar insuficientes	dispositivos de proteção solar dos vãos envidraçados nos quadrantes S e O	dispositivos exteriores permanentes de proteção solar dos vãos envidraçados nos quadrantes S e O

DE Área Privativas

B Arrefecimento ambiente

Quadro 4.4: Ficha de avaliação da eficiência energética das áreas privativas: critério B-Arrefecimento Ambiente (cont.)

4. Ganhos de calor pela envolvente opaca	paredes simples de cores escuras Cobertura escura sem desvão	parede simples de cores escuras nos quadrantes sul e poente Cobertura em desvão fracamente ventilado de cores claras	parede simples de cores claras nos quadrantes sul e poente Cobertura em desvão fortemente ventilado de cores claras	Parede dupla de cores claras com cx de ar de >2cm ou fachada ventilada nos quadrantes S e O Cobertura em desvão fortemente ventilado de cores claras
5. Inércia térmica	Inércia térmica indefinida	inércia térmica fraca	inércia térmica média	inércia térmica forte
6. Ventilação	Vãos fixos e/ou inoperáveis	Abertura dos vãos para ventilação insuficiente	Vãos com janelas de abertura regulável	Poço provençal coletivo
7. Energia renovável	< 10% Nv	> 10% Nv	> 30% Nv	> 50% Nv

* Nvc – necessidades anuais de energia útil de arrefecimento

* Nv – valor máximo para as necessidades anuais de energia útil de arrefecimento

CLASSIFICAÇÃO FINAL DO CRITÉRIO			
1	2	3	4
Parâmetro 1 obtém a nota 1	Parâmetro 1 obtém a nota 2	Parâmetro 1 obtém a nota 3 e restantes ≥ 3	Parâmetro 2, 6 e 7 obtém a nota 3 ou 4 e restantes a nota 4

DE Área Privativas

C Águas quentes sanitárias

Quadro 4.5: Ficha de avaliação da eficiência energética das áreas privativas: critério C-Águas Quentes Sanitárias

Eficiência Energética – Critérios de Avaliação				
Objetivo	Áreas Privativas			
Critério	C - Preparação de Águas Quentes Sanitárias (AQS)			
Bases	Méthode Qualitel – GE 4.3, 7			
Parâmetros	- Energia solar térmica - Aparelhos de apoio - Distribuição e armazenamento - Consumo de água			
Avaliação Proposta				
Justificação e Observações				
O consumo de energia para produção de águas quentes sanitárias é bastante variável em função dos hábitos dos utilizadores. A quantidade, a temperatura e a necessidade de armazenamento de água quente são fatores que determinam a quantidade de energia consumida diariamente para a preparação de AQS. Para obter o máximo rendimento do sistema solar térmico é necessário que os coletores solares sejam corretamente instalados, o isolamento da instalação de distribuição e armazenamento permita minimizar as perdas de calor até à altura do consumo. O rendimento dos sistemas de apoio e a instalação de torneiras eficientes também são determinantes para reduzir o consumo de energia com as AQS. O processo de avaliação verifica o rendimento da instalação de aproveitamento de energia renovável solar, o efeito das perdas do sistema e a implementação de soluções para minimizar o consumo de água.				
Procedimento de Avaliação				
Parâmetro ↓	1	2	3	4
1. Energia solar térmica	coletores com ocultação prevista >70%	coletores c/ ocultação prevista < 70%	coletores orientados a sul e sem ocultação no horizonte	verifica 3 e apresenta um plano de ocultação arquitectónica
2. Aparelhos de apoio	sem aparelho de apoio	Programação do termostato para temperatura máxima	programação horária e da temperatura máxima	programação horária e da temperatura máxima
3. Distribuição e armazenamento	isolamento das tubagens não previsto	isolamento das tubagens ≥10mm e armazenamento >60l/m² de painel	isolamento das tubagens ≥10mm e armazenamento ≤60l/m² de painel	isolamento das tubagens ≥10mm e armazenamento ≤45l/m² de painel
4. Consumo de água	torneiras sem arejador nem temporização	torneiras sem arejador com temporização	torneiras com arejador e temporização	torneiras com arejador de classe de eficiência ≥A+ Torneiras termostáticas nos chuveiros
5. Energia renovável	<50% Qa	<60% Qa	>60% Qa	≥65% Qa
* Qa – energia útil necessária para a preparação de AQS durante um ano				
Classificação Final do Critério				
1	2	3	4	
Parâmetro 1, 3 ou 5 obtém nota 1	Parâmetro 1, 3 ou 5 obtém a nota 2	Parâmetro 1, 3 ou 5 obtém a nota 3	Parâmetros 2, 3, 4 e 5 obtêm a nota 4 e restantes ≥3	

DE Área Privativas

D Iluminação doméstica

Quadro 4.6: Ficha de avaliação da eficiência energética das áreas privativas: critério D-Iluminação doméstica

Eficiência Energética – Critérios de Avaliação				
Objetivo	Áreas Privativas			
Critério	D - Iluminação doméstica			
Bases	Méthode Qualitel MCE2.1, AH3.2 e IHG; GBTool Q3.1; ISO8995			
Parâmetros	- Existência de superfície envidraçada - Ativação da iluminação artificial - Temporização (min) - Intensidade de luz artificial (lux) - Eficácia das lâmpadas (lm/W) - Fator de reflexão de paredes e tetos (%)			
Avaliação Proposta				
Justificação e Observações				
A iluminação dos espaços interiores das habitações deve ser prioritariamente efetuada com recurso a iluminação natural e na ausência dessa possibilidade, como em períodos noturnos, a iluminação artificial deve ser uniforme e de intensidade adequada às necessidades das atividades desenvolvidas nas várias divisões. O processo de avaliação aborda o nível e uniformidade da iluminação artificial para cada habitação do empreendimento e o processo de controlo não assistido, privilegiando a iluminação com menor consumo de energia.				
Procedimento de Avaliação				
Parâmetro ↓	1	2	3	4
1. Superfície envidraçada	Iluminação natural insuficiente	Iluminação natural insuficiente para atividades na cozinha	Janelas da sala e cozinha permitem a iluminação natural durante o dia	cumprimento do requisito da nota 3 + janela translúcida na casa de banho
2. Ativação da iluminação artificial	Sem iluminação nas varandas	interruptores das varandas sem indicador luminoso	Interruptores com indicador luminoso em varandas e terraços	Detector de movimento com sensor crepuscular em zonas de circulação e interruptores com indicador luminoso
3. Intensidade de luz	Sem estudo de iluminação ambiente	Iluminação ambiente >150lux	Iluminação ambiente >100lux	3 + iluminação complementar para atividades na cozinha
4. Temporização	sem temporização	sem fácil regulação da duração	Interruptores com regulação da duração	Interruptores com regulação manual da duração e intensidade
5. Eficácia das lâmpadas	<55 lm/W	<60 lm/W	>60 lm/W	>65 lm/W
6. Fator de reflexão de paredes e tetos	<20% na cozinha e zonas de circulação	<40% na cozinha e zonas de circulação	<50% na cozinha e zonas de circulação	>50% na cozinha e zonas de circulação
Classificação Final do Critério				
1	2	3	4	
Parâmetros 1, 4 ou 5 obtêm a nota 1	Parâmetro 1, 4 ou 5 obtêm a nota 2	Parâmetros 1, 4 e 5 obtêm nota 3 e restantes ≥3	Parâmetro 1, 4 e 5 obtêm a nota 4 e restantes ≥3	

DE Área Privativas

E Eletrodomésticos

Quadro 4.7: Ficha de avaliação da eficiência energética das áreas privativas: critério E- Eletrodomésticos

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA – CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO				
OBJETIVO	ÁREAS PRIVATIVAS			
Critério	E - Eletrodomésticos			
Bases	Méthode Qualitel MCE1.2, IHG e AH3.2; BREEAM Ene8			
Parâmetros	- Consumos standby - Ativação dos aparelhos - Temporização (min) - Classe energética			
AVALIAÇÃO PROPOSTA				
JUSTIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES				
O consumo de energia das habitações é principalmente resultante da utilização dos eletrodomésticos. Os aparelhos que dispõe de sistemas de temporização e de interruptores assinalando que estão em funcionamento, permitem a utilização racional e verificar se estão ligados indevidamente. Os audiovisuais em modo standby consomem energia, pelo que cortar a corrente quando não estão a ser utilizados traduz-se em poupança de energia. A utilização de eletrodomésticos energeticamente eficientes permite efetuar as mesmas tarefas consumindo menos energia. O processo de avaliação aborda as medidas de poupança de energia na utilização dos eletrodomésticos em cada habitação.				
PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO				
Parâmetro ↓	1	2	3	4
1. Consumos standby	-	-	Nenhuma tomada com controlo por interruptor	tomada para aparelhos audiovisuais com interruptor, na entrada da sala
2. Ativação dos aparelhos	-	eletrodomésticos não permitem identificar facilmente que está ligado	os interruptores dos eletrodomésticos permitem identificar se o aparelho está ligado	Todos os interruptores dos eletrodomésticos com indicação luminosa de ligado
3. Temporização	-	Ausência de dispositivos de desligar automático em caso de não utilização	todos os eletrodomésticos com dispositivo de paragem automática	Eletrodomésticos e audiovisuais de funcionamento temporizado
4. Classe energética	eficiência dos eletrodomésticos não é definida em projeto	A eficiência dos eletrodomésticos é inferior à definida em 3	A+: Frigorífico e arca A: Máquina de lavar roupa e louça	Classes energéticas mais elevadas para todos os equipamentos
* para nota 4 prever uma torneira de água quente nas máquinas de lavar				
CLASSIFICAÇÃO FINAL DO CRITÉRIO				
1	2	3	4	
Parâmetro 4 obtém nota 1 e restantes ≤2	Parâmetro 4 obtém nota 2 e restantes ≤3	Parâmetro 3 e 4 obtém a nota 3 e restantes ≥ 3	Parâmetros 3 e 4 obtém a nota 4 e restantes ≥ 3	

DE Espaços não-Privativos

A Iluminação do hall do edifício

Quadro 4.8: Ficha de avaliação da eficiência energética dos espaços não privativos: critério A

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA – CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO				
OBJETIVO	ESPAÇOS NÃO-PRIVATIVOS			
Critério	A – Iluminação do átrio de entrada do edifício			
Bases	Méthode Qualitel – MCE1.1. e MCE 1.9.			
Parâmetros	1. Existência de Superfície Envidraçada (m²) 2. Ativação da iluminação artificial 3. Temporização (min) 4. Intensidade de luz artificial (lux) 5. Eficácia das lâmpadas (lm/W)			
AVALIAÇÃO PROPOSTA				
JUSTIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES				
Os espaços de entrada do edifício devem possuir iluminação com disposição e intensidade que possibilite um acesso confortável e seguro dos utentes, associado à utilização de sistemas temporizadores que assegurem o funcionamento apenas nas ocasiões de tráfego. A existência de iluminação natural contribui para um ambiente agradável e para a redução das necessidades de iluminação artificial durante o período diurno. O processo de avaliação aborda o nível e uniformidade de iluminação artificial existente e seu processo de controlo não assistido, bem como a iluminação e visualização das zonas exteriores.				
PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO				
Parâmetro ↓	1	2	3	4
1. Superfície Envidraçada	< 1 m²	< 2 m²	< 3 m²	≥ 3 m²
2. Ativação da iluminação artificial	interruptor interior de ativação da iluminação	interruptor interior de ativação da iluminação + detector de movimento exterior com sensor crepuscular cobrindo a zona exterior do átrio	detector de movimento interior + detector de movimento exterior com sensor crepuscular cobrindo a zona exterior do átrio	detector de movimento interior + detector de movimento exterior com sensor crepuscular cobrindo a zona exterior do átrio e duas zonas contíguas
3. Temporização	sem temporização	> 3 min e < 2 min	≤ 3 min e ≥ 2 min	≤ 2,5 min e ≥ 2 min + dimmer de 30s
4. Intensidade de luz	< 100 lux	> 150 lux	< 150 lux e > 100 lux	< 120 lux
5. Eficácia das lâmpadas	<55 lm/W	<60 lm/W	>60 lm/W	>65 lm/W
CLASSIFICAÇÃO FINAL DO CRITÉRIO				
1	2	3	4	
Parâmetros 2 ou 3 obtêm a nota 1 e restantes ≤ 3	Parâmetros 2 ou 3 obtêm a nota 2 e restantes ≤ 3	Parâmetros 2 ou 3 obtêm a nota 3 e restantes ≥ 3	Parâmetros 2 ou 3 obtêm a nota 3 e restantes a nota 4	

DE Espaços não-Privativos

B-Iluminação das circulações horizontais interiores

Quadro 4.9: Ficha de avaliação da eficiência energética dos espaços não privativos: critério B

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA – CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO				
OBJETIVO	ESPAÇOS NÃO-PRIVATIVOS			
Critério	B – Iluminação de circulações horizontais interiores			
Bases	Méthode Qualitel – MCE1.2. e MCE 1.6.			
Parâmetros	1. Existência de Superfície Envidraçada (m2) 2. Ativação da iluminação artificial 3. Temporização (min) 4. Intensidade de luz artificial (lux) 5. Eficácia das lâmpadas (lm/W) 6. Fator de reflexão de tetos e paredes (%)			
AVALIAÇÃO PROPOSTA				
JUSTIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES				
Os espaços de circulação interiores comuns do edifício devem possuir iluminação com intensidade, que possibilite a circulação confortável e segura dos utentes associado à utilização de sistemas temporizadores que assegurem o funcionamento apenas nas ocasiões de tráfego. A existência de iluminação natural contribui para um ambiente agradável e para a redução das necessidades de iluminação artificial durante o período diurno. O processo de avaliação aborda o nível e uniformidade da iluminação artificial existente e o processo de controlo não assistido, privilegiando a iluminação com menor consumo de energia.				
PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO				
Parâmetro ↓	1	2	3	4
1. Superfície Envidraçada	Inexistente	< 10% da área de circulação	≥10 % da área de circulação	≥ 30% área de circulação
2. Ativação da iluminação artificial	interruptor de ativação da iluminação	detector de movimento	detector de movimento com sensor crepuscular	detector de movimento com sensor crepuscular
3. Temporização	sem temporização	> 3 min e < 2 min	≤ 3 min e ≥ 2 min	≤ 3 min e ≥ 2 min + dimmer de 30s
4. Intensidade de luz	<100 lux	>120 lux	< 120 lux e >100	>110 e < 120
5. Eficácia das lâmpadas	<55 lm/W	<60 lm/W	>60 lm/W	> 65 lm/W
6. Fator de reflexão de tetos e paredes	<20%	<40%	<50%	>50%
*Iluminação mínima de segurança 10lux.				
CLASSIFICAÇÃO FINAL DO CRITÉRIO				
1	2	3	4	
Parâmetros 2 ou 3 obtêm a nota 1 e restantes ≤ 3	Parâmetros 2 ou 3 obtêm a nota 2 e restantes ≤ 3	Parâmetros 2 ou 3 obtêm a nota 3 e restantes ≥ 3	Parâmetros 2 ou 3 obtêm a nota 3 e restantes a nota 4	

DE Espaços não-Privativos

C-Luminação das escadas interiores

Quadro 4.10: Ficha de avaliação da eficiência energética dos espaços não privativos: critério C

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA – CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO				
OBJETIVO	ESPAÇOS NÃO-PRIVATIVOS			
Critério	C – Iluminação de escadas interiores			
Bases	Méthode Qualitel – MCE1.3.			
Parâmetros	- Existência de Superfície Envidraçada (m²) - Ativação da iluminação artificial - Temporização (min) - Intensidade de luz artificial (lux) - Eficácia das lâmpadas (lm/W) - Fator de reflexão de tetos e paredes(%)			
AVALIAÇÃO PROPOSTA				
JUSTIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES				
As escadas interiores comuns do edifício devem possuir iluminação com intensidade que possibilite a circulação confortável e segura dos utentes associado à utilização de sistemas temporizadores que assegurem o funcionamento apenas nas ocasiões de tráfego. A existência de iluminação natural contribui para um ambiente agradável e para a redução das necessidades de iluminação artificial durante o período diurno. O processo de avaliação aborda o nível da iluminação artificial existente e o processo de controlo não assistido, privilegiando a iluminação com menor consumo de energia.				
PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO				
Parâmetro ↓	1	2	3	4
1. Superfície Envidraçada	inexistente	< 10% da área de circulação	≥10 % da área de circulação	≥ 30% área de circulação
2. Ativação da iluminação artificial	interruptor de ativação da iluminação	detector de movimento	detector de movimento com sensor crepuscular	detector de movimento com sensor crepuscular
3. Temporização	sem temporização	> 6 min e < 3 min	≤ 6 min e ≥ 3 min	≤ 5,5 min e ≥ 3 min + dimmer de 30s
4. Intensidade de luz	<150 lux	>160 lux	< 160 lux e >150 lux	< 160 lux e >150 lux
5. Eficácia das lâmpadas	<55 lm/W	<60 lm/W	> 60 lm/W	>65 lm/W
6. Fator de reflexão	<20%	<40%	<50%	>50%
* Iluminação mínima de segurança 10lux.				
CLASSIFICAÇÃO FINAL DO CRITÉRIO				
1	2	3	4	
Parâmetros 2 ou 3 obtêm a nota 1 e restantes ≤ 3	Parâmetros 2 ou 3 obtêm a nota 2 e restantes ≤ 3	Parâmetros 2 ou 3 obtêm a nota 3 e restantes ≥ 3	Parâmetros 2 ou 3 obtêm a nota 3 e restantes a nota 4	

DE Espaços não-Privativos

D Iluminação de varandas e escadas exteriores

Quadro 4.11: Ficha de avaliação da eficiência energética dos espaços não privativos: critério D

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA – CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO				
OBJETIVO	ESPAÇOS NÃO-PRIVATIVOS			
Critério	D – Iluminação de varandas e escadas exteriores			
Bases	Méthode Qualitel – MCE1.4			
Parâmetros	▪ Ativação da iluminação artificial ▪ Intensidade de luz artificial (lux) ▪ Temporização (min) ▪ Eficácia das lâmpadas (lm/W) ▪ Fator de reflexão (%)			
AVALIAÇÃO PROPOSTA				
JUSTIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES				
As escadas e varandas exteriores do edifício devem possuir iluminação com intensidade que possibilite a circulação confortável e segura dos utentes associado à utilização de sistemas temporizadores que assegurem o funcionamento apenas nas ocasiões de tráfego. A programação do período de iluminação das escadas é superior ao das circulações horizontais para evitar a extinção durante a circulação entre pisos. O processo de avaliação aborda o nível da iluminação artificial existente e o processo de controlo não assistido, privilegiando a iluminação com menor consumo de energia.				
PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO				
Parâmetro ↓	1	2	3	4
1. Ativação da iluminação artificial	interruptor de ativação da iluminação	detetor de movimento	detetor de movimento com sensor crepuscular	detetor de movimento com sensor crepuscular
2. Temporização varandas	sem temporização	> 3 min e < 2 min	≤ 3 min e ≥ 2 min	≤ 3 min e ≥ 2 min + dimmer de 30s
3. Temporização escadas	sem temporização	> 6 min e < 3 min	≤ 6 min e ≥ 3 min	≤ 5,5 min e ≥ 3 min + dimmer de 30s
4. Intensidade de luz	<50 lux	>80 lux	< 80 lux e >50 lux	< 80 lux e >50 lux
5. Eficácia das lâmpadas	<55 lm/W	<60 lm/W	>60 lm/W	>65 lm/W
6. Fator de reflexão	<20%	<40%	<50%	>50%
* Iluminação mínima de segurança 10lux.				
CLASSIFICAÇÃO FINAL DO CRITÉRIO				
1	2	3	4	
Parâmetros 1, 2 ou 3 obtêm a nota 1 e restantes ≤ 3	Parâmetros 1, 2 ou 3 obtêm a nota 2 e restantes ≤ 3	Parâmetros 1, 2 ou 3 obtêm a nota 3 e restantes ≥ 3	Parâmetros 1, 2 ou 3 obtêm a nota 3 e restantes a nota 4	

DE Espaços não-Privativos

E-Luminação de parques de estacionamento interiores e semi-enterrados

Quadro 4.12: Ficha de avaliação da eficiência energética dos espaços não privativos: critério E

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA – CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO				
OBJETIVO	ESPAÇOS NÃO-PRIVATIVOS			
Critério	E – Iluminação de parques de estacionamento interiores e semi-enterrados			
Bases	Méthode Qualitel – MCE1.5			
Parâmetros	- Existência de Superfície Envidraçada (m2) - Ativação da iluminação artificial - Temporização (min) - Intensidade de luz artificial (lux) - Eficácia das lâmpadas (lm/W) - Rendimento das luminárias (%) - Potência de iluminação instalada (W/m2)			
AVALIAÇÃO PROPOSTA				
JUSTIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES				
Os parques de estacionamento interiores devem possuir iluminação com intensidade que possibilite a circulação dos utentes até aos corredores de acesso às habitações, associado à utilização de sistemas temporizadores que assegurem o funcionamento apenas nas ocasiões de utilização. A existência de iluminação natural contribui para a redução das necessidades de iluminação artificial durante o período diurno. O processo de avaliação aborda o nível e uniformidade da iluminação artificial existente e o processo de controlo não assistido, privilegiando a iluminação com menor consumo de energia.				
PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO				
Parâmetro ↓	1	2	3	4
1. Superfície Envidraçada	inexistente	> 1% da área de circulação	> 2% da área	> 3% da área do parque
2. Ativação da iluminação artificial	interruptor de ativação da iluminação	detector de movimento	detector de movimento com sensor crepuscular	detector de movimento com sensor crepuscular
3. Temporização	sem temporização	> 5 min	≤ 5 min e ≥ 2 min	≤ 4,5 min e ≥ 2 min + dimmer de 30s
4. Intensidade de luz	<50 lux	>80 lux	< 80 lux e >50 lux	< 80 lux e >50 lux
5. Eficácia das lâmpadas	<55 lm/W	<60 lm/W	>65 lm/W	>65 lm/W
6. Luminárias	<50% rendimento	>50% rendimento	>55% rendimento	>60% rendimento
7. Potência instalada	>3,2W/m²	<3,2W/m²	<3,1W/m²	<3W/m²
*Iluminação mínima de segurança 10lux.				
CLASSIFICAÇÃO FINAL DO CRITÉRIO				
1	2	3	4	
Parâmetros 2 ou 3 obtêm a nota 1 e restantes ≤ 3	Parâmetros 2 ou 3 obtêm a nota 2 e restantes ≤ 3	Parâmetros 2 ou 3 obtêm a nota 3 e restantes ≥ 3	Parâmetros 2 ou 3 obtêm a nota 3 e restantes a nota 4	

DE Espaços não-Privativos

F Iluminação de locais diversos
(arrumos, caves, zonas técnicas)

Quadro 4.13: Ficha de avaliação da eficiência energética dos espaços não privativos: critério F

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA – CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO				
OBJETIVO	ESPAÇOS NÃO-PRIVATIVOS			
Critério	F – Iluminação de locais diversos (arrumos, caves, zonas técnicas)			
Bases	Méthode Qualitel – MCE1.7.			
Parâmetros	- Existência de Superfície Envidraçada (m2) - Ativação da iluminação artificial - Temporização (min) - Intensidade de luz artificial (lux) - Eficácia das lâmpadas (lm/W)			
AVALIAÇÃO PROPOSTA				
JUSTIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES				
Os locais de menor utilização, como arrumos, caves, zonas técnicas no interior do edifício devem possuir iluminação com intensidade, que permita a utilização dos espaços com conforto e segurança, nas alturas pontuais em que são utilizados. O sistema de temporização é indispensável para evitar que as luzes fiquem acesas durante longos períodos entre utilizações. A existência de iluminação natural reduz a dependência da iluminação artificial, para poder utilizar os espaços durante o dia. O processo de avaliação aborda o nível e uniformidade da iluminação artificial existente e o processo de controlo não assistido, privilegiando a iluminação com menor consumo de energia.				
PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO				
Parâmetro ↓	1	2	3	4
1. Superfície Envidraçada	inexistente	<2% da área	≥ 2% da área	≥ 5% da área
2. Ativação da iluminação artificial	interruptor de ativação da iluminação	detector de movimento	detector de movimento com sensor crepuscular	detector de movimento com sensor crepuscular
3. Temporização	sem temporização	> 3 min e < 1 min	≤ 3 min e ≥ 1 min	≤ 3 min e ≥ 1 min + dimmer de 30s
4. Intensidade de luz	<100 lux	>120 lux	< 120 lux e >100lux	< 120 lux e >110lux
5. Eficácia das lâmpadas	<60 lm/W	-	≥60 lm/W	≥65 lm/W
CLASSIFICAÇÃO FINAL DO CRITÉRIO				
1	2	3	4	
Parâmetros 2 ou 3 obtêm a nota 1 e restantes ≤ 3	Parâmetros 2 ou 3 obtêm a nota 2 e restantes ≤ 3	Parâmetros 2 ou 3 obtêm a nota 3 e restantes ≥ 3	Parâmetros 2 ou 3 obtêm a nota 3 e restantes a nota 4	

DE Espaços não-Privativos

G Iluminação de caminhos e parques de estacionamento exteriores

Quadro 4.14: Ficha de avaliação da eficiência energética dos espaços não privativos: critério G

Eficiência Energética – Critérios de Avaliação				
Objetivo	Espaços Não-Privativos			
Critério	G – Iluminação de caminhos e parques de estacionamento exteriores			
Bases	Méthode Qualitel – MCE1.5 e MCE1.8			
Parâmetros	▪ Ativação da iluminação artificial ▪ Temporização (min) ▪ Intensidade de luz artificial (lux) ▪ Eficácia das lâmpadas (lm/W)			
Avaliação Proposta				
Justificação e Observações				
Os caminhos e parques exteriores do edifício devem possuir iluminação com intensidade que possibilite a circulação confortável e segura dos utentes associado à utilização de sistemas temporizadores que assegurem o funcionamento apenas nas ocasiões de tráfego. O processo de avaliação aborda o nível da iluminação artificial existente e o processo de controlo não assistido, privilegiando a iluminação com menor consumo de energia.				
Procedimento de Avaliação				
Parâmetro ↓	1	2	3	4
1. Ativação da iluminação artificial	interruptor de ativação da iluminação	detector de movimento	detector de movimento com sensor crepuscular	detector de movimento com sensor crepuscular
2. Temporização	sem temporização	> 3 min e < 2 min	≤ 3 min e ≥ 2 min	≤ 3 min e ≥ 2 min + dimmer de 30s
3. Intensidade de luz artificial	<10lux	< 20lux e >10lux	> 20 lux	>50 lux e <80 lux
4. Eficácia das lâmpadas	<55 lm/W	<60 lm/W	≥60 lm/W	≥65 lm/W
* iluminação mínima de segurança de 20lux				
Classificação Final do Critério				
1	2	3	4	
Parâmetros 1 ou 2 obtêm a nota 1 e restantes ≤ 3	Parâmetros 1 ou 2 obtêm a nota 2 e restantes ≤ 3	Parâmetros 1 ou 2 obtêm a nota 3 e restantes ≥ 3	Parâmetros 1 ou 2 obtêm a nota 3 e restantes a nota 4	

DE Espaços não-Privativos

H Equipamentos coletivos

Quadro 4.15: Ficha de avaliação da eficiência energética dos espaços não privativos: critério H

Eficiência Energética – Critérios de Avaliação				
Objetivo	Espaços Não-Privativos			
Critério	H – Equipamentos coletivos			
Bases	Méthode Qualitel – MCE3			
Parâmetros	- Sistema de elevação - Motorização - Sistema de ativação e controlo - Sensor fotoelétrico - Iluminação			
Avaliação Proposta				
Justificação e Observações				
Apenas as características de consumo dos elevadores são abordadas, dado ser o responsável pelos consumos das zonas comuns. Os consumos dos sistemas coletivos de aquecimento, ventilação e preparação de AQS são abordados no estudo térmico do edifício. Os restantes equipamentos coletivos como o interfone, portas automáticas do parque de estacionamento, porteiro eletrónico e outros, não estão incluídos nos parâmetros de avaliação por representarem consumos marginais em relação aos dos elevadores.				
Procedimento de Avaliação				
Parâmetro ↓	1	2	3	4
1. Sistema de elevação	elevadores hidráulicos e a parafuso	-	elevador de contrapeso	edifício sem elevador
2. Motorização	-	-	motor de velocidade variável e transmissão sem redutor de velocidade	edifício sem elevador
3. Sistema de utilização	sistema de bloqueio	-	controlo coletivo de chamada descendente	edifício sem elevador
4. Sensor fotoelétrico	-	-	sensor fotoelétrico para manter a porta aberta enquanto o feixe de luz está interrompido	edifício sem elevador
5. Iluminação	-	-	não permanente	edifício sem elevador
Classificação Final do Critério				
1	2	3	4	
Parâmetro 1 obtém a nota 1	Parâmetro 2 não obtém nota mínima de 3	Parâmetro 1 obtém a nota 3 e restantes ≥ 3	edifício sem elevador	

Quadro 4.16: Valores indicativos do fator de reflexão de superfícies de paredes e tetos (qualitel.org 2019b)

Cor	Coeficiente de reflexão
Branco	70%
Amarelo	30%
Bege	25%
Cinza	20%
Cor de Rosa	20%
Verde	12%
Vermelho	10%
Castanho	8%
Azul	5%
Preto	4%

No quadro 4.16 apresenta-se os valores indicativos dos fatores de reflexão apresentados pelo método Qualitel para superfícies de várias cores. As paredes e tetos de zonas de circulação devem ter coeficientes de reflexão elevados para aumentar eficiência energética.

4.3. PROPOSTA DE INFORMAÇÃO AO CONSUMIDOR

A informação para avaliação da eficiência energética pode ser obtida a partir dos projetos de especialidade ou do certificado energético.

Com objetivo disponibilizar ao consumidor atento e informado uma ferramenta para avaliar a eficiência energética da sua habitação, foi desenvolvida uma folha de cálculo do microsoft excel, de utilização intuitiva.

É constituída por duas folhas de preenchimento para avaliação e uma folha com o resumo dos resultados da avaliação da eficiência energética.

Pela leitura dos parâmetros de avaliação o usuário poderá identificar as medidas de melhoria que lhe permitirão aumentar o desempenho energético da sua habitação e do edifício, para além daquelas que são indicadas no certificado energético.

Os coeficientes de ponderação são fornecidos por defeito, mas o usuário poderá alterá-los em função das características do edifício em particular.

INSTRUÇÕES:									
1. Atribua notas de 1 a 4 aos parâmetros de avaliação dos critérios; 2. Introduza a ponderação dos parâmetros; 3. Introduza a ponderação dos critérios, após ter avaliado cada critério.									
DESEMPENHO ENERGÉTICO									
ÁREAS PRIVATIVAS									
NOTA: 2,9									
CRITÉRIOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	PONDERAÇÃO	PARÂMETROS	PONDERAÇÃO	AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS				NOTA	
				1	2	3	4		
A Aquecimento ambiente NOTA 2,8	19%	A1 Necessidade de energia de aquecimento	40%	No:1, Ni	No:1, Ni	No:1, Ni	No:1, Ni	3	
		A2 Localização dos radiadores	10%	sem radiadores	paredes interiores	Paredes exteriores dos compartimentos	Pavimentos e paredes radiantes	2	
		A3 Inércia térmica e portas	20%	indefinida	fraca	inércia térmica média	inércia térmica forte e portas interiores	3	
		A4 Ventilação	10%	menor que o mínimo regulamentar	sem grelhas nem condutas de extração	sistema coletivo de ventilação com extração nos wc e exaustor da cozinha	Compartimento ventilado para secagem de roupa	2	
		A5 Energia Renovável	20%	< 10% Ni	> 10% Ni	> 30% Ni	> 50% Ni	3	

Figura 4.4: Extrato da folha de cálculo de avaliação da eficiência energética das áreas privadas

INSTRUÇÕES:

1. Atribua notas de 1 a 4 aos parâmetros de avaliação dos critérios;
2. Introduza a ponderação dos parâmetros;
3. Introduza nota global da eficiência energética 1, 2, 3 ou 4, com base no critério de avaliação do quadro.

**DESEMPENHO ENERGÉTICO
ESPAÇOS DE UTILIZAÇÃO COMUM**NOTA: **1**

CRITÉRIOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	PARÂMETROS	PONDERAÇÃO	AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS				NOTA
			1	2	3	4	
A Iluminação do Hall do edifício	A1 Existência de superfície envidraçada	25%	< 1m ²	< 2m ²	< 3m ²	≥ 3m ²	2
	A2 Ativação da iluminação artificial	12,5%	interruptor interior	interruptor interior + sensor cobrindo a zona exterior do átrio	detetor de movimento interior + sensor exterior cobrindo a zona exterior do átrio	sensor interior + sensor exterior cobrindo a zona do átrio e duas zonas contíguas	2
	A3 Temporização	25%	sem temporização	< 2min e > 3min	≤ 3min e ≥ 2min	≤ 2,5min e ≥ 2min + dimmer de 30s	3
	A4 Intensidade de luz artificial	12,5%	< 100 lux	> 150 lux	< 150lux e > 100lux	< 120lux	2
	A5 Eficácia das lâmpadas	25%	< 55lm/W	< 60lm/W	> 60 lm/W	> 65 lm/W	2
NOTA 2,25							

Figura 4.5: Extrato da folha de cálculo de avaliação da eficiência energética dos espaços comuns

A folha de resultados apresenta os gráficos de teia representativos do perfil de eficiência energética da habitação e do condomínio. Disponibiliza ainda os gráficos de fatias representativos da contribuição de cada critério para a composição da nota da eficiência energética da habitação e do condomínio.

A nota do desempenho energético da habitação é obtida pela ponderação das notas da eficiência energética da habitação e do condomínio. A ponderação atribuída por defeito é 15%, mas pode ser corrigida pelo utilizador em função das características do edifício em análise.

INSTRUÇÕES:

Efectuar a avaliação do desempenho energético utilizando as folhas de cálculo DE-Habitação e DE-Condomínio. Para obter o desempenho energético da habitação poderá corrigir a ponderação habitação/condomínio.

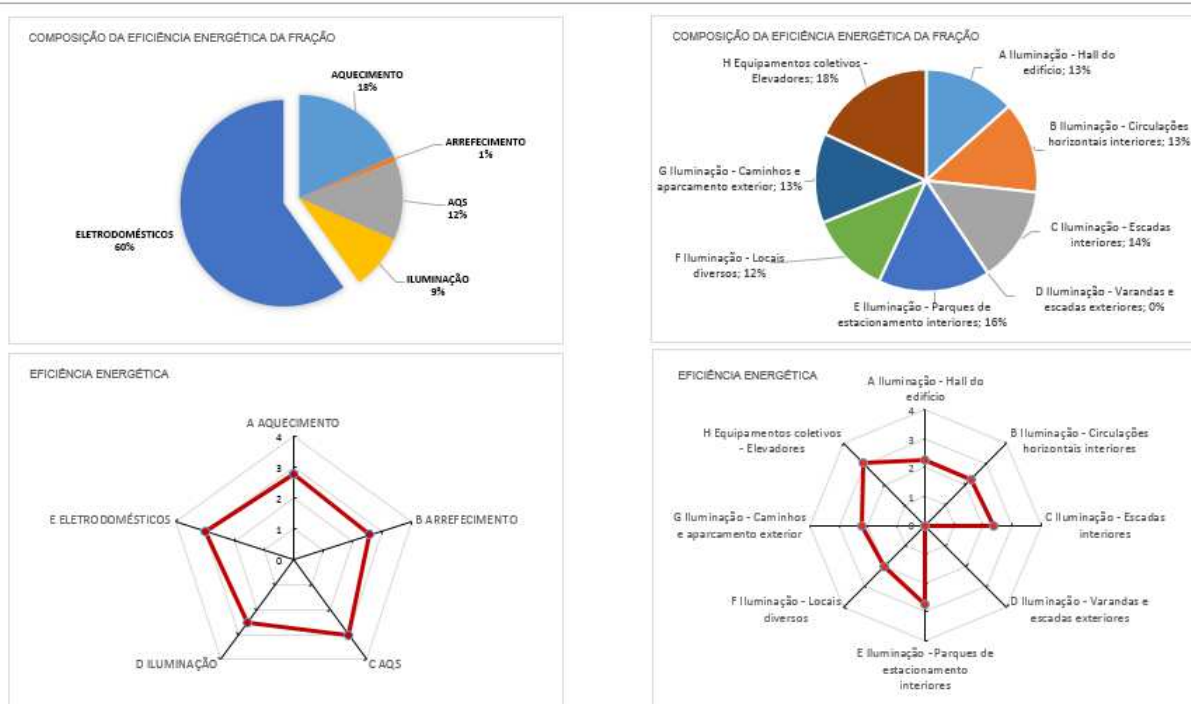
DESEMPENHO ENERGÉTICO DA HABITAÇÃO: **2,62** **41%**PONDERAÇÃO habitação/condomínio: **15%**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA HABITAÇÃO: **2,91** **48%**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO CONDOMÍNIO: **1** **0%**

Figura 4.6: Extrato da folha de resultados do desempenho energético da habitação

O valor do desempenho energético da habitação é um indicador do consumo de energia da habitação. Com notas mais elevadas o consumo será menor e com notas menores o consumo esperado, durante a utilização do edifício, será maior.

4.4. EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Para se calcular o desempenho energético da habitação utilizando a folha de cálculo, será necessário dispor dos projetos do edifício, nomeadamente do projeto de comportamento térmico e de instalações elétricas e eletromecânicas. No caso de se tratar de um edifício existente deverá ter o certificado energético e acesso ao edifício para realizar medições.

O ficheiro, com o método de avaliação, designa-se Eco139 DCON 2018_192s.xlsx e permite obter a classificação do desempenho energético de edifícios de habitação numa escala de 1 a 4 em que 1 é muito fraco e 4 bom, conforme a escala de classificação do quadro 4.17.

Quadro 4.17: Escala de classificação do método de avaliação de desempenho energético

Classificação	
Nota 1	muito fraco
Nota 2	fraco
Nota 3	suficiente
Nota 4	bom

Abrindo o ficheiro utilizando o programa Microsoft Excel será possível ter acesso a três folhas de cálculo:

- Desempenho energético: folha de cálculo de resultados;
- DE – Habitação: folha de cálculo da eficiência energética da habitação
- DE – Condomínio: folha de cálculo da eficiência energética do condomínio.

4.4.1 PREENCHIMENTO DA FOLHA “DESEMPENHO ENERGÉTICO”

Deverá preencher-se o cabeçalho da folha “Desempenho Energético” com a designação do edifício e a designação da fração. Também poderá alterar o valor da ponderação do consumo energético da habitação em relação ao consumo do condomínio, se o valor de 15%, atribuído por defeito, não traduzir a ordem de grandeza de consumo esperado para o edifício em análise.

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ENERGÉTICO DA HABITAÇÃO

EDIFÍCIO: FRAÇÃO:

INSTRUÇÕES:
 Efectuar a avaliação do desempenho energético utilizando as folhas de cálculo DE-Habitação e DE-Condomínio
 Para obter o desempenho energético da habitação poderá corrigir a ponderação habitação/condomínio

DESEMPENHO ENERGÉTICO DA HABITAÇÃO: 0 -25%

PONDERAÇÃO habitação/condomínio: 15%

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA HABITAÇÃO: 0 -25%

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO CONDOMÍNIO: 0 -25%

Figura 4.7: Campos de preenchimento da folha de desempenho energético

4.4.2 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA HABITAÇÃO

Seguidamente pode-se preencher as folhas de cálculo de avaliação do desempenho energético DE-Habitação e DE-Condomínio.

Iniciando pela DE-Habitação poderá classificar cada um dos cinco critérios de avaliação da eficiência energética da habitação, atribuindo notas aos parâmetros de avaliação.

Para classificar um critério de avaliação deverá selecionar a nota do parâmetro na tabela e inscrever na coluna “nota”, a classificação correspondente. A nota que classifica cada parâmetro será afetada da ponderação percentual da coluna “ponderação”, em função da contribuição relativa, do parâmetro específico, para a composição da nota final do critério. O somatório das ponderações de todos os parâmetros utilizados para avaliar um critério é igual a 100%.

Verificando o exemplo da figura 4.8, foi atribuída a nota 1 ao parâmetro C1-Energia solar térmica, pois a oclusão dos coletores solares é superior a 30%. Manteve-se a ponderação, atribuída por defeito, de 20%.

O parâmetro C2-Aparelhos de apoio obtém a nota 3, pois o aparelho de apoio apenas dispõe de programação de temperatura máxima. Manteve-se a ponderação, atribuída por defeito, de 20%.

A nota de avaliação dos parâmetros deve ser atribuída com base nos dados do projeto ou no certificado energético, no caso de edifício existente.

CRITÉRIOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	PONDERAÇÃO	PARÂMETROS	PONDERAÇÃO	AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS				
				1	2	3	4	NOTA
C Águas quentes sanitárias NOTA 2,6	12%	C1 Energia solar térmica	20%	ocultação dos coletores >30%	ocultação dos coletores <30%	coletores orientados a sul e sem oclusão no horizonte	plano de oclusão arquitetónico	1
		C2 Aparelhos de apoio	20%	sem aparelho de apoio	programação da temperatura máxima	programação horária e da temperatura máxima	programação horária e da temperatura máxima	3
		C3 Distribuição e armazenamento	20%	isolamento das tubagens não previsto	isolamento das tubagens >10mm e armazenamento >60l/m ² de painel	isolamento das tubagens >10mm e armazenamento <60l/m ² de painel	isolamento das tubagens >10mm e armazenamento <45l/m ² de painel	3
		C4 Consumo de água	20%	torneiras sem arçador nem temporização	torneiras sem arçador com emulor	torneiras com emulor	torneiras com emulor de classe de eficiência >A+ e torneiras termostáticas nos chuveiros	3
		C5 Energia renovável	20%	<50% Q _a	<60% Q _a	>60% Q _a	>65% Q _a	3

Figura 4.8: Exemplo da avaliação do critério C de eficiência energética da Habitação

A nota do critério é calculada automaticamente pelo somatório das notas dos parâmetros afetadas da ponderação correspondente.

Após a classificação de todos os critérios de avaliação da eficiência energética da habitação, conforme o procedimento descrito, deverá verificar-se os critérios de ponderação de segundo nível, que afetam as notas dos critérios para compor a nota da eficiência energética da habitação.

PONDERAÇÃO DOS CRITÉRIOS PARA OBTER A NOTA GLOBAL			
CRITÉRIOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA HABITAÇÃO	%	NOTA	Nota Ponderada
A AQUECIMENTO	19%	2,8	0,532
B ARREFECIMENTO	1%	2,6	0,026
C AQS	12%	3	0,36
D ILUMINAÇÃO	10%	2,5	0,25
E ELETRODOMÉSTICOS	58%	3	1,74

Figura 4.9: Quadro de ponderações e resumo das classificações dos critérios

As ponderações percentuais dos critérios de avaliação são apresentadas no quadro idêntico ao da figura 4.9, que também apresenta a classificação obtida para cada critério e a contribuição de cada critério para a composição da nota final da eficiência energética da habitação.

O valor das ponderações podem ser alteradas para traduzir os consumos reais da habitação, mas o somatório deverá ser sempre igual a 100%.

A nota final da avaliação do desempenho energético da habitação é apresentada no lado direito do cabeçalho da folha de cálculo, com fundo azul, como o exemplo apresentado na figura 4.10.

EDIFÍCIO: FRAÇÃO:

INSTRUÇÕES:
 1. Atribua notas de 1 a 4 aos parâmetros de avaliação dos critérios;
 2. Introduza a ponderação dos parâmetros;
 3. Introduza a ponderação dos critérios, após ter avaliado cada critério.

**DESEMPENHO ENERGÉTICO
ÁREAS PRIVATIVAS**

NOTA: **2,9**

CRITÉRIOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	PONDERAÇÃO	PARÂMETROS	PONDERAÇÃO	AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS				NOTA
				1	2	3	4	

Figura 4.10: Resultado da avaliação do desempenho energético da habitação

A avaliação também é carregada na folha de cálculo de resultados “Desempenho Energético”.

4.4.3 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO CONDOMÍNIO

A avaliação da eficiência energética do condomínio é efetuada na folha de cálculo “DE-Condomínio”, atribuindo notas aos parâmetros, classificando critério a critério, de maneira idêntica à utilizada para a avaliação da eficiência energética da habitação.

CRITÉRIOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	PARÂMETROS	PONDERAÇÃO	AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS				NOTA
			1	2	3	4	
C Iluminação de escadas interiores NOTA 2,6	C1 Existência de superfície envidraçada	25%	inexistente	< 10% da área de circulação	≈ 10% da área de circulação	≈ 30% da área de circulação	2
	C2 Ativação da iluminação artificial	0%	interruptor	detector de movimento	detector de movimento com sensor crepuscular	detector de movimento com sensor crepuscular	
	C3 Temporização	20%	sem temporização	< 3min e > 6min	≈ 6min e ≈ 3min	≈ 5,5min e ≈ 3min + dimmer de 30s	3
	C4 Intensidade de luz artificial	15%	< 150 lux	> 160 lux	< 160lux e > 150lux	< 160lux e > 150lux	3
	C5 Eficácia das lâmpadas	25%	< 55lm/w	< 60lm/w	> 60 lm/w	> 65 lm/w	3
	C6 Fator de reflexão de tetos e paredes	15%	<20%	<40%	<50%	>50%	2
D Iluminação de varandas e escadas exteriores NOTA 0	D1 Ativação da iluminação artificial	15%	interruptor	detector de movimento	detector de movimento com sensor crepuscular	detector de movimento com sensor crepuscular	
	D2 Temporização das varandas	20%	sem temporização	< 2min e > 3min	≈ 3min e ≈ 2min	≈ 2,5min e ≈ 2min + dimmer de 30s	
	D3 Temporização das escadas	20%	sem temporização	< 3min e > 6min	≈ 6min e ≈ 3min	≈ 5,5min e ≈ 3min + dimmer de 30s	
	D4 Intensidade da luz artificial	15%	< 50 lux	> 80 lux	< 80lux e > 50lux	< 80lux e > 50lux	
	D5 Eficácia das lâmpadas	20%	< 55lm/w	< 60lm/w	> 60 lm/w	> 65 lm/w	
	D6 Fator de reflexão de tetos e paredes	10%	<20%	<40%	<50%	>50%	

Figura 4.11: Exemplo de avaliação do critério C de eficiência energética do condomínio

Na coluna “nota” é colocada a nota de avaliação do parâmetro, conforme a disposição da tabela de avaliação dos parâmetros. A ponderação atribuída por defeito para cada parâmetro poderá ser alterada na coluna “ponderação”, tendo em conta que o somatório das ponderações de cada critério deverá ser igual a 100%.

No caso de um parâmetro não ser aplicável ao edifício, deverá ser apagada a nota e atribuída a ponderação 0% no parâmetro. O somatório das restantes ponderações deve ser igual a 100%. Conforme o exemplo do parâmetro C2-Ativação da iluminação artificial da figura 4.11.

Quando um critério de avaliação não se aplica ao edifício, deve apagar a coluna “notas” de todos os parâmetros do critério, conforme o exemplo do critério D-Iluminação de varandas e escadas exteriores, apresentado na figura 4.11.

Após a avaliação de todos os critérios será necessário atribuir a nota de eficiência energética do condomínio, utilizando o critério de classificação da figura 4.12.

EDIFÍCIO:

FRAÇÃO:

INSTRUÇÕES:
 1. Atribua notas de 1 a 4 aos parâmetros de avaliação dos critérios;
 2. Introduza a ponderação dos parâmetros;
 3. Introduza nota global da eficiência energética 1, 2, 3 ou 4, com base no critério de avaliação do quadro.

DESEMPENHO ENERGÉTICO
ESPAÇOS DE UTILIZAÇÃO COMUM

NOTA: 1

CRITÉRIOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	PARÂMETROS	PONDERAÇÃO	1	2	3	4	NOTA																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #d9ead3;">NOTAS DOS CRITÉRIOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #f9cb9c;">A Iluminação - Hall do edifício</td> <td style="background-color: #ffff00;">2,3</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9ead3;">B Iluminação - Circulações horizontais interiores</td> <td style="background-color: #ffff00;">2,3</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9ead3;">C Iluminação - Escadas interiores</td> <td style="background-color: #ffff00;">2,6</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f9cb9c;">D Iluminação - Varandas e escadas exteriores</td> <td style="background-color: #ffff00;">0</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9ead3;">E Iluminação - Parques de estacionamento interiores</td> <td style="background-color: #ffff00;">2,8</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9ead3;">F Iluminação - Locais diversos</td> <td style="background-color: #ffff00;">2</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f9cb9c;">G Iluminação - Caminhos e estacionamento exterior</td> <td style="background-color: #ffff00;">2,2</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f9cb9c;">H Equipamentos coletivos - Elevadores</td> <td style="background-color: #ffff00;">3,1</td> </tr> </tbody> </table>								NOTAS DOS CRITÉRIOS		A Iluminação - Hall do edifício	2,3	B Iluminação - Circulações horizontais interiores	2,3	C Iluminação - Escadas interiores	2,6	D Iluminação - Varandas e escadas exteriores	0	E Iluminação - Parques de estacionamento interiores	2,8	F Iluminação - Locais diversos	2	G Iluminação - Caminhos e estacionamento exterior	2,2	H Equipamentos coletivos - Elevadores	3,1
NOTAS DOS CRITÉRIOS																									
A Iluminação - Hall do edifício	2,3																								
B Iluminação - Circulações horizontais interiores	2,3																								
C Iluminação - Escadas interiores	2,6																								
D Iluminação - Varandas e escadas exteriores	0																								
E Iluminação - Parques de estacionamento interiores	2,8																								
F Iluminação - Locais diversos	2																								
G Iluminação - Caminhos e estacionamento exterior	2,2																								
H Equipamentos coletivos - Elevadores	3,1																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #d9ead3;">NOTA GLOBAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #d9ead3;">NOTA 1</td> <td style="background-color: #d9ead3;">mais de 30% dos critérios analisados não obtêm a nota 3</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9ead3;">NOTA 2</td> <td style="background-color: #d9ead3;">menos de 30% dos critérios analisados não obtêm a nota 3</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9ead3;">NOTA 3</td> <td style="background-color: #d9ead3;">todos os critérios analisados obtêm a nota 3 ou superior</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9ead3;">NOTA 4</td> <td style="background-color: #d9ead3;">todos os critérios analisados obtêm a nota 4</td> </tr> </tbody> </table>								NOTA GLOBAL		NOTA 1	mais de 30% dos critérios analisados não obtêm a nota 3	NOTA 2	menos de 30% dos critérios analisados não obtêm a nota 3	NOTA 3	todos os critérios analisados obtêm a nota 3 ou superior	NOTA 4	todos os critérios analisados obtêm a nota 4								
NOTA GLOBAL																									
NOTA 1	mais de 30% dos critérios analisados não obtêm a nota 3																								
NOTA 2	menos de 30% dos critérios analisados não obtêm a nota 3																								
NOTA 3	todos os critérios analisados obtêm a nota 3 ou superior																								
NOTA 4	todos os critérios analisados obtêm a nota 4																								
Percentagem de critérios analisados que não obtêm nota 3 ou superior							86%																		

Figura 4.12: Critério de classificação do desempenho energético do condomínio

A nota global do desempenho energético é atribuída em função do critério de avaliação, tendo por base o valor das notas atingidas nos critérios.

No caso do exemplo, 86% dos critérios não atingiram a nota 3, pelo que a nota da eficiência do condomínio é 1 e deve ser inscrita no campo de preenchimento “nota”, no lado direito do cabeçalho.

4.4.4 LEITURA E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados das avaliações das folhas de cálculo DE-Habitação e DE-Condomínio são apresentadas na folha de cálculo Desempenho energético apresentada da figura 4.13.

No gráfico de teia é possível identificar as notas de cada critério e no gráfico de fatias a contribuição ponderada de cada critério para a composição da nota final da eficiência energética da habitação e do condomínio.

Os gráficos de teia permitem identificar debilidades energéticas do edifício e consultando os parâmetros correspondentes dos critérios, nas folhas de avaliação, identificar quais as medidas a implementar para aumentar a eficiência.

Os gráficos de fatias permitem ter a percepção da importância relativa de cada critério para a composição da nota final. Permite ainda identificar quais as notas que contribuem mais significativamente para a eficiência energética.

No caso do gráfico de fatias da eficiência energética da habitação, é realizado com base nos valores das notas ponderadas dos critérios, as melhorias implementadas nos parâmetros de ponderações mais elevadas permitem aumentos na eficiência energética mais significativos.

Para verificar os parâmetros que mais influenciam a eficiência energética será necessário identificar das folhas de cálculo DE-Habitação e DE-condomínio, para cada parâmetro, os dois níveis de ponderação a que estão sujeitos.

Na folha de resultados, para além da nota de 1 a 4 é apresentado o valor percentual de eficiência energética alcançada, inferindo-se a potencialidade de melhoria para alcançar a eficiência máxima.

Por fim, a ponderação de 15% habitação/condomínio, apresentada por defeito, poderá ser ajustada em função das características do edifício, determinando a percentagem de consumo de energia do condomínio da responsabilidade da fração, face ao consumo da habitação.

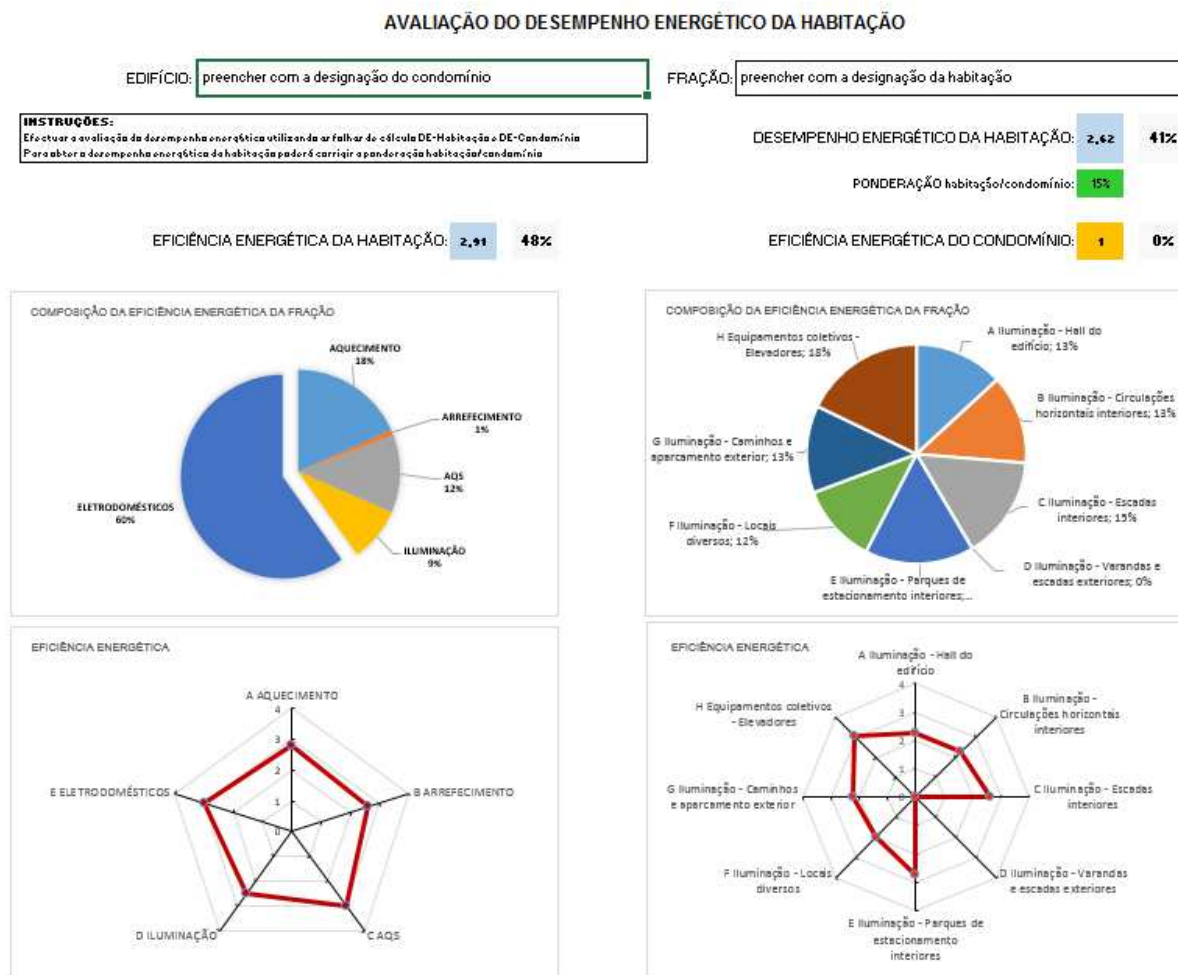


Figura 4.13: Folha de resultados da avaliação do desempenho energético da habitação

No caso analisado da figura 4.13, o edifício obteve a classificação de 48% de eficiência energética na habitação e 0% na eficiência dos espaços não privativos.

Considerando a ponderação de 15% habitação/condomínio a nota final do desempenho energético é de 2,62, correspondendo a 41% de desempenho energético do edifício.

Com o valor obtido de desempenho energético do edifício, será possível apreciar os consumos de energia da habitação face às medidas implementadas de e à potencialidade de melhoria da eficiência energética.

Considerando que a máxima eficiência energética poderá representar 15% de economia na fatura energética, o edifício avaliado poderá ainda diminuir sensivelmente $(100\% - 41\%) \times 15\% = 8,85\%$ o consumo de energia, mediante a implementação das medidas de melhoria necessárias para obter classificação de 100%.

No quadro 4.17 são organizados por ordem decrescente de importância, os parâmetros de eficiência energética. Os parâmetros do topo da tabela são os mais representativos para o melhoramento da

eficiência energética do edifício. A ponderação correspondente determina a o grau de contribuição de cada um para a eficiência energética. Os valores apresentados foram obtidos utilizando os valores das ponderações por defeito, disponibilizadas nas folhas de cálculo.

Quadro 4.18: Parâmetros de avaliação da eficiência energética da habitação por ordem decrescente

Critério	Ref.º	Parâmetro	Ponderação	
			Habitação	Global
Eletrodomésticos	E1	Consumos Standby	14,5%	12,3%
Eletrodomésticos	E2	Ativação dos aparelhos	14,5%	12,3%
Eletrodomésticos	E3	Temporização	14,5%	12,3%
Eletrodomésticos	E4	Classe energética	14,5	12,3%
Aquecimento	A1	Necessidade de energia de aquecimento	7,6%	6,5%
Aquecimento	A3	Inércia térmica e portadas	3,8%	3,2%
Aquecimento	A5	Energia Renovável	3,8%	3,2%
AQS	C1	Energia solar térmica	2,4%	2,0%
AQS	C2	Aparelhos de apoio	2,4%	2,0%
AQS	C3	Distribuição e armazenamento	2,4%	2,0%
AQS	C4	Consumo de água	2,4%	2,0%
AQS	C5	Energia renovável	2,4%	2,0%
Iluminação	D1	Existência de superfície envidraçada	2,0%	1,7%
Iluminação	D2	Ativação da iluminação artificial	2,0%	1,7%
Iluminação	D4	Temporização	2,0%	1,7%
Iluminação	D5	Eficácia das lâmpadas	2,0%	1,7%
Aquecimento	A2	Localização dos radiadores	1,9%	1,6%
Aquecimento	A4	Ventilação	1,9%	1,6%
Iluminação	D3	Intensidade de luz artificial	1,0%	0,85%
Iluminação	D6	Fator de reflexão das paredes	1,0%	0,85%
Arrefecimento	B1	Necessidade de energia para arrefecimento	0,4%	0,3%
Arrefecimento	B2	Climatização	0,1%	0,1%
Arrefecimento	B3	Fator solar dos vãos	0,1%	0,1%
Arrefecimento	B4	Fator solar da envolvente opaca	0,1%	0,1%
Arrefecimento	B5	Inércia térmica	0,1%	0,1%
Arrefecimento	B6	Ventilação	0,1%	0,1%
Arrefecimento	B7	Energia renovável	0,1%	0,1%
Total:			100%	85%

Verifica-se que os parâmetros do critério E – Eletrodomésticos são os que mais contribuem para a eficiência energética da habitação, representando praticamente 50% da eficiência energética da habitação. O valor é questionável, pois pode representar o valor da percentagem relativa do consumo da habitação, mas as medidas de previstas de eficiência energética não contribuem de forma tão relevante para a diminuição do consumo.

Seguem-se os parâmetros relacionados com o aquecimento: a redução das necessidades de energia útil de aquecimento, inércia térmica das portadas e energia renovável, totalizando 15,2% de ponderação.

E por fim, os parâmetros de AQS e iluminação com cerca de 2% de ponderação, cada.

Os parâmetros de arrefecimento são praticamente desprezáveis para a eficiência energética.

A eficiência energética do condomínio representa 15% do desempenho energético da fração, pelo que a contribuição de cada parâmetro de avaliação para a nota final é muito pequena, como se pode verificar pelas ponderações apresentadas na coluna mais à direita do quadro 4.19.

Quadro 4.19: Parâmetros de avaliação da eficiência energética do condomínio por ordem decrescente de importância

Critério	Ref. ^a	Parâmetro	Ponderação	
			Condomínio	Global
Iluminação de locais diversos (arrumos, caves, zonas técnicas)	F1	Existência de superfície envidraçada	5,0%	0,8%
Iluminação de caminhos e parques de estacionamento exteriores	G2	Temporização	5,0%	0,8%
	G4	Eficácia das lâmpadas	5,0%	0,8%
Equipamentos coletivos	H1	Sistema de elevação	5,0%	0,8%
Iluminação do hall	A1	Existência de superfície envidraçada	3,1%	0,5%
	A3	Temporização	3,1%	0,5%
	A5	Eficácia das lâmpadas	3,1%	0,5%
Iluminação das circulações horizontais interiores	B1	Existência de superfície envidraçada	3,1%	0,5%
Iluminação das escadas interiores	C1	Existência de superfície envidraçada	3,1%	0,5%
Iluminação de parques de estacionamento interiores e semi-enterrados	E1	Existência de superfície envidraçada	3,1%	0,5%
Iluminação de locais diversos (arrumos, caves, zonas técnicas)	F3	Temporização	3,1%	0,5%
	F5	Eficácia das lâmpadas	3,1%	0,5%
Equipamentos coletivos	H2	Motorização do elevador	3,1%	0,5%
Iluminação das circulações horizontais interiores	B3	Temporização	2,5%	0,4%
	B5	Eficácia das lâmpadas	2,5%	0,4%
Iluminação das escadas interiores	C3	Temporização	2,5%	0,4%
	C5	Eficácia das lâmpadas	2,5%	0,4%
Iluminação de varandas e escadas exteriores	D2	Temporização das varandas	2,5%	0,4%
	D3	Temporização das escadas	2,5%	0,4%
	D5	Eficácia das lâmpadas	2,5%	0,4%
Iluminação de parques de estacionamento interiores e semi-enterrados	E3	Temporização	2,5%	0,4%
Iluminação das circulações horizontais interiores	B2	Ativação da iluminação artificial	1,9%	0,3%
Iluminação das escadas interiores	C2	Ativação da iluminação artificial	1,9%	0,3%
Iluminação de varandas e escadas exteriores	D1	Ativação da iluminação artificial	1,9%	0,3%
	D4	Intensidade da luz artificial	1,9%	0,3%
Iluminação de parques de estacionamento interiores e semi-enterrados	E5	Eficácia das lâmpadas	1,9%	0,3%
	E7	Potência de iluminação instalada	1,9%	0,3%
Iluminação do hall	A2	Ativação da iluminação artificial	1,6%	0,2%
	A4	Intensidade de luz artificial	1,6%	0,2%
Iluminação das circulações horizontais interiores	B4	Intensidade de luz artificial	1,3%	0,2%
	B6	Fator de reflexão de tetos e paredes	1,3%	0,2%
Iluminação das escadas interiores	C4	Intensidade de luz artificial	1,3%	0,2%
	C6	Fator de reflexão de tetos e paredes	1,3%	0,2%
Iluminação de varandas e escadas exteriores	D6	Fator de reflexão de tetos e paredes	1,3%	0,2%
Iluminação de parques de estacionamento interiores e semi-enterrados	E4	Intensidade de luz artificial	1,3%	0,2%
	E6	Rendimento das luminárias	1,3%	0,2%
Iluminação de caminhos e parques de estacionamento exteriores	G1	Ativação da iluminação artificial	1,3%	0,2%
	G3	Intensidade de luz artificial	1,3%	0,2%
Iluminação de parques de estacionamento interiores e semi-enterrados	E2	Ativação da iluminação artificial	0,6%	0,1%
Iluminação de locais diversos (arrumos, caves, zonas técnicas)	F2	Ativação da iluminação artificial	0,6%	0,1%
	F4	Intensidade de luz artificial	0,6%	0,1%
Equipamentos coletivos	H4	Sensor fotoelétrico	0,6%	0,1%
	H5	Iluminação	0,6%	0,1%
Total:			100%	15%

A existência de envidraçados para iluminação natural, a eficácia das lâmpadas e a temporização são os parâmetros que mais contribuem para a eficiência energética das zonas não privativas.

Os critérios e parâmetros utilizados para obter a nota global do desempenho energético do edifício estão diretamente relacionados com os consumos de energia dos edifícios.

A eficiência máxima no consumo poderá ser alcançada utilizando soluções mais eficientes disponíveis no mercado, otimizando a utilização e beneficiando de energia de fontes de energia renováveis.

O parâmetro de produção de energia de fontes renováveis para iluminação, equipamentos coletivos e eletrodomésticos poderia absorver os restantes 85% de consumo de energia necessária em fase de exploração do edifício. Nesse caso, as ponderações adoptadas por defeito para os consumos da habitação permitiriam atingir o patamar de eficiência energética 100% (sem consumo da rede).

Com o método de avaliação desenvolvido estima-se, em função dos valores disponibilizados na rubrica do método Qualitel EC – Conception Économe em Charges, que a nota 4 do desempenho energético conduza a reduções do consumo de energia superiores a 15%, em relação aos consumos dos edifícios com nota 3, observando apenas as disposições mínimas regulamentares.

5

CONCLUSÃO

As construções caracterizam espaços, locais, comunidades e tecnologia. A diversidade de soluções resulta de condicionalismos, económicos, sociais, disponibilidade de matéria prima, obrigações legais e da abordagem efetuada pelos profissionais de projeto para a resolução dos problemas.

Às vezes a intervenção dos profissionais de projeto é tão elevada que nos esquecemos da função primordial da construção, presos que ficamos com a complexidade da concepção.

Pelo contrário, as construções sem a intervenção de profissionais de projeto colocam em causa a segurança da utilização humana.

Verificou-se que a indústria da construção é responsável pelo consumo de cerca de 90% dos recursos naturais utilizados pelas indústrias transformadoras, altera a paisagem e os ecossistemas, provocando elevados impactos sobre o ambiente.

A salvaguarda do planeta é uma exigência da comunidade internacional, obrigando à adaptação da indústria aos novos standards de qualidade.

Os modelos de construção evoluem para responder às exigências do cliente do novo milénio, aparecendo no mercado soluções tecnológicas, mais ecológicas e integradas no espaço circundante, em harmonia com a natureza,

Para além da análise das características técnicas e da proveniência dos materiais, outras variáveis estão a ser equacionadas na vanguarda da concepção: potencial de reutilização e reciclagem dos materiais incorporados; procedimentos de produção isentos de poluição e de baixo consumo de energia; energia e materiais utilizados na produção; encargos em fase de utilização, incluindo consumo de energia, água, manutenção; consumo de recursos para o desmantelamento e reciclagem.

Apresentamos os edifícios como produtos materiais resultantes da energia transformadora da mão de obra e dos equipamentos.

Identificamos os consumos de energia durante as três fases do ciclo de vida: a construção; a utilização, o desmantelamento e reciclagem.

Analisamos o método de classificação da eficiência energética do Sistema de Certificação Energética nacional e a informação disponível no certificado energético. Os métodos de avaliação da qualidade dos edifícios de habitação utilizados em Portugal, França, Suíça e Inglaterra e os critérios específicos de avaliação da qualidade da eficiência energética.

Agrupamos os consumos de energia de utilização dos edifícios em seis componentes principais segundo a utilização: aquecimento, arrefecimento, águas quentes sanitárias, ventilação, iluminação, eletrodomésticos e equipamentos coletivos. A magnitude de cada tipo de consumo permite identificar o desempenho energético do edifício naquela componente específica e a globalidade do consumo o desempenho energético.

5.1. A IMPORTÂNCIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS EDIFÍCIOS

A energia elétrica é amplamente utilizada por diversos fatores, que a tornam na fonte de energia de eleição para ao funcionamento da maior parte dos aparelhos mecânicos, eletrónicos e biotecnológicos. É uma energia sustentável em harmonia com o meio ambiente, quando produzida a partir de fontes de energia renovável.

A dependência da energia elétrica é cada vez maior por ser utilizada na maior parte dos aparelhos domésticos, máquinas industriais, eletrónica e produção em geral. O seu consumo está a ser promovido dadas as vantagens da sua utilização em relação aos combustíveis.

A energia é produzida e consumida por processos naturais em cadeia. Incorporada nas plantas serve de alimento aos animais, que a consomem para se alimentarem. Os animais aprendem a tirar partido das fontes de energia e aglomeram-se nos locais de maior abundância.

A humanidade identifica a energia mais rentável e cria indústrias para produção em escala, simulando a natureza e desenvolvendo métodos mais rentáveis de produção mais rápida.

A utilização de recursos naturais pela indústria está a ser questionada face a evidências de alterações climáticas pelo desequilíbrio provocado pelo consumo desregrado de recursos naturais.

Para contornar os constrangimentos ambientais a indústria está a implementar modelos sustentáveis de reciclagem, integrando os materiais num ciclo de utilização e reaproveitamento de valorização contínua. É um modelo inteligente que utiliza os recursos energéticos de fontes renováveis e os materiais em circulação no mercado, reaproveitados de outras utilizações.

A cadência de transformação é ditada pela disponibilidade de recursos, incluindo: material e energia renovável armazenada.

O conceito de desenvolvimento atual é diferente dos nossos pais, que exploram os recursos naturais transformando-os em produtos comercializáveis, conquistaram terreno à natureza, substituindo por áreas impermeabilizadas, controlaram o crescimento e ameaça dos seres vivos nesses locais e os espaços também lhes permanecem imutáveis.

Mas agora é diferente, a construção desenvolve-se ao ritmo da natureza e substituindo a potência pela inteligência. Desenvolvendo tecnologia para obter maior rendimento com menor consumo de energia. Alargando os prazos para adaptar as cadências de transformação à disponibilidade de energia.

Com as redes elétricas inteligentes é possível consumir em articulação com a produção, surgindo fábricas energeticamente autónomas, que só trabalham quando a energia está disponível e planos de trabalhos orientando para tarefas alternativas quando a energia não está disponível.

Edifícios que armazenam energia quando está disponível e que só é autorizada a sua execução mediante a justificação da sua sustentabilidade energética, considerando o prazo de execução compatível com o consumo de energia armazenada, a independência de energia durante a fase de utilização e o processo de desmantelamento envolvendo altas taxas de valorização dos materiais.

Na prática bastante está a ser implementado por imposição das diretivas comunitárias. A legislação indica o caminho da sustentabilidade da redução do consumo de energia, da reciclagem e do reaproveitamento, da eficiência energética e do respeito pelo bem comum, pelo ambiente, a natureza e o planeta.

Atualmente o mais ambicioso dos planos europeus inclui a eliminação total do carbono fóssil da economia para 2050: o Roteiro para a Neutralidade Carbónica RNC2050.

Da totalidade da energia consumida em Portugal 75% provém do petróleo, do carvão e do gás natural. Esse fluxo de energia tem que ser anulado pela eficiência energética, por procedimentos de redução do consumo e pela implementação da produção de energia de fontes renováveis. Armazenar a radiação solar na madeira das matas e dos resíduos florestais, da energia solar, do vento, da geotermia e das ondas.

É necessário abrandar a transformação e produção, adoptando ritmos compatíveis com o armazenamento de energia da natureza. Explorar a tecnologia para fazer mais com menos energia, transportando lentamente grandes penedos para o cimo dos montes, para os fazer rolar por ação da atração da força gravítica, quando for indispensável produzir energia.

A acumulação de energia e as vantagens da eficiência energética, podem equilibrar a balança energética dos países ocidentais, conectando o planeta novamente à tomada das energias renováveis.

5.2. CONCLUSÕES MAIS RELEVANTES

Os edifícios representam cerca de um quarto do consumo de energia nacional. Com a utilização de aparelhos eficientes o consumo pode reduzir e com a utilização de fontes de energia renováveis pode-se anular a dependência de energias fósseis.

A distribuição dos consumos de energia elétrica no interior da habitação estão distribuídos da seguinte forma: 58% dos eletrodomésticos; 20% para climatização, 12% para águas quentes sanitárias e 10% para iluminação.

O melhoramento do comportamento térmico dos edifícios poderá atingir 20% de economia na fatura de energia. A utilização da habitação durante o dia sem recurso a iluminação artificial representa 10% de poupança na fatura energética. O aquecimento de águas sanitárias pelos painéis solares térmicos permitirá a diminuir 12% do consumo da habitação. Mas é na cozinha, lavandaria, limpezas e audiovisuais que será necessário atuar para reduzir os consumos mais significativos dos edifícios, representando atualmente cerca de 60% do consumo das habitações.

O Sistema Nacional de Certificação Energética é sem margem de dúvidas responsável pela redução do consumo de energia, aumento do conforto térmico e qualidade interior das habitações, sensibilização para as soluções de eficiência energética e aumento da qualidade global dos edifícios.

Os certificados energéticos fornecem informação sobre os principais índices energéticos dos edifícios e atribuem uma classe de eficiência energética aos edifícios. A informação adicional dos certificados permite caracterizar bastante aprofundadamente as características de comportamento térmico, o potencial de aumento da eficiência energética e a viabilidade económica das soluções propostas de melhoria.

Por sua vez, os métodos clássicos de avaliação da qualidade desenvolvidos na realidade de vários países, caracterizam a qualidade do edifício em duas componentes: a qualidade da utilização de espaços e a qualidade das soluções construtivas.

O desempenho energético é um critério de avaliação da qualidade incluído na componente qualidade das soluções construtivas.

O método de avaliação do desempenho energético que desenvolvemos neste trabalho tem por base o consumo por metro quadrado de habitação. Consideramos que edifícios menos consumidores tem desempenhos energéticos mais elevados. Para aumentar a qualidade do edifício na componente de desempenho energético é necessário aumentar o comportamento térmico, utilizar aparelhos consumidores de energia de elevada eficiência energética e implementar sistemas de fontes de energia renovável.

Um edifício de alta qualidade de desempenho energético é praticamente autossuficiente e os poucos consumos de energia são altamente rentabilizados.

Para esse efeito identificamos as disposições construtivas que melhoram a eficiência energética do edifício enquanto produto consumidor de energia.

Classificamos cada uma das componentes de consumo em função da implementação das medidas de eficiência energética e obtivemos uma classificação da qualidade energética do edifício.

Entre o método teórico de determinação de consumos de utilização por m² de habitação e o método prático de identificação de parâmetros construtivos e obtenção de uma classificação qualitativa, há uma complementaridade.

A necessidade de energia do edifício dá a informação do consumo real esperado e a classificação do método de avaliação dos parâmetros construtivos, implementado na folha de cálculo, permite-nos identificar o potencial de redução dos consumos.

5.3. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Os parâmetros construtivos relacionados com a eficiência energética foram principalmente obtidos a partir do referencial de 2012 do método de avaliação de projetos de edifícios habitacionais Qualitel, desenvolvido e aplicado em França. A aplicabilidade ao parque habitacional Português não é colocada em causa, no entanto deveria ser comprovada, principalmente aos edifícios existentes.

Também as ponderações para a composição das classificações dos critérios de avaliação energética devem ser fixadas com base em estudos científicos que permitam ser a base da exigência de altos níveis de desempenho energético aos novos empreendimentos.

Durante o desenvolvimento do trabalho as principais dificuldades prenderam-se com o tratamento da informação estatística proveniente de diversas entidades e a determinação da aplicabilidade à particularidade dos projetos específicos em análise. Não dispomos de informação sobre os consumos anuais dos edifícios, das zonas comuns, das frações por tipologia, por índice de ocupação e por localização.

Também não tivemos possibilidade de analisar e integrar sistemas em desenvolvimento de utilização coletiva de águas quentes sanitárias e aquecimento, aproveitamento de águas pluviais, reutilização e reaproveitamento energético de águas sanitárias.

Os sistemas técnicos existentes no mercado também requerem análise e podem ser incluídas marcas e modelos de soluções de comprovada relevância para a eficiência energética dos edifícios.

A análise das características dos produtos consumidores de energia existentes no mercado efetuada pela entidade nacional de defesa do consumidor DecoProteste deveria ser acompanhada por comissão de

especialistas da área da construção, disponibilizando informação relevante aplicada ao projeto de eficiência energética dos edifícios.

A nossa perspectiva, como ventilado anteriormente neste trabalho é que o projeto de edifícios deve ser acompanhado da estimativa do consumo global de energia subdividido nas três grandes fases do ciclo de vida do produto edifício: construção; utilização/exploração; desmantelamento/reciclagem.

Acompanhando a fatura energética do edifício deve ser apresentada a nota justificativa de encargos, identificando para cada solução construtiva adotada no projeto o encargo associado com a execução, manutenção e desmantelamento/reciclagem.

A atribuição de uma classificação de qualidade de desempenho energético do edifício deverá ser atribuída com base no consumo de energia anual do edifício por metro quadrado de área útil habitável aplicável ao prazo de validade para o qual foi projetado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Capítulo 2

- DGEG, Direção-Geral de Energia e Geologia. 2019. "Plano nacional integrado energia e clima 2021-2030 (PNEC)". <http://www.dgeg.gov.pt?cr=16598>.
- DGEG, Direção Geral de Energia e Geologia. 2016. "Informação Estatística nº19 Indústria Extrativa". <http://www.dgeg.gov.pt/wwwbase/wwwinclude/ficheiro.aspx?access=1&id=16106>.
- dgeg.gov.pt. 2019. "Caracterização Energética Nacional".
- Kolb, Josef. 2010. *Bois : systèmes constructifs*. Le Mont-sur-Lausanne [etc: Preseese polytechniques et universitaires romandes [etc.].
- Moreira, Manuel Alberto Melo. 2014. "Determinação das Necessidades Energéticas de uma Fração Autónoma à luz do Decreto-Lei 118/2013", Escola de Engenharia, Universidade do Minho. <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/34382>.
- Observatório da Energia. 2019. "Observatório da Energia | Observatório da Energia". <https://www.observatoriodaenergia.pt/pt/>.
- odyssee, mure eu. 2019. "Energy Efficiency Trends and Policies in Portugal". <http://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-trends-policies-profiles/portugal-portuguese.html>.
- Pordata. 2019a. "PORDATA - Consumo de energia final: total e por tipo de sector consumidor". <https://www.pordata.pt/Europa/Consumo+de+energia+final+total+e+por+tipo+de+sector+consumidor-1397>.
- . 2019b. "PORDATA - Consumo de energia primária: total e por tipo de fonte de energia". <https://www.pordata.pt/Portugal/Consumo+de+energia+prim%C3%A1ria+total+e+por+tipo+de+fonte+de+energia-1130>.
- . 2019c. "PORDATA - Emissões de gases com efeito de estufa: total e por alguns sectores de emissões de gases". <https://www.pordata.pt/Europa/Emiss%C3%B5es+de+gases+com+efeito+de+estufa+total+e+por+alguns+sectores+de+emiss%C3%B5es+de+gases-1481>.
- . 2019d. "PORDATA - Produção de energia eléctrica a partir de fontes renováveis". [https://www.pordata.pt/Portugal/Produ%C3%A7%C3%A3o+de+energia+el%C3%A9ctrica+a+partir+de+fontes+renov%C3%A1veis+\(percentagem\)-1232](https://www.pordata.pt/Portugal/Produ%C3%A7%C3%A3o+de+energia+el%C3%A9ctrica+a+partir+de+fontes+renov%C3%A1veis+(percentagem)-1232).
- . 2019e. "PORDATA - Produção de resíduos: total, por sector de actividade económica e por agregados domésticos". <https://www.pordata.pt/Europa/Produ%C3%A7%C3%A3o+de+res%C3%ADduos+total++por+sector+de+actividade+econ%C3%B3mica+e+por+agregados+dom%C3%A9sticos-1378>.
- portugalenergia.pt. 2019. "PNEC 2030 Energias Renováveis". http://www.portugalenergia.pt/wp-content/uploads/2018/09/ER_Ambicao2030_Forum-LNEG_27092018-1.pdf.

Capítulo 3

- EDP, Energias de Portugal SA. 2019. "Onde gasta mais energia?". www.edp.pt/particulares/apoio-cliente/dicas/.
- gov.uk. 2019. "Housing quality indicators". <https://www.gov.uk/guidance/housing-quality-indicators>.
- Moreira da Costa, Jorge Manuel Fachana. 1995. "Métodos de avaliação da qualidade de projectos de edifícios de habitação", FEUP. <http://hdl.handle.net/10216/12500>.
- OFL, Office Fédéral du Logement - Suisse Confédération. 2019. "Système d'évaluation de logements SEL". <https://www.wbs.admin.ch/fr>.
- qualitel.org. 2019a. "Les Essentiels - Énergie". <https://www.qualite-logement.org/ressources-et-documentation/les-essentiels.html>.
- . 2019b. "Référentiels et documents utiles - Céquami". <https://qualitel.org/certification-maison/documents-utiles/>.
- Quercus. 2019. "Sobre o Topten". <https://topten.pt/private/page/sobre-nos>.

Capítulo 4

EDP, Energias de Portugal SA. 2019. "Onde gasta mais energia?". www.edp.pt/particulares/apoio-cliente/dicas/.
ine.pt. 2019. "Consumo de Energia no Sector Doméstico". https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_destaques&DESTAQUESdest_boui=107694566&DESTAQUESmodo=2

BIBLIOGRAFIA

- ADENE, Agência para a Energia. 2017. "Manual da etiqueta energética". <http://aped.pt/application/files/9814/9668/1888/manual-etiqueta-energetica-36-3.pdf>.
———. 2019a. "10 soluções de eficiência energética". <https://www.sce.pt/10-solucoes-de-eficiencia-energetica/>.
———. 2019b. "Certificação energética dos edifícios". <https://www.sce.pt/>.
———. 2019c. "Dicas de Poupança". <https://poupaenergia.pt/poupar/>.
———. 2019d. "Eficiência energética nos edifícios". <https://www.adene.pt/edificios/>.
ADENE EPAL ANQIP. 2018. "Guia Aqua eXperience: Eficiência hídrica em edifícios". <https://www.aquaexperience.pt/ebook>.
ANQUIP. "Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais". <https://anqip.pt>.
APCMC, Associação Portuguesa dos Comerciantes de Materiais de Construção. 2019. "Diretório de materiais de construção". <http://app.apcmc.pt/grupos-de-materiais/>.
ASHRAE. 2019. "American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers". www.ashrae.org.
Association QUALITEL. 2019. "HQE™ - France's reference certification scheme". <https://www.behqe.com/>.
base. 2019. "Contratos Públicos Online". <http://www.base.gov.pt>.
British Research Establishment, BRE Global. 2014. "BREEAM Technical Standards". <https://www.breeam.com/discover/technical-standards/>.
C. E. N., European Committee for Standardization. 2008. *Energy performance of buildings calculation of energy use for space heating and cooling (ISO 13790: 2008) EN ISO 13790: 2008*. Brussels: CEN.
———. 2019a. "CEN - Technical Bodies - CEN/TC 89 Thermal performance of buildings and building components". https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:7:0::::FSP_ORG_ID:6072&cs=1838C2B207A6B7D88562A05376928F458.
———. 2019b. "CEN - Technical Bodies - CEN/TC 371 Energy Performance of buildings project group". https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:7:0::::FSP_ORG_ID:628909&cs=105FE4519F5CD A3A837C98168C3F0904B.
CIBSE. 2019. "Chartered Institution of Building Services Engineers". www.cibse.org.
CIBSE, The Chartered Institution of Building Services Engineers. 2006. *Renewable energy sources for buildings*. London.
Deco, Associação Portuguesa para a Defesa do Consumidor. 2019. "Casa Energia". www.deco.proteste.pt/casa-energia/.
EDP, Energias de Portugal, SA. 2006. "Guia de Eficiência Energética". http://www.louleadapta.pt/uploads/document/13_EDP_Guia_Eficiencia_Energetica.pdf.
"Eficiência Energética". 2019. <http://www.eficiencia-energetica.com>.
ERSE, Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos. 2019. "PPPEC 2017-2018 Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica". <http://www.erse.pt/pt/planodepromocaodaeficiencianoconsumoppec/poupar/Paginas/Dom%C3%A9sticos.aspx>.
Eurostat. 2019. "Base de dados estatística europeia". <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/home>.
H. Sawistowski, W. Smith. 1967. *Metodos de calculo en los procesos de transferencia de materia*. Madrid: Editorial Alhambra.

- IEA, International Energy Agency. 2019. "Key stats for Portugal, 1990-2016". <https://www.iea.org/countries/Portugal/>.
- iisBE, International Initiative for a Sustainable Built Environment. 2019. "SB Tool". <http://www.iisbe.org/sbmethod>.
- INE/DGEG. 2011. "Inquérito ao Consumo de Energia no Sector Doméstico 2010". https://www.ine.pt/ngt_server/attachfileu.jsp?look_parentBoui=127228533&att_display=n&att_download=y.
- Joaquim H. Carvalho. 2019. "QualAR - Qualidade do AR". <https://qualar.apambiente.pt/>.
- Lars Engstrom. 1988. *Energy in the built environment: the way forward to the 1990s*. Stockholm: Swedish Council for Building Research.
- Limited, Europe Maghreb Pipeline. 2019. "Gasoduto Magrebe-Europa". <http://www.emplpipeline.com/pt-pt/>.
- Lisboa E-Nova. 2012. "Contadores Inteligentes para Decisões Eficientes". http://www.erse.pt/pt/planodepromocaodaeficiencianoconsumoppec/poupar/Documents/MPB_Residencial_LISE_PPEC2011_2012.pdf.
- LNEC, Laboratório Nacional de Engenharia Civil. 2009. *E 471 - 2009 Guia para a utilização de agregados reciclados grossos em betões de ligantes hidráulicos*. LNEC. <http://www.lnec.pt/pt/descargamentos/guia-para-a-utilizacao-de-agregados-reciclados-grossos-em-betoes-de-ligantes-hidraulicos/>.
- Moore, Fuller. 1993. *Environmental control systems: heating cooling lighting*. New York: McGraw-Hill.
- Moreira da Costa, Jorge Manuel Fachana. 2018/2019a. "Apontamentos da disciplina de Sustainable Construction do MSc in Construction Research, Technology and Management in Europe".
- . 2018/2019b. Apontamentos do Tema 5 - Métodos de Avaliação da Qualidade de Projetos, Disciplina de Qualidade na Construção do Mestrado Integrado em Engenharia Civil, opção de Construções.
- NetResiduos.com. 2019. "Portal português da gestão de resíduos". <http://www.netresiduos.com>.
- OCDE, Organisation for Economic Co-operation and Development 2019. "Data on Portugal". <http://www.oecd.org/portugal/>.
- Oliveira Diogo José, Mota. 2017. "Avaliação da sustentabilidade de uma intervenção de reabilitação Complexo Escolar como caso de estudo". <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/107275>.
- Parsons, Keneth C. 2003. *Human thermal environments: the effects of hot, moderate and cold environments on human health, comfort and performance*. London: Taylor & Francis.
- PHI, Passive House Institute. 2019a. "Component Database Clickable House". <https://database.passivehouse.com/en/components/>.
- . 2019b. "Passive house certification: Energy Standards". https://passivehouse.com/03_certification/02_certification_buildings/08_energy_standards/08_energy_standards.html.
- Pinheiro, Manuel Duarte. 2019. "Lider A Sistema de Avaliação das Sustentabilidade". <http://www.lidera.info/>.
- PORDATA. 2019. "Base de Dados Portugal Contemporâneo". <https://www.pordata.pt>.
- "Portal das energias renováveis". 2019. <http://www.energiasrenovaveis.com>.
- PortalEnergia. 2019. "Como transformar a eficiência energética na sua habitação". www.portal-energia.com/transforme-a-sua-casa-e-torne-a-eficiente.
- Portugal Instituto Português da Qualidade. 2012. *Sistemas de gestão de energia requisitos e linhas de orientação para a sua utilização (ISO 50001:2011) NP EN ISO 50001: 2012*. Caparica: IPQ.
- Portugal Passivhaus. 2019. "Associação Passivhaus Portugal - PHPT". <http://passivhaus.pt/>.
- ptadene. 2019. "A ADENE - Agência para a Energia". <https://www.adene.pt/>.
- QUALITEL. 2019. "Association QUALITEL pour la qualité du logement". www.qualitel.org.
- Quercus, Associação Nacional de Conservação da Natureza. 2005. "Ecocasa". <http://www.ecocasa.pt/>.
- . 2019. "TopTen". <https://topten.pt/private/page/sobre-nos>.
- Ramalho Tiago Manuel, Sabença. 2017. "Proposta de um método de avaliação da sustentabilidade na construção pré-fabricada". <http://hdl.handle.net/10216/107303>.
- Renováveis, APREN Associação de Energias. 2012. "Impacto macroeconómico do setor da eletricidade de origem renovável em Portugal". <https://www.apren.pt/contents/documents/impacto-fer-versao-resumida.pdf>.
- RIBA Enterprises. 2019. "Knowledge Management Business of the RIBA". <https://www.ribaenterprises.com/>.

- Ribeiro, André Francisco Gomes e Luís Alves Dias. 2008. "Comissionamento de Edifícios Novos". <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/dissertacoes/2353642203628>.
- Rodrigues, Sofia Manuel Leite de Magalhães. 2014. "Avaliação do ensaio com porta ventiladora à avaliação da permeabilidade ao ar de elementos construtivos". <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/90041/2/32239.pdf>.
- Sousa, Tiago Miguel da Silva e. 2015. *Atualização do método MC-FEUP critérios de avaliação da durabilidade de materiais não estruturais*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Tranchard, Sandrine. 2011. "Greening our homes - What do we need for the future and how standards can help?". Acedido a 7. [https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/news/magazine/ISO%20Focus+%20\(2010-2013\)/en/2011/ISO%20Focus+,%20July-August%202011.pdf](https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/news/magazine/ISO%20Focus+%20(2010-2013)/en/2011/ISO%20Focus+,%20July-August%202011.pdf).
- United Nations. 2019. "11th Sustainable development goal: Sustainable Cities and Communities". <https://www.un.org/sustainabledevelopment/cities/>.
- US Green Building Council. 2019. "LEED - Green building leadership". <https://new.usgbc.org/leed>.
- Vasco Peixoto de Freitas; Ana Guimarães; Cláudia Ferreira; Sandro Alves. 2011. *Edifícios Existentes: Medidas de Melhoria de Desempenho Energético e da Qualidade do Ar Interior*. ADENE-Agência para a Energia.

