



Avaliação de soluções de reabilitação de edifícios no âmbito da sustentabilidade ambiental

Mestrado em Engenharia da Energia e do Ambiente

Alexandre Soares dos Reis

Leiria, março de 2022



Avaliação de soluções de reabilitação de edifícios no âmbito da sustentabilidade ambiental

Mestrado em Engenharia da Energia e do Ambiente

Alexandre Soares dos Reis

Projeto realizado sob a orientação do Professor Doutor Nelson Simões Oliveira e da Professora Maria Lizete Lopes Heleno

Leiria, março de 2022

Originalidade e Direitos de Autor

O presente relatório de projeto é original, elaborado unicamente para este fim, tendo sido devidamente citados todos os autores cujos estudos e publicações contribuíram para o elaborar.

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição de que seja mencionado o Autor e feita referência ao ciclo de estudos no âmbito do qual o mesmo foi realizado, a saber, Curso de Mestrado em Engenharia da Energia e do Ambiente, da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria, Portugal, e, bem assim, à data das provas públicas que visaram a avaliação destes trabalhos.

Dedicatória

À memória dos meus pais, Arlete e Angelino, a quem tudo devo.

Aos meus irmãos, André e Angelo.

À minha extraordinária mulher, Mimi.

Aos meus extraordinários filhos, Joana, Tiago e Sara.

“Não há ventos favoráveis para quem não sabe para onde vai.”

Sêneca

Agradecimentos

Agradeço ao Professor Doutor Nelson Simões Oliveira e à Professora Maria Lizete Lopes Heleno a oportunidade que me deram de abordar o tema da reabilitação de edifícios no âmbito da sustentabilidade ambiental, cada vez mais atual e crucial no combate às alterações climáticas, mas também e muito importante, na melhoria das condições de conforto, saúde e bem-estar das famílias.

Pelos superiores conhecimentos transmitidos, conselhos, disponibilidade, simpatia, afabilidade e pertinência de todos os comentários e sugestões, fica aqui o meu público agradecimento.

Muito obrigado, Professor Nelson e Professora Lizete.

Bem hajam!

Resumo

A *Energy Performance of Buildings Directive* (EPBD) estabelece que devem ser introduzidas melhorias nas condições de conforto e no desempenho energético dos edifícios existentes, aproximando-os de edifícios com necessidades quase nulas de energia, *Nearly Zero Energy Building* (NZEB). Já na década de 90 do século XX, as preocupações com a sustentabilidade ambiental da construção acabariam por dar origem aos primeiros sistemas de classificação de edifícios verdes, *Green Building Rating Systems* (GBRS). As ferramentas de avaliação e reconhecimento da construção sustentável, como as de âmbito internacional LEED e BREEAM e a de origem nacional LiderA, fazem parte dos objetivos de promoção da eficiência energética e descarbonização dos edifícios previstos na Estratégia de Longo Prazo para a Renovação dos Edifícios (ELPRE). Por forma a ter em conta as especificidades muito próprias de Portugal foi aplicado o sistema LiderA a uma moradia que se pretende ser representativa do período de construção compreendido entre 1971 e 1980, que será alvo de reabilitação, tendo-se atingido a classe D. Seguidamente foram identificadas oportunidades de melhoria com o intuito de se procurarem soluções equilibradas dos custos no ciclo de vida da construção, porém sem excesso de automatismos que pudessem vir a transformar a moradia num mecanismo, com as dificuldades de operação que daí poderiam decorrer quando Portugal apresenta cada vez mais uma população algo envelhecida. Optou-se por propor intervenções na envolvente e sistemas baseados em fontes renováveis, privilegiando a eficiência energética e hídrica. Como contributo para a saúde e bem-estar dos ocupantes foram consideradas medidas relacionadas com a qualidade do ar interior e com a minimização do ruído. O incentivo à plantação de espécies autóctones contribuiu para a valorização ecológica. Mesmo abdicando de monitorizações e automações excessivas a moradia passou de classe D para A+.

Palavras-chave: EPBD, *Green Building Rating Systems*, LiderA, Sustentabilidade Ambiental

Abstract

The Energy Performance of Buildings Directive Directive (EPBD) establishes improvements to existing buildings' comfort conditions and energy performance, bringing them closer to buildings with almost zero energy needs, Nearly Zero Energy Building (NZEB). In the 1990s, concerns about the environmental sustainability of construction would eventually give rise to the Green Building Rating Systems (GBRS). The assessment and recognition tools for sustainable construction, such as those of international scope LEED and BREEAM and national origin LiderA, are part of promoting energy efficiency and decarbonization of buildings provided for in the Portuguese Long-Term Strategy for the Renovation of Buildings (ELPRE). To take into account the very specificities of Portugal, the LiderA system was applied to a house that is intended to be representative of the construction period between 1971 and 1980, which will undergo rehabilitation, having reached class D. Opportunities for improvement were identified to seek balanced solutions for the costs in the construction life cycle, but without excessive automation that could transform the dwelling into a mechanism, with the operational difficulties that could arise from this when Portugal presents a somewhat aging population. It was decided to propose interventions in the envelope and systems based on renewable sources, prioritizing energy and water efficiency. As a contribution to the health and well-being of the occupants, measures related to indoor air quality (IAQ) and noise minimization were considered. Encouraging the planting of native species has contributed to ecological enhancement. Even giving up excessive monitoring and automation, the dwelling went from class D to A+.

Keywords: EPBD, *Green Building Rating Systems*, LiderA, Environmental Sustainability

Índice

Originalidade e Direitos de Autor	iii
Dedicatória	iv
Agradecimentos	v
Resumo	vii
Abstract	ix
Lista de figuras	xiii
Lista de tabelas	xv
Lista de siglas e acrónimos.....	xviii
1. Introdução	1
2. Revisão bibliográfica	9
2.1. LEED	13
2.2. BREEAM.....	15
2.3 SBTtool	16
2.4 LiderA.....	17
2.4.1 Vertente 1, Integração Local (Habitat)	22
2.4.2 Vertente 2, Recursos (Fluxos)	24
2.4.3 Vertente 3, Gestão das Cargas Ambientais (Emissões).....	27
2.4.4 Vertente 4, Qualidade do Serviço e Resiliência	28
2.4.5 Vertente 5, Vivências Socioeconómicas	30
2.4.6 Vertente 6, Uso Sustentável.....	32
2.5 Comparação entre os sistemas LEED, BREEAM, SBTtool e LiderA.....	33
3 Estudo de Caso LiderA	37
3.1 Vertente 1, Integração Local (Habitat) – 3 áreas, 6 critérios	45
3.1.1 Área 1, Solo – critérios P1 e P2.....	45
3.1.2 Área 2, Ecossistemas Naturais – critérios P3 e P4	46
3.1.3 Área 3, Paisagem e Património – critérios P5 e P6	48
3.2 Vertente 2, Recursos (Fluxos) – 4 áreas, 8 critérios	49
3.2.1 Área 4, Energia – critérios P7 a P9.....	49
3.2.2 Área 5, Água – critérios P10 a P11	50
3.2.3 Área 6, Materiais – critérios P12 e P13	51
3.2.4 Área 7, Produção Alimentar – critério P14	52

3.3	Vertente 3, Gestão das Cargas e Recursos Secundários – 3 áreas, 5 critérios.	53
3.3.1	Área 8, Águas Residuais – critério P15.....	53
3.3.2	Área 9, Resíduos – critério P16.....	54
3.3.3	Área 10, Outras Emissões – critérios P17 a P19	54
3.4	Vertente 4, Qualidade do Serviço e Resiliência, 2 áreas, 4 critérios.....	55
3.4.1	Área 11, Qualidade do Serviço – critérios P20 e P21	55
3.4.2	Área 12, Adaptação Estrutural – critérios P22 e P23	56
3.5	Vertente 5, Vivências Socioeconômicas, 5 áreas, 12 critérios.....	57
3.5.1	Área 13, Acessibilidade – critérios P24 e P25	57
3.5.2	Área 14, Espaço para todos – critérios P26 e P27.....	59
3.5.3	Área 15, Vitalidade Social – critérios P28 a P30	61
3.5.4	Área 16, Amenidades e Cultura – critérios P31 e P32	64
3.5.5	Área 17, Economia Verde (e sustentável) – critérios P33 a P35.....	67
3.6	Vertente 6, Uso Sustentável, 3 áreas, 5 critérios.....	68
3.6.1	Área 18, Conetividade – critério P36	68
3.6.2	Área 19, Gestão Sustentável – critérios P37 a P39	68
3.6.3	Área 20, Marketing e Inovação – critério P40	69
3.7	Classificação Final e Oportunidades de Melhoria	70
4	Conclusões.....	79
	Referências Bibliográficas	81

Lista de figuras

Figura 1 – Edifícios por época de construção e principais materiais utilizados – fonte (Barbosa, 2020).....	4
Figura 2 – Caracterização do parque habitacional por período de construção – fonte (Instituto Nacional de Estatística, I.P. (INE) e Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG), 2021).....	5
Figura 3 – Tipologia de vidros por orientação de fachadas – fonte (Instituto Nacional de Estatística, I.P. (INE) e Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG), 2011).....	5
Figura 4 - Delimitação do lote (verde claro) – fonte (Google Earth, 2020)	6
Figura 5 – Níveis de certificação LEED - fonte (RTS, 2021)	15
Figura 6 – Níveis de desempenho do sistema LiderA - fonte (Pinheiro, 2020).....	20
Figura 7 – Ponderações das diferentes áreas do LiderA - fonte (Pinheiro, 2020)	21
Figura 8 – Esquema das 6 vertentes e 20 áreas do LiderA - fonte (Pinheiro, 2020).....	22
Figura 9 – Delimitação do lote (verde claro) e implantação da moradia (amarelo) – fonte (Google Earth, 2020).....	39
Figura 10 – Plantas da moradia	39
Figura 11 – Constituição das paredes exteriores, ParE1, situação atual - fonte (PTnZEB, 2020).....	40
Figura 12 – Constituição da cobertura, CobI1, fonte - (PTnZEB, 2020).....	40
Figura 13 – Constituição do pavimento em contacto com o solo, PavS1, situação inicial - fonte (PTnZEB, 2020).....	41
Figura 14 – Constituição do pavimento em contacto com os espaços não úteis lavandaria e despensa, PavI1, situação inicial - fonte (PTnZEB, 2020).....	42
Figura 15 – Constituição dos vãos envidraçados exteriores, VenE1, situação inicial - fonte (PTnZEB, 2020)	42
Figura 16 – Extrato do certificado energético provisório nas condições atuais.....	43
Figura 17 – Extrato do certificado energético com as medidas de melhoria implementadas	44
Figura 18 - Delimitação do lote (verde claro), implantação da moradia (amarelo) e área impermeabilizada (branco) – fonte (Google Earth, 2020)	46
Figura 19 - Delimitação do lote (verde claro), implantação da moradia (amarelo) e relvado (verde escuro) – fonte (Google Earth, 2020).....	47
Figura 20 – Ciclovia num raio de 100 m da moradia – fonte (Google Earth, 2020)	57
Figura 21 – Passeio (à esquerda na foto) junto ao acesso à moradia.....	58
Figura 22 - Paragem de autocarro dos transportes urbanos TUAZ	58
Figura 23 – Distância de 350 m entre a moradia e a paragem de autocarros localizada na Escola Secundária Soares Basto – fonte (Google Earth, 2020)	59

Figura 24 – Jardim Maria Adília Martins que dispõe de bebedouros, bancos e de um circuito de manutenção, a menos de 100 m da moradia – fonte (Google Earth, 2020).....	60
Figura 25 – Bebedouros, fonte e circuito de manutenção do Jardim Maria Adília Martins.....	60
Figura 26 – Ecoponto localizado a menos de 100 m da moradia – fonte (Google Earth, 2020)	60
Figura 27 – Distinção clara das zonas de passeios, ciclovias e passadeiras	61
Figura 28 – Espaços exteriores para atividades de lazer e recreio (Jardim Maria Adília Alegria Martins e Praça da Cidade) – fonte (Google Earth, 2020)	62
Figura 29 – Praça da Cidade	62
Figura 30 - Comércio local (Restaurante Villa Olivaria junto à moradia e Padaria Do Reino junto à Praça da Cidade) – fonte (Google Earth, 2020).....	63
Figura 31 – Localização do supermercado Pingo Doce, Farmácia Santos, Escola Primária, Escola do 2.º ciclo, Escola do 3.º ciclo e Parque Infantil da Praça da Cidade – fonte (Google Earth, 2020)	64
Figura 32 – Localização do quartel de Bombeiros e Bricomarché – fonte (Google Earth, 2020).....	65
Figura 33 – Localização dos Bancos Eurobic, Montepio, Novobanco e BPI – fonte (Google Earth, 2020)....	66

Lista de tabelas

Tabela 1 – <i>Green Building Rating Systems</i> identificados – adaptado de (Bernardi et al., 2017).....	11
Tabela 2 – Número de citações no Scopus dos principais <i>Green Building Rating Systems</i> a nível internacional – LEED e BREEAM - e local (Portugal) – SBTool e LiderA - adaptado de (Bernardi et al., 2017)	13
Tabela 3 – Áreas e critérios associados à vertente 1, Integração Local (Habitat), do LiderA – adaptado de (Pinheiro, 2020).....	23
Tabela 4 - Áreas e critérios associados à vertente 2, Recursos (Fluxos), do LiderA – adaptado de (Pinheiro, 2020).....	24
Tabela 5 - Áreas e critérios associados à vertente 3, Gestão das Cargas Ambientais (Emissões), do LiderA – adaptado de (Pinheiro, 2020).....	27
Tabela 6 - Áreas e critérios associados à vertente 4, Qualidade do Serviço e Resiliência, do LiderA – adaptado de (Pinheiro, 2020).....	29
Tabela 7 – Áreas e critérios associados à vertente 5, Vivências Socioeconómicas, do LiderA – adaptado de (Pinheiro, 2020).....	30
Tabela 8 – Áreas e critérios associados à vertente 6, Uso Sustentável, do LiderA – adaptado de (Pinheiro, 2020).....	32
Tabela 9 – Componentes económica, social e ambiental dos sistemas LEED, BREEAM, SBTool e LiderA – adaptado de (Ferreira et al., 2012).....	34
Tabela 10 – Tipos de edifícios aos quais é aplicável a metodologia dos sistemas LEED, BREEAM, SBTool e LiderA – adaptado de (Bernardi et al., 2017)	34
Tabela 11 – Ponderações dos sistemas LEED, BREEAM, SBTool e LiderA – adaptado de (Ferreira et al., 2012).....	34
Tabela 12 – Parâmetros avaliados nos sistemas LEED, BREEAM, SBTool e LiderA – adaptado de (Calixto, 2017).....	35
Tabela 13 - Vertente 1, Integração Local (Habitat), área 1, Solo - Classificações obtidas e justificações das avaliações	46
Tabela 14 - Vertente 1, Integração Local (Habitat), área 2, Ecossistemas Naturais - Classificações obtidas e justificações das avaliações	48
Tabela 15 - Vertente 1, Integração Local (Habitat), área 3, Paisagem e Património - Classificações obtidas e justificações das avaliações	48
Tabela 16 – Resumo das classes obtidas na vertente 1, Integração Local (Habitat).....	49
Tabela 17 - Vertente 2, Recursos (Fluxos), área 4, Energia - Classificações obtidas e justificações das avaliações	50
Tabela 18 - Vertente 2, Recursos (Fluxos), área 5, Água – Classificações obtidas e justificações das avaliações	51
Tabela 19 - Vertente 2, Recursos (Fluxos), área 6, Materiais – Classificações obtidas e justificações das avaliações	52

Tabela 20 - Vertente 2, Recursos (Fluxos), área 7 - Classificação obtida e justificação da avaliação	52
Tabela 21 - Resumo das classes obtidas na vertente 2, Recursos (Fluxos)	53
Tabela 22 - Vertente 3, Gestão das Cargas e Recursos Secundários, área 8, Águas Residuais - Classificação obtida e justificação da avaliação	53
Tabela 23 - Vertente 3, Gestão das Cargas e Recursos Secundários, área 9, Resíduos - Classificação obtida e justificação da avaliação	54
Tabela 24 - Vertente 3, Gestão das Cargas e Recursos Secundários, área 10, Outras Emissões - Classificações obtidas e justificações das avaliações.....	55
Tabela 25 - Resumo das classes obtidas na vertente 3, Gestão das Cargas e Recursos Secundários	55
Tabela 26 - Vertente 4, Qualidade do Serviço e Resiliência, área 11, Qualidade do Serviço - Classificações obtidas e justificações das avaliações.....	56
Tabela 27 - Vertente 4, Qualidade do Serviço e Resiliência, área 12, Adaptação Estrutural - Classificações obtidas e justificações das avaliações.....	56
Tabela 28 - Resumo das classes obtidas na vertente 4, Qualidade do Serviço e Resiliência	57
Tabela 29 - Vertente 5, Vivências Socioeconómicas, área 13, Acessibilidade - Classificações obtidas e justificações das avaliações.....	59
Tabela 30 - Vertente 5, Vivências Socioeconómicas, área 14, Espaço para todos - Classificações obtidas e justificações das avaliações.....	61
Tabela 31 - Vertente 5, Vivências Socioeconómicas, área 15, Vitalidade social - Classificações obtidas e justificações das avaliações.....	63
Tabela 32 - Vertente 5, Vivências Socioeconómicas, área 16, Amenidades e cultura - Classificações obtidas e justificações das avaliações.....	66
Tabela 33 - Vertente 5, Vivências Socioeconómicas, área 17, Economia verde (e sustentável) - Classificações obtidas e justificações das avaliações.....	67
Tabela 34 - Resumo das classes obtidas na vertente 5, Vivências Socioeconómicas	68
Tabela 35 - Vertente 6, Uso Sustentável, área 18, Conetividade - Classificação obtida e justificação da avaliação	68
Tabela 36 - Vertente 6, Uso Sustentável, área 19, Gestão Sustentável - Classificações obtidas e justificações das avaliações.....	69
Tabela 37 - Vertente 6, Uso Sustentável, área 20, Marketing e Inovação - Classificação obtida e justificação da avaliação.....	69
Tabela 38 - Resumo das classes obtidas na vertente 6, Uso Sustentável	70
Tabela 39 – Vertente 1, Integração Local (Habitat), classes na situação atual e classes com medidas de melhoria	71
Tabela 40 – Vertente 2, Recursos (Fluxos), classes na situação atual e classes com medidas de melhoria.....	72
Tabela 41 - Vertente 3, Gestão das Cargas e Recursos Secundários, classes na situação atual e classes com medidas de melhoria	73

Tabela 42 - Vertente 4, Qualidade do Serviço e Resiliência, classes na situação atual e classes com medidas de melhoria.....	74
Tabela 43 - Vertente 5, Vivências Socioeconómicas, classes na situação atual e classes com medidas de melhoria.....	75
Tabela 44 - Vertente 6, Uso Sustentável, classes na situação atual e classes com medidas de melhoria	77

Lista de siglas e acrónimos

A

ADENE: Agência para a Energia.
AIA: *American Institute of Architects*.
AQS: Águas Quentes Sanitárias.

B

BRE: *Building Research Establishment*.
BSAS: *Building Sustainability Assessment Systems*.

C

CASBEE: *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*.
CE: Certificado Energético.
COTE: *Committee on the Environment*.
CSH: *Code for Sustainable Homes*.

D

DAP: Declaração Ambiental de Produto.
DGNB: *Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen*.

E

EIA: *Environmental Impact Assessment*.
ELPRE: Estratégia de Longo Prazo para a Renovação dos Edifícios.
EPA: *Environmental Protection Agency*.
EPBD: *Energy Performance of Buildings Directive*.
ETAR: Estação de Tratamento de Águas Residuais.
EUA: Estados Unidos da América.

G

GBI: *Green Building Index*.
GBTool: *Green Building Tool*.
GEE: Gases com Efeito de Estufa.
GSAS: *Global Sustainability Assessment System*.

H

HQE: *Haute Qualité Environnementale*.

I

IAQ: *Indoor Air Quality*.
ICESD: Inquérito ao Consumo de Energia no Sector Doméstico.
iiSBE: *International Initiative for a Sustainable Built Environment*.
IOT: *Internet of Things*.
IST: Instituto Superior Técnico.

L

LCA: *Life Cycle Assessment*.

LEED: *Leadership in Energy and Environment Design*.

LiderA: Liderar pelo Ambiente para a construção sustentável.

N

NABERS: *National Australian Built Environment Rating System*.

NZEB: *Nearly Zero Energy Building*.

O

OAQ: *Outdoor Air Quality*.

ONU: Organização das Nações Unidas.

P

PBRs: *Pearl Building Rating System*.

S

SBTool: *Sustainable Building Tool*.

SCE: Sistema de Certificação Energética dos Edifícios.

T

TUAZ: Transportes Urbanos do Município de Oliveira de Azeméis.

U

UE: União Europeia.

USGBC: *United States Green Building Council*.

W

WCED: *World Commission on Environment and Development*.

1. Introdução

A Cimeira da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre o clima realizada em dezembro de 2019 na cidade de Madrid (COP25) teve como um dos temas a neutralidade carbónica através da redução dos Gases com Efeito de Estufa (GEE) no sentido de combater as alterações climáticas. O número de multinacionais comprometidas com a neutralidade carbónica em 2050 teve um aumento de 30%, da cimeira de setembro de 2019 realizada em Nova Iorque para a cimeira de Madrid (International Emissions Trading Association, 2019). Quanto ao compromisso de grandes cidades com a neutralidade carbónica, de Nova Iorque para Madrid o número passou de cem para trezentos e noventa e oito. Portugal é um dos setenta e três países que assumiram o compromisso da neutralidade carbónica em 2050 na COP25 - na cimeira de Nova Iorque o número era de sessenta e seis, logo um incremento de cerca de 10%. A cimeira serviu igualmente para confirmar o carácter transversal do combate às alterações climáticas, envolvendo inúmeros setores e não apenas o energético, indo bastante além deste - o ataque tem, pois, de ser realizado a vários níveis como por exemplo a gestão agrícola e florestal, a investigação científica e o setor financeiro. No acordo celebrado é reconhecida a importância das pessoas no combate às alterações climáticas pelo que estas deverão inevitavelmente estar no centro da resposta à emergência climática - em suma, as pessoas em primeiro lugar, salientando que a transição para a neutralidade carbónica deve ser absolutamente justa e com o garante de criação de oportunidades de emprego decentes e de qualidade. No que diz respeito aos edifícios é claro o empenho da União Europeia (UE) no desenvolvimento de um sistema energético que reflita os compromissos assumidos no Acordo de Paris de 2015 (Conselho Europeu, 2015) sobre o caminho para a neutralidade carbónica no combate às alterações climáticas. A *Energy Performance of Buildings Directive* (EPBD), cuja mais recente redação é a da Diretiva (UE) 2018/344 (Parlamento Europeu, 2018) que estabelece que devem ser introduzidas melhorias nas condições de conforto e no desempenho energético dos edifícios existentes, aproximando-os de edifícios com necessidades quase nulas de energia, *Nearly Zero Energy Building* (NZEB), com vista à transformação do atual parque imobiliário num parque com uma elevada eficiência energética e descarbonizado. Para tal deverá ser disponibilizado o acesso a instrumentos de financiamento, em especial para as pessoas em situação de pobreza energética. É igualmente ressaltado na EPBD o respeito pleno pelas diferenças e

especificidades nacionais de cada Estado-Membro - países diferentes, culturas diferentes, pessoas diferentes. A versão de 2010 da EPBD, Diretiva 2010/31/EU (Parlamento Europeu, 2010), foi transposta para a ordem jurídica nacional através do Decreto-Lei n.º 118/2013 (Ministério da Economia e do Emprego, 2013). Em conformidade com o estabelecido no Decreto-Lei n.º 118/2013 (entretanto revogado pelo Decreto-Lei n.º 101-D/2020 que entrou em vigor a 1 de julho de 2021), devem ser NZEB os edifícios novos licenciados após 31 de dezembro de 2020, ou após 31 de dezembro de 2018 no caso de edifícios novos na propriedade de uma entidade pública e ocupados por uma entidade pública. A definição específica das condições para que um edifício seja NZEB foi, entretanto, estabelecida em 2 de abril de 2019, através da Portaria n.º 98/2019 (Ministério do Ambiente e Transição Energética, 2019).

Em 1987, a *World Commission on Environment and Development* (WCED), criada em 1983, publicou o relatório intitulado “*Our common future*”. O documento ficou conhecido como *Brundtland Report* em homenagem à presidente da Comissão, Gro Harlem Brundtland, tendo lançado os princípios orientadores para o desenvolvimento sustentável como é atualmente conhecido. O *Brundtland Report* estabeleceu que os problemas ambientais globais críticos eram principalmente o resultado da enorme pobreza do Sul e dos padrões não sustentáveis de consumo e produção ocorridos no Norte. Exigia uma estratégia que unisse o desenvolvimento e o meio ambiente – hoje conhecido como desenvolvimento sustentável. O desenvolvimento sustentável foi definido da seguinte forma: “O desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que vai ao encontro das necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de irem ao encontro das suas próprias necessidades”. Em 1989, o relatório foi debatido na Assembleia Geral da ONU, que decidiu organizar a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (World Commission on Environment and Development, 1987).

A partir da década de 80 do século XX muitas das construções passaram a ser consideradas como sustentáveis tendo por base a eficiência energética, garantindo assim um menor impacto ambiental e uma menor dependência de equipamentos de climatização. Começou a ser considerada determinante a fase de estudo prévio com uma atuação conjunta das equipas de arquitetos e engenheiros no sentido de minimizar os impactos ambientais do processo construtivo em si começando a valorizar-se cada vez mais a arquitetura bioclimática (Nunes, 2015). A preocupação sucessiva com a construção sustentável acabou por dar origem ao

surgimento dos primeiros sistemas de classificação de edifícios verdes, *Green Building Rating Systems* (GBRS) no início da década de 90 do século XX.

A Estratégia de Longo Prazo para a Renovação dos Edifícios (ELPRE) faz referência explícita aos GBRS mais reconhecidos a nível internacional, o *Leadership in Energy and Environment Design* (LEED) e o *Building Research Establishment's Environmental Assessment Method* (BREEAM), bem como ao sistema português LiderA, acrónimo de Liderar pelo Ambiente para a construção sustentável. Edifícios renovados e sustentáveis na UE ajudarão a preparar o caminho para um sistema energético limpo e descarbonizado, uma vez que os edifícios são uma das maiores fontes de consumo de energia na Europa, responsável por mais de um terço das emissões da UE. Mas, por ano, apenas 1% dos edifícios são sujeitos a ações de reabilitação, portanto, uma ação eficaz é crucial para tornar a Europa neutra em termos de clima (emissões líquidas zero) até 2050. Atualmente, cerca de 75% dos edifícios na UE não são energeticamente eficientes, mas 85% a 95% dos edifícios atuais ainda estarão a ser utilizados em 2050. A renovação de edifícios públicos e privados é uma ação essencial e foi apontada no *European Green Deal* (European Commission, 2019) como uma iniciativa-chave para impulsionar a eficiência energética no setor e cumprir os objetivos. Dada a natureza intensiva de mão-de-obra do setor da construção, que é amplamente dominado por empresas locais, as renovações de edifícios também podem desempenhar um papel crucial na recuperação económica europeia após a pandemia COVID-19. Para relançar a recuperação, o plano de recuperação da Comissão pretende continuar a apoiar as reabilitações de edifícios da UE. No sentido de concretizar esta dupla ambição dupla de maior eficiência energética e crescimento económico, em 2020 a Comissão Europeia publicou uma nova estratégia para impulsionar a renovação denominada “*A Renovation Wave for Europe – Greening our buildings, creating jobs, improving lives*” (European Commission, 2020c). Além de reduzir as emissões de GEE, estas ações de reabilitação dos edifícios irão melhorar a qualidade de vida dos ocupantes, com a perspetiva de serem criados muitos empregos “verdes” adicionais no setor de construção. Com quase 34 milhões de europeus sem condições de aquecer adequadamente as suas casas, a *Renovation Wave* também pode ajudar a combater a pobreza energética, proporcionando melhores condições de conforto e bem-estar às pessoas mais vulneráveis, reduzindo igualmente a sua fatura de energia (European Commission, 2020a). A *Renovation Wave* terá como base as medidas acordadas no pacote “*Clean energy for all Europeans*”, nomeadamente o requisito de cada país da UE publicar uma estratégia de longo prazo para

a renovação dos edifícios (European Commission, 2020b), bem como outros aspetos diretamente relacionados com a EPBD e os planos nacionais de energia e clima.

Em Portugal, o parque imobiliário existente não apresenta a necessária capacidade para proporcionar as adequadas condições de habitabilidade e bem-estar às famílias, nomeadamente a boa qualidade do ar interior e o conforto térmico e acústico, dando origem à ocorrência de patologias nos elementos construtivos que podem causar problemas de saúde aos seus ocupantes (Presidência do Conselho de Ministros, 2021), em especial aos mais idosos face ao envelhecimento da população portuguesa (PORDATA, 2020).

Com este trabalho pretende-se avaliar as soluções de reabilitação que poderiam ser implementadas numa moradia de rés-do-chão e andar, de tipologia T3, tendo em conta a sustentabilidade ambiental no sentido de melhorar a eficiência energética e hídrica bem como o conforto dos ocupantes, com o cuidado de minimizar os impactes ambientais das intervenções a realizar. Tanto a moradia em si como a sua localização são hipotéticas. A escolha de um edifício residencial tem diretamente a ver com o facto do enorme potencial de reabilitação destes edifícios (cerca de 60% dos edifícios existentes em Portugal e aproximadamente 80% da área construída), em especial os construídos entre 1971 e 1980 devido ao *boom* de construção da época (Barbosa, 2020), com um grande volume de edificações em betão armado e paredes de alvenaria com placa - Figura 1.

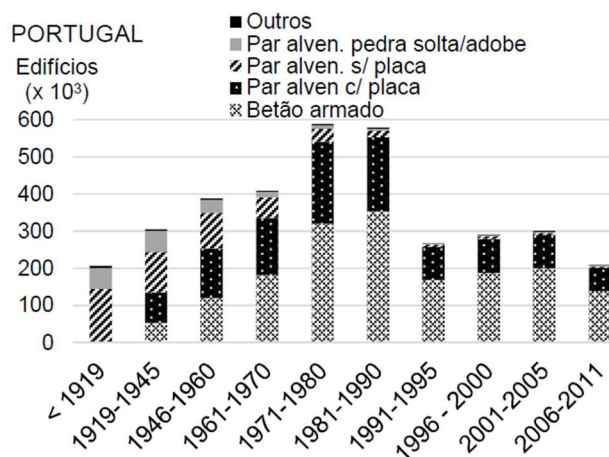


Figura 1 – Edifícios por época de construção e principais materiais utilizados – fonte (Barbosa, 2020)

A opção pela análise de uma moradia tem a ver com o facto de, para o período em questão (1971 a 1980), de acordo com o Inquérito ao Consumo de Energia no Sector Doméstico

(ICESD) 2020, ser esta a tipologia predominante, quer em número de alojamentos, número de indivíduos e área total [m²], respetivamente 444895, 1051831 e 54306392 - Figura 2. Admite-se que a mesma se encontra devoluta e que nunca tenha sido alvo de obras de beneficiação o que, face ao período de construção (entre 1971 e 1980), apresentaria algum estado de degradação. Porém, em termos de estrutura e revestimentos estaria em bom estado de conservação. Considerou-se a inexistência de separação entre águas cinzentas e negras, nem qualquer tipo de tratamento.

Ano de construção	Total			Edifício com 1 ou 2 alojamentos familiares			Edifício com 3 ou mais alojamentos familiares		
	Nº de alojamentos	Nº de indivíduos	Área total (m ²)	Nº de alojamentos	Nº de indivíduos	Área total (m ²)	Nº de alojamentos	Nº de indivíduos	Área total (m ²)
Até 1945	276 144	556 672	29 701 405	204 025	423 484	22 643 161	72 119	133 188	7 058 244
1946 a 1960	318 730	664 449	29 195 550	178 073	390 249	17 877 800	140 657	274 201	11 317 750
1961 a 1970	405 830	829 648	40 071 413	204 932	450 892	21 877 269	200 897	378 756	18 194 144
1971 a 1980	777 981	1 705 079	86 414 159	444 895	1 051 831	54 306 392	333 086	653 248	32 107 767
1981 a 1990	827 173	1 879 104	104 185 538	466 097	1 121 405	66 486 436	361 077	757 698	37 699 102
1991 a 1995	398 402	1 004 831	52 799 748	206 547	538 944	30 801 259	191 855	465 888	21 998 489
1996 a 2000	563 973	1 595 278	79 832 334	273 370	802 664	45 583 361	290 603	792 615	34 248 973
2001 a 2005	418 412	1 198 770	62 450 956	212 235	626 827	36 314 149	206 177	571 943	26 136 806
2006 a 2021	283 666	850 307	44 166 795	155 076	503 641	28 176 249	128 591	346 667	15 990 546
Total	4 270 311	10 284 139	528 817 899	2 345 249	5 909 937	324 066 078	1 925 062	4 374 202	204 751 821

Figura 2 – Caracterização do parque habitacional por período de construção – fonte (Instituto Nacional de Estatística, I.P. (INE) e Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG), 2021)

Relativamente aos vãos envidraçados consideraram-se os mesmos como possuindo vidro simples, uma vez que de acordo com o ICESD 2010 estes representam mais de 70% das tipologias de vidros - Figura 3. Tratando-se de uma moradia de 2 pisos admitiu-se que não existem constrangimentos no acesso às janelas para operações de limpeza.

Tipo de vidro	Fachadas viradas a Sul			Fachadas viradas a Nascente (orientado)			Fachadas viradas a Poente (ocidental)		
	Nº de alojamentos		Área média dos vidros	Nº de alojamentos		Área média dos vidros	Nº de alojamentos		Área média dos vidros
	N.º	%	m ² /alaj	N.º	%	m ² /alaj	N.º	%	m ² /alaj
Vidros simples	1 982 799	75,4	4,5	1 968 296	72,3	4,5	1 915 448	72,3	4,3
Vidros duplos sem corte térmico	495 894	18,9	6,3	620 719	22,8	6,5	604 934	22,8	6,0
Vidros duplos com corte térmico	184 583	7,0	7,2	164 313	6,0	5,5	160 542	6,1	5,3
Total	2 628 355	//	//	2 723 648	//	//	2 648 641	//	//

Figura 3 – Tipologia de vidros por orientação de fachadas – fonte (Instituto Nacional de Estatística, I.P. (INE) e Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG), 2011)

Quanto à tipologia T3, a mesma está alinhada com os parâmetros tradicionais relativamente ao número de divisões, isto é “5 divisões e tipologia T3” (Instituto Nacional de Estatística, 2012). Foi assumido que todas as divisões possuem controlo manual da iluminação artificial interior e que existe iluminação artificial exterior também controlada manualmente.

Já no que diz respeito à localização, procurou-se um terreno perto de escolas, de zonas comerciais e de lazer, infraestruturado, tendo a escolha recaído sobre um lote em Oliveira de Azeméis, distrito de Aveiro - Figura 4. Admitiu-se que o lote se encontra em fase de algum abandono, possuindo furo de água, relvado junto à entrada e canteiros de flores, mas sem qualquer tipo de manutenção. Considerou-se que as fachadas e as coberturas possuem características semelhantes aos edifícios residenciais circundantes, sendo de cor clara com telhado de duas águas com orientação norte-sul, não apresentando condicionalismos para operações de limpeza e manutenção. Os ventos predominantes são do norte (Weather Spark, 2020).



Figura 4 - Delimitação do lote (verde claro) – fonte (Google Earth, 2020)

No que à eficiência energética diz respeito, é deveras importante colocar em primeiro lugar a componente passiva. Sendo assim, no inverno além do indispensável isolamento térmico dos elementos da envolvente opaca é aconselhável a maximização dos ganhos solares (aquecimento gratuito) através de uma escolha adequada dos vidros. Porém, muito

importante, é assegurar uma adequada ventilação dos espaços por forma a garantir uma boa qualidade do ar interior (Sun et al., 2019). Quanto ao verão, é importante a minimização do risco de sobreaquecimento mediante a utilização de dispositivos de sombreamento e proteções solares exteriores, opacas, preferencialmente de cor clara. Salvaguardada a componente passiva do edifício as necessidades energéticas tenderão a ser mais reduzidas e, conseqüentemente, menos emissões de gases com efeito de estufa irão ocorrer. Porém, acabará por ser inevitavelmente necessário aquecer para se garantir algum conforto aos ocupantes ou mesmo minimizar o seu desconforto (Barbosa, 2020). Os sistemas a instalar deverão ser eficientes e, preferencialmente baseados em fontes renováveis. No que diz respeito à eficiência hídrica, sendo a água indispensável para a vida e um recurso essencial para inúmeras atividades económicas, é importante assegurar o seu uso eficiente como contributo para a sustentabilidade sendo o *nexus* água-energia particularmente relevante no caso dos edifícios (Afonso & Rodrigues, 2017). O princípio dos 5R aplicado ao uso eficiente da água são os seguintes (Rodrigues & Afonso, 2019): reduzir os consumos; reduzir as perdas e os desperdícios; reutilizar a água; reciclar a água; recorrer a origens alternativas.

Sendo assim os objetivos específicos para este trabalho são os seguintes:

- Identificar, a nível internacional, os sistemas de classificação de edifícios verdes, GBRS;
- Aplicação do sistema português LiderA a uma moradia unifamiliar, propondo, sempre que possível e adequado, medidas de melhoria com base nos resultados obtidos para as seis vertentes previstas: Integração Local (Habitat); Recursos (Fluxos); Gestão das Cargas Ambientais (Emissões); Qualidade do Serviço e Resiliência; Vivências Socioeconómicas; Uso Sustentável.

O presente relatório está estruturado em quatro capítulos que descrevem o trabalho teórico e prático desenvolvido. No capítulo 1 são efetuados o enquadramento e a descrição do problema, com referência às alterações climáticas, à noção de desenvolvimento sustentável e de construção sustentável. Neste capítulo são apresentados os objetivos do trabalho.

No capítulo 2 é efetuada uma revisão bibliográfica acerca dos GBRS, tendo-se consultado vários artigos que, sob diferentes perspetivas, analisam e organizam a informação de acordo com vários critérios. Os resultados desta pesquisa são sintetizados em tabelas tendo por base a origem dos GBRS identificados, a sua representatividade local, o número de citações no *Scopus*, as três dimensões da sustentabilidade (económica, social e ambiental), a sua

aplicabilidade em função de diferentes tipologias de edifícios, as ponderações e os parâmetros avaliados. São descritos os sistemas LEED, BREEAM, SBTool e LiderA, este último mais detalhado, uma vez que o estudo de caso recorrerá à sua metodologia.

O capítulo 3 aborda o estudo de caso em análise, caracterizando-se inicialmente o edifício a estudar, uma moradia unifamiliar construída entre 1971 e 1980, localizada no concelho de Oliveira de Azeméis, distrito de Aveiro e para a qual existe um certificado energético (CE) nas condições atuais e outro com diversas medidas de melhoria no sentido de a transformar num NZEB. Este capítulo constitui a parte central do presente relatório, percorrendo todas as seis vertentes, vinte áreas e quarenta critérios do sistema LiderA, apresentando-se, sempre que adequado, sugestões que, numa abordagem integrada, assegurem uma visão global focada na melhoria do desempenho.

Por fim, no capítulo 4, expõem-se as conclusões finais acerca de todo o trabalho desenvolvido.

2. Revisão bibliográfica

Os sistemas de avaliação da sustentabilidade em edifícios, *Building Sustainability Assessment Systems* (BSAS), têm vindo a ser amplamente desenvolvidos por variadíssimas organizações bem como pelo meio académico, destacando-se no conceito dos BSAS os GBRS (Lazar & Chithra, 2020). As ferramentas de avaliação de impacto ambiental, *Environmental Impact Assessment* (EIA) vinculam o contexto ambiental de uma construção à estrutura de tomada de decisão do projeto. A avaliação do ciclo de vida, *Life Cycle Assessment* (LCA) e os GBRS são as duas abordagens comumente usadas para analisar holisticamente o desempenho ambiental de todo o edifício. Enquanto os GBRS se baseiam principalmente numa lista de verificação com muitos critérios qualitativos, o LCA obriga os decisores a basear as suas análises em evidências numéricas, facilitando a comparação entre as opções de design. Alguns GBRS, como o LEED, o BREEAM e o Green Star, incorporaram o LCA como parte do seu sistema de avaliação. Essa prática traz transparência ao processo de design e aumenta a consciência dos projetistas sobre o impacto ambiental do edifício (Sartori et al., 2021).

O primeiro GBRS, surgiu no Reino Unido em 1990, o BREEAM, através do *Building Research Establishment* (BRE) Group (BREEAM BRE, 1990). Na Europa, foram identificados o *Code for Sustainable Homes* (CSH), também do Reino Unido (Ministry of Housing, Communities & Local Government, 2006), à semelhança do BREEAM; o *Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen* (DGNB), da Alemanha (DGNB Germany, 2008); o *EcoEffect*, da Suécia (Ecoeffect, 2006); o *Haute Qualité Environnementale* (HQE), de França (beHQE, 1997); o LiderA, de Portugal; o *PromisE*, da Finlândia (PromisE, 2006); o *Protocollo ITACA*, de Itália (Protocollo ITACA, 2004) e o TQB, da Áustria (Austrian Sustainable Building Council, 2009). Em 1994 surgiu nos Estados Unidos da América LEED (LEED United States GBC, 1998), o qual tem vindo a tornar-se cada vez mais como um dos GBRS de referência a nível mundial. No continente americano, para além do LEED, existe o Green Globes, do Canadá (Green Globes ECD Canada, 2000). No Canadá encontra-se registada a *International Initiative for a Sustainable Built Environment* (iiSBE) (SBTool iiSBE, 2002), que desenvolveu o *Sustainable Building Tool* (SBTool), adaptado a vários países, inclusive Portugal. Na Oceania foram identificados o *National Australian Built*

Environment Rating System (NABERS) (NSW Department of Planning, Industry and Environment, 2001) e o Green Star (Australian Green Building Council, 2003).

O continente onde foi possível identificar o maior número de GBRS, 11 no total, foi a Ásia, com uma distribuição por dez países, nomeadamente a China, com o ASGB (Ding & Roh, 2019), o *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency* (CASBEE), do Japão (CASBEE, 2004), o *Green Building Index* (GBI), da Malásia (Green Building Index SDN BHD, 2009), o *Green Mark*, de Singapura (Singapore Building & Construction Authority, 2005), o *Global Sustainability Assessment System* (GSAS), do Catar (GSAS, 2007), o IGBC, da Índia (Indian Green Building Council, 2013), o LOTUS do Vietname (Vietnam GBC, 2007), o *Pearl Building Rating System* (PBRS) dos Emirados Árabes Unidos (PBRS, 2010) e por fim Hong Kong com dois GBRS, o BEAM (BEAM HK, 1996) e o CEPAS (CEPAS, 2002). Não se identificaram GBRS com origem em África. Alguns GBRS possuem representatividade local, tais como o SBTool, encontrando-se mesmo na sua génese a preocupação de um desenvolvimento específico para cada país. Adicionalmente, o BREEAM, o DGNB, o Green Globes, o Green Star, o HQE e o LEED, encontram-se também representados em outros países, diferentes da localização onde o GBRS inicial foi desenvolvido. No entanto, mesmo dentro de um mesmo país, podem existir variações consideráveis não só do clima como da cultura, como são os casos, por exemplo, do Brasil e da China (Lazar & Chithra, 2020). A Tabela 1 apresenta os GBRS identificados, com referência aos países onde os sistemas em causa apresentem representatividade.

Inúmeros investigadores têm analisado e comparado diversos GBRS sob diversas perspetivas. Míng Shan e Bon-gang Hwang concluíram que os GBRS mais referidos nos artigos científicos analisados são o LEED, o BREEAM, o CASBEE, o Green Star, o ASGB e o BEAM (Shan & Hwang, 2018). Elena Bernardi et al. concluíram que os GBRS mais relevantes são o LEED, o BREEAM, o CASBEE, o SBTool e o HQE (Bernardi et al., 2017).

Tabela 1 – Green Building Rating Systems identificados – adaptado de (Bernardi et al., 2017)

designação	origem	entidade	representatividade local	Ano
ASGB	China	<i>Ministry of Housing and Urban-rural Development</i>	-	2006
BEAM	Hong Kong	<i>BEAM Society Limited</i>	-	1996
BREEAM	Reino Unido	<i>Building Research Establishment</i>		1990
			Alemanha	2012
			Áustria	2013
			China	-
			Holanda	2008
			Espanha	2010
			Estados Unidos da América	-
			Noruega	2012
			Suécia	2013
			Suíça	2014
CASBEE	Japão	<i>Japan Sustainable Building Consortium</i>	-	2004
CEPAS	Hong Kong	<i>Hong Kong Buildings Department</i>	-	2002
CSH	Reino Unido	<i>Ministry of Housing, Communities & Local Government</i>	-	2006
DGNB	Alemanha	<i>German Sustainable Building Council</i>		2008
			Áustria	2009
			Bulgária	2009
			China	2009
			Dinamarca	2011
			Grécia	2010
			Espanha	2019
			Hungria	2010
			Polónia	2013
			República Checa	2011
			Rússia	2010
			Suíça	2010
			Turquia	2010
			Tailândia	2010
			Ucrânia	-
EcoEffect	Suécia	<i>Royal Institute of Technology</i>	-	2006
GBI	Malásia	<i>Greenbuildingindex SDN BHD</i>	-	2009
Green Globes	Canadá	<i>Green Building Initiative Canada</i>		2000
			Estados Unidos da América	2004
Green Mark	Singapura	<i>Singapore Building & Construction Authority</i>	-	2005
Green Star	Austrália	<i>Australian Green Building Council</i>		2003
			África do Sul	2008
			Nova Zelândia	2007
GSAS	Catar	<i>Gulf Organization for Research & Development</i>	-	2009
HQE	França	<i>HQE Association</i>		1992
			Brasil	2014
IGBC	Índia	<i>Indian Green Building Council</i>		2013

Tabela 1 – Green Building Rating Systems identificados - adaptado de (Bernardi et al., 2017) (continuação)

designação	origem	entidade	representatividade local	Ano
LEED	Estados Unidos da América	<i>United States Green Building Council</i>		1994
			Argentina	2007
			Brasil	2007
			Canadá	2009
			Índia	2011
			Itália	2006
LiderA	Portugal	Instituto Superior Técnico	-	2005
LOTUS	Vietname	<i>Vietnam Green Building Council</i>	-	2007
NABERS	Austrália	<i>NSW Department of Planning, Industry and Environment</i>	-	2001
PBRS	Emirados Árabes Unidos	<i>Abu Dhabi Urban Planning Council</i>	-	2010
PromisE	Finlândia	<i>VTT Technical Research Centre of Finland Ltd.</i>	-	2006
<i>Protocollo ITACA</i>	Itália	<i>Istituto per la trasparenza, l'aggiornamento e la certificazione degli appalti</i>	-	2004
SBTool	Internacional	<i>International Initiative for a Sustainable Built Environment</i>		1996
			Canadá	2008
			Coreia do Sul	-
			Malta	-
			Portugal	2007
			República Checa	2010
			Taiwan	2007
TQB	Áustria	<i>Austrian Sustainable Building Council</i>	-	2002

Em função do número de citações no *Scopus* de um trabalho realizado em abril de 2017 de acordo com determinadas palavras-chave, Bernardi et al. (2017) hierarquizaram vários GBRS. Tendo por base o estudo destes autores (Bernardi et al., 2017) procedeu-se à atualização para o ano de 2021 e selecionaram-se os dois GBRS mais representativos a nível internacional – LEED e BREEAM – e os dois GBRS com representatividade em Portugal – SBTool e LiderA. A Tabela 2 resume o resultado desta hierarquização, verificando-se um aumento das citações desde 2017 até 2021.

Tabela 2 – Número de citações no Scopus dos principais *Green Building Rating Systems* a nível internacional – LEED e BREEAM - e local (Portugal) – SBTool e LiderA - adaptado de (Bernardi et al., 2017)

designação	palavras-chave utilizadas em busca no <i>Scopus</i>	número de citações	
		2017	2021
LEED	leed OR “leadership in energy and environmental design” AND sustainable AND building AND (assessment OR evaluation)	256	480
BREEAM	bream OR (“bre environmental assessment method” OR “building research establishment environmental assessment methodology”) AND sustainable AND building AND (assessment OR evaluation)	132	219
SBTool	sbtool AND sustainable AND building AND (assessment OR evaluation)	28	42
LiderA	lidera OR “liderar pelo ambiente para a construção sustentável” AND sustainable AND building AND (assessment OR evaluation)	5	6

2.1.LEED

Em 1989, um arquiteto de *Kansas City* com uma consciência ambiental visionária, acabaria por criar um movimento em torno da arquitetura sustentável. Naquele ano, Bob Berkebile fez uma petição ao *American Institute of Architects* (AIA) no sentido de estudar de que forma os arquitetos poderiam manter a integridade da sua profissão com a ambição de projetar edifícios sustentáveis, que respeitassem o planeta, à data, uma ideia ousada. Inicialmente o Conselho de Administração do AIA não aprovou a proposta de Berkebile, mas um pequeno grupo de arquitetos manter-se-iam a seu lado conseguindo aprovar por unanimidade a resolução “*CPR: Critical Planet Rescue*”. Esse grupo acabaria por formar uma nova comissão na AIA, a *Committee on the Environment* (COTE) que viria a colaborar com a *Environmental Protection Agency* (EPA) no sentido de criar novas e sustentáveis orientações para os projetos de arquitetura. Alguns anos mais tarde, essa comissão evoluiria para o *United States Green Building Council* (USGBC), a organização líder que promove a sustentabilidade no design de edifícios, construção e operação (RTS, 2021).

A primeira versão do LEED foi lançada nos Estados Unidos da América (EUA) em 1998 pelo USGBC. Desde então, o sistema LEED passou por algumas revisões, integrações e personalizações nacionais, tendo por objetivo avaliar o desempenho ambiental de todo o edifício ao longo do seu ciclo de vida. Encontram-se previstos diferentes esquemas destinados a classificar edifícios comerciais, institucionais e residenciais novos e existentes. Em cada esquema é disponibilizada uma lista de requisitos de desempenho definidos em

cinco categorias, mas o número de créditos, pré-requisitos, e os pontos disponíveis mudam consideravelmente de acordo com a área específica de interesse e o tipo de construção (Bernardi et al., 2017). Hoje, o LEED é o mais amplamente utilizado e reconhecido sistema de classificação de edifícios verdes em todo o mundo. No entanto a certificação LEED acaba por ser um processo algo complexo, recorrendo a diretrizes e padrões extremamente pormenorizados que envolvem diversos cálculos e uma análise detalhada de diversa documentação.

Existe uma estrutura de certificação LEED para quase cada projeto, com um sistema de classificação que é agrupado em cinco áreas:

- *Building Design and Construction (BD+C);*
- *Interior Design and Construction (IC+C);*
- *Operations and Maintenance (O+M);*
- *Neighborhood Development;*
- *Homes.*

O LEED utiliza um sistema de atribuição de pontos para uma construção sustentável. Para os edifícios residenciais unifamiliares, segundo a versão v4.1 *RESIDENTIAL SINGLE FAMILY HOMES*, de janeiro de 2020, encontram-se previstas as seguintes categorias para atribuição de pontos:

- *Location and transportation*
- *Sustainable sites;*
- *Water efficiency;*
- *Energy and atmosphere;*
- *Materials and resources;*
- *Indoor environmental quality;*
- *Innovation;*
- *Regional priority.*

Os edifícios podem receber até 110 pontos, com base no nível de estratégias sustentáveis que são implementadas. Quanto mais pontos forem alcançados, maior será o nível de certificação LEED. Na Figura 5 podem-se constatar os quatro níveis possíveis: *LEED Certified, Silver Certification, Gold Certification e Platinum Certification.*



Figura 5 – Níveis de certificação LEED - fonte (RTS, 2021)

2.2.BREEAM

O BREEAM é um esquema internacional de certificação baseado na avaliação do desempenho de sustentabilidade de edifícios, comunidades e infraestruturas. No BREEAM existem as seguintes possibilidades de certificação:

- *Communities | Masterplanning;*
- *Infrastructure | Civil Engineering & Public Realm;*
- *New Construction | Homes & Comercial Buildings;*
- *In-Use | Comercial Buildings;*
- *Refurbishment & Fit-Out | Homes & Comercial Buildings.*

Foi criado como um meio de reconhecer o valor do desenvolvimento sustentável. Ajuda as partes interessadas a fazer uso dos recursos de forma eficiente. Tal pode significar um aumento do custo inicial, mas esse valor tem de ser visto no contexto do ciclo de vida da edificação e dos benefícios que daí decorrem para todos.

No BREEAM existem dez categorias que descrevem a sustentabilidade do edifício através de 71 critérios. Um fator de ponderação percentual é atribuído a cada categoria, tendo em conta 112 créditos possíveis. Porém, existem algumas restrições na atribuição de determinados créditos: nas categorias Energia e CO₂ e também na Água e Resíduos existe um número mínimo de créditos que é necessário atingir (Bernardi et al., 2017).

A avaliação e a certificação podem ocorrer em vários estágios do ciclo de vida do ambiente construído, desde o projeto e construção até a operação e reabilitação. O principal resultado

de uma avaliação BREEAM certificada é a classificação. Uma classificação certificada reflete o desempenho alcançado por um projeto. A classificação permite comparar projetos, fornecendo garantias aos clientes utilizadores, sustentando a qualidade e o valor de determinado ativo. As classificações BREEAM variam de *Acceptable*, *Pass*, *Good*, *Very Good*, *Excellent* e *Outstanding*, refletindo-se num número de estrelas no certificado. O BREEAM mede o valor sustentável numa série de categorias, que vão desde energia até ecologia. Cada uma dessas categorias aborda os fatores mais influentes, incluindo baixo impacto ambiental e redução de emissões de carbono, durabilidade e resiliência do projeto, adaptação às alterações climáticas, valor ecológico e proteção da biodiversidade. Cada categoria é subdividida numa série de questões de avaliação, cada uma com seu próprio objetivo, meta e *benchmarks*. Quando uma meta ou *benchmark* é alcançado são atribuídos os correspondentes créditos. A pontuação da categoria é então calculada de acordo com o número de créditos obtidos e a sua ponderação de categoria. Uma vez que o desenvolvimento foi totalmente avaliado, a classificação final de desempenho é determinada pela soma das pontuações da categoria.

O BREEAM faz parte do *Code for a Sustainable Built Environment*, que é um quadro estratégico internacional para a avaliação da sustentabilidade do ambiente construído, também conhecido como *The Code*. Consiste num conjunto de princípios e requisitos estratégicos que definem uma abordagem integrada para o projeto, construção, gestão, avaliação e certificação dos impactos ambientais, sociais e económicos em todo o ciclo de vida do ambiente construído (NBS, 2021).

2.3 SBTool

Em 1996, a iniciativa internacional *Green Building Challenge*, mais tarde denominada de *Sustainable Building Challenge*, definiu como objetivo estabelecer critérios em termos de desempenho energético e ambiental dos edifícios válidos a nível internacional, mas com a possibilidade de localmente serem adaptados. Era, portanto, necessário identificar ferramentas de avaliação que, através de diferentes bases metodológicas, fossem capazes de objetivamente avaliar os requisitos dos impactos económicos, sociais e ambientais, de um edifício durante todo o seu ciclo de vida. Desenvolvido pelo trabalho de representantes de 20 países, esse processo deu origem ao chamado *SBMethod* que foi desenhado para oferecer, além de um padrão internacional comum, uma fácil customização no que diz respeito a contextos nacionais específicos. Originário do *SBMethod*, a *Green Building Tool* (GBTool),

como era inicialmente chamada, foi mais tarde designada de SBTool. O SBTool é uma estrutura para avaliar o desempenho ambiental de um edifício, atribuindo pontuações e créditos para determinadas áreas (Bernardi et al., 2017).

O SBTool pode ser caracterizado mediante os seguintes aspetos:

- É uma estrutura genérica para avaliar o desempenho sustentável de edifícios e projetos. Também pode ser pensado como um conjunto de ferramentas que auxilia organizações locais a desenvolver sistemas de classificação SBTool locais;
- Pode ser utilizado por terceiros autorizados para estabelecer versões adaptadas do SBTool como sistemas de classificação para atender às suas próprias regiões e tipos de construção;
- Também pode ser utilizado por proprietários e gestores de conjuntos de grandes edifícios para expressar de forma muito detalhada os seus próprios requisitos de sustentabilidade;
- O sistema cobre uma ampla gama de questões relacionadas com a construção sustentável, podendo o âmbito do sistema ser adaptado em função do grau de profundidade pretendido para a avaliação;
- Tem em consideração fatores de contexto específicos da região e do local, e estes são usados para adaptar determinadas ponderações;
- O sistema está configurado para permitir a fácil inserção de critérios locais ou o próprio idioma.

Na implementação do SBTool pode existir uma variação muito grande do número de parâmetros a considerar. Efetivamente eles podem variar entre 10 e 115. Quando o processo assenta num grande número de parâmetros, este aproxima-se de uma avaliação descritiva, com aspetos muito específicos relativamente ao desempenho energético e ambiental do edifício e do impacto que este pode ter. Porém, ao ser demasiado descritiva, pode resultar numa dificuldade extra quando se tenta uma comparação com outros edifícios, podendo a leitura da avaliação revelar-se demasiado complexa e, nalguns casos, algo inconclusiva.

2.4 LiderA

O sistema LiderA, que avalia o desempenho ambiental dos edifícios, preconiza que os mesmos sejam planeados e executados com a preocupação de minimizar os impactos

ambientais, potenciando atingir um nível de serviço compatível com o pretendido. Por outro lado, o facto de um projeto ser pensado desde o início de forma a integrar medidas sustentáveis pode contribuir para uma solução equilibrada dos custos no ciclo de vida da construção, trazendo deste logo benefícios, não só ambientais como também económicos. O sistema foi desenvolvido por Manuel Duarte Pinheiro, Doutorado em Engenharia do Ambiente com a tese sobre Sistemas de gestão ambiental para construção sustentável, docente do Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura do Instituto Superior Técnico (IST).

Em 2005 foi disponibilizada a primeira versão que se destinava fundamentalmente ao edificado e ao respetivo espaço envolvente. Como consequência das aplicações efetuadas, foi apresentada em 2010 a versão 2.0 numa ótica de comunidades sustentáveis, alargando a possibilidade de aplicação do sistema, não só ao edificado, mas também ao ambiente construído, incluindo a procura de edifícios, espaços exteriores, quarteirões, bairros, zonas e os seus utentes. Antes da atual versão 4.0 (2019) surgiria em 2013 a 3.0, centrada no ciclo de vida. O sistema já foi implementado em diferentes tipologias de projetos e por diferentes agentes, tendo-se concretizado a certificação de empreendimentos desde a fase de plano e projeto até à de operação. Encontram-se previstas 6 vertentes, 20 áreas e 40 critérios, partindo-se do princípio que as exigências legais são cumpridas e adotadas como requisitos mínimos nas diferentes áreas consideradas, sendo a busca da sustentabilidade assente na melhoria em relação à prática comum (Pinheiro, 2020).

De seguida apresentam-se as 6 vertentes e as respetivas áreas, 20 no total da versão 4.0:

Vertente 1, Integração Local (Habitat):

- Solo;
- Ecossistemas Naturais;
- Paisagem e Património.

Vertente 2, Recursos (Fluxos):

- Energia;
- Água;
- Materiais;
- Produção Alimentar.

Vertente 3, Gestão das Cargas e Recursos Secundários:

- Águas Residuais;
- Resíduos;
- Outras Emissões.

Vertente 4, Qualidade do Serviço e Resiliência:

- Qualidade do Serviço;
- Adaptação Estrutural.

Vertente 5, Vivências Socioeconómicas:

- Acessibilidade;
- Espaço para todos;
- Vitalidade Social;
- Amenidades e Cultura;
- Economia Verde (e sustentável).

vertente 6, Uso Sustentável:

- Conetividade;
- Gestão Sustentável;
- Marketing e Inovação.

Para as diferentes áreas encontram-se definidos vários critérios programáticos no sentido de orientar e avaliar a procura da sustentabilidade. Para a avaliação de cada critério é utilizada uma escala de avaliação que permite considerar desde melhorias incrementais até estruturais (fator 2, 4, 10 ou superior). O ponto de partida é a prática usual que é equivalente a 1. Com os incrementos seguintes procura-se a neutralidade e soluções regenerativas ou positivas ambientalmente. Para cada tipologia de utilização são definidos os respetivos Limiares, que indicam o grau de sustentabilidade da solução. A parametrização para cada um deles segue a melhoria das práticas existentes ou a referência aos valores de boas práticas. Apesar dos níveis de desempenho serem numéricos, os mesmos são transformados em classes: A++, A+, A, B, C, D, E, F e G - Figura 6.

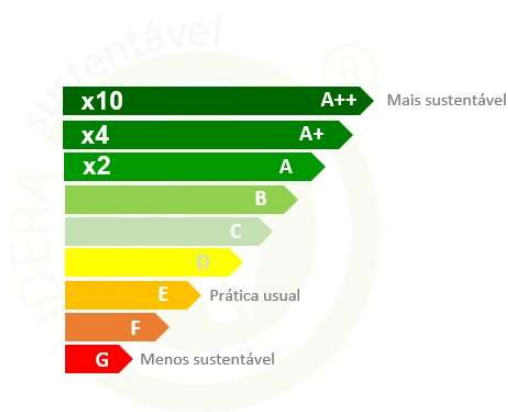


Figura 6 – Níveis de desempenho do sistema LiderA - fonte (Pinheiro, 2020)

O grau de sustentabilidade por área é mensurável em classes de desempenho crescentes. Por exemplo a classe E corresponde à prática corrente, enquanto a classe A é 50% acima da prática corrente (fator de melhoria de 2). Os melhores desempenhos correspondem, para além da classe A, a classe A+, associada a um fator de melhoria de 4 e a classe A++ associada a um fator de melhoria de 10.

No geral, dentro de cada área os critérios dispõem de igual importância pelo que o seu agrupamento permite a classificação para cada uma das 20 áreas. Para obter um valor agregado, a classificação final conjugada é obtida através da ponderação das 20 áreas. A área de maior importância é a da Energia (15%), seguida da Qualidade do Serviço (9%) e depois um conjunto de três áreas: Água, Materiais e Economia Verde (e sustentável) (7%) - Figura 7.



Figura 7 – Ponderações das diferentes áreas do LiderA - fonte (Pinheiro, 2020)

O desempenho ambiental avaliado pelas vertentes: Integração Local; Recursos (Fluxos) e Gestão das Cargas Ambientais (Emissões), conjugado com as restantes vertentes: Qualidade do Serviço e Resiliência; Vivências Socioeconómicas e Uso Sustentável, perspetiva o desempenho na procura da sustentabilidade - Figura 8. Tendo por base as 6 vertentes e as 20 áreas encontram-se estabelecidos 40 critérios, indexados com a letra “P”, de P1 a P40.

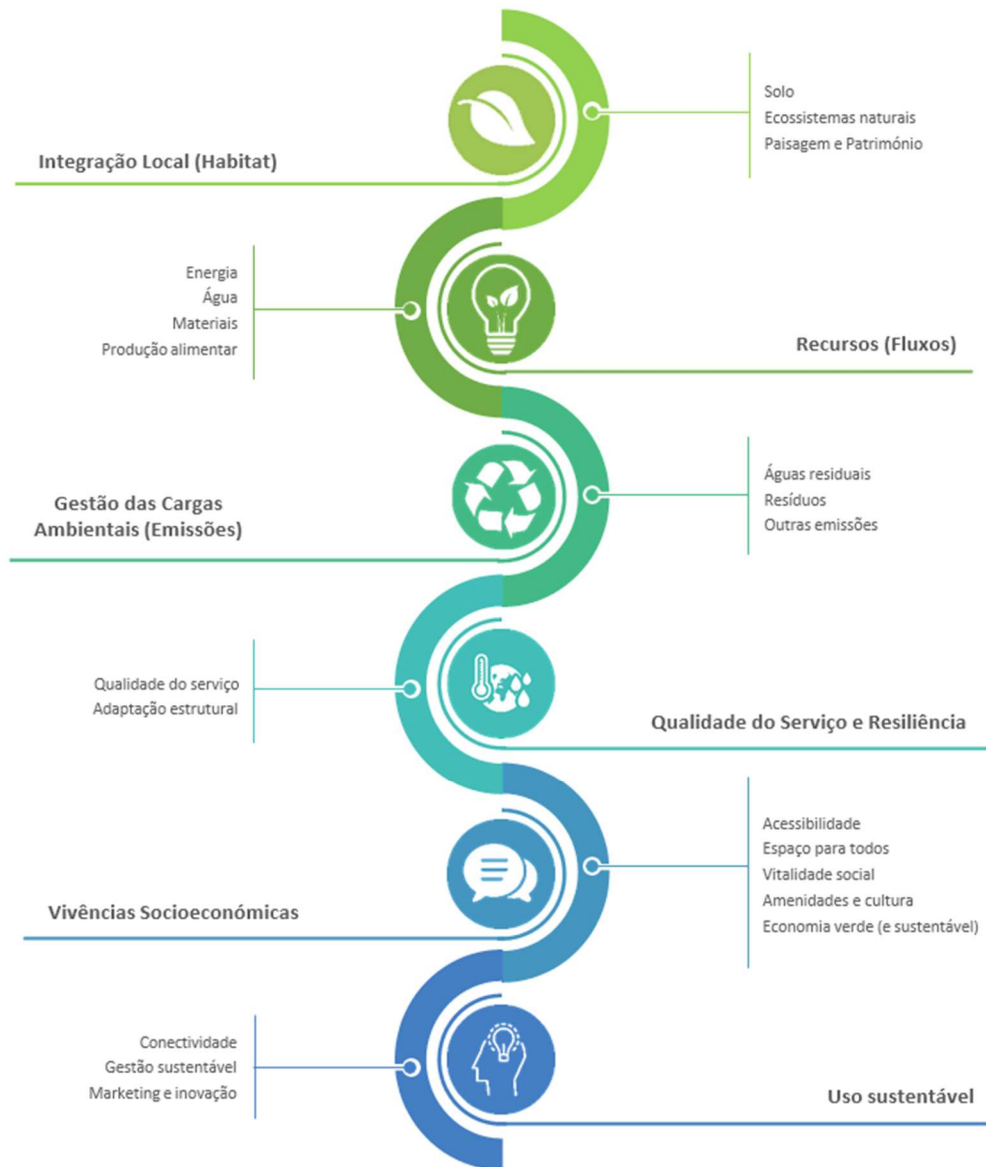


Figura 8 – Esquema das 6 vertentes e 20 áreas do LiderA - fonte (Pinheiro, 2020)

2.4.1 Vertente 1, Integração Local (Habitat)

A vertente “Integração Local (Habitat)” pressupõe a aplicação de 6 critérios, de P1 a P6, descritos na Tabela 3.

Tabela 3 – Áreas e critérios associados à vertente 1, Integração Local (Habitat), do LiderA – adaptado de (Pinheiro, 2020)

área	Ponderação	Código do critério	designação do critério
Solo	4%	P1	Organização territorial
		P2	Potenciar funções do solo
Ecossistemas Naturais	4%	P3	Valorização ecológica
		P4	Serviços dos ecossistemas
Paisagem e Património	4%	P5	Valorização da paisagem
		P6	Valorização do património construído

O critério P1, “Organização territorial”, inserido na área “Solo”, estabelece que a construção deve ser concretizada, preferencialmente, em locais que permitam minimizar o risco de impactes para o solo e seus usos. Adicionalmente deverá contribuir para a sustentabilidade na zona de implantação e valorizar as características ambientais globais, nomeadamente a temperatura, a orientação solar, os ventos e a precipitação. A possibilidade de valorização de edifícios degradados, de determinado local ou infraestrutura é um aspeto relevante a considerar. Ainda dentro da área “Solo”, existe um segundo critério, P2, “Potenciar funções do solo” o qual prevê logo à partida a minimização do seu uso para efeitos de construção, mas assegurando que a área de implantação deverá ser adequada aos espaços a construir, atendendo às sensibilidades ambientais da zona, permitindo o desenvolvimento de ecossistemas e a ocorrência de infiltrações.

O critério P3, “Valorização ecológica”, faz parte da área “Ecossistemas naturais”, encontrando-se intrínseco que o valor ecológico dos locais pode diminuir face às intervenções humanas. Porém se estas forem devidamente pensadas e bem vocacionadas até podem resultar no aumento do valor ecológico, nomeadamente através do aumento da biodiversidade local e da valorização das zonas naturalizadas. É igualmente necessário assegurar as funções ecológicas do solo, como a drenagem e a infiltração das águas e a proteção das zonas mais relevantes, em especial as mais suscetíveis à erosão. O outro critério da área “Ecossistemas naturais” diz respeito ao “Serviço dos ecossistemas” (P4) que pretende salvaguardar os habitats naturais relevantes e implementar zonas de continuidade entre os mesmos. O critério P4 tem por base minimizar o risco de destruição da

biodiversidade e das zonas naturais, no sentido de preservar os habitats e evitar a fragmentação ecológica.

Na área “Paisagem e Património”, o critério P5, “Valorização da paisagem” pretende assegurar que a construção seja implementada de forma a contribuir para a integração nas dinâmicas naturais e urbanísticas existentes. Para tal é importante que a intervenção contribua não só para a valorização da paisagem, mas também que assegure uma ligação à mesma, contribuindo para a adequada integração do empreendimento. Por fim, o património construído pode ter uma grande influência na identidade e características do local e como tal deve ser conservado e valorizado. Daí a relevância do critério P6, “Valorização do património construído”, que pretende fomentar a preservação e valorização do ambiente construído, incluindo edifícios, zonas e espaços envolventes, recorrendo a formas arquitetónicas que se coadunem com os mesmos e com o meio onde se inserem.

2.4.2 Vertente 2, Recursos (Fluxos)

A Tabela 4 explicita os critérios previstos para a vertente “Recursos (Fluxos)”.

Tabela 4 - Áreas e critérios associados à vertente 2, Recursos (Fluxos), do LiderA – adaptado de (Pinheiro, 2020)

área	ponderação	código do critério	designação do critério
Energia	15%	P7	Desempenho passivo
		P8	Sistemas energéticos
		P9	Gestão do carbono
Água	7%	P10	Uso ponderado de água
		P11	Gestão da água local
Materiais	7%	P12	Produtos e materiais de origem responsável
		P13	Durabilidade dos ambientes construídos
Produção Alimentar	1%	P14	Contributo para produção alimentar local e acesso

Na área “Energia” é importante realçar o conceito de pobreza energética que pode ser definido, de uma forma muito sucinta, como a incapacidade financeira das famílias para manter as suas casas quentes no inverno. Regra geral esta situação decorre da falta de rendimento e do elevado preço da energia. A expressão pobreza energética deriva da

tradução de *Fuel Poverty* surgida no Reino Unido na década de 70, onde começaram as primeiras preocupações com o assunto como consequência da crise energética. De acordo com as conclusões do grupo de trabalho responsável pelo estudo *EU Survey on Income and Living Conditions*, Portugal, Grécia, Itália e Espanha são os países europeus mais vulneráveis a este fenómeno (Barbosa, 2020).

Outras evoluções do conceito têm surgido, nomeadamente precariedade energética ou vulnerabilidade energética no sentido de incorporar outras dimensões, para além da estritamente monetária, nomeadamente a falta de qualidade da envolvente térmica face à inexistência de isolamento e à deficiente exposição solar bem como à ineficiência dos sistemas de aquecimento ou à indisponibilidade, mesmo em meio rural, de acesso ao recurso lenha. Infelizmente a pandemia associada à COVID-19 em nada veio ajudar pois no seu pico e em virtude da elevada quebra dos consumos energéticos a nível mundial os preços baixaram, comprometendo a rentabilidade das explorações de petróleo e gás natural. Agora, com a generalização dos desconfinamentos, os consumos aumentaram de forma súbita pelo que o mercado se tem revelado incapaz de dar resposta sendo expectável que a pobreza energética venha a agravar-se com o aumento do preço da energia, em especial com a chegada do inverno.

Os agregados familiares portugueses são dos mais vulneráveis em toda a Europa. Apesar da questão do conforto térmico não ser tão valorizada como noutros países europeus, estudos comprovam que a maioria das casas em Portugal são pouco confortáveis quando ocorrem temperaturas exteriores muito baixas, nos meses mais rigorosos do ano. Em 1990 entrou em vigor o primeiro regulamento de térmica de edifícios em Portugal pelo que uma substancial maioria dos edifícios anteriores a esse ano apresentam muitos problemas de desempenho térmico e de ocorrência de patologias de carácter higrotérmico, necessitando de intervenções de melhoria (Magalhães & de Freitas, 2017). Não é possível atingir condições mínimas de conforto sem que a envolvente das habitações (coberturas, fachadas, vãos envidraçados e pavimentos) seja minimamente isolada e sem a utilização de alguma energia para aquecimento, cujas fontes poderão ser de origem renovável.

De acordo com a metodologia LiderA a redução das necessidades deve, em primeiro lugar, ser assegurada através de soluções passivas pelo que o critério P7, “Desempenho passivo” pode ser a componente chave de uma abordagem apoiada na eficiência energética. O critério P8, “Sistemas energéticos eficientes” tem por base o Sistema de Certificação dos Edifícios

(SCE), gerido pela Agência para a Energia (ADENE). O último critério da área “Energia“ é o P9, “Gestão do carbono”, tendo por objetivo estabelecer o balanço de carbono emitido face à utilização de energia, quer esta seja proveniente de fontes renováveis, quer seja proveniente de fontes não renováveis. Sistema eficientes combinados com outros baseados em fontes renováveis podem ser um importante contributo para a redução da intensidade carbónica.

A área “Água” encontra-se dividida em dois critérios, P10 e P11. O critério P10, “Uso ponderado da água”, prevê uma perspetiva de racionalidade no seu uso, nomeadamente através da redução dos consumos tendo por base a adequada utilização para cada uso e a eficácia dessa mesma utilização. Esta racionalidade do uso pode ser complementada através da implementação de mecanismos de reutilização das águas ou, caso tal seja possível, com a utilização de águas de menor qualidade para determinados fins como por exemplo a rega ou descarga de autoclismos. Por outro lado, o critério P11, “Gestão das águas locais” pressupõe uma contribuição para o ciclo natural da água, através da naturalização da gestão das águas no local, nomeadamente não aumentando as escorrências superficiais e atenuando os eventuais efeitos de picos/cheias em momentos de pluviosidade. Deve criar-se um sistema naturalizado de gestão das águas pluviais, permitindo a sua infiltração e drenagem para linhas de água naturais e a retenção de poluentes em zonas com eventuais contaminantes.

Na área “Materiais” surge o critério P12, “Produtos e materiais de origem responsável” que procura fomentar o recurso a materiais com origens responsáveis e com bom desempenho ambiental. A utilização de matérias-primas disponíveis, preferencialmente, até 100 km, pode contribuir para a minimização dos impactes associados ao transporte quer ao nível da energia quer no que diz respeito às emissões, implicando também a dinamização da economia local. Adicionalmente é fomentado o uso de materiais com reduzido impacte ambiental, com rótulo ecológico ou outros sistemas de certificação reconhecidos. O consumo dos materiais está diretamente ligado à durabilidade dos mesmos materiais quando instalados na envolvente dos edifícios, nos acabamentos e nas redes prediais, entre outras aplicações. Daí a importância do critério P13, “Durabilidade dos ambientes construídos”. Numa estratégia de sustentabilidade, é importante o incremento da durabilidade dos ambientes construídos uma vez que é minimizado o consumo de matérias-primas e, conseqüentemente, os impactes ambientais associados às fases de demolição e reabilitação.

O critério P14, “Contributo para produção alimentar local e acesso”, encerra o conjunto de critérios previstos para a área “Recursos (Fluxos)”, tendo por objetivo a criação de situações

pontuais que potenciem o surgimento de alimentos mesmo que em pequena escala como por exemplo, ervas aromáticas, árvores de fruto e, no limite, hortas sociais, com destaque para os espaços exteriores e, pontualmente, no interior dos edifícios.

2.4.3 Vertente 3, Gestão das Cargas Ambientais (Emissões)

Os critérios associados à vertente “Gestão das Cargas Ambientais (Emissões)” estão descritos na Tabela 5.

Tabela 5 - Áreas e critérios associados à vertente 3, Gestão das Cargas Ambientais (Emissões), do LiderA – adaptado de (Pinheiro, 2020)

área	ponderação	código do critério	designação do critério
Águas residuais	2%	P15	Gestão das águas residuais
Resíduos	3%	P16	Gestão dos resíduos
		P17	Gestão do ruído
Outras Emissões	5%	P18	Gestão das emissões atmosféricas
		P19	Gestão das outras cargas ambientais

Na área “Águas Residuais” o P15, “Gestão das águas residuais”, que tem por objetivos a redução das mesmas, a separação das águas negras e cinzentas e a promoção do tratamento e reaproveitamento, isto é, fomentando sistemas de tratamento local por forma a diminuir a pressão sobre as estações de tratamento de águas residuais (ETAR) municipais e, sempre que possível, recorrendo a sistemas biológicos adequados e de baixa intensidade em energia e produtos de tratamento. Uma das possibilidades de reduzir o consumo de água assenta na reutilização das águas cinzentas para atividades que não requeiram água potável como autoclismos (com as medidas adequadas para que não ocorra contaminação entre as águas cinzentas e a água potável), rega e lavagem de pavimentos exteriores.

À semelhança da área “Águas Residuais” também a área “Resíduos” possui apenas um critério, o P16, “Gestão dos resíduos”, que tem por missão reduzir a quantidade de resíduos e criar condições para os mesmos poderem ser valorizados na perspetiva do conceito dos 4Rs, isto é, reutilizar, reciclar, recuperar e repensar as decisões de aquisição de produtos potenciais geradores de resíduos.

Por fim, na área “Outras Emissões” existem três critérios a considerar. O P17, “Gestão do ruído”, o P18, “Gestão das emissões atmosféricas” e o P19, “Gestão das outras cargas ambientais”. O P17 diz respeito à necessidade de dispor de níveis de ruído ambientalmente aceitáveis, quer para a vida humana, quer para os animais. Tal objetivo pode ser promovido através do controlo das fontes de ruído para o exterior, nomeadamente quanto à potência, à localização e ao horário. Quanto ao P18, o mesmo aplica-se em especial ao nível das partículas e/ou substâncias com potencial acidificante. As atividades de combustão dão origem, entre outras, a emissões de partículas, de SO₂ e de NO_x, sendo fundamental reduzir essas emissões na fonte. Uma das problemáticas abordadas no critério P19 diz respeito ao efeito de ilha de calor. No interior das cidades, os edifícios e superfícies acabam por alterar as condições climáticas locais. Este efeito é a maior representação da relação entre cidade e clima e se dá pelo aumento da temperatura na área urbana face a área rural. Esse efeito varia no espaço e no tempo, atuando de maneira diferente nas diversas áreas da cidade e ao longo do dia e do ano, além de apresentar alterações de acordo com as condições meteorológicas (Menezes et al., 2017). Resulta em condições ambientais desagradáveis, quer pelo aumento de temperatura que ocorre em dias de maior calor, quer em situações inversas devido ao rápido arrefecimento. O critério P19 aborda igualmente a questão da poluição luminosa. A falta de regulamentação específica para a problemática e para os impactos do excesso de luz artificial no ambiente levou a que, por regra, impere o desordenamento e o excesso na iluminação de exterior em Portugal - pública, cénica, de ecrãs LED publicitários ou outra (Cerveira, 2021). Aparentemente inofensiva, pode interferir com os ecossistemas e com o desenvolvimento de algumas atividades humanas, devendo, pois, ser atenuada.

2.4.4 Vertente 4, Qualidade do Serviço e Resiliência

Na Tabela 6 podem-se constatar os 4 critérios, P20 a P23, associados à vertente “Qualidade do Serviço e Resiliência”.

Tabela 6 - Áreas e critérios associados à vertente 4, Qualidade do Serviço e Resiliência, do LiderA – adaptado de (Pinheiro, 2020)

área	ponderação	código do critério	designação do critério
Qualidade do Serviço	9%	P20	Qualidade ambiental e outros aspetos
		P21	Segurança e controlo dos riscos (humanos)
Adaptação Estrutural	6%	P22	Adaptação climática e outros riscos naturais
		P23	Resiliência e evolução adaptativa

Na área “Qualidade do Serviço” existem dois critérios a ter em conta. O P20, “Qualidade ambiental e outros aspetos” e o P21, “Segurança e controlo dos riscos (humanos)”. O P20 pressupõe quatro dimensões distintas. A primeira diz respeito aos níveis de qualidade do ar, tornando-se necessário avaliar os vários elementos suscetíveis de influenciar essa qualidade, ao nível da qualidade do ar interior, *Indoor Air Quality* (IAQ) e da qualidade do ar exterior, *Outdoor Air Quality* (OAQ). A segunda dimensão aborda a questão do conforto térmico valorizando a componente passiva por forma a minimizar o risco de desconforto, com valores adequados de temperatura e humidade relativa. Também no exterior, é essencial a criação de condições de conforto ajustadas às atividades que aí se desenvolvam. A componente luminotécnica é abordada na terceira dimensão do P20. Os níveis de iluminância deverão ser adequados às atividades a desenvolver nos espaços interiores e exteriores, sendo aconselhável, sempre que possível, recorrer-se à iluminação natural. Por fim, a quarta dimensão do P20 aborda a questão do conforto acústico pelo que a prioridade será sempre a redução do ruído nas suas fontes sem, no entanto, menosprezar os tratamentos acústicos que deverão ser considerados ao nível das soluções construtivas. O critério P21 pretende fomentar a manutenção da segurança das pessoas sendo importante avaliar adequadamente os espaços e os seus usos de modo a reduzir as condições em que possam ocorrer riscos decorrentes da presença de atividades e substâncias perigosas e de atos de criminalidade e de vandalismo, entre outros.

Na área “Adaptação estrutural” o critério P22, “Adaptação climática e outros riscos naturais” procura minimizar os riscos face a eventos extremos de precipitação, vento, incêndios e sismos, incluindo a adaptação às alterações climáticas. O critério P23 “Resiliência e evolução adaptativa” diz respeito à criação de capacidade no sentido de ser encontrado um

equilíbrio adequado face a alterações significativas dos sistemas e de evoluir para assegurar os serviços mínimos essenciais, como água, energia, resíduos entre outros.

2.4.5 Vertente 5, Vivências Socioeconómicas

A Tabela 7 resume os critérios relacionados com a vertente “Vivências Socioeconómicas”.

Tabela 7 – Áreas e critérios associados à vertente 5, Vivências Socioeconómicas, do LiderA – adaptado de (Pinheiro, 2020)

área	ponderação	código do critério	designação do critério
Acessibilidade	4%	P24	Mobilidade ativa
		P25	Sistemas de transportes eficientes
Espaço para todos	4%	P26	áreas construídas inclusivas
		P27	Espaços inclusivos – ruas e espaços públicos acessíveis e seguros
Vitalidade social	4%	P28	Flexibilidade e complementaridade de usos
		P29	Contributo para o bem-estar comunitário
		P30	Responsabilidade social (e vitalidade)
Amenidades e cultura	3%	P31	Amenidades amigáveis
		P32	Contributo para cultura e identidade
Economia verde (e sustentável)	7%	P33	Baixos custos no ciclo de vida
		P34	Contributo para economia circular
		P35	Contributo para empregos ambientais

Na área “Acessibilidade” o critério P24 “Mobilidade ativa” está diretamente relacionado com a criação de infraestruturas, nomeadamente para a circulação de pessoas ou bicicletas que associadas a zonas de estacionamento automóvel permitam uma mobilidade saudável e sustentável na zona envolvente intervencionada. Adicionalmente o critério P25, “Sistemas de transportes eficientes” estimula a eficiência dos transportes, preferencialmente os de carácter mais ecológico, valorizando-se a proximidade a transportes públicos ou a criação de meios de transporte ecológico no empreendimento, que assegurem o acesso até esse nó de transporte, ou complementem essa necessidade.

Na área “Espaço para todos” é necessário desde logo eliminar as barreiras que muitas vezes existem nos edifícios e nos espaços exteriores, que possam impedir ou dificultar o acesso ao seu interior ou a partes deste, por forma a reduzir o risco de alienação de parte dos membros da sociedade, pressuposto subjacente ao critério P26, “áreas construídas inclusivas”. Este objetivo poderá ser atingido mediante um planeamento cuidadoso das construções e respetivas características, com soluções inclusivas que assegurem zonas de acessibilidade para todos. Complementarmente, essa procura de procura de soluções inclusivas pode abranger os espaços públicos envolventes, conforme previsto no critério P27, “Espaços inclusivos – Ruas e espaços públicos acessíveis e seguros”.

Os critérios P28, “Flexibilidade e complementaridade de usos”, P29, “Contributo para o bem-estar comunitário” e P30, “Responsabilidade social (e vitalidade)” pertencem à área “Vitalidade Social”. No critério P28 pretende-se assegurar a existência de zonas modulares e ajustáveis às necessidades evolutivas. Este aspeto contribui para manter o ambiente construído ajustado às necessidades dos seus ocupantes e utilizadores, minimizando o risco de obsolescência dos espaços. O critério P29 estabelece que, opcionalmente, se aplicável, é desejável assegurar boas condições de saúde e bem-estar também nos espaços comuns e na comunidade. Quanto ao P30, pode ser uma opção promover a interligação à comunidade e contribuir para atuações socialmente responsáveis bem como dinamizar a vitalidade.

Na área “Amenidades e Cultura” o critério P31, “Amenidades amigáveis” pretende contribuir ou criar condições para a existência de amenidades amigáveis. Não é, porém, fácil estabelecer o conceito de amenidade. No critério P31 elas são divididas em amenidades naturais e amenidades humanas. Uma amenidade natural, conforme decorre da própria expressão, é um benefício ou uma dádiva da natureza, como por exemplo uma área florestal, um rio, o mar, entre outras (António Covas, 1999). Por outro lado, as amenidades humanas são de natureza antropogénica, nomeadamente estabelecimentos comerciais, escolas, unidades de saúde, postos das forças de segurança e estações de transportes. A proximidade das pessoas às amenidades disponíveis deve ser entendida como uma mais-valia para os ambientes locais. É sugerida a valorização das amenidades locais fomentando a sua presença e criação, bem como a sua manutenção e o seu acesso nas proximidades. Opcionalmente pode ser considerada a possibilidade de valorizar a cultura e identidade locais, conforme previsto no critério P32, “Contributo para cultura e identidade”.

Na área “Economia Verde (e sustentável)”, o critério P33, “Baixos custos no ciclo de vida”, torna crucial projetar no sentido de reduzir custos em todo o ciclo de vida dos edifícios por forma a garantir o sucesso e a viabilidade de uma construção. Devem ser tidas em conta as várias fases do ciclo de vida dos edifícios, desde a conceção, à operação e por fim à “desconstrução”, sabendo-se que a mais preponderante é a fase de operação, dado constituir o período mais longo em que ocorre. Quanto ao critério P34, “Contributo para a economia circular”, o objetivo é contribuir ou criar condições para a economia circular e as atividades locais endógenas. Torna-se importante a existência de serviços, zonas e edifícios que disponham de atividades económicas, incluindo uma parte que seja monetariamente acessível, preferencialmente incluir atividades de economia circular, permitindo assim assegurar a existência de atividades económicas e de acesso a diferentes utentes. O critério P35, “Contributo para empregos ambientais” estabelece que, opcionalmente, caso seja possível, contribuir ou criar condições para os serviços e atividades mais ecológicas e/ou emprego local. Salienta-se a importância da possibilidade de existirem postos de trabalho disponíveis nos ambientes construídos locais, de modo a evitar perdas de tempo nas deslocações. Esta medida permite melhorar a qualidade de vida, minimizando os impactos motivados por deslocações em veículos motorizados.

2.4.6 Vertente 6, Uso Sustentável

Os critérios associados à vertente “Uso Sustentável” encontram-se descritos na Tabela 8.

Tabela 8 – Áreas e critérios associados à vertente 6, Uso Sustentável, do LiderA – adaptado de (Pinheiro, 2020)

área	ponderação	código do critério	designação do critério
Conetividade	3%	P36	Conetividade e interação (sistemas digitais)
		P37	Gestão da informação para atuação sustentável
		P38	Manutenção e gestão para a sustentabilidade
Gestão Sustentável	5%	P39	Monitorização e governança
		Marketing e Inovação	3%

A área “Conetividade” possui um único critério, o P36, “Conetividade e interação (Sistemas Digitais)” cujo objetivo é assegurar a possibilidade de conetividade digital, as suas

funcionalidades positivas e a interação decorrente de forma segura e apropriada. Deverão ser privilegiados os mecanismos de interação com a comunidade.

Na área “Gestão Sustentável” incluem-se três critérios. O P37, “Gestão da informação para atuação sustentável”, o P38, “Manutenção e gestão para a sustentabilidade” e o P39, “Monitorização e governança”. O P37 define que sejam desenvolvidas soluções e disponibilizada informação para uma atuação mais sustentável dos utilizadores. É fundamental que a informação acerca de práticas sustentáveis, como por exemplo mecanismos simplificados e especificações ambientais, esteja disponível aos diversos agentes envolvidos, nomeadamente operários de construção, responsáveis pela manutenção, ocupantes, entre outros. Só assim será possível que os intervenientes compreendam e operem os sistemas da forma mais adequada, assegurando um desempenho sustentável. Quanto ao P38, este estabelece a relevância de serem implementados sistemas de gestão e manutenção para a sustentabilidade, devendo ser adotado um sistema de gestão ambiental e mecanismos de gestão ambiental adequados ao empreendimento, mesmo que informal ou não certificado, uma vez que podem contribuir para a boa gestão e manutenção do desempenho dos edifícios e zonas exteriores, corroborando o seu bom desempenho ambiental. O critério P39 pretende assegurar a monitorização do desempenho e envolver as partes interessadas na governança para a sustentabilidade. É fundamental assegurar condições de participação e governança dos utilizadores por forma a que os mesmos possam participar ativamente nos processos de tomada de decisão.

O último critério dos quarenta previstos no LiderA é o P40, “Marketing e inovação” e pretende estimular a utilização dos critérios de sustentabilidade suportados por uma estratégia de inovação no sentido de promover os empreendimentos no mercado de forma diferenciada.

2.5 Comparação entre os sistemas LEED, BREEAM, SBTool e LiderA

O setor da construção apresenta impactes a nível económico, social e ambiental, pelo que pode ser encarado como uma oportunidade por forma a promover boas práticas nestas três dimensões. Na Tabela 9 é indicado o contributo de cada uma das dimensões da sustentabilidade em cada um dos sistemas: LEED, BREEAM, SBTool e LiderA.

Tabela 9 – Componentes económica, social e ambiental dos sistemas LEED, BREEAM, SBTool e LiderA – adaptado de (Ferreira et al., 2012)

dimensões da sustentabilidade	LEED ¹	BREEAM ²	SBTool	LiderA
económica	3,6%	-	30%	6%
social	29,1%	24%	30%	36%
ambiental	67,3%	76%	40%	58%

¹LEED for homes²BREEAM Ecohomes

Os esquemas de classificação podem ser utilizados para certificar o desempenho ambiental de diferentes tipos de edifícios, como edifícios de habitação, de educação, de comércio & serviços, industriais, bem como outros tipos. Na Tabela 10 verifica-se que apenas o BREEAM e o LiderA são aplicáveis à generalidade dos edifícios. Os sistemas LEED e SBTool não incluem edifícios industriais nas suas metodologias.

Tabela 10 – Tipos de edifícios aos quais é aplicável a metodologia dos sistemas LEED, BREEAM, SBTool e LiderA – adaptado de (Bernardi et al., 2017)

designação	habitação	educação	comércio & serviços	indústria	outros
LEED	✓	✓	✓	-	✓
BREEAM	✓	✓	✓	✓	✓
SBTool	✓	✓	✓	-	-
LiderA	✓	✓	✓	✓	✓

Analisando as ponderações previstas na Tabela 11, conclui-se que, embora semelhantes podem apresentar diferenças significativas em algumas áreas como por exemplo os aspetos unicamente económicos, com o SBTool a prever 30% de ponderação enquanto o LiderA estipula 6%, o LEED 3,6% e o BREEAM não prevê mesmo qualquer ponderação.

Tabela 11 – Ponderações dos sistemas LEED, BREEAM, SBTool e LiderA – adaptado de (Ferreira et al., 2012)

Áreas	LEED	BREEAM	SBTool	LiderA
Localização + uso do solo	12,7%	12%	6,4%	14%
Energia + atmosfera	27,2%	28,4%	18%	19%
Água	14,5%	10%	2,4%	11%
Materiais + resíduos sólidos	8,2%	14%	11,6%	8%
Outros recursos e impactes	-	-	1,6%	6%
Conforto e saúde	16,4%	14%	18%	15%
Gestão	1,8%	8%	3%	6%
Amenidades	0,9%	4%	3,9%	2%
Transportes e mobilidade	7,3%	4%	5,1%	5%
Outros aspetos sociais	7,3%	5,6%	-	8%
Aspetos unicamente económicos	3,6%	-	30%	6%

Relativamente aos parâmetros analisados, constata-se que o Ambiente Interno, a Energia, os Recursos – solo, água e materiais e também a Saúde e Bem-Estar são transversais ao LEED, BREEAM, SBTool e LiderA – Tabela 12.

Tabela 12 – Parâmetros avaliados nos sistemas LEED, BREEAM, SBTool e LiderA – adaptado de (Calixto, 2017)

parâmetros	LEED	BREEAM	SBTool	LiderA
Ambiente Interno	✓	✓	✓	✓
Cargas Ambientais	-	-	✓	✓
Energia	✓	✓	✓	✓
Gestão Ambiental	-	✓	✓	✓
Impactes Ambiente Externo	✓	-	✓	✓
Inovação	✓	✓	-	✓
Integração no Meio	✓	-	-	✓
Prioridade Regional	✓	-	-	✓
Projeto e Planeamento	✓	-	✓	✓
Recursos – solo, água e materiais	✓	✓	✓	✓
Resíduos	✓	✓	✓	✓
Saúde e Bem-Estar	✓	✓	✓	✓
Socioeconomia	-	-	✓	✓
Transportes	✓	-	-	✓

3 Estudo de Caso LiderA

O presente trabalho baseou-se no estudo de uma moradia de tipologia T3 (Instituto Nacional de Estatística, 2021) que foi idealizada com soluções construtivas do período correspondente ao *boom* de construção ocorrido entre 1971 e 1980 (Barbosa, 2020), não se tratando de um edifício real, tendo-se procurado recriar a prática vigente à data, isto é, estrutura de betão armado, alvenaria com placa (Barbosa, 2020) e vãos envidraçados com vidro simples (Instituto Nacional de Estatística, I.P. (INE) e Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG), 2011). Para a mesma foi emitido pelo autor, em outubro de 2020, o CE provisório, recorrendo à ferramenta de cálculo PTnZEB (PTnZEB, 2020). Tendo em conta as exigências impostas pelo Decreto-Lei n.º 118/2013 e pelas Portarias e Despachos que o regulamentam, foram estudadas para a moradia em questão soluções construtivas e sistemas que permitissem alcançar o nível NZEB. Alcançado o nível NZEB foi também emitido pelo autor, em outubro de 2020, o correspondente CE provisório. Salienta-se o facto de que, em fase de pleno desenvolvimento do presente trabalho, ter entrada em vigor no dia 1 de julho de 2021, o Decreto-Lei n.º 101-D/2020, que revogou o Decreto-Lei n.º 118/2013 bem como as Portarias e Despachos que o regulamentavam. Os pressupostos considerados neste estudo de caso foram os seguintes:

- A moradia encontra-se devoluta e implantada em lote sem qualquer tipo de árvores ou vedações (Figura 9). Possui arbustos nas delimitações norte e sul;
- O lote encontra-se em fase de algum abandono. Possui relvado junto à entrada e canteiros de flores, mas abandonados;
- Moradia enquadrada na zona envolvente em termos de cores e materiais;
- Não dispõe de qualquer sistema de armazenamento ou tratamento de águas pluviais. Contudo as águas do telhado são conduzidas por caleiras a tubos de queda que por sua vez ligam a caixas que estão conectadas à rede de águas pluviais do município;
- Existe ligação das águas residuais à rede de esgotos municipal;
- O abastecimento de água potável é assegurado através da rede pública;
- Dispõe adicionalmente de um furo com rede independente que serve o relvado, os canteiros e a lavagem das zonas impermeabilizadas;
- É de tipologia T3 com dois pisos (Figura 10) e encontra-se localizada no concelho de Oliveira de Azeméis, a uma altitude de 188 m. O ré-do-chão é constituído por

átrio, instalação sanitária 1, sala comum, cozinha, lavandaria, despensa e escadas de acesso ao 1º andar. No 1º andar existem os seguintes compartimentos: hall, instalações sanitárias 2, quarto 1, quarto 2, quarto 3 e instalações sanitárias 3;

- As paredes exteriores, ParE1, possuem um coeficiente de transmissão térmica superficial U de $1,09 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ e a sua constituição encontra-se explicitada na Figura 11;
- Quanto à cobertura, CobI1, a mesma é constituída por laje de esteira em contacto com desvão fortemente ventilado, possuindo um coeficiente de transmissão térmica superficial U de $2,55 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ - Figura 12;
- Relativamente aos pavimentos, o R/C encontra-se em contacto com o solo, PavS1 e possui um coeficiente de transmissão térmica superficial U de $0,64 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ - Figura 13;
- O andar contacta com os espaços não úteis, fortemente ventilados, lavandaria e despensa através da laje PavI1, que possui um coeficiente de transmissão térmica superficial U de $1,57 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ - Figura 14;
- Na Figura 15 pode-se constatar a constituição dos vãos envidraçados exteriores, VenE1, cujos valores dos coeficientes de transmissão térmica superficial U_w e U_{wdn} são de $6,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ e $4,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, respetivamente;
- Não existem quaisquer sistemas de climatização ou produção de AQS.



Figura 9 – Delimitação do lote (verde claro) e implantação da moradia (amarelo) – fonte (Google Earth, 2020)

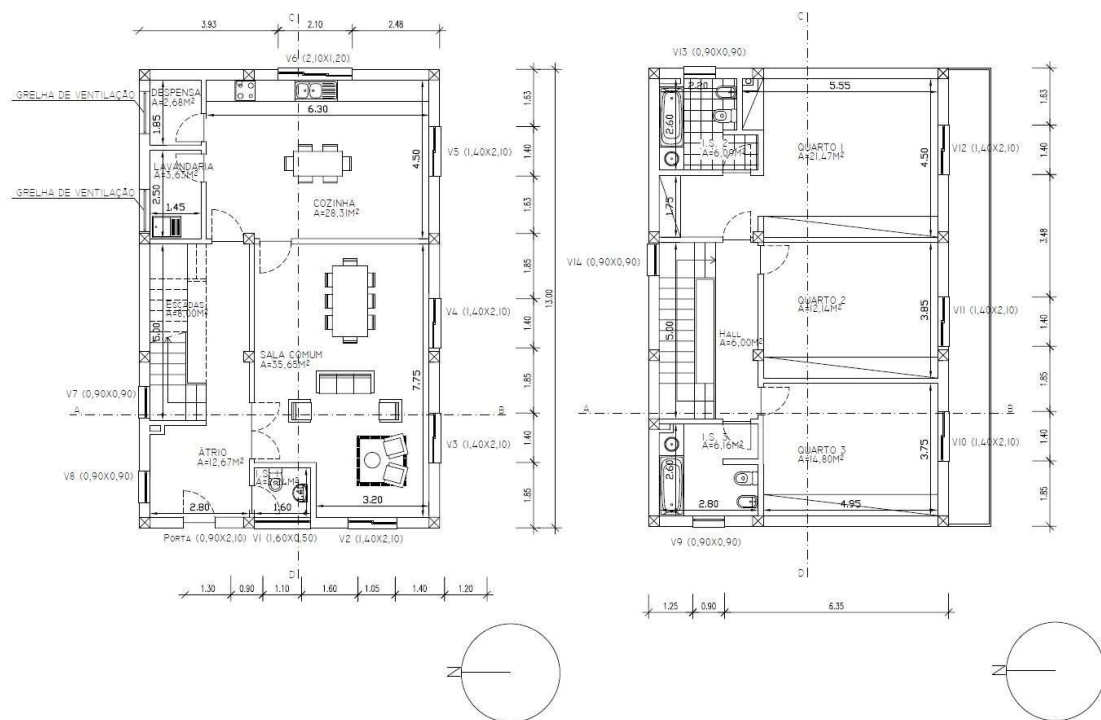


Figura 10 – Plantas da moradia

Parede exterior ParE1

Parede exterior, fluxo 'horizontal', constituída do exterior para o interior por: Reboco tradicional de cimento ou cal, com massa volúmica aparente seca compreendida entre 1800kg/m³ e 2000kg/m³, espessura de 0,015 m, resistência térmica de 0,012 m²·°C/W; Pano simples de alvenaria "tijolo cerâmico furado (normal)" com espessura de 0,11 m; Espaço de ar não ventilado com espessura compreendida entre 25mm e 300mm (fluxo horizontal); Pano simples de alvenaria "tijolo cerâmico furado (normal)" com espessura de 0,11 m; Reboco tradicional de cimento ou cal, com massa volúmica aparente seca compreendida entre 1800kg/m³ e 2000kg/m³, espessura de 0,015 m, resistência térmica de 0,012 m²·°C/W.

Tipo de elemento	Parede	Coefficiente de transmissão térmica superficial U [W/(m²·°C)]	1.09
Tipo de envoltente	exterior	Massa superficial útil do elemento Ms _i (kg/m²)	
Designação do elemento	ParE1	Resistência térmica do revestimento superficial interior (incluindo eventual caixa de ar) R [(m²·°C)/W]	
Sentido do fluxo	horizontal	Fator de redução da massa superficial r _i	0.00
Tipo de solução	Parede dupla sem isolamento térmico	Descrição complementar	

Biblioteca	Camadas	Esp. (m)	R _t [(m²·°C)/W]	Descrição	m (kg/m³)
	Resistência térmica superficial exterior - R _{se}		0.04		
Materials homogéneos (genéricos)		0.015	0.012		27
Reboco tradicional de cimento ou cal, com massa volúmica aparente seca compreendida entre 1800kg/m³ e 2000kg/m³					
Materials heterogéneos (genéricos)			0.270		140
Pano simples de alvenaria "tijolo cerâmico furado (normal)" com espessura de 0,11 m					
Espaços de ar não ventilados			0.180		0
Espaço de ar não ventilado com espessura compreendida entre 25mm e 300mm (fluxo horizontal)					
Materials heterogéneos (genéricos)			0.270		140
Pano simples de alvenaria "tijolo cerâmico furado (normal)" com espessura de 0,11 m					
Materials homogéneos (genéricos)		0.015	0.012		27
Reboco tradicional de cimento ou cal, com massa volúmica aparente seca compreendida entre 1800kg/m³ e 2000kg/m³					
	Resistência térmica superficial interior - R _{si}		0.130		
			Σ	0.914	

Figura 11 – Constituição das paredes exteriores, ParE1, situação atual - fonte (PTnZEB, 2020)

Cobertura interior CobI1

Cobertura interior, fluxo 'vertical ascendente', constituída do espaço não útil (ENU) para o interior por: Laje aligeirada com blocos cerâmicos de base igual ou inferior a 0,30m, com duas fiadas de furos, com altura total compreendida entre 0,16m e 0,22m; Reboco tradicional de cimento ou cal, com massa volúmica aparente seca compreendida entre 1800kg/m³ e 2000kg/m³, espessura de 0,015m, resistência térmica de 0,012m²·°C/W.

Tipo de elemento	Cobertura	Coefficiente de transmissão térmica superficial (fluxo ascendente) U [W/(m²·°C)]	2.55
Tipo de envoltente	interior	Coefficiente de transmissão térmica superficial (fluxo descendente) U [W/(m²·°C)]	1.85
Designação do elemento	CobI1	Massa superficial útil do elemento Ms _i (kg/m²)	
Sentido do fluxo	vertical ascendente	Resistência térmica do revestimento superficial interior (incluindo eventual caixa de ar) R [(m²·°C)/W]	
Tipo de solução	Cobertura inclinada sem isolamento térmico	Fator de redução da massa superficial r _i	0.00

Biblioteca	Camadas	Esp. (m)	R _t [(m²·°C)/W]	Descrição	m (kg/m³)
	Resistência térmica superficial exterior - R _{se}		0.10		
Materials heterogéneos (genéricos)			0.180		285
Laje aligeirada com blocos cerâmicos de base igual ou inferior a 0,30m, com duas fiadas de furos, com altura total compreendida entre 0,16m e 0,22m					
Materials homogéneos (genéricos)		0.015	0.012		27
Reboco tradicional de cimento ou cal, com massa volúmica aparente seca compreendida entre 1800kg/m³ e 2000kg/m³					
	Resistência térmica superficial interior - R _{si}		0.100		
			Σ	0.392	

Figura 12 – Constituição da cobertura, CobI1, fonte - (PTnZEB, 2020)

Designação	Z (m)	A _p (m ²)	P (m)	Isolamento contínuo ou sem isolamento	D _H (m)	D _V (m)	B' (m)	U _{br} [W/(m ² ·°C)]
PavS1		86.86	39.55	sim			4.4	0.64

Pavimento em contacto com o solo, constituído do interior para o solo por: Cerâmica vidrada/grés cerâmico, com massa volúmica aparente seca de 2300kg/m³, espessura de 0,010m, resistência térmica de 0,008m²·°C/W; Reboco tradicional de cimento ou cal, com massa volúmica aparente seca compreendida entre 1800kg/m³ e 2000kg/m³, espessura de 0,015m, resistência térmica de 0,012m²·°C/W; Betão de inertes correntes (calcários, siliciosos e silico-calcários) "betão normal", com massa volúmica aparente seca compreendida entre 2300kg/m³ e 2600kg/m³, espessura de 0,200m, resistência térmica de 0,100m²·°C/W.

Tipo de solução	Pavimento em contacto com o solo sem isolamento térmico	R _t [(m ² ·°C)/W]	0.120
		Massa superficial útil do elemento M _s (kg/m ²)	
		Resistência térmica do revestimento superficial interior (incluindo eventual caixa de ar) R [(m ² ·°C)/W]	
		Fator de redução da massa superficial r _i	

Soluções construtivas correntes					
Definição do elemento por camadas					
Biblioteca	Camadas	Esp. (m)	R _f [(m ² ·°C)/W]	Descrição	m (kg/m ³)
Material homogéneo (genéricos)		0.010	0.008		23
	Cerâmica vidrada/grés cerâmico, com massa volúmica aparente seca de 2300kg/m ³				
Material homogéneo (genéricos)		0.015	0.012		27
	Reboco tradicional de cimento ou cal, com massa volúmica aparente seca compreendida entre 1800kg/m ³ e 2000kg/m ³				
Material homogéneo (genéricos)		0.200	0.100		460
	Betão de inertes correntes (calcários, siliciosos e silico-calcários) "betão normal", com massa volúmica aparente seca compreendida entre 2300kg/m ³ e 2600kg/m ³				
			Σ	0.120	

Figura 13 – Constituição do pavimento em contacto com o solo, PavS1, situação inicial - fonte (PTnZEB, 2020)

Pavimento interior Pav1

Pavimento interior, fluxo vertical descendente, constituído do interior para o espaço não útil (ENU) por: Cerâmica vidrada/grés cerâmico, com massa volúmica aparente seca de 2300kg/m³, espessura de 0,010m, resistência térmica de 0,008m²·°C/W; Reboco tradicional de cimento ou cal, com massa volúmica aparente seca compreendida entre 1800kg/m³ e 2000kg/m³, espessura de 0,050m, resistência térmica de 0,038m²·°C/W; Laje aligeirada com blocos cerâmicos de base igual ou inferior a 0,30m, com duas fiadas de furos, com altura total compreendida entre 0,23m e 0,25m; Reboco tradicional de cimento ou cal, com massa volúmica aparente seca compreendida entre 1800kg/m³ e 2000kg/m³, espessura de 0,015m, resistência térmica de 0,012m²·°C/W.

Tipo de elemento	Pavimento	Coefficiente de transmissão térmica superficial (fluxo descendente) U [W/(m ² ·°C)]	1,57
Tipo de envolvente	interior	Coefficiente de transmissão térmica superficial (fluxo ascendente) U [W/(m ² ·°C)]	2,05
Designação do elemento	Pav1	Massa superficial útil do elemento Ms _j (kg/m ²)	
Sentido do fluxo	vertical descendente	Resistência térmica do revestimento superficial interior (incluindo eventual caixa de ar) R [(m ² ·°C)/W]	
Tipo de solução	Pavimento interior sem isolamento térmico	Fator de redução da massa superficial n _i	0,00

Definição do elemento por camadas

Biblioteca	Camadas	Esp. (m)	R _t [(m ² ·°C)/W]	Descrição	m (kg/m ³)
	Resistência térmica superficial interior - R _{si}		0,170		
Materials homogéneos (genéricos)		0,010	0,008		23
	Cerâmica vidrada/grés cerâmico, com massa volúmica aparente seca de 2300kg/m ³				
Materials homogéneos (genéricos)		0,050	0,038		90
	Reboco tradicional de cimento ou cal, com massa volúmica aparente seca compreendida entre 1800kg/m ³ e 2000kg/m ³				
Materials heterogéneos (genéricos)			0,240		350
	Laje aligeirada com blocos cerâmicos de base igual ou inferior a 0,30m, com duas fiadas de furos, com altura total compreendida entre 0,23m e 0,25m				
Materials homogéneos (genéricos)		0,015	0,012		27
	Reboco tradicional de cimento ou cal, com massa volúmica aparente seca compreendida entre 1800kg/m ³ e 2000kg/m ³				
	Resistência térmica superficial exterior - R _{se}		0,17		
			Σ	0,638	

Figura 14 – Constituição do pavimento em contacto com os espaços não úteis lavandaria e despensa, Pav11, situação inicial - fonte (PTnZEB, 2020)

Envidraçado exterior VenE1

Vão envidraçado vertical exterior constituído, do exterior para o interior por: caixilharia simples, com a seguinte composição: caixilharia em alumínio sem corte térmico, sistema de abertura 'correr', sem quadrícula. Vidro simples (incolor 4 mm).

Posição	vertical	Fator solar do vidro para uma incidência normal ao vão (g _{v,i})	0,88
Composição	simples	Fator solar do vão c/ dispositivos de proteção permanente (caso existam) (g _{TP})	---
Ocupação noturna	importante	Fator solar do vão c/ dispositivos de proteção permanente (caso existam) e móveis totalmente ativados (g _T)	0,07
Vidro plano?	sim	Fração envidraçada (F _g)	0,70
		Coefficiente de transmissão térmica superficial do vão sem dispositivo de oclusão noturna (U _v) [W/(m ² ·°C)]	6,5
		Coefficiente de transmissão térmica superficial médio dia-noite do vão (U _{vedn}) [W/(m ² ·°C)]	4,1

Proteção permanente		F. red (%)	
Proteção móvel exterior	genérica	Persiana de réguas metálicas ou plásticas	Cor clara
Descrição personalizada			Δt
Descrição	O sistema de proteção solar é constituído por 'Persiana de réguas metálicas ou plásticas', de cor 'clara' (proteção móvel exterior).		
Caixilharia 1 (solução)	genérica	alumínio sem corte térmico, sistema de abertura 'correr'	Quadrícula não
Descrição personalizada			U _w
Descrição	alumínio sem corte térmico, sistema de abertura 'correr', sem quadrícula.		
Vidro 1 (solução)	genérica	Vidro simples (incolor 4 mm)	g _{v,i} 0,88
Descrição personalizada			g _{v,i}
Descrição	Vidro simples (incolor 4 mm).		
Proteção móvel intermédia			Cor clara
Descrição personalizada			Δt
Descrição			
Caixilharia 2 (solução)			Quadrícula não
Descrição personalizada			U _w
Descrição			
Vidro 2 (solução)			g _{v,i}
Descrição personalizada			g _{v,i}
Descrição			
Proteção móvel interior			Cor clara
Descrição personalizada			Δt
Descrição			

Figura 15 – Constituição dos vãos envidraçados exteriores, VenE1, situação inicial - fonte (PTnZEB, 2020)

Para as condições atuais foi emitido o CE provisório no portal da ADENE – Agência para a Energia. Na Figura 16 encontra-se parte da folha de rosto do CE onde se pode constatar que não existe risco de sobreaquecimento no verão – a verde, 100 % mais eficiente que a referência. Pelo contrário a moradia será desconfortável no inverno – a vermelho, 115 % menos eficiente que a referência. Em termos de preparação de Águas Quentes Sanitárias (AQS) constata-se que moradia é 11 % menos eficiente que a referência. Não existe qualquer contributo de energia renovável e a classe energética é D.

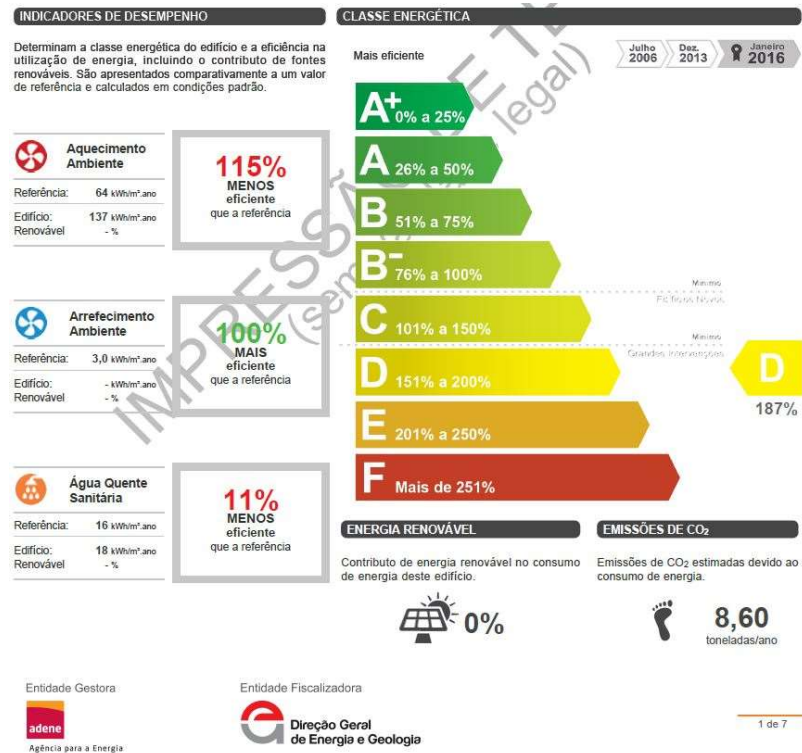


Figura 16 – Extrato do certificado energético provisório nas condições atuais

No sentido de tornar a moradia num NZEB consideraram-se as seguintes medidas de melhoria:

- Aplicação de isolamento térmico (10 cm de lã mineral) na laje de esteira da cobertura;
- Aplicação de isolamento térmico (6 cm de poliestireno expandido) nas paredes exteriores;
- Substituição das caixas de estore por novas em poliestireno expandido;

- Substituição das janelas por novas em alumínio com corte térmico e vidro duplo baixo emissivo, incluindo grelhas de ventilação autorreguláveis nos vãos da sala, cozinha e quartos, bem como grelha de compensação para o exaustor da cozinha;
- Instalação de sistema solar térmico para AQS com apoio através de resistência elétrica;
- Instalação de radiadores nos compartimentos principais – salas e quartos;
- Instalação de salamandra a *pellets* na sala, interligada aos radiadores.

Com a implementação das medidas de melhoria e analisando a Figura 17, continua a não existir o risco de sobreaquecimento no verão – a verde, 100 % MAIS eficiente que a referência. Por outro lado, e face às intervenções na envolvente e à adoção de um sistema de aquecimento baseado numa fonte renovável – biomassa, são substancialmente melhoradas as condições no inverno - a verde, 100 % MAIS eficiente que a referência e 100 % renovável. Quanto às AQS, devido ao sistema solar térmico, a melhoria também é significativa - a verde, 69 % MAIS eficiente que a referência e 70 % renovável. Por fim, o contributo de energia renovável é de 93 % e a classe energética é A+, acima da classe A exigida para ser considerada NZEB.

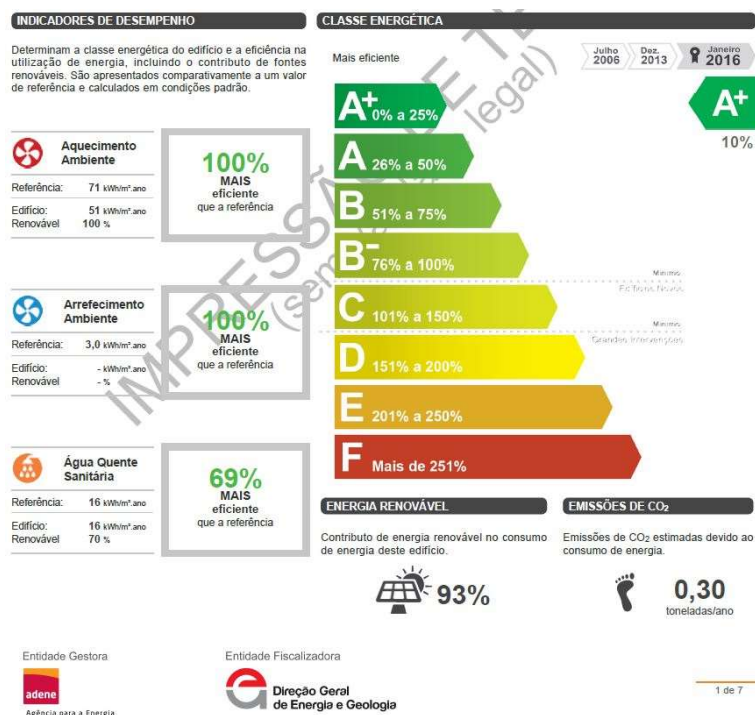


Figura 17 – Extrato do certificado energético com as medidas de melhoria implementadas

Os subcapítulos seguintes explicitam as 6 vertentes do LiderA e, dentro de cada uma delas, as respetivas áreas e critérios. Para cada critério é indicada a classe atingida atendendo à versão 4.00 da metodologia assente em limiares prevista no LiderA, que tem por base a atribuição de créditos ou uma análise qualitativa, tendo-se utilizado a folha de cálculo disponibilizada pelo LiderA, “1_LiderA_Geral_ModeloAvaliacaoV4_00”. A informação encontra-se sistematizada em tabelas, incluindo a justificação da avaliação.

3.1 Vertente 1, Integração Local (Habitat) – 3 áreas, 6 critérios

3.1.1 Área 1, Solo – critérios P1 e P2

Em Portugal Continental aproximadamente 25% do território corresponde à faixa litoral onde a erosão é substancial pelo que a perda de solo no nosso país pode ser considerada elevada. A tomada de decisão acerca do local onde surgirão novas edificações é, pois, um aspeto crucial. O solo e a sua ocupação são um fator importante na seleção de locais adequados à construção, sendo assim, um desafio para a sustentabilidade, uma vez que contribuem para evitar o aumento de ocupação de zonas naturais, para a redução das áreas ocupadas e impermeabilizadas e de forma a controlar as alterações presentes no terreno. Assim, o LiderA destaca a importância no solo de organizar o território a intervir (P1) e de potenciar as funções do solo (P2).

Relativamente à Organização territorial (P1), o edifício atinge um bom nível de desempenho, totalizando 5 créditos, atingindo a classe A, conforme se pode constatar na Tabela 13. Em Potenciar as funções do solo (P2), a procura da sustentabilidade deve ser assegurada mediante o respeito pelos limites de altura estabelecidos para a zona, e por outro deve adequar a área de implantação do edificado e espaços construídos, de forma a assegurar a sua boa implantação, atendendo às sensibilidades ambientais do espaço. Tratando-se de uma edificação existente foi tida em conta a percentagem de solo permeável (livre) - Figura 18, tendo-se obtido a classe A+, conforme justificação constante na Tabela 13.

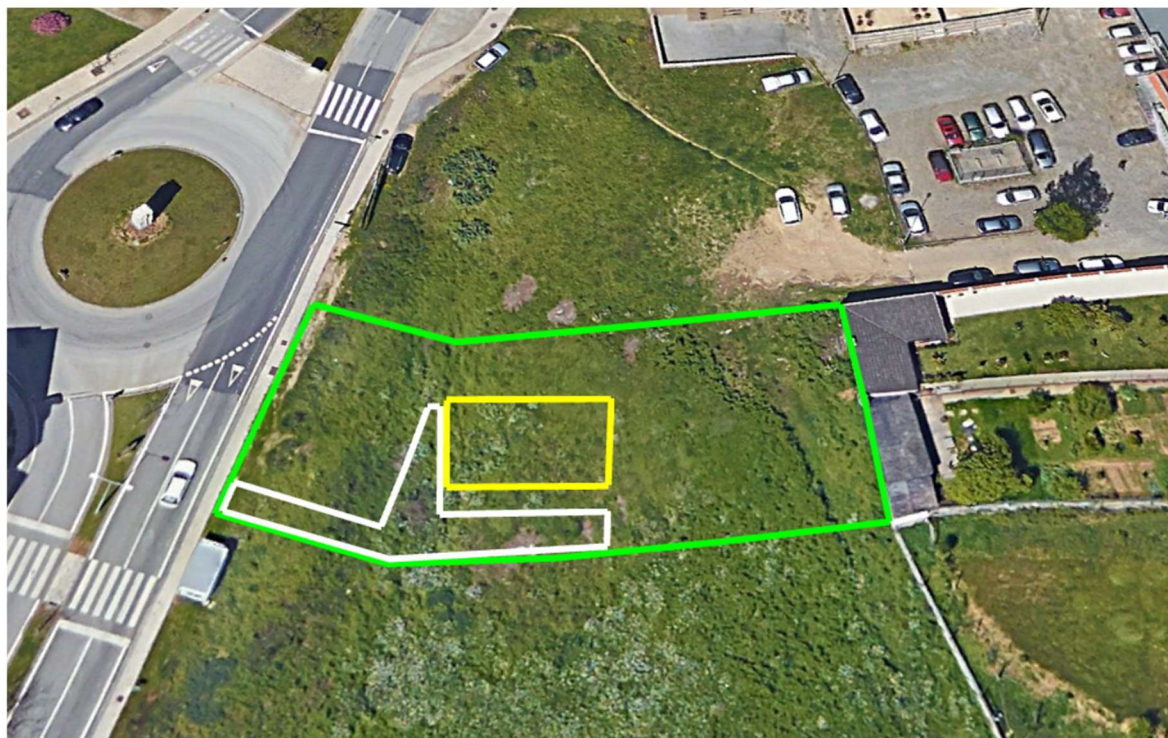


Figura 18 - Delimitação do lote (verde claro), implantação da moradia (amarelo) e área impermeabilizada (branco) – fonte (Google Earth, 2020)

Tabela 13 - Vertente 1, Integração Local (Habitat), área 1, Solo - Classificações obtidas e justificações das avaliações

área	critério	designação do critério	classe	justificação
Solo	P1	Organização territorial	A	Moradia existente, tendo-se admitido que foi construída entre 1971 e 1980, que se encontra devoluta e em fase de alguma degradação - 2 créditos; Zona com infraestruturas de águas e esgotos - 1 crédito; área de escolas e de passagem para áreas comerciais e desportivas pelo que a reabilitação contribuirá para a valorização da envolvente - 2 créditos. Total de 5 créditos.
	P2	Potenciar as funções do solo	A+	área do lote = 1037 m ² ; área de implantação do edifício = 110 m ² ; área impermeabilizada = 119 m ² ; área de solo livre = 808 m ² . Percentagem de solo permeável (livre) = 78%. [70-80[% de solo permeável (livre).

3.1.2 Área 2, Ecossistemas Naturais – critérios P3 e P4

Os ecossistemas naturais abrangem uma multiplicidade de aspetos, quer nos espaços naturais não humanizados, quer nos humanizados, em muitos dos casos não abordados na área da construção. Nos ecossistemas, os desafios para a sustentabilidade destacados pelo LiderA centram-se na proteção das zonas naturais, na atenuação dos impactos sobre a biodiversidade, na manutenção do nível existente e até, preferencialmente, no aumento e

valorização da dinâmica ecológica (P3), bem como no procurar assegurar os serviços dos ecossistemas (P4).

No critério Valorização ecológica (P3) é atingida a classe E face à considerável área de vegetação no exterior - Tabela 14. No critério Serviços dos ecossistemas (P4) é atingida a classe C, uma vez que não irá ser construído qualquer muro nos limites norte e sul do lote assegurando assim a continuidade dos habitats bem como a sua preservação no próprio lote em virtude das zonas de relvado e arbustos (Figura 19) que existem nas delimitações norte e sul - Tabela 14.

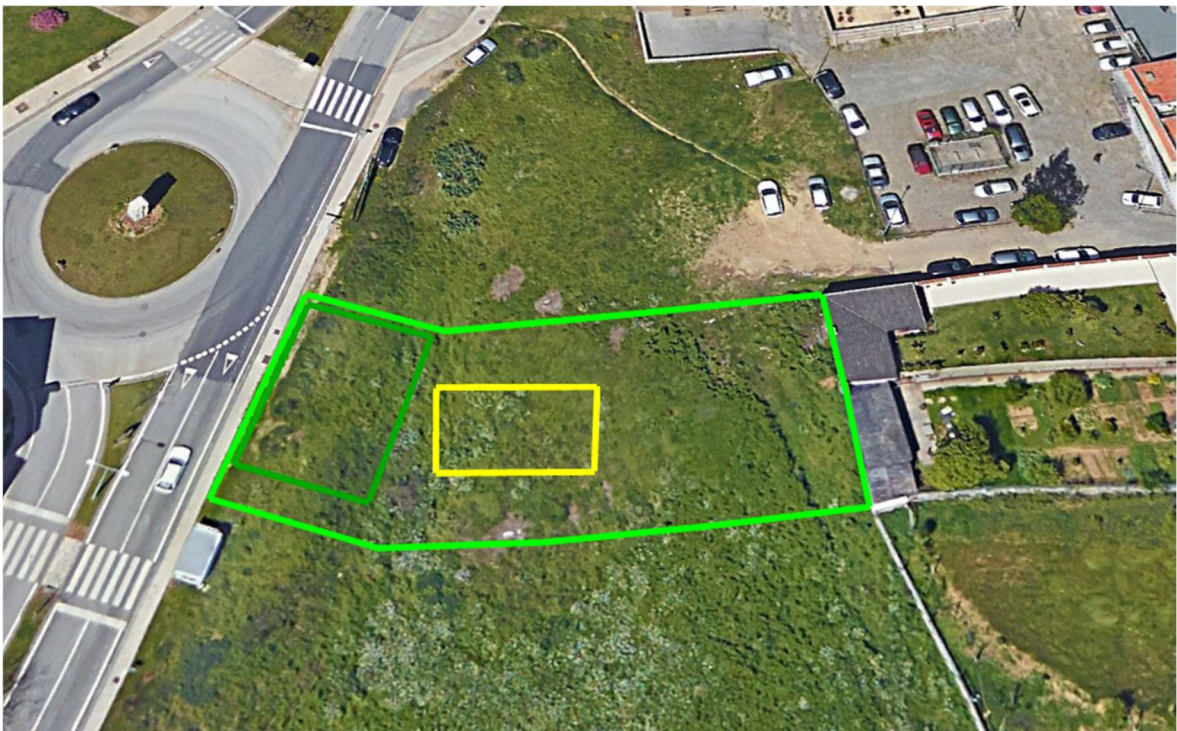


Figura 19 - Delimitação do lote (verde claro), implantação da moradia (amarelo) e relvado (verde escuro) – fonte (Google Earth, 2020)

Tabela 14 - Vertente 1, Integração Local (Habitat), área 2, Ecossistemas Naturais - Classificações obtidas e justificações das avaliações

área	critério	designação do critério	classe	justificação
Ecossistemas Naturais	P3	Valorização ecológica	E	Admite-se que o lote se encontra em fase de algum abandono e que possui relvado junto à entrada e canteiros de flores, mas sem qualquer tipo de manutenção. Porém possui uma área não impermeabilizada que representa mais de 70% da área total do lote. Total de 1 crédito.
	P4	Serviços dos ecossistemas	C	Será salvaguardada a continuidade e a preservação dos habitats existentes em virtude do relvado à entrada do lote e da restante área não impermeabilizada. Esta continuidade é atualmente assegurada pela minimização de obstáculos à continuidade da estrutura verde envolvente em virtude da inexistência de vedação com os lotes a norte e a sul. Total de 2 créditos.

3.1.3 Área 3, Paisagem e Património – critérios P5 e P6

A alteração da paisagem e da capacidade de integração local dos empreendimentos é uma questão importante e complexa a considerar. Segundo o sistema LiderA é de destacar a capacidade das intervenções em assegurar a integração paisagística ou valorização do local (P5), recorrendo a parâmetros objetivos, como por exemplo as escolhas dos volumes e a orientação do edifício, a morfologia urbana e as vistas que os ocupantes poderão usufruir observando a paisagem circundante a partir das construções. No património, o LiderA destaca a possibilidade de proteger e valorizar o património (P6), desde logo o classificado, bem como num segundo nível a generalidade dos imóveis.

Uma vez que o edifício se encontra enquadrado na zona envolvente em termos de cores e materiais, é atingida a classe B no critério P5, Valorização da Paisagem - Tabela 15. No critério Valorização do Património (P6) foi considerada a prática comum, isto é, classe E, em virtude da inexistência de património a considerar - Tabela 15.

Tabela 15 - Vertente 1, Integração Local (Habitat), área 3, Paisagem e Património - Classificações obtidas e justificações das avaliações

área	critério	designação do critério	classe	justificação
Paisagem e Património	P5	Valorização da paisagem	B	Fachada semelhante à dos edifícios na zona - 1 crédito; Fachada de cor clara semelhante à dos edifícios existentes no local - 1 crédito; Fachadas rebocadas e cobertura em telha cerâmica, à semelhança dos edifícios residenciais circundantes - 1 crédito. Total de 3 créditos.
	P6	Valorização do património	E	Não existindo património a considerar, assumiu-se a avaliação correspondente à prática comum.

A Tabela 16 apresenta um resumo das classes obtidas na vertente 1, Integração Local (Habitat).

Tabela 16 – Resumo das classes obtidas na vertente 1, Integração Local (Habitat)

área	critério	designação do critério	classe
Solo	P1	Organização territorial	A
	P2	Potenciar as funções do solo	A+
Ecossistemas Naturais	P3	Valorização ecológica	E
	P4	Serviços dos ecossistemas	C
Paisagem e Património	P5	Valorização da paisagem	B
	P6	Valorização do património	E

3.2 Vertente 2, Recursos (Fluxos) – 4 áreas, 8 critérios

3.2.1 Área 4, Energia – critérios P7 a P9

O consumo de energia nas atividades tem vindo a aumentar e nem sempre da forma mais eficiente na criação da riqueza (refletido nos indicadores de intensidade energética). A produção de energia e outras atividades cujos processos impliquem combustão originam emissões poluentes, entre as quais se encontram o CO₂, um dos gases responsáveis pelo efeito de estufa (GEE), o que contrasta com a potencialidade crescente de utilização de energias renováveis. O desafio na componente energética, segundo o LiderA, é efetuar um esforço no sentido de reduzir as necessidades de consumo, sempre que possível através da arquitetura bioclimática, isto é, do desempenho passivo (P7), bem como assegurar eficiência energética, nomeadamente através da certificação energética (P8). Relativamente aos consumos devem ser valorizados os sistemas baseados em fontes renováveis, logo com uma baixa intensidade em carbono (P9), isto é, CO₂ ou outros GEE.

Relativamente ao critério P7, Desempenho passivo, a moradia atinge a classe A em virtude do cuidado que teve o projetista de arquitetura na década de 80. Efetivamente, entre outras virtudes, a mesma encontra-se muito bem orientada, possui inércia térmica forte, os vãos envidraçados encontram-se bem distribuídos e possuem proteções solares exteriores - Tabela 17. Uma vez que foi efetuada a certificação energética em conformidade com o SCE e a

moradia apresenta a classe D, para o critério P8, Sistemas energéticos, foi considerada a classe D - Tabela 17. De acordo com o certificado energético, as emissões de CO₂ serão de 56 kg/(m²·ano) implicando uma classe F para a Gestão do carbono (P9) - Tabela 17.

Tabela 17 - Vertente 2, Recursos (Fluxos), área 4, Energia - Classificações obtidas e justificações das avaliações

área	critério	designação do critério	classe	justificação
Energia	P7	Desempenho passivo	A	Orientação a sul em]75 – 100]% das divisões principais - 4 créditos; Fator de forma = área da envolvente / Volume interior = 367,22 m ² / 414,53 m ³ = 0,89 < 1,21 - 1 crédito; Inércia térmica forte - 1 crédito; Proteções solares exteriores em]50 – 100]% dos vãos envidraçados - 4 créditos; Fenestração seletiva - 1 crédito; Ventilação natural cruzada - 1 crédito; Iluminação natural em mais de 80 % das zonas - 2 créditos. Total de 14 créditos.
	P8	Sistemas energéticos	D	Certificado energético com classe D
	P9	Gestão do carbono	F	Emissões de CO ₂ ascendem a 56 kg/(m ² ·ano), logo no intervalo]45 - 60] kg/(m ² ·ano).

3.2.2 Área 5, Água – critérios P10 a P11

O ciclo da água é fundamental para toda a vida na Terra. Segundo o sistema LiderA, a procura da sustentabilidade de tão importante recurso assenta no uso ponderado da água, desde logo, potável (P10) associando-se a sua boa qualidade a usos mais nobres e exigentes, bem como na procura de gerir as águas locais (P11) na zona de intervenção.

Para o critério P10, Uso ponderado da água, considerou-se a classe G visto tratar-se de uma moradia da década de 80 que utilizava os dispositivos correntes à data, sem quaisquer preocupações de eficiência hídrica - Tabela 18. Para a classificação do critério P11, Gestão da água local, considerou-se a classe D devido ao facto da área permeável ser superior a 70% da área total do lote - Tabela 18.

Tabela 18 - Vertente 2, Recursos (Fluxos), área 5, Água – Classificações obtidas e justificações das avaliações

área	critério	designação do critério	classe	justificação
Água	P10	Uso ponderado de água	G	Tratando-se de uma moradia construída entre 1971 e 1980 os dispositivos tais como autoclismos, torneiras e chuveiros são obsoletos e deficitários em termos de eficiência hídrica. Não existe qualquer sistema de rega automática.
	P11	Gestão da água local	E	Não existe qualquer estratégia de redução de escorrências.

3.2.3 Área 6, Materiais – critérios P12 e P13

Durante o seu tempo de vida os edifícios ocupam o solo, consomem minerais, combustíveis fósseis, outros materiais naturais e, não menos importante, produzem resíduos. Consequentemente, o uso dos materiais acaba por ter um impacto significativo no ambiente e nos custos do projeto. Sendo assim, a procura da sustentabilidade dos materiais está diretamente relacionada, sempre que possível, com a redução da intensidade do seu uso, o recurso a fontes de abastecimento locais, se possível que incorporem reciclados e que possuam certificação ambiental, como por exemplo, declaração ambiental de produto (DAP). Segundo o LiderA, a sustentabilidade no uso de materiais assenta na procura do uso de materiais de origem responsável (P12) nomeadamente no fomento da utilização dos materiais locais e materiais de baixo impacto ambiental. É também valorizada a sua durabilidade (P13).

Na ausência de informação quanto à origem dos materiais admitiu-se a classe E (prática corrente) para o critério P12, Produtos e materiais de origem responsável - Tabela 19. A classe E considerada para o critério P13, Durabilidade dos ambientes construídos teve em conta o bom estado de conservação da estrutura e dos revestimentos da moradia tendo-se assumido a avaliação correspondente à prática comum - Tabela 19.

Tabela 19 - Vertente 2, Recursos (Fluxos), área 6, Materiais – Classificações obtidas e justificações das avaliações

área	critério	designação do critério	classe	justificação
Materiais	P12	Produtos e materiais de origem responsável	E	Desconhecendo-se se teriam sido utilizados materiais da região, se os seus processos de fabrico tenham sido ambientalmente responsáveis e que tipo de transporte teria sido utilizado, optou-se pela classe correspondente à prática corrente, isto é, classe E.
	P13	Durabilidade dos ambientes construídos	E	Apesar de algum estado de degradação, admite-se que a moradia apresentaria um bom estado de conservação no que diz respeito à sua estrutura e revestimentos pelo que se assumiu a avaliação correspondente à prática comum.

3.2.4 Área 7, Produção Alimentar – critério P14

Embora as zonas urbanas não se encontrem, regra geral, preparadas para a produção alimentar (P14), esta poderá ocorrer, mesmo que de forma pontual, nos espaços exteriores e, em alguns casos no interior dos edifícios. Esta produção local permitirá que os utilizadores desenvolvam a sua consciência em relação aos ciclos ecológicos e de autonomia local, sendo um contributo para uma maior sustentabilidade.

Uma vez que não existe produção local de alimentos foi considerada a classe F para o critério P14, Contributo para produção alimentar local e acesso - Tabela 20.

Tabela 20 - Vertente 2, Recursos (Fluxos), área 7 - Classificação obtida e justificação da avaliação

área	critério	designação do critério	classe	justificação
Produção Alimentar	P14	Contributo para produção alimentar local e acesso	F	Não existe produção local de alimentos.

Na Tabela 21 encontra-se um resumo das classes obtidas na vertente 2, Recursos (Fluxos).

Tabela 21 - Resumo das classes obtidas na vertente 2, Recursos (Fluxos)

área	critério	designação do critério	classe
	P7	Desempenho passivo	A
Energia	P8	Sistemas energéticos	D
	P9	Gestão do carbono	F
Água	P10	Uso ponderado de água	G
	P11	Gestão da água local	E
Materiais	P12	Produtos e materiais de origem responsável	E
	P13	Durabilidade dos ambientes construídos	E
Produção Alimentar	P14	Contributo para produção alimentar local e acesso	F

3.3 Vertente 3, Gestão das Cargas e Recursos Secundários – 3 áreas, 5 critérios

3.3.1 Área 8, Águas Residuais – critério P15

Uma das áreas com maiores impactes no ambiente é a que diz respeito aos efluentes. De acordo com o LiderA deverá ser assegurado um adequado nível de gestão dos efluentes líquidos nomeadamente através do tratamento das águas residuais (P15) desde logo no local e da possibilidade de reutilizar determinadas águas. Sendo assim, a estratégia assenta na redução dos efluentes, na separação dos tipos de efluentes no edificado e no empreendimento e conceito de reutilização dos mesmos para outros fins como por exemplo a rega

Uma vez que não existe separação entre águas cinzentas e negras nem qualquer tipo de tratamento seguiu-se o indicado na metodologia LiderA, atribuindo-se a classe F - Tabela 22.

Tabela 22 - Vertente 3, Gestão das Cargas e Recursos Secundários, área 8, Águas Residuais - Classificação obtida e justificação da avaliação

área	critério	designação do critério	classe	justificação
Águas Residuais	P15	Gestão das águas residuais	F	Considerou-se a inexistência de separação entre águas cinzentas e negras, nem qualquer tipo de tratamento.

3.3.2 Área 9, Resíduos – critério P16

Outra área crítica tem a ver com a gestão de resíduos (P16), em especial os resíduos perigosos. Esta gestão deve começar, naturalmente, pela redução da produção de resíduos, seguida da sua valorização em todas as fases do ciclo de vida do edificado, quer na construção, quer na operação, quer na desconstrução.

Pelo facto da moradia se encontrar devoluta considerou-se a classe mínima prevista, isto é, classe E - Tabela 23.

Tabela 23 - Vertente 3, Gestão das Cargas e Recursos Secundários, área 9, Resíduos - Classificação obtida e justificação da avaliação

área	critério	designação do critério	classe	justificação
Resíduos	P16	Gestão dos resíduos	E	Uma vez que a moradia se encontra devoluta foi considerada a classe correspondente à prática corrente, isto é, classe E.

3.3.3 Área 10, Outras Emissões – critérios P17 a P19

Na procura de sustentabilidade segundo o LiderA, deve ser promovida a redução do ruído por forma a minimizar o risco de incomodidade - gestão das fontes (P17).

Quanto à poluição atmosférica, o sistema LiderA destaca a redução do caudal das emissões atmosféricas (P18) - partículas e/ou substâncias com potencial acidificante (emissão de SO₂ e NO_x).

Na procura de sustentabilidade segundo o LiderA, na gestão das outras cargas ambientais (P19), deverá ser tido em conta o efeito de ilha de calor provocado pelas alterações do balanço térmico do local. Adicionalmente deverá também ser minimizada a poluição gerada pela iluminação artificial exterior face à sua interferência em ecossistemas ou mesmo no desenvolvimento de algumas atividades humanas.

Em virtude da moradia se encontrar devoluta foi considerada a prática corrente, classe E, para o critério P17, Gestão do ruído. Quanto ao critério P18, pelas mesmas razões consideradas para o critério P17, foi considerada a classe E. No critério P19, Gestão das outras cargas ambientais, são atingidos 4 créditos pelo que a classe considerada foi D. A Tabela 24 resume as classificações obtidas e as justificações das avaliações para os critérios P17, P18 e P19.

Tabela 24 - Vertente 3, Gestão das Cargas e Recursos Secundários, área 10, Outras Emissões - Classificações obtidas e justificações das avaliações

área	critério	designação do critério	classe	justificação
Outras Emissões	P17	Gestão do ruído	E	Uma vez que a moradia se encontra devoluta foi considerada a classe correspondente à prática corrente, isto é, classe E.
	P18	Gestão das emissões atmosféricas	E	Uma vez que a moradia se encontra devoluta foi considerada a classe correspondente à prática corrente, isto é, classe E.
	P19	Gestão das outras cargas ambientais	D	Fachada de cor clara - 1 crédito; Cobertura de cor clara - 1 crédito; Disposição do edifício em relação à ação do vento - 1 crédito; A relação com os edifícios envolventes permite a circulação de ar entre eles - 1 crédito. Total de 4 créditos.

Na Tabela 25 encontra-se um resumo das classes obtidas na vertente 3, Gestão das Cargas e Recursos Secundários.

Tabela 25 - Resumo das classes obtidas na vertente 3, Gestão das Cargas e Recursos Secundários

área	critério	designação do critério	classe
Águas Residuais	P15	Gestão das águas residuais	F
Resíduos	P16	Gestão dos resíduos	E
	P17	Gestão do ruído	E
Outras Emissões	P18	Gestão das emissões atmosféricas	E
	P19	Gestão das outras cargas ambientais	D

3.4 Vertente 4, Qualidade do Serviço e Resiliência, 2 áreas, 4 critérios

3.4.1 Área 11, Qualidade do Serviço – critérios P20 e P21

Uma vez que grande parte das pessoas passa entre 80% a 90% do seu tempo dentro dos edifícios (Kuncoro et al., 2022) é importante assegurar adequadas condições de qualidade do ar, conforto térmico, acústico e luminotécnico, aspetos que são tidos em conta na avaliação da qualidade ambiental e outros aspetos (P20). No critério P21, segurança e controlo dos riscos (humanos) é dada relevância à proteção de pessoas e bens.

Tendo em conta que a moradia se encontra devoluta, no critério P20, Qualidade ambiental e outros aspetos, considerou-se a classe E, correspondente à prática corrente - Tabela 26. Analisados os possíveis créditos para o critério P21, Segurança e controlo dos riscos (humanos), não se verificou qualquer crédito pelo que a classe atribuída foi G - Tabela 26.

Tabela 26 - Vertente 4, Qualidade do Serviço e Resiliência, área 11, Qualidade do Serviço - Classificações obtidas e justificações das avaliações

área	critério	designação do critério	classe	justificação
Qualidade do Serviço	P20	Qualidade ambiental e outros aspetos	E	Uma vez que a moradia se encontra devoluta foi considerada a classe correspondente à prática corrente, isto é, classe E.
	P21	Segurança e controlo dos riscos (humanos)	G	Não se verificou qualquer crédito.

3.4.2 Área 12, Adaptação Estrutural – critérios P22 e P23

As alterações climáticas, cujos efeitos extremos poderão colocar em risco a segurança de pessoas e bens são considerados em adaptação climática e outros riscos naturais (P22). Por outro lado, a metodologia LiderA tem ainda em consideração a resiliência e capacidade de adaptação em resiliência e evolução adaptativa (P23).

Para o critério P22 foi considerada a classe F uma vez que não se identificaram quaisquer créditos passíveis de serem contabilizados. Já no que diz respeito ao critério P23 identificaram-se vários créditos passíveis de serem contabilizados o que conduziu à classe C. Os critérios P22 e P23 encontram-se resumidos na Tabela 27.

Tabela 27 - Vertente 4, Qualidade do Serviço e Resiliência, área 12, Adaptação Estrutural - Classificações obtidas e justificações das avaliações

área	critério	designação do critério	classe	justificação
Adaptação Estrutural	P22	Adaptação climática e outros riscos naturais	F	Não foram implementados quaisquer créditos com vista a verificar o número de parâmetros.
	P23	Resiliência e evolução adaptativa	C	Existência de furo (resiliência e adaptação a situações de escassez de água) - 2 créditos. Parte da sala junto às instalações sanitárias do R/C pode ser transformada num quarto (capacidade de adaptação) - 2 créditos. Possibilidade de instalação de painéis fotovoltaicos na cobertura a sul (preparação para a possibilidade de vir a instalar energias renováveis) - 2 créditos. Total de 6 créditos.

Na Tabela 28 encontram-se resumidas as classes obtidas na vertente 4, Qualidade do Serviço e Resiliência.

Tabela 28 - Resumo das classes obtidas na vertente 4, Qualidade do Serviço e Resiliência

área	critério	designação do critério	classe
Qualidade do Serviço	P20	Qualidade ambiental e outros aspetos	E
	P21	Segurança e controlo dos riscos (humanos)	G
Adaptação Estrutural	P22	Adaptação climática e outros riscos naturais	F
	P23	Resiliência e evolução adaptativa	C

3.5 Vertente 5, Vivências Socioeconómicas, 5 áreas, 12 critérios

3.5.1 Área 13, Acessibilidade – critérios P24 e P25

Na área 13, Acessibilidade, são, entre outros, valorizados os circuitos pedonais e cicláveis no critério P24, mobilidade ativa, enquanto os transportes públicos são avaliados no critério P25, Sistemas de Transportes eficientes.

A cidade de Oliveira de Azeméis dispõe de Ciclovias que se encontra a uma distância inferior a 100 m da moradia (Figura 20) o que, aliada à existência de passeios com dimensões adequadas ao fluxo de pessoas que, porventura, utilizarão os mesmos (Figura 21), faça com que, no critério P24, o edifício atinja a classe D - Tabela 29.



Figura 20 – Ciclovias num raio de 100 m da moradia – fonte (Google Earth, 2020)



Figura 21 – Passeio (à esquerda na foto) junto ao acesso à moradia

A zona é servida pelos Transportes Urbanos do Município de Oliveira de Azeméis (TUAZ). Este serviço é realizado em circuito urbano (Figura 22) que garante o transporte público de passageiros nos principais focos de afluência da cidade garantindo também a cobertura de alguns pontos em freguesias (Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis, 2019).



Figura 22 - Paragem de autocarro dos transportes urbanos TUAZ

Uma vez que existe apenas um transporte público, o TUAZ, localizado a menos de 500 m da moradia (Figura 23) a classificação atingida no critério P25, sistemas de transportes eficientes, foi de D - Tabela 29.



Figura 23 – Distância de 350 m entre a moradia e a paragem de autocarros localizada na Escola Secundária Soares Basto – fonte (Google Earth, 2020)

Tabela 29 - Vertente 5, Vivências Socioeconómicas, área 13, Acessibilidade - Classificações obtidas e justificações das avaliações

área	critério	designação do critério	classe	justificação
Acessibilidade	P24	Mobilidade ativa	D	Caminhos pedonais junto ao edifício - 1 crédito. Caminhos pedonais com dimensões adequadas ao fluxo de pessoas que, porventura, realizarão diariamente esse trajeto - 2 créditos. Cicloviás num raio de 100 m - 1 crédito. Total de 4 créditos.
	P25	Sistemas de transportes eficientes	D	Existência de um meio de transporte público regular até 500 m.

3.5.2 Área 14, Espaço para todos – critérios P26 e P27

Na área 14, Espaço para todos, é dado destaque às questões de segurança e acessibilidade. A zona dispõe de boa iluminação natural e de iluminação pública. A menos de 100 m da moradia (Figura 24) encontra-se o jardim Maria Adília Alegria Martins (Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis, 2016) que inclui, bebedouros, bancos e um circuito de manutenção (Figura 25). Existe um ecoponto a menos de 100 m da moradia (Figura 26) o que também contribui para que no critério P26, áreas construídas inclusivas seja atingida a classe B - Tabela 30.



Figura 24 – Jardim Maria Adília Martins que dispõe de bebedouros, bancos e de um circuito de manutenção, a menos de 100 m da moradia – fonte (Google Earth, 2020)



Figura 25 – Bebedouros, fonte e circuito de manutenção do Jardim Maria Adília Martins



Figura 26 – Ecoporto localizado a menos de 100 m da moradia – fonte (Google Earth, 2020)

A zona envolvente da moradia é adequadamente iluminada e dispõe na sua envolvente de uma distinção clara entre passeios, ciclovias e passadeiras (Figura 27), pelo que é atingida a classe B no critério P27, Espaços inclusivos – ruas e espaços públicos acessíveis e seguros.



Figura 27 – Distinção clara das zonas de passeios, ciclovias e passadeiras

Tabela 30 - Vertente 5, Vivências Socioeconómicas, área 14, Espaço para todos - Classificações obtidas e justificações das avaliações

área	critério	designação do critério	classe	justificação
Espaço para todos	P26	áreas construídas inclusivas	B	Segurança: Iluminação natural (dia) - 1 crédito. Iluminação artificial (noturna) - 1 crédito. Acessibilidade: Vias cicláveis - 1 crédito. Mobiliário urbano (bancos, bebedouros, contentores resíduos) - 1 crédito. Total de 4 créditos.
	P27	Espaços inclusivos – ruas e espaços públicos acessíveis e seguros	B	Vias claramente definidas: Passeios, Passadeiras, Ciclovias, outras zonas - 2 créditos. Zonas adequadamente iluminadas - 2 créditos. Total de 4 créditos.

3.5.3 Área 15, Vitalidade Social – critérios P28 a P30

Complementaridade de usos, contributos de responsabilidade social, interligação à comunidade e condições para o bem-estar comunitário são elementos avaliados na área 15, Vitalidade Social.

No critério P28, Flexibilidade e complementaridade de usos é atingida a classe E face à possibilidade de rearranjo do layout do R/C para outros usos, nomeadamente quartos ou escritório - Tabela 31. Por outro lado, a existência de espaços (Figura 28) que proporcionem o encontro da população e a interação da comunidade, além do Jardim Maria Adília Alegria

Martins existe também a Praça da Cidade (Figura 29) fazem com que seja alcançada a classe D no critério P29, Contributo para o bem-estar comunitário - Tabela 31.



Figura 28 – Espaços exteriores para atividades de lazer e recreio (Jardim Maria Adília Alegria Martins e Praça da Cidade) – fonte (Google Earth, 2020)



Figura 29 – Praça da Cidade

Por fim, uma vez que para além dos espaços exteriores para atividades de lazer e recreio existem lojas de comércio local como o Restaurante Villa Olivaria e a Padaria e Pastelaria Do Reino (Figura 30) permitem que a classe do critério P30, Responsabilidade social (e vitalidade) seja C - Tabela 31.



Figura 30 - Comércio local (Restaurante Villa Olivaria junto à moradia e Padaria Do Reino junto à Praça da Cidade) – fonte (Google Earth, 2020)

Tabela 31 - Vertente 5, Vivências Socioeconómicas, área 15, Vitalidade social - Classificações obtidas e justificações das avaliações

área	critério	designação do critério	classe	justificação
Vitalidade social	P28	Flexibilidade e complementaridade de usos	E	Possibilidade de rearranjo do <i>layout</i> ao nível do R/C - 2 créditos.
	P29	Contributo para o bem-estar comunitário	D	Distância máxima de 500 m entre edifício(s) e espaços de lazer e de encontro da população, tais como parques, jardins, praças, etc. - 1 crédito. Atividades sociais e culturais que incentivem a interação com a comunidade: exteriores (campos de jogos e <i>playgrounds</i>) - 1 crédito. Total de 2 créditos.
	P30	Responsabilidade social (e vitalidade)	C	Espaço exterior para atividades de lazer e recreio (Jardim Maria Adília Alegria Martins e Praça da Cidade) - 2 créditos. Comércio local (Restaurante Villa Olivaria junto à moradia e Padaria Do Reino junto à Praça da Cidade) - 1 crédito. Total de 3 créditos.

3.5.4 Área 16, Amenidades e Cultura – critérios P31 e P32

Na área 16, Amenidades e Cultura, o critério P31, Amenidades amigáveis, realça que a proximidade dos utentes a amenidades deve ser entendida como uma mais-valia para o ambiente construído. No local existem várias amenidades entre as quais se destacam a ciclovia, o supermercado Pingo Doce, a Farmácia Santos, a Escola Primária, a Escola do 2.º ciclo, a Escola do 3.º ciclo e o Parque Infantil da Praça da Cidade (Figura 31). Adicionalmente o Quartel de Bombeiros e a loja de bricolage Bricomarché (Figura 32). Por fim, os Bancos Eurobic, Montepio, Novobanco e BPI (Figura 33). De acordo com os horários do TUAZ (Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis, 2019), os transportes públicos são frequentes, com um mínimo de seis horários de ida, razão pela qual e contabilizadas as amenidades referidas, a classe atingida foi C - Tabela 32.



Figura 31 – Localização do supermercado Pingo Doce, Farmácia Santos, Escola Primária, Escola do 2.º ciclo, Escola do 3.º ciclo e Parque Infantil da Praça da Cidade – fonte (Google Earth, 2020)

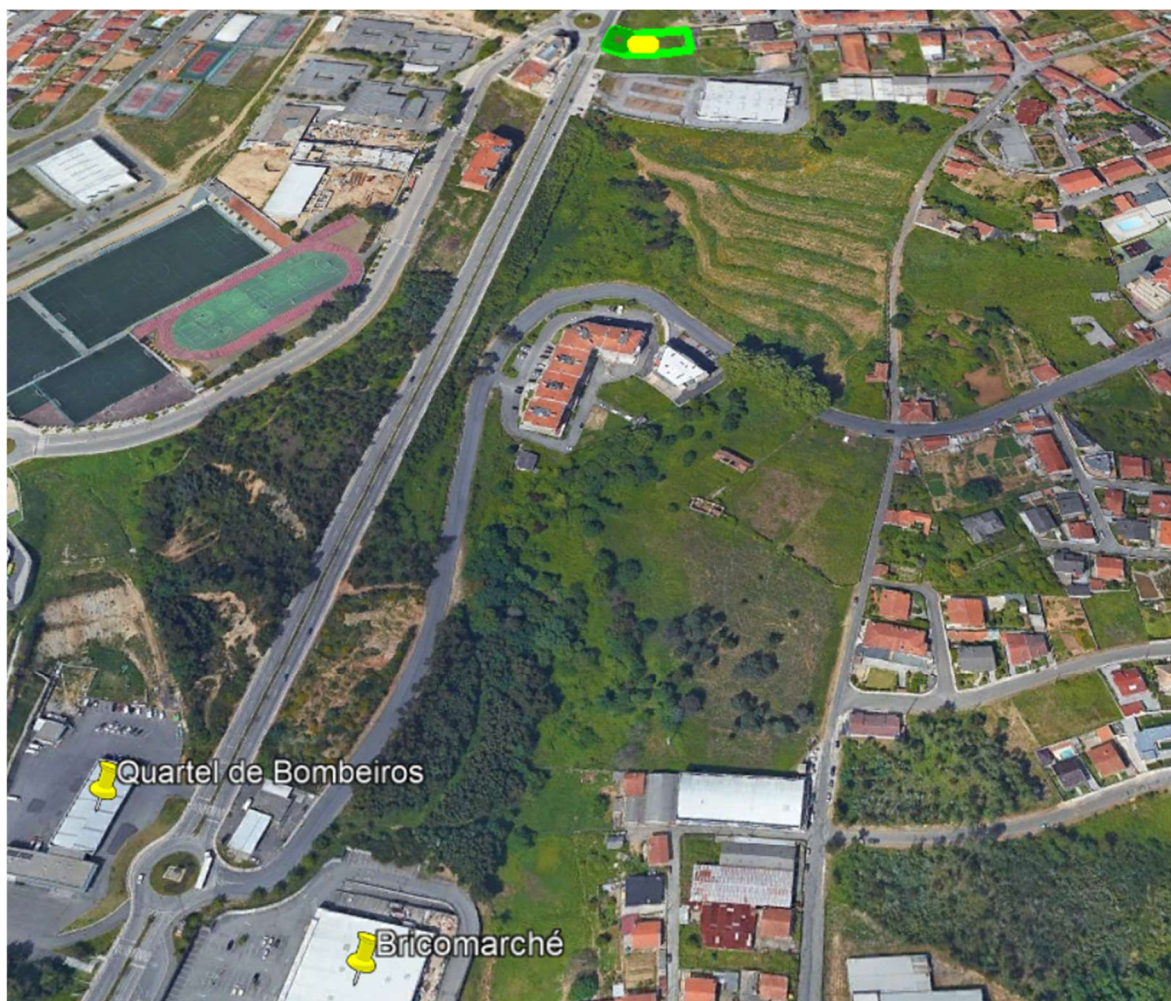


Figura 32 – Localização do quartel de Bombeiros e Bricomarché – fonte (Google Earth, 2020)



Figura 33 – Localização dos Bancos Eurobic, Montepio, Novobanco e BPI – fonte (Google Earth, 2020)

Relativamente ao critério P32, Contributo para a cultura e identidade, foi considerada a classe E uma vez que não é satisfeito qualquer crédito - Tabela 32.

Tabela 32 - Vertente 5, Vivências Socioeconómicas, área 16, Amenidades e cultura - Classificações obtidas e justificações das avaliações

área	critério	designação do critério	classe	justificação
Amenidades e cultura	P31	Amenidades amigáveis	C	Amenidades naturais existentes: Ciclovia (1 amenidade). Amenidades humanas existentes: Loja de géneros alimentares - Pingo Doce (1 amenidade); Farmácia Santos (1 amenidade); Escola primária, escola do 2.º ciclo e escola do 3.º ciclo (1 amenidade); Quartel de bombeiros (1 amenidade); Transportes públicos frequentes, mínimo 6 horários/ida (1 amenidade); Parque infantil (1 amenidade); Loja de bricolage - Bricomarché (1 amenidade); Banco Eurobic, Montepio, Novobanco e BPI (1 amenidade). Total de 9 amenidades.
	P32	Contributo para cultura e identidade	E	Não satisfaz nenhum crédito.

3.5.5 Área 17, Economia Verde (e sustentável) – critérios P33 a P35

A vertente económica é uma das três componentes da sustentabilidade, a par da social e da ambiental. Nesse sentido, a diversidade económica pode contribuir a diferentes níveis para as boas condições de vivência de um edifício, espaço exterior, empreendimento ou zona urbana, sendo de destacar algumas componentes consideradas no LiderA, nomeadamente fomentar a dinâmica económica local, preferencialmente circular, e contribuir para a criação de condições de trabalho local se possíveis ambientais.

Porém, nesta área 17, Economia verde (e sustentável), não foram atingidos quaisquer créditos para os critérios P33, Baixos custos no ciclo de vida, P34, Contributo para economia circular e P35, Contributo para empregos ambientais - Tabela 33.

Tabela 33 - Vertente 5, Vivências Socioeconómicas, área 17, Economia verde (e sustentável) - Classificações obtidas e justificações das avaliações

área	critério	designação do critério	classe	justificação
	P33	Baixos custos no ciclo de vida	F	Não satisfaz nenhum crédito.
Economia verde (e sustentável)	P34	Contributo para economia circular	F	Não satisfaz nenhum crédito.
	P35	Contributo para empregos ambientais	F	Não se verifica nenhum crédito.

A Tabela 34 resume as classes obtidas na vertente 5, Vivências Socioeconómicas.

Tabela 34 - Resumo das classes obtidas na vertente 5, Vivências Socioeconómicas

área	critério	designação do critério	classe
Vitalidade social	P28	Flexibilidade e complementaridade de usos	E
	P29	Contributo para o bem-estar comunitário	D
	P30	Responsabilidade social (e vitalidade)	C
Amenidades e cultura	P31	Amenidades amigáveis	C
	P32	Contributo para cultura e identidade	E
Economia verde (e sustentável)	P33	Baixos custos no ciclo de vida	F
	P34	Contributo para economia circular	F
	P35	Contributo para empregos ambientais	F

3.6 Vertente 6, Uso Sustentável, 3 áreas, 5 critérios

3.6.1 Área 18, Conetividade – critério P36

As tecnologias de informação, as redes locais sem fios do tipo Wi-Fi, a internet das coisas, *Internet of Things* (IOT), entre outras tecnologias, asseguram a interação entre pessoas e equipamentos. Porém como não se verificou nenhum crédito no critério P36, Conetividade, a classificação obtida foi F - Tabela 35.

Tabela 35 - Vertente 6, Uso Sustentável, área 18, Conetividade - Classificação obtida e justificação da avaliação

área	critério	designação do critério	classe	justificação
Conetividade	P36	Conetividade e interação (sistemas digitais)	F	Não se verifica nenhum crédito.

3.6.2 Área 19, Gestão Sustentável – critérios P37 a P39

A gestão sustentável dos ambientes construídos passa pela informação aos agentes envolvidos, pela possibilidade de os mesmos poderem controlar os níveis de conforto e pela monitorização e automatização dos sistemas. No critério P37, Gestão da informação para atuação sustentável, uma vez que não se encontram disponíveis qualquer informação necessária para a atribuição de créditos foi considerada a classe F - Tabela 36. Quanto ao

critério P38, Manutenção e gestão para a sustentabilidade, atingiram-se 6 créditos, o que corresponde à classe C - Tabela 36. Uma vez que não são cumpridas nenhuma das medidas prevista para a atribuição de créditos no critério P39, Monitorização e governança, foi considerada a classe E - Tabela 36.

Tabela 36 - Vertente 6, Uso Sustentável, área 19, Gestão Sustentável - Classificações obtidas e justificações das avaliações

área	critério	designação do critério	classe	justificação
Gestão Sustentável	P37	Gestão da informação para atuação sustentável	F	Não se encontram disponíveis quaisquer tipos de informações das previstas para a atribuição de créditos.
	P38	Manutenção e gestão para a sustentabilidade	C	Controlo manual da iluminação exterior - 1 crédito. Controlo manual da iluminação artificial interior dos compartimentos principais - 2 créditos. Controlo manual da iluminação artificial interior dos compartimentos secundários - 1 crédito. Acessibilidade na limpeza de zonas exteriores (envidraçados ou coberturas) - 2 créditos. Total de 6 créditos.
	P39	Monitorização e governança	E	Não cumpre nenhuma das medidas previstas para a atribuição de créditos.

3.6.3 Área 20, Marketing e Inovação – critério P40

O marketing e a inovação podem ajudar a contribuir para a promoção de mudanças importantes na busca da sustentabilidade. Porém, como não foram utilizados quaisquer elementos de carácter inovador na moradia a classe considerada foi E - Tabela 37.

Tabela 37 - Vertente 6, Uso Sustentável, área 20, Marketing e Inovação - Classificação obtida e justificação da avaliação

área	critério	designação do critério	classe	justificação
Marketing e Inovação	P40	Marketing e inovação	E	Não foram utilizados quaisquer elementos inovadores no edifício.

As classes obtidas nos critérios da vertente 6, Uso Sustentável, encontram-se resumidas na Tabela 38.

Tabela 38 - Resumo das classes obtidas na vertente 6, Uso Sustentável

área	critério	designação do critério	classe
Conetividade	P36	Conetividade e interação (sistemas digitais)	F
	P37	Gestão da informação para atuação sustentável	F
Gestão Sustentável	P38	Manutenção e gestão para a sustentabilidade	C
	P39	Monitorização e governança	E
Marketing e Inovação	P40	Marketing e inovação	E

3.7 Classificação Final e Oportunidades de Melhoria

Com recurso à folha de cálculo relativa à versão 4.00 do LiderA, “1_LiderA_Geral_ModeloAvaliacaoV4_00”, a classificação final da moradia nas condições atuais é D. Partindo do cenário base foram consideradas medidas de melhoria para cada um dos critérios. Houve o cuidado de não se transformar o edifício num mecanismo, procurando minimizar o uso excessivo de sistemas e controlos que pudessem resultar no difícil manuseamento por parte dos ocupantes. À semelhança do procedimento para a moradia na situação atual foram também justificadas as opções de melhoria com a informação a ser sistematizada em tabelas para cada uma das vertentes.

Na vertente 1, Integração Local (Habitat), identificaram-se oportunidades de melhoria nos critérios P3 e P4, fazendo com que as classes passassem de E para A e de C para A, respetivamente - Tabela 39.

Tabela 39 – Vertente 1, Integração Local (Habitat), classes na situação atual e classes com medidas de melhoria

critério	Moradia na situação atual		Moradia com medidas de melhoria	
	classe	justificação	classe	justificação
P1	A	Moradia existente, tendo-se admitido que foi construída entre 1971 e 1980, que se encontra devoluta e em fase de alguma degradação - 2 créditos; Zona com infraestruturas de águas e esgotos - 1 crédito; área de escolas e de passagem para áreas comerciais e desportivas pelo que a reabilitação contribuirá para a valorização da envolvente - 2 créditos. Total de 5 créditos.	A	-
P2	A+	área do lote = 1037 m ² ; área de implantação do edifício = 110 m ² ; área impermeabilizada = 119 m ² ; área de solo livre = 808 m ² . Percentagem de solo permeável (livre) = 78%. [70-80[% de solo permeável (livre).	A+	-
P3	E	Admite-se que o lote se encontra em fase de algum abandono e que possui relvado junto à entrada e canteiros de flores, mas sem qualquer tipo de manutenção. Porém possui uma área não impermeabilizada que representa mais de 70% da área total do lote. Total de 1 crédito.	A	O lote contempla a existência de vegetação nas áreas exteriores, que representam mais de 70% da área total do lote. Será incentivada a colocação de espécies autóctones. Serão reabilitados os canteiros. Na nascente serão plantadas laranjeiras e limoeiros que representarão mais de 50% da área total do lote. Total de 5 créditos.
P4	C	Será salvaguardada a continuidade e a preservação dos habitats existentes em virtude do relvado à entrada do lote e da restante área não impermeabilizada. Esta continuidade é atualmente assegurada pela minimização de obstáculos à continuidade da estrutura verde envolvente em virtude da inexistência de vedação com os lotes a norte e a sul. Total de 2 créditos.	A	Minimização de obstáculos à continuidade da estrutura verde envolvente, com utilização de vedação e arbustos que permitem o contacto com os lotes a norte e a sul. O desenvolvimento total desta vedação incluindo arbustos é de cerca de 100 m, para um perímetro total do lote de 143 m representando, portanto cerca de 70%. Total de 4 créditos.
P5	B	Fachada semelhante à dos edifícios na zona - 1 crédito; Fachada de cor clara semelhante à dos edifícios existentes no local - 1 crédito; Fachadas rebocadas e cobertura em telha cerâmica, à semelhança dos edifícios residenciais circundantes - 1 crédito. Total de 3 créditos.	B	-
P6	E	Não existindo património a considerar, assumiu-se a avaliação correspondente à prática comum.	E	-

Quanto à vertente 2, Recursos (Fluxos), foram identificadas oportunidades de melhoria nos critérios P7 a P10 e P14. No critério P8 e no critério P9 foi tido em conta o certificado energético com as medidas de melhoria implementadas (Figura 17). As classes iniciais e finais encontram-se na Tabela 40.

Tabela 40 – Vertente 2, Recursos (Fluxos), classes na situação atual e classes com medidas de melhoria

critério	Moradia na situação atual		Moradia com medidas de melhoria	
	classe	justificação	classe	justificação
P7	A	Orientação a sul em]75 – 100] % das divisões principais - 4 créditos; Fator de forma = área da envolvente / Volume interior = $367,22 \text{ m}^2 / 414,53 \text{ m}^3 = 0,89 < 1,21$ - 1 crédito; Inércia térmica forte - 1 crédito; Proteções solares exteriores em]50 – 100] % dos vãos envidraçados - 4 créditos; Fenestração seletiva - 1 crédito; Ventilação natural cruzada - 1 crédito; Iluminação natural em mais de 80 % das zonas - 2 créditos. Total de 14 créditos.	A++	Isolamento térmico de paredes pelo exterior - 2 créditos; Isolamento da cobertura - 1 crédito; Vidro duplo baixo emissivo - 1 crédito; Caixilharias em alumínio com corte térmico, classe 4 na permeabilidade ao ar - 1 crédito; Minimização de pontes térmicas decorrente da aplicação de isolamento térmico de forma contínua nas paredes exteriores - 1 crédito. Total de 6 créditos adicionais perfazendo 20 créditos no total.
P8	D	Certificado energético com classe D	A++	Com as medidas de melhoria previstas no certificado energético a classe energética passará de D para A+.
P9	F	Emissões de CO ₂ ascendem a 56 kg/(m ² ·ano), logo no intervalo]45 - 60] kg/(m ² ·ano).	A++	Com as medidas de melhoria propostas no certificado energético, 93% das necessidades serão satisfeitas através de sistemas baseados em fontes renováveis, logo [90 - 100] % e as emissões de CO ₂ passarão a ter o valor de 2 kg/(m ² ·ano), logo no intervalo]0 - 10] kg/(m ² ·ano). Todos os equipamentos serão de eficiência energética elevada ou classificados com o nível A da etiquetagem energética.
P10	G	Tratando-se de uma moradia construída entre 1971 e 1980 os dispositivos tais como autoclismos, torneiras e chuveiros são obsoletos e deficitários em termos de eficiência hídrica. Não existe qualquer sistema de rega automática.	A	Reduzir os níveis de consumo de água potável para [47,5 - 95] litros/(dia·habitante). Instalação de torneiras misturadoras e redutores de caudal com classe de eficiência hídrica A - 2 créditos; Autoclismos de dupla descarga com classe de eficiência hídrica A - 2 créditos; Sistema de rega automatizado e eficiente (manutenção regular e gota-a-gota sempre que adequado) - 1 crédito. Total de 5 créditos.
P11	E	Não existe qualquer estratégia de redução de escorrências.	E	-
P12	E	Desconhecendo-se se teriam sido utilizados materiais da região, se os seus processos de fabrico tenham sido ambientalmente responsáveis e que tipo de transporte teria sido utilizado, optou-se pela classe correspondente à prática corrente, isto é, classe E.	E	-
P13	E	Apesar de algum estado de degradação, admite-se que a moradia apresentaria um bom estado de conservação no que diz respeito à sua estrutura e revestimentos pelo que se assumiu a avaliação correspondente à prática comum.	E	-
P14	F	Não existe produção local de alimentos.	B	O logradouro possuirá produção alimentar - 2 créditos; Produção de laranjas, limões e 2 variedades de ervas aromáticas - 4 créditos. Total de 6 créditos.

No que diz respeito à vertente 3, Gestão das Cargas e Recursos Secundários, as oportunidades de melhoria foram identificadas nos critérios P16 a P18. A implementação das melhorias fará com que, nos referidos critérios, a classe suba de E para B - Tabela 41.

Tabela 41 - Vertente 3, Gestão das Cargas e Recursos Secundários, classes na situação atual e classes com medidas de melhoria

critério	Moradia na situação atual		Moradia com medidas de melhoria	
	classe	justificação	classe	justificação
P15	F	Considerou-se a inexistência de separação entre águas cinzentas e negras, nem qualquer tipo de tratamento.	F	-
P16	E	Uma vez que a moradia se encontra devoluta foi considerada a classe correspondente à prática corrente, isto é, classe E.	B	Reduções na produção de resíduos sólidos urbanos (na ordem dos 50 %), incluindo a compostagem de resíduos orgânicos.
P17	E	Uma vez que a moradia se encontra devoluta foi considerada a classe correspondente à prática corrente, isto é, classe E.	B	Implementação de soluções destinadas a minimizar a emissão de ruído. Mais de 50% dos equipamentos a instalar no interior com potência sonora inferior a 50 dB - 2 créditos. Localização adequada de pelos menos 50% dos equipamentos que produzem ruído, como por exemplo máquina de lavar roupa e máquina de secar roupa na lavandaria - 1 crédito. Colocação de isolamentos adequados em]75 – 100] % das paredes envolventes aos equipamentos que emitem ruídos - 4 créditos. Total de 7 créditos.
P18	E	Uma vez que a moradia se encontra devoluta foi considerada a classe correspondente à prática corrente, isto é, classe E.	B	Não serão utilizados quaisquer equipamentos a gás tais como, fogão, forno, esquentador ou caldeira. Será, porém, instalada uma salamandra a <i>pellets</i> na sala com o aquecimento dos espaços a ser realizado com unidades terminais que funcionam a água - radiadores, minimizando-se desta forma o risco de emissão de partículas finas no interior da moradia. No entanto será sempre inevitável a sua ocorrência nas operações de abastecimento e limpeza pelo que os utilizadores serão alertados para tal facto em manual que lhes será disponibilizado onde também serão referidas outras situações prejudiciais à qualidade do ar, como o fumo do tabaco. Salienta-se a opção pela instalação de placa de indução e forno elétrico. As águas quentes sanitárias serão asseguradas por um sistema solar térmico com apoio por resistência elétrica logo sem qualquer combustão associada.
P19	D	Fachada de cor clara - 1 crédito; Cobertura de cor clara - 1 crédito; Disposição do edifício em relação à ação do vento - 1 crédito; A relação com os edifícios envolventes permite a circulação de ar entre eles - 1 crédito. Total de 4 créditos.	D	-

Na vertente 4, Qualidade do Serviço e Resiliência, a medida de melhoria identificada fará com que no critério P20 a classe atinja o valor A+, subindo da atual classe E - Tabela 42.

Tabela 42 - Vertente 4, Qualidade do Serviço e Resiliência, classes na situação atual e classes com medidas de melhoria

critério	Moradia na situação atual		Moradia com medidas de melhoria	
	classe	justificação	classe	justificação
P20	E	Uma vez que a moradia se encontra devoluta foi considerada a classe correspondente à prática corrente, isto é, classe E.	A+	Serão respeitados os pressupostos na NP1037-1 por forma a assegurar a adequada ventilação natural dos espaços - 2 créditos. Mais que 50% da área dos espaços interiores potencia a ventilação natural, nomeadamente a cruzada - 2 créditos. Serão minimizadas as potenciais emissões de poluentes interiores. A construção não é em granito nem a localização se encontra incluída em zona de risco de libertação de gás radão. Não se recorrerá ao uso ou armazenamento de pesticidas ou chumbo. A ventilação prevista minimizará o risco de ocorrência de fungos e bolores - 1 crédito. Mais de 85% dos revestimentos interiores a aplicar possuirão classe A ou superior (de acordo com as orientações previstas em França - <i>Étiquetage des émissions en polluants volatiles des produits de construction</i>) no que diz respeito aos compostos orgânicos voláteis - 1 crédito. 6 créditos em 7 possíveis = 85%.
P21	G	Não se verificou qualquer crédito.	G	-
P22	F	Não foram implementados quaisquer créditos com vista a verificar o número de parâmetros.	F	-
P23	C	Existência de furo (resiliência e adaptação a situações de escassez de água) - 2 créditos. Parte da sala junto às instalações sanitárias do R/C pode ser transformada num quarto (capacidade de adaptação) - 2 créditos. Possibilidade de instalação de painéis fotovoltaicos na cobertura a sul (preparação para a possibilidade de vir a instalar energias renováveis) - 2 créditos. Total de 6 créditos.	C	-

Quanto à vertente 5, Vivências Socioeconómicas, foi identificada uma oportunidade de melhoria no critério P33, fazendo que a classe passasse de E para A+, conforme se pode constatar na Tabela 43.

Tabela 43 - Vertente 5, Vivências Socioeconómicas, classes na situação atual e classes com medidas de melhoria

critério	Moradia na situação atual		Moradia com medidas de melhoria	
	classe	justificação	classe	justificação
P24	D	Caminhos pedonais junto ao edifício - 1 crédito. Caminhos pedonais com dimensões adequadas ao fluxo de pessoas que, porventura, realizarão diariamente esse trajeto - 2 créditos. Ciclovias num raio de 100 m - 1 crédito. Total de 4 créditos.	D	-
P25	D	Existência de um meio de transporte público regular até 500 m.	D	-
P26	B	Segurança: Iluminação natural (dia) - 1 crédito. Iluminação artificial (noturna) - 1 crédito. Acessibilidade: Vias cicláveis - 1 crédito. Mobiliário urbano (bancos, bebedouros, contentores resíduos) - 1 crédito. Total de 4 créditos.	B	-
P27	B	Vias claramente definidas: Passeios, Passadeiras, Ciclovias, outras zonas - 2 créditos. Zonas adequadamente iluminadas - 2 créditos. Total de 4 créditos.	B	-
P28	E	Possibilidade de rearranjo do layout ao nível do R/C - 2 créditos.	E	-
P29	D	Distância máxima de 500 m entre edifício(s) e espaços de lazer e de encontro da população, tais como parques, jardins, praças, etc. - 1 crédito. Atividades sociais e culturais que incentivem a interação com a comunidade: exteriores (campos de jogos e playgrounds) - 1 crédito. Total de 2 créditos.	D	-
P30	C	Espaço exterior para atividades de lazer e recreio (Jardim Maria Adília Alegria Martins e Praça da Cidade) - 2 créditos. Comércio local (Restaurante Villa Ollivaria junto à moradia e Padaria Do Reino junto à Praça da Cidade) - 1 crédito. Total de 3 créditos.	C	-
P31	C	Amenidades naturais existentes: Ciclovias (1 amenidade). Amenidades humanas existentes: Loja de géneros alimentares - Pingo Doce (1 amenidade); Farmácia Santos (1 amenidade); Escola primária, escola do 2.º ciclo e escola do 3.º ciclo (1 amenidade); Quartel de bombeiros (1 amenidade); Transportes públicos frequentes, mínimo 6 horários/ida (1 amenidade); Parque infantil (1 amenidade); Loja de bricolage - Bricomarché (1 amenidade); Banco Eurobic, Montepio, Novobanco e BPI (1 amenidade). Total de 9 amenidades.	C	-
P32	E	Não satisfaz nenhum crédito.	E	-

Tabela 43 – Vertente 5, Vivências Socioeconómicas, classes na situação atual e classes com medidas de melhoria (continuação)

critério	Moradia na situação atual		Moradia com medidas de melhoria	
	classe	justificação	classe	justificação
P33	F	Não satisfaz nenhum crédito.	A+	Sistemas de iluminação e eletrodomésticos de classe energética A ou superior - 2 créditos. Torneiras e sistemas de duche de classe de eficiência hídrica A ou superior - 1 crédito. Escolha adequada de materiais duráveis e resistentes com elevado tempo de vida útil -2 créditos). Caixilharias de alumínio (alto aproveitamento na reciclagem) - 1 crédito; Correta aplicação de soluções de acordo com documento de aplicação emitido pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) ou congéneres europeus - 1 crédito. Total de 7 créditos.
P34	F	Não satisfaz nenhum crédito.	F	-
P35	F	Não se verifica nenhum crédito.	F	-

Por fim, na vertente 6, Uso Sustentável, identificaram-se oportunidades de melhoria nos critérios P36 a P39. As classes resultantes da implementação das medidas de melhoria em causa encontram-se na Tabela 44.

Tabela 44 - Vertente 6, Uso Sustentável, classes na situação atual e classes com medidas de melhoria

critério	Moradia na situação atual		Moradia com medidas de melhoria	
	classe	justificação	classe	justificação
P36	F	Não se verifica nenhum crédito.	E	Funcionamento da salamandra a <i>pellets</i> a instalar com controlo de temperatura ambiente - 1 crédito. Total de 1 crédito.
P37	F	Não se encontram disponíveis quaisquer tipos de informações das previstas para a atribuição de créditos.	A	Disponibilização do projeto de arquitetura e das seguintes especialidades: projeto elétrico, projeto de aquecimento e ventilação e projeto de águas e esgotos - 2 créditos; Disponibilização dos manuais de funcionamento da salamandra a <i>pellets</i> , do sistema solar térmico e dos eletrodomésticos - 3 créditos; Indicações relativas à utilização, rentabilização e manutenção do termostato da caldeira a <i>pellets</i> (menor temperatura evitando sobreaquecimentos energeticamente ineficientes) e da resistência elétrica do sistema solar térmico (privilegiar as horas de sol) - 3 créditos. Indicações relativas aos elementos estruturais e à manutenção dos mesmos como por exemplo a lubrificação das ferragens das caixilharias, a limpeza das grelhas de ventilação autorreguláveis e a limpeza dos telhados, caleiras e tubos de queda - 1 crédito. Informações de sensibilização para a eficiência energética e hídrica como por exemplo a identificação dos equipamentos de maior consumo, do <i>stand-by</i> de determinados equipamentos, dos tempos de duche e dos períodos de rega em horas que minimizem a evaporação - 2 créditos. Total de 11 créditos.
P38	C	Controlo manual da iluminação exterior - 1 crédito. Controlo manual da iluminação artificial interior dos compartimentos principais - 2 créditos. Controlo manual da iluminação artificial interior dos compartimentos secundários - 1 crédito. Acessibilidade na limpeza de zonas exteriores (envidraçados ou coberturas) - 2 créditos. Total de 6 créditos.	A	Controlo da temperatura interior por termostato - 3 créditos adicionais. Controlo manual das grelhas de ventilação autorreguláveis - 2 créditos adicionais. Total de 5 créditos adicionais que somados aos 6 créditos iniciais perfazem um total de 11 créditos.
P39	E	Não cumpre nenhuma das medidas previstas para a atribuição de créditos.	A+	Monitorização da temperatura interior - 1 crédito; Monitorização da humidade relativa interior - 1 crédito; Monitorização do consumo de água - 1 crédito; Partilha de informação na fase inicial do projeto entre a equipa projetista e os futuros ocupantes - 2 créditos. Realização de reuniões periódicas nas várias fases do projeto e da construção entre a equipa projetista e os futuros ocupantes - 2 créditos. Total de 7 créditos.
P40	E	Não foram utilizados quaisquer elementos inovadores no edifício.	E	-

A conjugação de todas as medidas de melhoria faz com que a moradia passe da classe D para a classe A+. Esta subida de quatro classes foi, genericamente, conseguida com melhorias na

envolvente, incluindo indicações relativas aos elementos estruturais e à manutenção dos mesmos como por exemplo a lubrificação das ferragens das caixilharias, a limpeza das grelhas de ventilação autorreguláveis e a limpeza dos telhados, caleiras e tubos de queda. Adicionalmente, como complemento das intervenções na envolvente, os sistemas baseados em fontes renováveis propostos - salamandra a *pellets* para aquecimento e sistema solar térmico para produção de águas quentes sanitárias, transformaram o edifício num NZEB, sem menosprezar as informações de sensibilização para a eficiência energética e hídrica como por exemplo a identificação dos equipamentos de maior consumo, do *stand-by* de determinados equipamentos, dos tempos de duche e dos períodos de rega em horas que minimizem a evaporação, a disponibilização dos manuais de funcionamento da salamandra a *pellets* (incluindo indicações relativas à utilização, rentabilização e manutenção do termostato da caldeira - menor temperatura evitando sobreaquecimentos energeticamente ineficientes), do sistema solar térmico (com referência à necessidade de privilegiar as horas de sol limitando o funcionamento da resistência elétrica de apoio nestes períodos) e dos eletrodomésticos (que deverão ser de classe energética A ou superior, assim como os sistemas de iluminação), a redução dos níveis de consumo de água potável, a instalação de torneiras misturadoras e redutores de caudal com classe de eficiência hídrica A, o recurso a autoclismos de dupla descarga com classe de eficiência hídrica A e sistema de rega automatizado e eficiente. Além da preocupação com o *nexus* água-energia, destaca-se igualmente o incentivo à colocação de espécies autóctones, a plantação de laranjeiras e limoeiros, o cultivo de ervas aromáticas, a redução da produção de resíduos sólidos urbanos (incluindo a compostagem de resíduos orgânicos) e a implementação de soluções destinadas a minimizar a emissão de ruído. Será assegurada a adequada ventilação natural dos espaços e a minimização de potenciais emissões de poluentes interiores.

4 Conclusões

Os edifícios representam uma componente importante das emissões de GEE pelo que a aposta na renovação sustentável dos mesmos com a introdução de melhorias nas condições de conforto e de desempenho energético, aproximando-os de NZEB, poderá contribuir para a descarbonização do atual parque imobiliário português, em alinhamento com os pressupostos da ELPRE.

A revisão bibliográfica permitiu identificar inúmeros sistemas de classificação de edifícios verdes, GBRS, originários de vários países. Concluiu-se que os mais citados a nível global no *Scopus* são o LEED, lançado nos EUA pelo USGBC, e o BREEAM, originário do Reino Unido e desenvolvido pelo BRE. Em Portugal identificaram-se o SBTool e o LiderA. O primeiro é uma adaptação à realidade portuguesa da ferramenta internacional desenvolvida pela iiSBE. O segundo é originariamente português, desenvolvido pelo Professor Manuel Duarte Pinheiro do IST. À exceção do BREEAM, que não aborda a vertente económica, todos os sistemas têm em consideração as três dimensões da sustentabilidade – económica, social e ambiental. No que diz respeito aos parâmetros analisados em cada um dos sistemas é possível constatar que o Ambiente Interno, a Energia, os Recursos – solo, água e materiais e também a Saúde e Bem-Estar fazem parte das metodologias previstas no LEED, no BREEAM, no SBTool e no LiderA, destacando-se a área Energia + atmosfera como sendo aquela cuja ponderação assume o valor mais relevante, facto transversal aos quatro GBRS.

A aplicação do LiderA a uma moradia unifamiliar permitiu, critério a critério, constatar a situação atual do edifício, tendo-se atingido a classe D. Seguidamente e já com a possibilidade de integrar medidas sustentáveis, foram identificadas oportunidades de melhoria em todas as vertentes, com a preocupação de se procurarem soluções equilibradas dos custos no ciclo de vida da construção, sem a ambição de transformar o edifício num mecanismo, opção que poderia dificultar a operação dos sistemas e controlos, especialmente quando o nosso país apresenta cada vez mais uma população algo envelhecida. Foram propostas intervenções na envolvente complementadas por sistemas baseados em fontes renováveis – salamandra a *pellets* e sistema solar térmico, dando especial relevo ao *nexus* água-energia, recorrendo-se a medidas de monitorização e minimização dos consumos. Por forma a assegurar a valorização ecológica foi proposto o recurso a plantações de espécies autóctones, bem como de laranjeiras e limoeiros. Para a saúde e bem-estar foram sugeridas

medidas relacionadas com a qualidade do ar interior e com a minimização do ruído. Mesmo abdicando de monitorizações e automações excessivas, as soluções propostas acrescentam ao edifício benefícios não só ambientais como também económicos, com a classe a passar de D para A+.

Referências Bibliográficas

- Afonso & Rodrigues. (2017). *Manual de eficiência hídrica em edifícios*. ANQIP - Associação Nacional para Qualidade das Instalações Prediais.
- António Covas. (1999). *As Amenidades Rurais: Um contributo para o desenvolvimento de zonas desfavorecidas*. Direção-Geral do Desenvolvimento Rural.
<https://www.dgadr.gov.pt/mediateca/send/3-agricultura-e-desenvolvimento-rural/5-amenidades-rurais-um-contributo-para-o-desenvolvimento-de-zonas-desfavorecidas>
- Australian Green Building Council. (2003). *What is Green Star? | Green Building Council of Australia*. <https://new.gbca.org.au/rate/green-star/>
- Austrian Sustainable Building Council. (2009). *TQB Assessment General Procedure*.
<https://www.oegnb.net/en/ablauf.htm>
- Barbosa, S. A. de M. (2020). *Comparação do índice de desconforto passivo com a classe energética de edifícios de habitação reabilitados do sul da europa*.
<https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/128487>
- BEAM HK. (1996). *BEAM Hong Kong*.
https://www.beamsociety.org.hk/en_about_us_0.php
- beHQE. (1997). *HQE definition—What does HQE stands for?*
<https://www.behqe.com/presentation-hqe/what-is-hqe>
- Bernardi, E., Carlucci, S., Cornaro, C., & Bohne, R. A. (2017). An Analysis of the Most Adopted Rating Systems for Assessing the Environmental Impact of Buildings. *Sustainability*, 9(7), 1226. <https://doi.org/10.3390/su9071226>
- BREEAM BRE. (1990). *BREEAM: The world's leading sustainability assessment method for masterplanning projects, infrastructure and buildings*. BREEAM.
<https://www.breeam.com/>

- Calixto, A. M. S. (2017). *Métodos de avaliação da sustentabilidade na construção: Análise comparativa e aplicação a caso de estudo*.
<https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/18857>
- Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis. (2016). *Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis—Jardim perpetua memória da fundadora do Colégio de Oliveira de Azeméis*. <https://www.cm-oaz.pt/noticias.6/educacao.32/.a4853.html>
- Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis. (2019). *Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis—TUAZ-Transportes Urbanos de Azeméis*. <https://www.cm-oaz.pt/servicos.361/tuaz.570.html>
- CASBEE. (2004). *Welcome to CASBEE website!!*
<https://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/>
- CEPAS. (2002). *Notices and reports—Buildings Department*.
https://www.bd.gov.hk/en/resources/codes-and-references/notices-and-reports/index_CEPAS.html
- Cerveira. (2021). *Opinião P.PORTO | Poluição Luminosa*.
<https://www.ipp.pt/noticias/investigacao-em-poluicao-luminosa-na-ess-pporto>
- Conselho Europeu. (2015). *Acordo de Paris sobre alterações climáticas*.
<https://www.consilium.europa.eu/pt/policies/climate-change/paris-agreement/>
- DGNB Germany. (2008). *DGNB – German Sustainable Building Council*.
<https://www.dgnb.de/en/index.php>
- Ding, Y.-W., & Roh, S. T. and S. (2019). *Comparison of green building standards in the United States and China*. 176–182. <https://doi.org/10.22712/susb.20190018>
- Ecoeffect. (2006). *EcoEffect*.
<http://www.ecoeffect.se/English/Environmental%20assessment/summary/Summary%20040817.htm>

- European Commission. (2019). *Delivering the European Green Deal* [Text]. European Commission - European Commission. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en
- European Commission. (2020a). Commission Recommendation (EU) on energy poverty. Em *OJL* (N. 32020H1563; Vol. 357). <http://data.europa.eu/eli/reco/2020/1563/oj/eng>
- European Commission. (2020b). *National long-term strategies* [Text]. European Commission - European Commission. https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/implementation-eu-countries/energy-and-climate-governance-and-reporting/national-long-term-strategies_en
- European Commission. (2020c). *Renovation wave* [Text]. Energy - European Commission. https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/renovation-wave_en
- Ferreira, J., Pinheiro, M., & Brito, J. (2012, setembro 1). *Ponderação nos sistemas de avaliação da sustentabilidade na construção*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4187.7523>
- Google Earth. (2020). *Google Earth*. Google Earth. <https://www.google.com/intl/pt-PT/earth/>
- Green Building Index SDN BHD. (2009). *Green Building Index*. <https://www.greenbuildingindex.org/>
- Green Globes ECD Canada. (2000). *Green Globes—About Green Globes*. <https://www.greenglobes.com/about.asp>
- GSAS. (2007). *GSAS OVERVIEW | GORD*. <https://www.gord.qa/trust-gsas-resource-center-overview>

Indian Green Building Council. (2013). *IGBC Rating System—Green Building Rating System in India* | IGBC.

<https://igbc.in/igbc/redirectHtml.htm?redVal=showratingSysnosign>

Instituto Nacional de Estatística. (2012). *Estatísticas da Construção e Habitação—2011*.

https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOEspub_boui=143399322&PUBLICACOESmodo=2

Instituto Nacional de Estatística. (2021). *Portal do INE*.

https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOEspub_boui=437127876&PUBLICACOESmodo=2

Instituto Nacional de Estatística, I.P. (INE) e Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG). (2011). *Inquérito ao Consumo de Energia no Sector Doméstico—2010*.

https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOEspub_boui=127226704&PUBLICACOESmodo=2

Instituto Nacional de Estatística, I.P. (INE) e Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG). (2021). *Inquérito ao Consumo de Energia no Sector Doméstico—2020*.

https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOEspub_boui=48433981&PUBLICACOESmodo=2

International Emissions Trading Association. (2019). *COP25 Summary Report*.

https://www.ietac.org/resources/Documents/IETA-COP25-Report_2019.pdf

Kuncoro, C. B. D., Asyikin, M. B. Z., & Amaris, A. (2022). Smart-Autonomous Wireless Volatile Organic Compounds Sensor Node for Indoor Air Quality Monitoring Application. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(4). Scopus. <https://doi.org/10.3390/ijerph19042439>

- Lazar, N., & Chithra, K. (2020). A comprehensive literature review on development of Building Sustainability Assessment Systems. *Journal of Building Engineering*, 32, 101450. <https://doi.org/10.1016/j.jobee.2020.101450>
- LEED United States GBC. (1998). *LEED rating system* | U.S. Green Building Council. <https://www.usgbc.org/leed>
- Magalhães, S. A., & de Freitas, V. P. (2017). A complementary approach for energy efficiency and comfort evaluation of renovated dwellings in Southern Europe. *Energy Procedia*, 132, 909–914. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.717>
- Menezes, G. de O., Gonçalves, A., Ribeiro, A. C., Feliciano, M., & Bineli, A. R. (2017). *Análise do efeito de ilha de calor urbano na cidade de Bragança* (pp. 269–269). Instituto Politécnico de Bragança. <https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/16173>
- Ministério da Economia e do Emprego. (2013). *Decreto-Lei n.º 118/2013* | DRE. Diário da República Eletrónico. <https://dre.pt/>
- Ministério do Ambiente e Transição Energética. (2019). *Portaria n.º 98/2019* | DRE. Diário da República Eletrónico. <https://dre.pt/>
- Ministry of Housing, Communities & Local Government. (2006). *Code for sustainable homes: Technical guidance*. GOV.UK. <https://www.gov.uk/government/publications/code-for-sustainable-homes-technical-guidance>
- NBS. (2021). *What is BREEAM?* NBS. <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-breem>
- NSW Department of Planning, Industry and Environment. (2001). *NABERS* [Other]. NABERS. <https://www.nabers.gov.au/>

- Nunes, P. A. da P. (2015). *Afinal o que é a sustentabilidade na construção?* [Master Thesis, Universidade de Coimbra]. <https://estudogeral.sib.uc.pt/handle/10316/38700>
- Parlamento Europeu. (2010). *Parlamento Europeu*.
<http://data.europa.eu/eli/dir/2010/31/oj/por>
- Parlamento Europeu. (2018). *Diretiva (UE) 2018/844*. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/844/oj?locale=pt>
- PBRS. (2010). *Pearl Building Rating System*. <https://www.dmt.gov.ae/en/Urban-Planning/Pearl-Building-Rating-System>
- Pinheiro. (2020). *Norma dos princípios programáticos do LiderA*.
- PORDATA. (2020). *Indicadores de envelhecimento*.
<https://www.pordata.pt/Portugal/Indicadores+de+envelhecimento-526>
- Presidência do Conselho de Ministros. (2021). *Resolução do Conselho de Ministros n.º 8-A/2021 | DRE*. Diário da República Eletrónico. <https://dre.pt/>
- PromisE. (2006). *Sustainable Building—VTT Materials and Construction*.
http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/environ/yimpluok_e.html
- Protocollo ITACA. (2004). *Itaca*. http://www.itaca.org/valutazione_sostenibilita.asp
- PTnZEB. (2020). *PTnZEB – Plataforma para a promoção dos nZEB em Portugal*.
<https://pt-nzeb.pt/>
- Rodrigues, & Afonso. (2019). *Reuse of resources in the use phase of buildings. Solutions for water*. 225, 012050. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/225/1/012050>
- RTS. (2021). *RTS. Recycle Track Systems*. <https://www.rts.com/resources/guides/what-is-leed-certification/>
- Sartori, T., Drogemuller, R., Omrani, S., & Lamari, F. (2021). A schematic framework for Life Cycle Assessment (LCA) and Green Building Rating System (GBRS). *Journal of Building Engineering*, 38. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102180>

- SBTool iisBE. (2002). *SBTool and SNTool | International Initiative for a Sustainable Built Environment*. <http://www.iisbe.org/sbmethod>
- Shan, M., & Hwang, B. (2018). Green building rating systems: Global reviews of practices and research efforts. *Sustainable Cities and Society*, 39, 172–180.
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.02.034>
- Singapore Building & Construction Authority. (2005). *Green Mark Certification Scheme | Building and Construction Authority (BCA)*. Singapore Building & Construction Authority. <https://www1.bca.gov.sg/buildsg/sustainability/green-mark-certification-scheme>
- Sun, Y., Hou, J., Cheng, R., Sheng, Y., Zhang, X., & Sundell, J. (2019). Indoor air quality, ventilation and their associations with sick building syndrome in Chinese homes. *Energy and Buildings*, 197, 112–119. Scopus.
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.05.046>
- Vietnam GBC. (2007). *LOTUS Rating Systems*. VGBC. <https://vgbc.vn/en/lotus-en/rating-systems/>
- Weather Spark. (2020). *Clima, condições meteorológicas e temperatura média por mês de Oliveira de Azeméis (Portugal)—Weather Spark*.
<https://pt.weatherspark.com/y/32302/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Oliveira-de-Azem%C3%A9is-Portugal-durante-o-ano>
- World Commission on Environment and Development. (1987). *1987: Brundtland Report*.
<https://www.are.admin.ch/are/en/home/medien-und-publikationen/publikationen/nachhaltige-entwicklung/brundtland-report.html>