

MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES

ÁLVARO MANUEL VAZ FERNANDES

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

Orientadora: Professora Doutora Maria Helena Póvoas Corvacho

Coorientadora: Professora Doutora Cecília Alexandra Abreu Coelho
da Rocha

JULHO DE 2013

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2012/2013

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2012/2013 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2013.*

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

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

A meus Avós

Nada se obtém sem esforço; tudo se pode conseguir com ele

Ralph Emerson

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação vem culminar um percurso académico que se iniciou à 18 anos e, portanto, quero expressar, aqui, toda a minha gratidão pelas pessoas que o influenciaram.

Agradeço à Professora Doutora Maria Helena Póvoas Corvacho, pela orientação, ajuda, disponibilidade e constante transmissão de conhecimentos que foram fundamentais para todo o processo de desenvolvimento desta dissertação.

Agradeço à Professora Doutora Cecília Alexandra Abreu Coelho da Rocha, pelo auxílio e disponibilidade prestada, numa fase crítica do desenvolvimento desta dissertação, que foi vital para a sua conclusão.

Agradeço à minha família, pelo esforço diário na compreensão e paciência, pela confiança que sempre foi depositada em mim, pelo apoio dado em todo o meu percurso académico e por ser o exemplo que sigo e sempre seguirei.

Agradeço à minha namorada, pela compreensão transmitida nos momentos mais complicados.

Agradeço aos meus amigos, pelo companheirismo, ajuda e amizade sempre demonstrada.

RESUMO

A sustentabilidade é, atualmente, um dos temas mais prementes no desenvolvimento da sociedade. A sua aplicação assenta em todas as atividades humanas com potencial de impacte ambiental e, assim, a indústria da construção não escapa às suas implicações.

O aumento constante das preocupações relativas á construção sustentável originou o desenvolvimento de várias ferramentas que visam o seu incentivo. Entre elas, encontram-se os Métodos de Avaliação da Sustentabilidade das Construções (MASC).

Desde da década de 80, os MASC têm proliferado por todo o globo, adquirindo uma relevância tão elevada que, hoje em dia, alguns países já contemplam, no seu quadro legislativo, a utilização destas ferramentas da sustentabilidade.

Em Portugal, os MASC nacionais têm vindo a ganhar uma contínua ênfase, contudo, o seu ritmo de aceitação, no mercado da construção portuguesa, tem sido lento e alguns especialistas mantêm um posicionamento cético quanto à sua aplicação.

Esta dissertação explicita a importância que os MASC possuem para o desenvolvimento mundial sustentável. É, aqui, apresentada uma monografia detalhada dos principais MASC mundiais e portugueses.

Após a descrição geral dos MASC estudados, são efetuadas análises comparativas referentes às respetivas estruturas metodológicas e importâncias atribuídas, e as conclusões daí obtidas.

Pormenorizando quanto aos MASC portugueses, são elaboradas análises comparativas entre as duas principais ferramentas nacionais: LiderA e SBTool^{PT}. O estudo mencionado, além de expor os aspetos comparáveis entre os dois métodos, para construções habitacionais, evidencia as fragilidades metodológicas existentes e verifica a adaptabilidade destas ferramentas, para aplicação a edifícios escolares.

Todo o estudo referido baseia-se na aplicação a 6 casos de estudo, possibilitando a obtenção de resultados conclusivos, a formulação de ilações críticas, o estabelecimento de desenvolvimentos, melhorias e aperfeiçoamentos futuros, e a valorização da utilização dos Métodos de Avaliação da Sustentabilidade das Construções, em Portugal.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade, Construção Sustentável, Avaliação da Sustentabilidade das Construções, Metodologias de Avaliação, Exemplos de Casos de Estudo.

ABSTRACT

Sustainability is, nowadays, one of the most important issues in the social development. Its implementation is based on all human activities with environmental impact potential and thereby the construction industry does not escape of its implications.

The constant increase of concerns about the sustainable construction originated the development of several tools that aimed its incentive. Among them, are the Buildings Sustainability Assessment Methods.

Since the 80's, the Buildings Sustainability Assessment Methods have proliferated across the globe, acquiring such a high relevance that, today, some countries already include, in its legislative framework, the use of these sustainable tools.

In Portugal, the Buildings Sustainability Assessment Methods have been gaining a continual emphasis, however, the pace of acceptance, in the Portuguese construction market, has been slow and some experts maintain a skeptical positioning about its application.

This dissertation explains the importance which the Buildings Sustainability Assessment Methods have for global sustainable development. It is here presented a detailed monograph of the major Portuguese and world Buildings Sustainability Assessment Methods.

After a general description of the Buildings Sustainability Assessment Methods studied, comparative analyzes are made regarding the respective methodological structures and importances allocated, and the conclusions therefrom obtained.

Detailing at the level of the Portuguese Buildings Sustainability Assessment Methods, comparative analyzes are prepared between the two main national tools: LiderA and SBTool^{PT}. The study mentioned, besides exposing comparable aspects between the two methods for housing construction, shows the existing methodological weaknesses and verifies the adaptability of these tools for the application to school buildings.

All the study referred is based on the application of 6 case studies, making possible to obtain conclusive results, the formulation of critical conclusions, the establishment of future developments, upgrades and improvements, and enhancing the use of the Buildings Sustainability Assessment Methods, in Portugal.

KEYWORDS: Sustainability, Sustainable Construction, Sustainability Assessment of Buildings, Assessment Methodologies, Case Study Examples.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
ÍNDICE GERAL	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE TABELAS	XV
SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS	XIX
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. APRESENTAÇÃO DO TEMA	1
1.2. DESCRIÇÃO DOS OBJETIVOS	2
1.3. ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO	2
2. ENQUADRAMENTO GERAL DA SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO	5
2.1. CONTEXTO NACIONAL E MUNDIAL	5
2.2. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	10
2.3. CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL	13
2.4. IMPACTES AMBIENTAIS NO SETOR DA CONSTRUÇÃO.....	16
2.4.1. EXTRAÇÃO E CONSUMO DE MATÉRIAS-PRIMAS.....	16
2.4.2. ENERGIA CONSUMIDA NA CONSTRUÇÃO	17
2.4.2.1. Enquadramento.....	17
2.4.2.2. Energia Incorporada nos Materiais de Construção.....	18
2.4.2.3. Energia Consumida na Fase de Utilização dos Edifícios	21
2.4.3. DURABILIDADE	23
2.4.4. TOXICIDADE DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO.....	24
2.4.4.1. Enquadramento.....	24
2.4.4.2. Tintas e Vernizes.....	25
2.4.4.3. Materiais Plásticos e Colas Sintéticos	26
2.4.4.4. Materiais Tóxicos em Caso de Incêndio e Materiais Contendo Substâncias Radioativas	27
2.4.4.5. Materiais contendo Amianto ou Chumbo	29
2.4.5. RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO – RCD	30

2.4.5.1. Enquadramento	30
2.4.5.2. Regulamentação no Âmbito da Gestão dos RCD.....	30
2.4.5.3. Desconstrução, Triagem, Reciclagem e Reutilização.....	31
2.5. CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO	32
2.5.1. ENQUADRAMENTO.....	32
2.5.2. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA – ACV	33
2.5.3. RÓTULOS ECOLÓGICOS.....	35
2.5.4. DECLARAÇÕES AMBIENTAIS DE PRODUTOS – DAP’S.....	36

3. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES – MASC.....

3.1. ENQUADRAMENTO	39
3.2. BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT ENVIRONMENTAL ASSESSMENT METHOD – BREEAM	40
3.2.1 DESCRIÇÃO GERAL	40
3.2.2. PROCEDIMENTOS DE APLICAÇÃO	41
3.2.3. CATEGORIAS, PONDERAÇÕES E CLASSIFICAÇÃO.....	42
3.3. HAUTE QUALITÉ ENVIRONNEMENTALE DES BÂTIMENTS – HQE BÂTIMENTS	43
3.3.1. DESCRIÇÃO GERAL	43
3.3.2. PROCEDIMENTOS DE APLICAÇÃO	44
3.3.3. CATEGORIAS, PONDERAÇÕES E CLASSIFICAÇÃO.....	45
3.4. LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN – LEED	47
3.4.1. DESCRIÇÃO GERAL	47
3.4.2. PROCEDIMENTOS DE APLICAÇÃO	47
3.4.3. CATEGORIAS, PONDERAÇÕES E CLASSIFICAÇÃO.....	48
3.5. COMPREHENSIVE ASSESSMENT SYSTEM FOR BUILDING ENVIRONMENTAL EFFICIENCY – CASBEE	49
3.5.1. DESCRIÇÃO GERAL	49
3.5.2. PROCEDIMENTOS DE APLICAÇÃO	50
3.5.3. CATEGORIAS, PONDERAÇÕES E CLASSIFICAÇÃO.....	51
3.6. NATIONAL AUSTRALIAN BUILT ENVIRONMENT RATING SYSTEM – NABERS	53
3.6.1. DESCRIÇÃO GERAL	53
3.6.2. PROCEDIMENTOS DE APLICAÇÃO	53
3.6.3. CATEGORIAS, PONDERAÇÕES E CLASSIFICAÇÃO.....	54

3.7. LIDERAR PELO AMBIENTE – LIDERA	56
3.7.1. DESCRIÇÃO GERAL.....	56
3.7.2. PROCEDIMENTOS DE APLICAÇÃO.....	56
3.7.3. CATEGORIAS, PONDERAÇÕES E CLASSIFICAÇÃO.....	59
3.8. DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR NACHHALTIGES BAUEN – DGNB	60
3.8.1. DESCRIÇÃO GERAL.....	60
3.8.2. PROCEDIMENTOS DE APLICAÇÃO.....	60
3.8.3. CATEGORIAS, PONDERAÇÕES E CLASSIFICAÇÃO.....	61
3.9. SUSTAINABLE BUILDING TOOL PORTUGAL – SBTOOL^{PT}	63
3.9.1. DESCRIÇÃO GERAL.....	63
3.9.2. PROCEDIMENTOS DE APLICAÇÃO.....	64
3.9.3. CATEGORIAS, PONDERAÇÕES E CLASSIFICAÇÃO.....	65
4. ANÁLISE COMPARATIVA E CRÍTICA DOS MASC	69
4.1. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MASC AO NÍVEL DAS ESTRUTURAS METODOLÓGICAS ADOTADAS	69
4.2. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MASC AO NÍVEL DAS VALORIZAÇÕES ATRIBUÍDAS A CADA DIMENSÃO SUSTENTÁVEL	70
4.2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	70
4.2.2. FATORES INFLUENCIADORES DA ANÁLISE COMPARATIVA.....	70
4.2.3. CAMPO DE APLICAÇÃO E CONCLUSÕES.....	71
4.3. COMPARABILIDADE ENTRE OS MASC NACIONAIS: LIDERA E SBTOOL^{PT}	73
4.3.1. POTENCIAL DE COMPARAÇÃO.....	73
4.3.2. COMPARABILIDADE ENTRE CRITÉRIOS LIDERA E PARÂMETROS SBTOOL ^{PT}	73
4.4. COMPARAÇÃO ENTRE OS MASC NACIONAIS: LIDERA E SBTOOL^{PT} – APLICAÇÃO A CASOS DE ESTUDO	77
4.4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	77
4.4.2. COMPARAÇÃO 1 – CONSTRUÇÃO EM ÁREAS PREVIAMENTE CONTAMINADAS OU EDIFICADAS.....	80
4.4.2.1. Caso de Estudo.....	80
4.4.2.2. Aplicação e Resultados dos MASC Portugueses: LiderA e SBTool ^{PT} -H.....	81
4.4.2.3. Apreciações Gerais.....	81
4.4.3. COMPARAÇÃO 2 – UTILIZAÇÃO DE SOLO E IMPERMEABILIZAÇÃO.....	82
4.4.3.1. Caso de Estudo.....	82
4.4.3.2. Aplicação e Resultados dos MASC Portugueses: LiderA e SBTool ^{PT} -H.....	82

4.4.3.3. Apreciações Gerais	82
4.4.4. COMPARAÇÃO 3 – ESPÉCIES AUTÓCTONES.....	83
4.4.4.1. Caso de Estudo	83
4.4.4.2. Aplicação e Resultados dos MASC Portugueses: LiderA e SBTtool ^{PT} -H	83
4.4.4.3. Apreciações Gerais	84
4.4.5. COMPARAÇÃO 4 – ENERGIA.....	84
4.4.5.1. Caso de Estudo	84
4.4.5.2. Aplicação e Resultados dos MASC Portugueses: LiderA e SBTtool ^{PT} -H	85
4.4.5.3. Apreciações Gerais	85
4.4.6. COMPARAÇÃO 7 – GESTÃO DE RESÍDUOS	87
4.4.6.1. Caso de Estudo	87
4.4.6.2. Aplicação e Resultados dos MASC Portugueses: LiderA e SBTtool ^{PT} -H	88
4.4.6.3. Apreciações Gerais	88
4.4.7. COMPARAÇÃO 8 – CONFORTO ACÚSTICO.....	89
4.4.7.1. Caso de Estudo	89
4.4.7.2. Aplicação e Resultados dos MASC Portugueses: LiderA e SBTtool ^{PT} -H	90
4.4.7.3. Apreciações Gerais	91
4.4.8. COMPARAÇÃO 10 – QUALIDADE DO AR INTERIOR E VENTILAÇÃO	92
4.4.8.1. Caso de Estudo	92
4.4.8.2. Aplicação e Resultados dos MASC Portugueses: LiderA e SBTtool ^{PT} -H	92
4.4.8.3. Apreciações Gerais	93
4.4.9. COMPARAÇÃO 13 – ACESSIBILIDADE A TRANSPORTES PÚBLICOS	94
4.4.9.1. Caso de Estudo	94
4.4.9.2. Aplicação e Resultados dos MASC Portugueses: LiderA e SBTtool ^{PT} -H	94
4.4.9.3. Apreciações Gerais	94
4.4.10. COMPARAÇÃO 14 – ACESSIBILIDADE A AMENIDADES LOCAIS.....	95
4.4.10.1. Caso de Estudo	95
4.4.10.2. Aplicação e Resultados dos MASC Portugueses: LiderA e SBTtool ^{PT} -H	95
4.4.10.3. Apreciações Gerais	98
4.4.11. COMPARAÇÃO 16 – INFORMAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO	99
4.4.11.1. Caso de Estudo	99
4.4.11.2. Aplicação e Resultados dos MASC Portugueses: LiderA e SBTtool ^{PT} -H	99
4.4.11.3. Apreciações Gerais	99

5. CONCLUSÕES FINAIS E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	101
5.1. CONCLUSÕES FINAIS	101
5.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	104
BIBLIOGRAFIA	107

ANEXO 1 – MACRO-INDICADORES, MICRO-INDICADORES E OUTRAS INFORMAÇÕES DOS MASC

ANEXO 2 – ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS MASC PORTUGUESES LIDERA E SBTOOL^{PT}

ANEXO 3 – SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS REFERENTES À ANÁLISE EFETUADA AOS MASC PORTUGUESES ESTUDADOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Evolução do aumento de temperatura global média com a variação da concentração de CO ₂ atmosférico (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).....	6
Figura 2.2 – Dependência energética portuguesa e média da UE de 1998 a 2011 (Eurostat, 2013).....	7
Figura 2.3 – Evolução da população mundial ao longo do tempo (adaptado de Price, D. (1995))	7
Figura 2.4 – Número de ondas de calor e frio em Portugal Continental (INE, 2012)	8
Figura 2.5 – Circulação termohalina (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).....	8
Figura 2.6 – Expansão das áreas desertificadas mundiais em função do aumento da temperatura média do ar (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010)	9
Figura 2.7 – Previsão da evolução da abundância de espécies entre 2000 e 2050 (adaptado de Ahlenius, H. (2006))	10
Figura 2.8 – Pegada ecológica por região no ano de 2003 (Hails, C. [et al.], 2006).....	11
Figura 2.9 – Pegada ecológica mundial de 1961 a 2008 (Grooten, M. [et al.], 2012)	11
Figura 2.10 – Princípios para a construção sustentável em fase de projeto (Mateus, R., 2009)	15
Figura 2.11 – Ações e posicionamentos sustentáveis a adotar ao longo do ciclo de vida de uma construção (Mateus, R., 2009).....	15
Figura 2.12 – Produção de minérios em 2011 e respetivas finalidades (DGEG, 2012)	17
Figura 2.13 – Evolução das espessuras dos isolamentos térmicos: em cima, soluções em paredes; em baixo, soluções em coberturas (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).....	22
Figura 2.14 – Consumo europeu de plástico no ano de 2011 distribuído pelos principais setores económicos (adaptado de PlasticsEurope (2012))	26
Figura 2.15 – Índices de toxicidade de vários isolamentos térmicos (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010) .	28
Figura 2.16 – Dose média de radiações ionizantes, com risco radiológico, em Portugal (ITN, 2005) .	29
Figura 2.17 – Logótipos dos rótulos ecológicos pela ordem de menção dada (Logomatic, 2012; Socinorte, 2013; Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).....	36
Figura 3.1 – Logótipos dos MASC tratados nesta dissertação (editado pelo autor)	40
Figura 3.2 - Classificação gráfica do método de avaliação CASBEE (adaptado a partir de (CASBEE, 2010)	52
Figura 3.3 – Classes de desempenho dos critérios LiderA (adaptado de LiderA (2013))	57
Figura 3.4 – Fases do empreendimento e respetivas aplicações LiderA (LiderA, 2013)	58
Figura 3.5 – Esquema da estrutura de aplicação do sistema português SBTTool ^{PT} (Bragança, L., 2008)	64
Figura 3.6 – Escala de classificação qualitativa do Nível de Sustentabilidade SBTTool ^{PT} (Mateus, R., 2009)	65
Figura 4.1 – Prespetiva aérea do edifício referente ao Caso de Estudo I (Google Maps, 2009)	78

Figura 4.2 – Perspetiva aérea da Escola EB 2,3 Francisco da Torrinha, no Porto (IC, 2009)	78
Figura 4.3 – Planta da fração autónoma estudada referente ao Caso de Estudo III (Freitas, V., 2012)	79
Figura 4.4 – Fachada principal da moradia estudada referente ao Caso de Estudo IV (Monteiro, N., 2011).....	79
Figura 4.5 – Planta e perspetiva aérea da Escola Secundária com 3.º Ciclo Rodrigues de Freitas (adaptado de Menezes, M. (2010))	80
Figura 4.6 – Perspetiva aérea da Escola EB1 São João da Foz (Google Maps, 2009)	80

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – GEE, respetivas contribuições para o efeito de estufa e principais atividades emissoras (adaptado de CAC (2002))	5
Tabela 2.2 – Resumo de áreas suscetíveis e não suscetíveis à desertificação em Portugal Continental (adaptado de INE (2012)).....	9
Tabela 2.3 – Sequência cronológica dos acontecimentos mais significativos ao nível do Desenvolvimento Sustentável (adaptado de Torgal, F.P. & Jalali, S. (2010)).....	12
Tabela 2.4 – Quantidade de matérias-primas extraídas em 1995 e respetiva percentagem de desperdício (Gardner, G. [et al.], 1998)	16
Tabela 2.5 – Energia consumida na produção de alguns materiais de construção (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010)	18
Tabela 2.6 – Tipos de transporte e energias consumidas associadas (Berge, B., 2009)	19
Tabela 2.7 – Energia incorporada em materiais de construção pela perspetiva <i>cradle to gate</i> (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).....	19
Tabela 2.8 – Tipos de alvenaria e respetivas energias incorporadas (Reddy, B. & Jagadish, K., 2003)	20
Tabela 2.9 – Valores mínimos propostos para as vidas úteis das componentes das construções, em anos (ISO, 2000)	23
Tabela 2.10 – Vida útil média recomendada para diferentes tipos de soluções construtivas, em anos (Matos, M., 2007)	24
Tabela 2.11 – Tintas e derivados contendo substâncias com potencial cancerígeno (adaptado de IARC (2010))	25
Tabela 2.12 – Alguns exemplos de ferramentas informáticas ACV (CE, 2013; Mateus, R., 2009; Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010)	34
Tabela 3.1 – Pontuações percentuais finais e níveis de classificação do sistema de avaliação Código para Habitações Sustentáveis (BRE Global, 2010)	42
Tabela 3.2 – Pontuações percentuais finais e níveis de classificação do sistema de avaliação BREEAM Reabilitação Doméstica (BREEAM, 2012).....	43
Tabela 3.3 – Níveis de classificação de categorias e critérios do sistema de avaliação NF Residências Individuais HQE (CEQUAMI, 2011)	45
Tabela 3.4 – Níveis de classificação de categorias e critérios do sistema de avaliação NF Habitação Coletiva HQE (Cerqual, 2012).....	46
Tabela 3.5 – Pontuações finais e níveis de classificação do sistema de avaliação LEED-NC (LEED, 2012)	49
Tabela 3.6 – Pontuações finais e níveis de classificação do sistema de avaliação LEED-H (LEED, 2010)	49
Tabela 3.7 – Exigências classificativas do indicador BEE e níveis de classificação do sistema de avaliação CASBEE para Construção Nova (CASBEE, 2010)	51

Tabela 3.8 – Exigências classificativas do indicador LCCO2 e níveis de classificação do sistema de avaliação CASBEE para Construção Nova (CASBEE, 2010).....	52
Tabela 3.9 – Níveis de classificação das vertentes de Energia, Água, Resíduos e Ambiente Interior do sistema de avaliação NABERS para Escritórios (NABERS, 2013; OEH, 2013).....	55
Tabela 3.10 – Níveis de classificação das vertentes de Energia e Água do sistema de avaliação NABERS para Hotéis (NABERS, 2011)	55
Tabela 3.11 – Níveis de desempenho e classificação ambiental final do sistema de avaliação português LiderA (LiderA, 2013)	59
Tabela 3.12 – Níveis de classificação e respetivos requisitos exigenciais do sistema de avaliação DGNB (DGNB, 2013; DGNB, 2012a).....	62
Tabela 3.13 – Níveis de desempenho e respetivas classificações SBTTool ^{PT} (Mateus, R., 2009)	66
Tabela 4.1 – Análise comparativa aos pesos percentuais contabilizados para as componentes do Ambiente, Sociedade e Economia	71
Tabela 4.2 – Síntese da Tabela A2.1	73
Tabela 4.3 – Síntese das estruturas metodológicas LiderA e SBTTool ^{PT} -H.....	75
Tabela 4.4 – Classificações e pontuações correspondentes dos indicadores do sistema LiderA.....	76
Tabela 4.5 – Síntese da Tabela A2.2, com resultados finais da Comparação 1	81
Tabela 4.6 – Síntese da Tabela A2.3, com resultados finais da Comparação 2	82
Tabela 4.7 – Síntese da Tabela A2.4, com resultados finais da Comparação 3	83
Tabela 4.8 – Síntese da Tabela A2.5, com resultados finais da Comparação 4	85
Tabela 4.9 – Síntese da Tabela A2.6, com resultados finais da Comparação 7	88
Tabela 4.10 – Síntese da Tabela A2.7, com resultados finais da Comparação 8	90
Tabela 4.11 – Síntese da Tabela A2.8, com resultados finais da Comparação 10	92
Tabela 4.12 – Síntese da Tabela A2.9, com resultados finais da Comparação 13	94
Tabela 4.13 – Síntese da Tabela A2.10, com resultados finais da Comparação 14	97
Tabela 4.14 – Síntese da Tabela A2.11, com resultados finais da Comparação 16	99
Tabela A1.1 – Categorias, critérios e fatores de ponderação do sistema de avaliação Código para Habitações Sustentáveis (BRE Global, 2010).....	A1-1
Tabela A1.2 – Categorias, critérios e fatores de ponderação do sistema de avaliação BREEAM Reabilitação Doméstica (BREEAM, 2012)	A1-3
Tabela A1.3 – Categorias e critérios do sistema de avaliação NF Residências Individuais HQE (CEQUAMI, 2011).....	A1-4
Tabela A1.4 – Categorias e critérios do sistema de avaliação NF Habitação Coletiva HQE (Cerqual, 2012).....	A1-7
Tabela A1.5 – Categorias, critérios e pontuações do sistema de avaliação LEED-NC v2009 (LEED, 2012; USGBC, 2013).....	A1-9

Tabela A1.6 – Categorias, critérios, subcritérios e pontuações do sistema de avaliação LEED-H v2008 (LEED, 2010; USGBC, 2013).....	A1-11
Tabela A1.7 – Categorias, critérios, subcritérios e pontuações do sistema de avaliação CASBEE 2010 para Construção Nova (CASBEE, 2010; IBEC, 2013).....	A1-16
Tabela A1.8 – Categorias, critérios, subcritérios e pontuações do sistema de avaliação CASBEE 2007 para Habitações (CASBEE, 2007)	A1-20
Tabela A1.9 – Parâmetros analisados e dados requeridos das vertentes Energia, Água, Resíduos e Ambiente Interior do sistema de avaliação NABERS para Escritórios (NABERS, 2013; NABERS, 2010; NABERS, 2009)	A1-23
Tabela A1.10 – Parâmetros analisados e dados requeridos das vertentes Energia e Água do sistema de avaliação NABERS para Hotéis (NABERS, 2011).....	A1-26
Tabela A1.11 – Vertentes, áreas, critérios e fatores de ponderação do sistema LiderA (Pinheiro, M., 2011)	A1-28
Tabela A1.12 – Orientações de boas práticas e métodos de medição dos critérios LiderA (Pinheiro, M., 2011)	A1-30
Tabela A1.13 – Peças de projeto desenhadas e escritas, e respetiva relevância para a medição dos critérios LiderA (LiderA, 2013).....	A1-42
Tabela A1.14 – Categorias, critérios, subcritérios e fatores de ponderação percentuais do sistema de avaliação DGNB para Construção Nova de Escritórios e Edifícios Administrativos (DGNB, 2012a)	A1-43
Tabela A1.15 – Categorias, critérios, subcritérios e fatores de ponderação percentuais do sistema de avaliação DGNB para Construção Nova de Zonas Urbanas (DGNB, 2012b).....	A1-45
Tabela A1.16 – Dimensões, categorias, parâmetros e pesos percentuais do sistema de avaliação português SBTTool ^{PT} -H (Mateus, R., 2009).....	A1-47
Tabela A1.17 – Operações de medição e quantificação, e valores de referência do sistema português SBTTool ^{PT} -H (Mateus, R., 2009).....	A1-48
Tabela A1.18 – Elementos de informação necessários para os procedimentos operados no âmbito da avaliação pelo sistema português SBTTool ^{PT} -H (adaptado de Mateus, R. (2009))	A1-57
Tabela A2.1 – Comparações entre os critérios LiderA e os parâmetros SBTTool ^{PT} -H	A2-1
Tabela A2.2 – Análise comparativa entre procedimentos de quantificação e verificação de resultados para a Comparação 1.....	A2-6
Tabela A2.3 – Análise comparativa entre procedimentos de quantificação e verificação de resultados para a Comparação 2.....	A2-7
Tabela A2.4 – Metodologias adotadas, análise comparativa entre procedimentos de quantificação e verificação de resultados para a Comparação 3.....	A2-7
Tabela A2.5 – Análise comparativa entre procedimentos de quantificação e verificação de resultados para a Comparação 4.....	A2-8
Tabela A2.6 – Análise comparativa entre procedimentos de quantificação e verificação de resultados para a Comparação 7.....	A2-11

Tabela A2.7 – Metodologias adotadas, análise comparativa entre procedimentos de quantificação e verificação de resultados para a Comparação 8.....	A2-12
Tabela A2.8 – Análise comparativa entre procedimentos de quantificação e verificação de resultados para a Comparação 10.....	A2-14
Tabela A2.9 – Metodologias adotadas, análise comparativa entre procedimentos de quantificação e verificação de resultados para a Comparação 13.....	A2-16
Tabela A2.10 – Metodologias adotadas, análise comparativa entre procedimentos de quantificação e verificação de resultados para a Comparação 14.....	A2-18
Tabela A2.11 – Análise comparativa entre procedimentos de quantificação e verificação de resultados para a Comparação 16.....	A2-21
Tabela A3.1 – Resumo das conclusões resultantes das análises realizadas.....	A3-1

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

^{222}Rn – Radão

^{226}Ra – Rádio

CH_4 – Metano

CO_2 – Dióxido de carbono

N_2O – Protóxido de azoto

NO_x – Óxido de azoto

ABGR – *Australian Building Greenhouse Rating*

ACV – Avaliação do Ciclo de Vida

AENOR – *Asociación Española de Normalización y Certificación*

AFNOR Certification – *Association Française de Normalisation pour la Certification*

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

AQS – Águas quentes sanitárias

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

BEE – *Building Environmental Efficiency*

BEES – *Building for Environmental and Economic Sustainability*

BRE – *Building Research Establishment*

BREEAM – *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*

CAC – Comissão para as Alterações Climáticas

CASBEE – *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*

CE – *European Commission*

CEN – *European Committee for Standardization*

CEN/TC – *Technical Committee of European Committee for Standardization*

CEQUAMI – *Certification Qualité en Maisons Individuelles*

CFC – Clorofluorcarbonetos

CIBSE – *Chartered Institution of Building Services Engineers*

COV – Composto Orgânico Volátil

CRISP – *Construction and City Related Sustainability Indicators*

CSTB – *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*

DAP - Declaração Ambiental de Produto

DCLG – *Department for Communities and Local Government*

DEH – *Department of Environment and Heritage*
DGNB – *Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen*
DGOTDU – *Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano*
EMAS – *Eco-Management and Audit-Scheme*
EPA – *Environmental Protection Agency*
EPD – *Environmental Product Declaration*
EU – *European Union*
FDES – *Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire*
FLDM – *Fator de Luz do Dia Médio*
FEEE – *Frequência Equivalente à Entrada do Edifício*
GBC – *Green Building Challenge*
GBTool – *Green Building Tool*
GEE – *Gases responsáveis pelo Efeito de Estufa*
HQE – *Haute Qualité Environnementale*
IARC – *International Agency for Research on Cancer*
IA – *Índice de Acessibilidade*
IBEC – *Institute for Building Environment and Energy Conservation*
IC – *Instituto da Construção*
IGE – *Inspecção-Geral da Educação*
iiSBE – *International Initiative for a Sustainable Built Environment*
INE – *Instituto Nacional de Estatística*
IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*
ISO – *International Organization for Standardization*
ITN – *Instituto Tecnológico e Nuclear*
IUCN – *International Union for Conservation of Nature*
JSBC – *Japan Sustainable Building Consortium*
LCA – *Life Cycle Assessment*
LCCO₂ – *Life Cycle CO₂*
LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*
LEED AP – *Leadership in Energy and Environmental Accredited Professional*
LEED-CI – *Leadership in Energy and Environmental Design Rating System for Commercial Interiors*
LEED-CS – *Leadership in Energy and Environmental Design Rating System for Core and Shell*
LEED-EB – *Leadership in Energy and Environmental Design Rating System for Existing Buildings*

LEED-H – *Leadership in Energy and Environmental Design Rating System for Homes*

LEED-HC – *Leadership in Energy and Environmental Design Rating System for Healthcare*

LEED-NC – *Leadership in Energy and Environmental Design Rating System for New Construction and Major Renovations*

LEED-ND – *Leadership in Energy and Environmental Design Rating System for Neighborhood Development*

LEED-SCH – *Leadership in Energy and Environmental Design Rating System for Schools*

LiderA – Liderar pelo Ambiente

MASC – Métodos de Avaliação da Sustentabilidade das Construções

MARS – Metodologia de Avaliação Relativa da Sustentabilidade

NABERS – *National Australian Built Environment Rating System*

NIST – *National Institute of Standards and Technology*

OCDE – Organização de Cooperação e Desenvolvimento Económico

OEH – *Office of Environment and Heritage*

ONU – Organização das Nações Unidas

PCM – *Phase Change Materials*

PDM – Plano Diretor Municipal

PNAC – Programa Nacional para as Alterações Climáticas

PPG – Plano de Prevenção e Gestão

QEB – *Qualité Environnementale d'un Bâtiment*

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

RCD – Resíduos de Construção e Demolição

Ref. – Referência

RGR – Regulamento Geral do Ruído

RRAE – Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios

RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios

SBTool – *Sustainable Building Tool*

SBTool^{PT} – *Sustainable Building Tool Portugal*

SCE – Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar

SIDS – Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável

SLR – *Score of component LR*

SME – *Système de Management Environnemental de l'operation*

SQ – *Score of component Q*

TRACI – *Tool for the Reduction and Assessment of Chemical and other environmental Impacts*

UNEP – *United Nations Environment Programme*

UNESCO – *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*

USGBC – *United States Green Building Council*

WBCSD – *World Business Council for Sustainable Development*

WWF – *World Wide Fund for Nature*

E_{solar} – Contribuição de sistemas de coletores solares para o aquecimento de águas quentes sanitárias

E_{ren} – Contribuição de outras formas de energias renováveis para preparação de águas quentes sanitárias ou de recuperação de calor de equipamentos e fluidos residuais

N_a – Valor máximo regulamentar para as necessidades nominais de energia útil para a produção de águas quentes sanitárias

N_{ac} – Necessidades nominais de energia útil para a produção de águas quentes sanitárias

N_i – Valor máximo regulamentar para as necessidades nominais de energia útil de aquecimento

N_{ic} – Necessidades nominais de energia útil de aquecimento

N_t – Valor máximo regulamentar para as necessidades anuais globais de energia primária de climatização e águas quentes sanitárias

N_{tc} – Necessidades anuais globais de energia primária de climatização e águas quentes sanitárias

N_{tc}' – Energia primária equivalente a 1,2 vezes as necessidades anuais globais de energia primária de climatização e águas quentes sanitárias

N_{tc}'' – Energia elétrica final equivalente a 1,2 vezes as necessidades anuais globais de energia primária de climatização e águas quentes sanitárias

N_v – Valor máximo regulamentar para as necessidades nominais de energia útil de arrefecimento

N_{vc} – Necessidades nominais de energia útil de arrefecimento

P_i – Valor quantificado para o parâmetro i

\bar{P}_i – Valor normalizado de desempenho do parâmetro i

P_{*i} – Valor de referência das práticas correntes para o parâmetro i

P^*_i – Valor de referência das melhores práticas atuais para o parâmetro i

Q_a – Energia útil despendida com sistemas convencionais de preparação de águas quentes sanitárias

η_a – Eficiência de conversão dos sistemas de preparação de águas quentes sanitárias

1

INTRODUÇÃO

1.1. APRESENTAÇÃO DO TEMA

O planeta Terra é composto pelo equilíbrio dos seus recursos biológicos, minerais, químicos e físicos. A Natureza é o sistema que integra todos os elementos fundamentais para a vida do planeta, garantindo uma continuidade cíclica da mesma.

No entanto, a forte expansão da sociedade que tem vindo a ocorrer, tanto em termos de população como de consumo de recursos, representa uma grande ameaça, levando a desequilíbrios e interrupções do ciclo regenerativo da vida biológica. Esta expansão é originada pelas óbvias atividades do ser humano, no sentido de suprir as suas necessidades, através da extração e utilização dos recursos terrestres naturais, potenciando a ocorrência de consumos desenfreados, contínuos e inconscientes e não permitindo a recuperação e regeneração dos mesmos. É neste contexto que surge a sustentabilidade como ferramenta para a racionalização do consumo humano e a promoção da defesa dos recursos de todo o globo. A sua definição passa pela forma de satisfazer as necessidades das atividades humanas presentes, não colocando em causa a capacidade das atividades futuras satisfazerem as suas (Brundtland, G., 1987).

A indústria da construção insere-se nas necessidades humanas, tendo em conta o conforto habitacional, infraestrutural e de disponibilização de bens e serviços. É uma atividade que está intimamente associada ao desenvolvimento das estruturas organizacionais humanas e implica elevados impactes ambientais ao nível do consumo de grandes quantidades de matérias-primas não renováveis ou de complexa renovação, dos grandes consumos energéticos, das elevadas emissões de gases responsáveis pelo aumento do efeito de estufa do planeta nas fases de produção de materiais, operação e transporte dos mesmos, da produção de materiais com propriedades tóxicas e da geração de resíduos. Deste modo, a aplicação da sustentabilidade, no setor da construção, é essencial para qualquer cumprimento de objetivos e metas ambientais mundiais.

Procurando contribuir para a sustentabilidade, na ótica da construção civil, ao longo dos últimos anos têm sido desenvolvidas diversas ferramentas para a sustentabilidade na construção, aplicando-se, naturalmente, às principais componentes que emanam mais potencialidade de impacto ambiental, os materiais e os edifícios que os incorporam. É neste panorama que surgem os Métodos de Avaliação da Sustentabilidade das Construções (MASC), ferramentas que se focam na avaliação dos desempenhos ambientais, sociais e económicos do parque edificado.

Contudo, assim como o próprio conceito da sustentabilidade, os sistemas para avaliação da construção sustentável permanecem com várias disposições discutíveis, subjetivas e pouco claras, sendo

necessárias constantes revisões, aperfeiçoamentos e atualizações das premissas e metodologias que os sustentam.

1.2. DESCRIÇÃO DOS OBJETIVOS

A presente dissertação visa o tratamento dos Métodos de Avaliação da Sustentabilidade das Construções como elemento de elevada importância para o futuro da construção sustentável. Assim, são demonstrados os mais significativos impactos ambientais das construções e, as ferramentas mais relevantes que apoiam a verificação e avaliação dos efeitos prejudiciais provocados, com especial enfoque nos sistemas da sustentabilidade que intitulam este trabalho.

Os Métodos de Avaliação da Sustentabilidade das Construções são, aqui, demonstrados de forma detalhada e comparados de forma superficial, focando não só a sua origem, como as suas estruturas metodológicas, organizações intrínsecas e procedimentos de aplicação prática no mercado da construção. Devido ao elevado número de MASC existentes, são tratados, nesta dissertação, os mais relevantes no contexto internacional, evidenciando, em particular, os principais métodos de avaliação portugueses: Liderar pelo Ambiente (LiderA) e *Sustainable Building Tool* Portugal (SBTool^{PT}).

Os principais objetivos desta dissertação passam pelo:

- Enquadramento da sustentabilidade na construção;
- Descrição pormenorizada dos principais Métodos de Avaliação da Sustentabilidade da Construção internacionais e nacionais;
- Comparação entre os principais MASC portugueses;
- Análise das fragilidades metodológicas identificadas nos MASC portugueses tratados;
- Análise da adaptabilidade dos MASC portugueses estudados a edifícios escolares, com a introdução de algumas propostas metodológicas para esse fim.

Todos objetivos mencionados estão centrados no propósito primordial de valorização dos Métodos de Avaliação da Sustentabilidade das Construções.

1.3. ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO

Esta dissertação organiza-se num sentido lógico de introdução sucessiva de assuntos, de forma a justificar o tratamento de todos os temas considerados.

O Capítulo 1 desta dissertação assenta na apresentação do tema, introduzindo-o no contexto da sustentabilidade ambiental global. Seguidamente, são apresentados os objetivos e a estrutura do trabalho apresentado.

O Capítulo 2 dá sequência à estrutura lógica inerente a este estudo, com a apresentação dos contextos nacionais e mundiais, a introdução ao desenvolvimento sustentável e à construção sustentável, a descrição dos impactos ambientais na indústria da construção e a apresentação da certificação ambiental dos materiais de construção.

O Capítulo 3 trata os principais Métodos de Avaliação da Sustentabilidade das Construções internacionais e nacionais, ordenando-os, cronologicamente, e apresentando as suas descrições gerais, as suas estruturas metodológicas e práticas, e o funcionamento processual de avaliação das respetivas ferramentas auxiliares que os constituem. O Anexo 1 é referente à apresentação de informação relativa a este capítulo.

O Capítulo 4 enquadra-se na análise comparativa e crítica dos MASC. Assim, inicialmente, são comentados os resultados da análise comparativa entre a generalidade dos sistemas tratados. Seguidamente, são remetidas observações, focando a comparação das estruturas metodológicas em que assentam os MASC portugueses, tendo em conta os indicadores com potencial para a elaboração de comparações metodológicas. Num último ponto, os mesmos MASC portugueses são aplicados a 6 casos de estudo diferentes, no sentido de permitir uma análise a cada componente comparável. O Anexo 2 é referente à apresentação de informação relativa a este capítulo.

O Capítulo 5 insere-se numa fase final de conclusão de resultados finais, com os comentários, observações e análises conseguidas no seguimento da realização desta dissertação. O Anexo 3 é referente à apresentação de informação relativa a este capítulo.

2

ENQUADRAMENTO GERAL DA SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO

2.1. CONTEXTO NACIONAL E MUNDIAL

O meio ambiente é um bem que se interliga em todas as partes do globo. A sua afetação pode acarretar consequências, não só locais, mas, também, globais. Assim, as questões ambientais têm de ser tratadas, desde o nível local e regional, até a níveis compatíveis com a escala nacional e mundial, de acordo com o entrosamento entre ocorrências ambientais de todo o planeta. As atitudes tomadas, neste âmbito, pelos diversos países, influenciam-se, contendo, contudo, especificidades próprias diferenciadas pelos contextos nacionais existentes. Na busca por um estabelecimento de metas ambientais alargado à escala mundial, foram realizadas várias conferências, com destaque para a de Quioto, em 1997, a de Copenhaga, em 2009, e a do Rio de Janeiro, em 2012. Porém os resultados obtidos, distanciam-se muito do desejável, devido à aceitação não consensual das metas propostas.

Portugal sempre assimilou posturas ambientais com base nas tomadas internacionalmente, mas adaptando-as ao seu próprio contexto. Exemplo desse facto, é a Lei de Bases do Ambiente, Lei n.º 11/87, de 7 de Abril, que visa a salvaguarda de uma política ambiental de otimização e garantia da “*continuidade de utilização dos recursos naturais, qualitativa e quantitativamente, como pressuposto básico de um desenvolvimento auto-sustentado*” (República Portuguesa, 1987).

Segundo Schellnhuber, o principal problema ambiental mundial, e que tem sido mais mediatizado nas últimas décadas, é o aumento da temperatura global média do ar. Este fator problemático está intimamente associado com a concentração de dióxido carbono, CO_2 , na atmosfera (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010). O CO_2 é um dos Gases responsáveis pelo Efeito de Estufa (GEE) que mais contribui para os respetivos efeitos nefastos, superando agentes agressores como o metano (CH_4), o protóxido de azoto (N_2O) e outros compostos halogenados (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 – GEE, respetivas contribuições para o efeito de estufa e principais atividades emissoras (adaptado de CAC (2002))

Gases Responsáveis pelo Efeito de Estufa	Contribuição para Efeito de Estufa	Principais Fontes de Emissão
CO_2	60%	Utilização de combustíveis fósseis e desflorestação.
CH_4	20%	Produção e consumo de energia, atividades agrícolas, aterros sanitários e águas residuais.

Gases Responsáveis pelo Efeito de Estufa	Contribuição para Efeito de Estufa	Principais Fontes de Emissão
N_2O	6%	Utilização de fertilizantes, produção de ácidos e queima de biomassa e combustíveis fósseis.
Compostos halogenados	14%	Indústria, refrigeração, aerossóis, propulsores, espumas expandidas e solventes.

Na Figura 2.1, é possível verificar a evolução da concentração de CO_2 ao longo dos anos em comparação com a evolução da temperatura global média. Distingue-se que, apesar desta última apresentar constantes variações positivas e negativas numa perspetiva a curto prazo, a longo prazo nota-se que a temperatura tem vindo a aumentar, assim como a concentração de CO_2 , na atmosfera (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

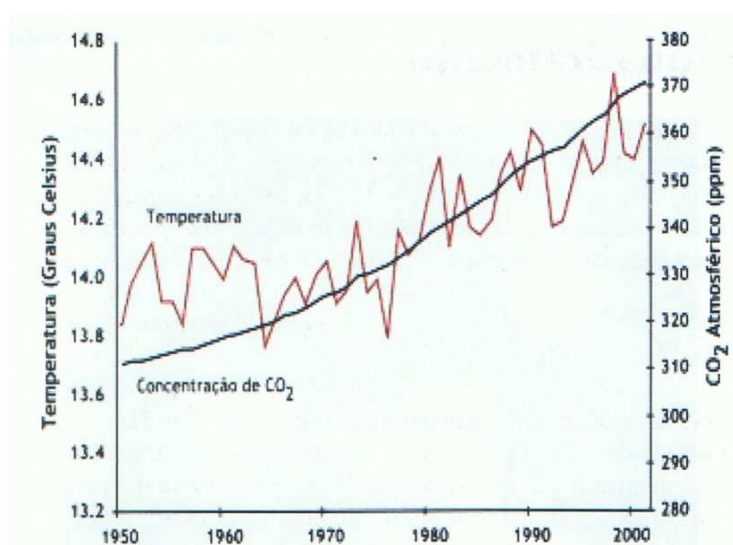


Figura 2.1 – Evolução do aumento de temperatura global média com a variação da concentração de CO_2 atmosférico (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010)

Segundo Stern, no século XVIII, o nível de concentração de CO_2 , na atmosfera, era de 280 ppm. Hoje em dia, atinge 430 ppm. Contudo, a preocupação é agravada visto que países como a China e a Índia, que estão em grande transformação e desenvolvimento, aumentarão ainda mais o respetivo ritmo de emissão mundial de dióxido de carbono (CO_2), prevendo-se que em 2050 atinja 550 ppm (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

As principais emissões de CO_2 provêm da combustão de recursos fósseis, em processos de produção energética, para abastecer a procura mundial. Neste contexto, Portugal apresenta uma das maiores taxas de dependência energética na Europa, demonstrando valores bem acima da média da UE (Figura 2.2).

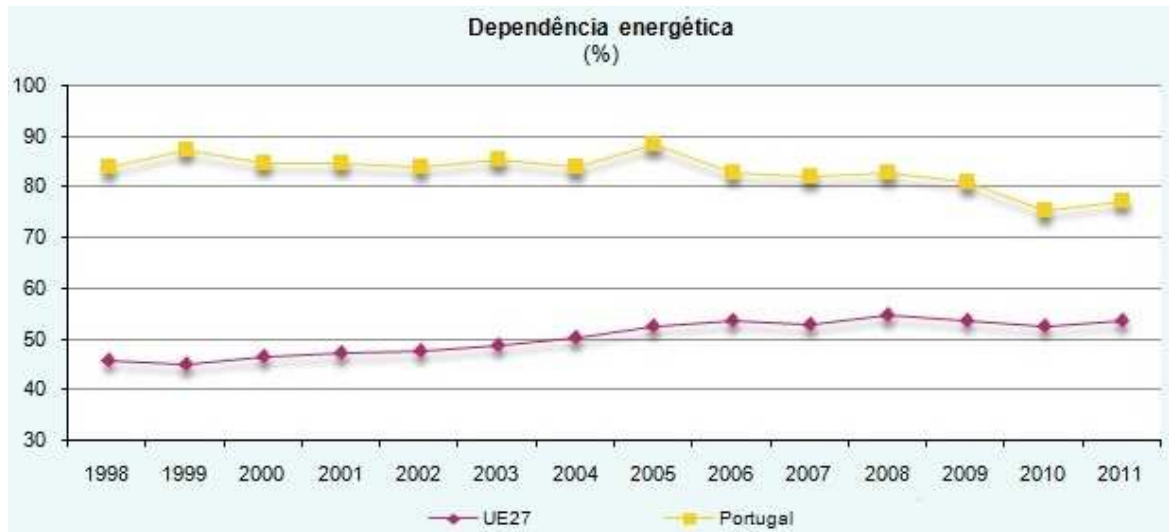


Figura 2.2 – Dependência energética portuguesa e média da UE de 1998 a 2011 (Eurostat, 2013)

Com o crescimento exponencial da população, que atinge as 250.000 pessoas por dia (Figura 2.3), é inevitável o aumento do ritmo das emissões de CO_2 e do consumo dos recursos mundiais (Mateus, R. & Bragança, L., 2006). O consumo de recursos, por si só, acarreta inúmeros problemas ao nível da equidade social, em que não existe uma disponibilidade uniforme dos mesmos, para a população mundial (Paiva, J. [et al.], 2006). A exploração contínua de recursos não renováveis ou de renovação demorada origina uma escassez generalizada, que poderá provocar a rotura de diversas indústrias e atividades económicas, e, ainda, graves problemas económicos e sociais. Entre os recursos naturais mais consumidos estão o petróleo, carvão e gás natural cuja renovação se pode prolongar por milhões de anos (Anink, D. [et al.], 1996).

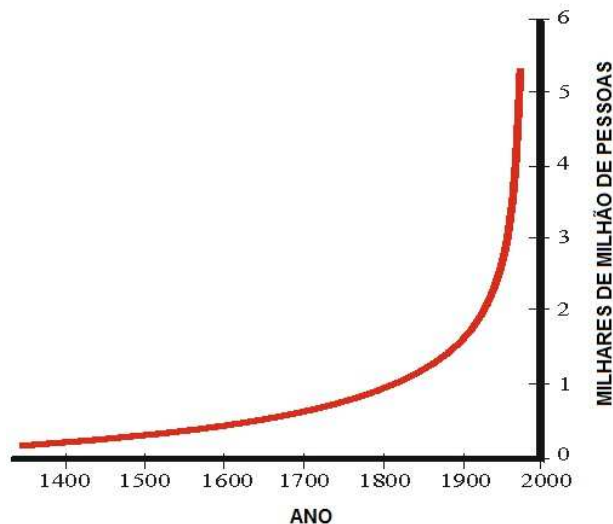


Figura 2.3 – Evolução da população mundial ao longo do tempo (adaptado de Price, D. (1995))

O aumento do ritmo de emissões de CO_2 e o conseqüente aquecimento do planeta afetará o nível médio das águas do mar, provocando o seu aumento por dilatação térmica da água. Em 2007, Meehl previu que, em 2100, os níveis do mar tenham aumentado entre 0,18 m e 0,59 m, sendo que, nestes

valores, ainda não são contabilizadas as influências do degelo das calotes polares. Ao confirmar-se tal previsão, segundo o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), inúmeros locais costeiros ficarão submersos, afetando milhões de pessoas em todo o globo (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

Vários autores como Allan & Soden, identificaram outra consequência preocupante, o aumento do número de fenómenos atmosféricos agressivos como furacões, grandes períodos de seca extrema ou de pluviosidade continuada, ondas de calor e de frio. Da mesma forma, é previsto que haja um incremento da intensidade dos mesmos, no futuro (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010). Em Portugal, é também notória esta problemática, sendo que, na última década, as ondas de calor anuais tendem a aumentar (Figura 2.4).

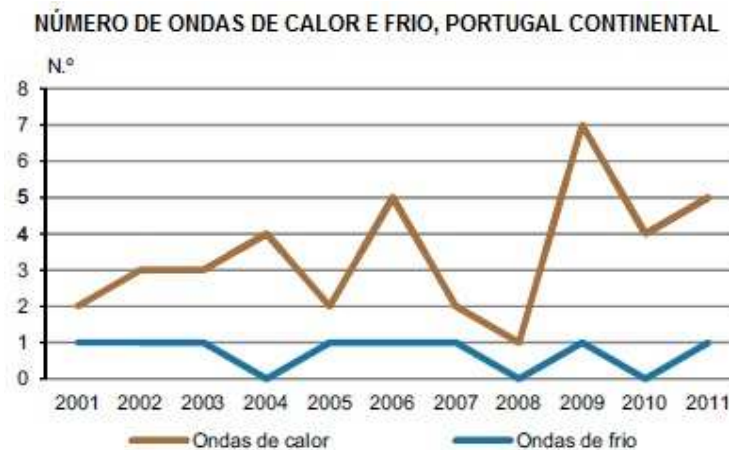


Figura 2.4 – Número de ondas de calor e frio em Portugal Continental (INE, 2012)

A interrupção da circulação termohalina é, também, um fator prejudicial a ter em conta. Este fluxo de massa oceânica está relacionado com a salinidade e temperatura das águas do mar e é o principal responsável pelo transporte das águas quentes dos trópicos para os pólos, movimentando, assim, nutrientes que são essenciais para diversos ecossistemas subaquáticos (Figura 2.5). A ocorrer, poderá provocar prejuízos irreversíveis, em ecossistemas oceânicos, e contribuir para o aumento das alterações climáticas (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).



Figura 2.5 – Circulação termohalina (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010)

Segundo a *United Nations Environment Programme* (UNEP), as consequências do aumento da temperatura média do ar não se ficam por aqui. Tal ocorrência irá potenciar a expansão das áreas de deserto e sem condições para o desenvolvimento de ecossistemas naturais (Figura 2.6).

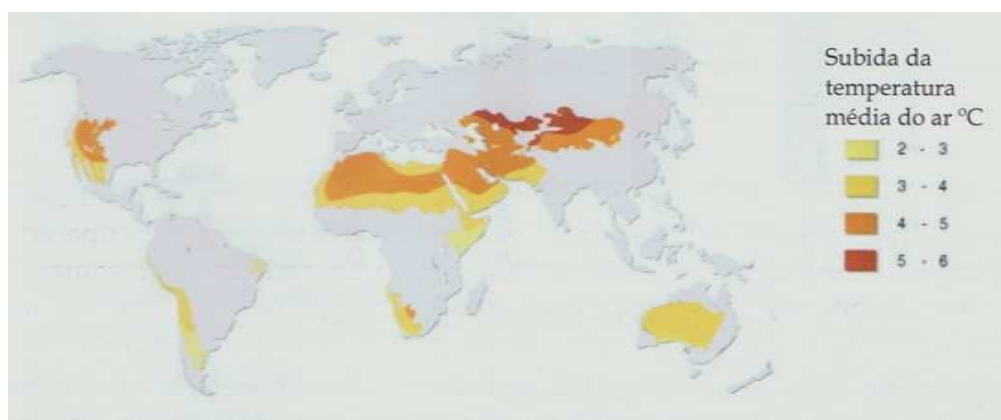


Figura 2.6 – Expansão das áreas desertificadas mundiais em função do aumento da temperatura média do ar (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010)

Em Portugal, a publicação do Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS), a partir de 2006, indica que as consequências a este nível também são nefastas, sendo que 35% do território nacional já se encontra em estado de desertificação. O Instituto Nacional de Estatística (INE) corrobora estes dados na publicação das Estatísticas do Ambiente referentes ao ano de 2011 (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 – Resumo de áreas suscetíveis e não suscetíveis à desertificação em Portugal Continental (adaptado de INE (2012))

Período Avaliado	Áreas Não Suscetíveis (Húmidas e Sub-húmidas)	Áreas Suscetíveis (Sub-húmidas a Secas) e Muito Suscetíveis (Semiáridas)
1960/1990	64%	36%
1970/2000	46%	54%
1980/2010	42%	58%
2000/2010	38%	62%

Associando-se a estes fatores ambientais prejudiciais, para o meio ambiente, está a pressão exercida sobre os ecossistemas devido às transformações climáticas e aos grandes níveis de urbanização, com estes últimos a gerar maiores índices de exploração de recursos e, consequentemente, maiores níveis de produção de resíduos e poluição. Os aglomerados urbanos concentram altas densidades populacionais, destacando-se como um dos principais focos de insustentabilidade e colocando em risco os princípios da urbanidade (Paiva, J. [et al.], 2006).

As contínuas afetações dos habitats naturais e ecossistemas induzem a redução do número de indivíduos que os constituem, quebrando cadeias alimentares naturais e gerando um ciclo catastrófico que pode levar à extinção de espécies (Figura 2.7). Prevê-se que, até 2050, em vastas áreas de habitats naturais, ocorram reduções significativas das populações de espécies existentes.

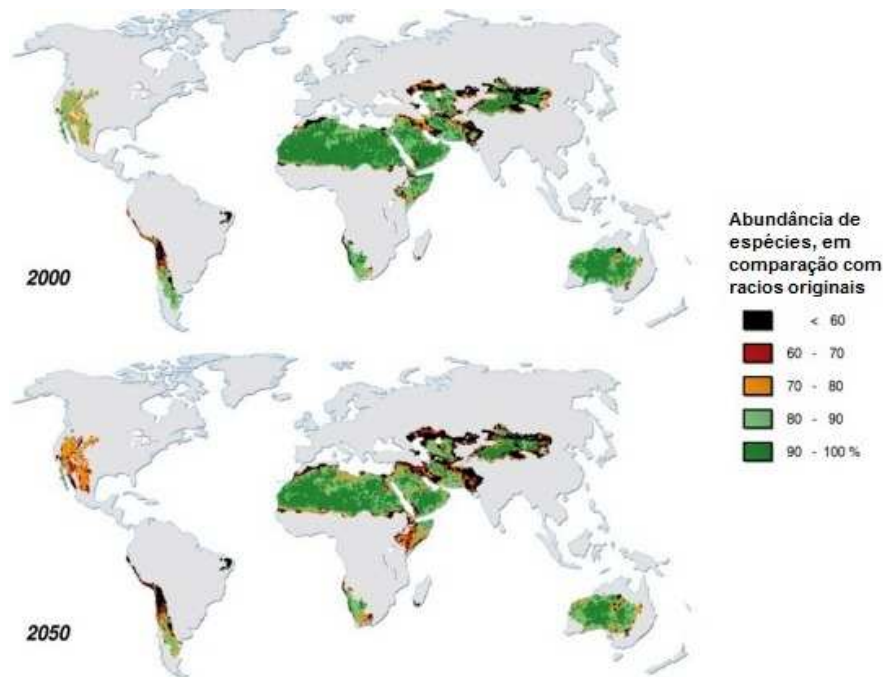


Figura 2.7 – Previsão da evolução da abundância de espécies entre 2000 e 2050 (adaptado de Ahlenius, H. (2006))

Há que ter em conta que a defesa da biodiversidade não é apenas uma questão moral pelos princípios de valor da fauna e flora naturais. A biodiversidade é essencial para a criação de territórios naturais com grande capacidade de regeneração, resiliência e que garantem a purificação de água e ar, e a produção de recursos biológicos necessários ao conforto e à sobrevivência humana. Um estudo realizado por Ring *et al*, em 2010, demonstrou que os investimentos na defesa e regeneração dos ecossistemas poderão ter um retorno 25 vezes a 100 vezes superior ao valor inicialmente investido (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

Todas as agressões ambientais demonstradas sugerem um posicionamento para o mesmo sentido: é imperativa a minimização das emissões de dióxido de carbono. Tal atitude implicará uma tomada de consciência dos países na preocupação com os níveis de qualidade ambiental nos seus territórios. Todavia, só os países desenvolvidos, como Portugal, é que possuem as condições necessárias e apropriadas para implementar políticas sustentáveis, atuando sobre as indústrias emissoras. Existe, assim, a necessidade crescente de um desenvolvimento de novas práticas e comportamentos operacionais nas indústrias, enquadrados em políticas e medidas que garantam a sustentabilidade das sociedades, inseridas num meio ambiente sensível aos impactes da atividade humana (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

2.2. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O conceito de desenvolvimento sustentável foi inicialmente referido como o desenvolvimento que “*permite satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras satisfazerem as suas*” (Brundtland, G., 1987). Contudo, o conceito de sustentabilidade pode ser complexo. Existem mais de 160 definições apresentadas. De uma forma global, é possível perceber a importância deste conceito e as áreas e princípios que pode envolver. O equilíbrio entre o bem-estar

do ser humano e os impactes originados por este é a definição mais unânime (Dietz, T. [et al.], 2009). No entanto, outros autores como Clayton defendem que o conceito do desenvolvimento sustentável não é possível em todo o sentido da expressão devido à incapacidade, no presente e, especialmente, no futuro, de criar um desenvolvimento para toda a população mundial, garantindo em simultâneo a sustentabilidade ambiental (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010). O Relatório *Living Planet* de 2006, visando a medição da superfície terrestre necessária para a geração de recursos e absorção de resíduos de um indivíduo, corrobora a dificuldade de corresponder às necessidades de todo o ser humano de uma forma sustentável (Figura 2.8).

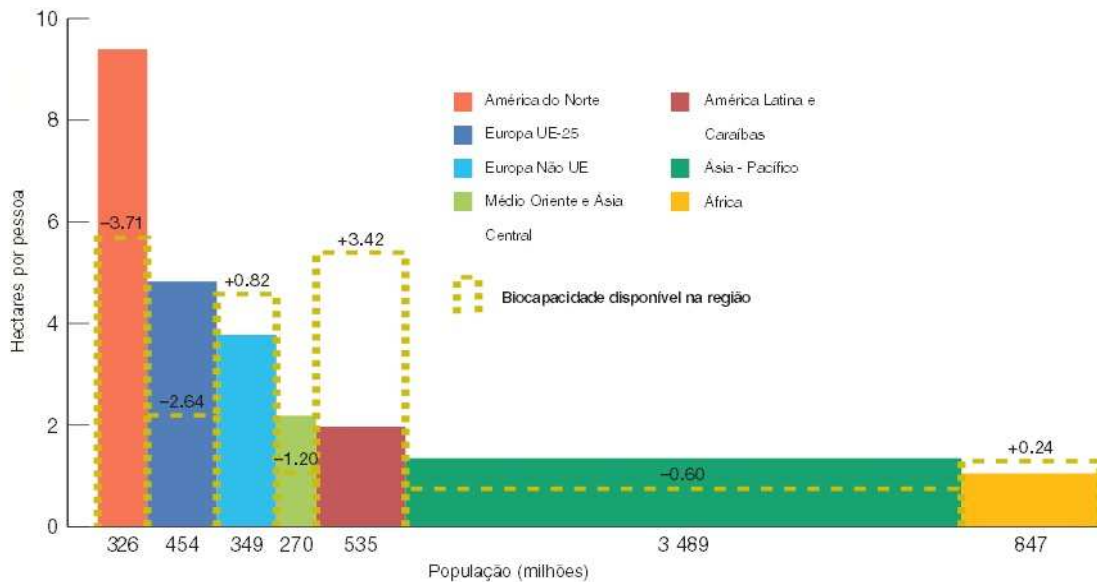


Figura 2.8 – Pegada ecológica por região no ano de 2003 (Hails, C. [et al.], 2006)

O Relatório *Living Planet* de 2012 apresenta dados mais recentes da pegada ecológica e da insustentabilidade do consumo humano mundial (Figura 2.9).

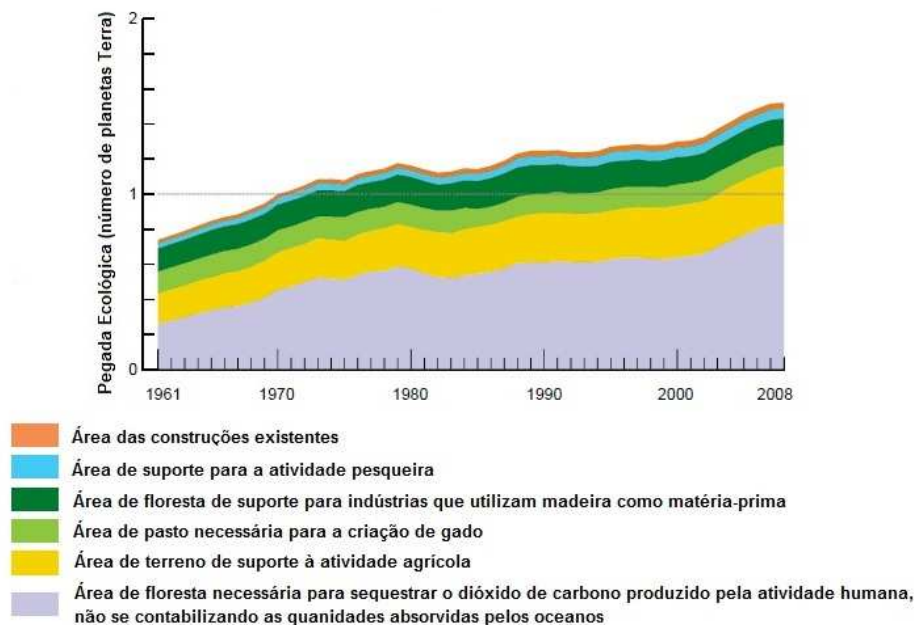


Figura 2.9 – Pegada ecológica mundial de 1961 a 2008 (Grooten, M. [et al.], 2012)

Facilmente se pode encarar todo este enquadramento global com pessimismo. Contudo, o espírito cético originado não deverá levar a uma apatia generalizada e a uma não tomada de medidas protetoras. Não atuar seria a atitude mais irresponsável a ter (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010). Seguindo esta premissa, o desenvolvimento sustentável tem ganho maior ênfase ao longo dos últimos anos (Tabela 2.3).

Tabela 2.3 – Sequência cronológica dos acontecimentos mais significativos ao nível do Desenvolvimento Sustentável (adaptado de Torgal, F.P. & Jalali, S. (2010))

Ano	Acontecimentos
1962	Publicado o Livro “ <i>A Primavera Silenciosa</i> ” de Rachel Carson
1972	Divulgado Relatório “ <i>Os Limites do Crescimento</i> ” pelo Clube de Roma Conferência da ONU sobre o Ambiente Humano em Estocolmo
1979	Convenção de Berna sobre a Proteção dos Habitats Convenção de Genebra sobre a Poluição Atmosférica
1980	Divulgado documento estratégico sobre a conservação da natureza pela <i>International Union for Conservation of Nature (IUCN)</i> , Organização das Nações Unidas (ONU), <i>World Wide Fund for Nature (WWF)</i> e <i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)</i> Divulgado o Relatório Global 2000
1983	Assinado protocolo da Organização das Nações Unidas sobre a Qualidade do Ar Comissão das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento
1987	Assinado o Protocolo de Montreal sobre as substâncias que contribuem para a redução da camada de ozono Divulgado o Relatório <i>Bruntland</i>
1990	Divulgado o Relatório da União Europeia sobre Ambiente Urbano
1992	Cimeira do Rio
1997	Conferência de Quioto sobre Aquecimento Global Divulgado o 4º Relatório de Progresso pelo IPCC
2007	Exibido o Filme “ <i>Uma Verdade Inconveniente</i> ” protagonizado por Al Gore Prémio Nobel da Paz atribuído a IPCC e a Al Gore
2009	Conferência de Copenhaga sobre Alterações Climáticas
2012	Conferência do Rio de Janeiro sobre Desenvolvimento Sustentável

A conferência de Copenhaga de 2009 traduziu-se na impossibilidade de um acordo abrangente, todavia, vários países estabeleceram metas ambientais a cumprir. A União Europeia propôs-se a uma redução das suas emissões totais até 2020, em 20%, relativamente às emissões verificadas em 1990 (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010). Mais recentemente, os resultados estabelecidos na Conferência Rio+20 foram, unanimemente, considerados muito aquém das expectativas criadas, deixando, ainda, vários assuntos ambientais pendentes e sem gerar consenso (Azevedo, V., 2012).

No âmbito da biodiversidade, a *European Union (EU)* criou a Rede Natura 2000 de forma a potenciar a recuperação de habitats e ecossistemas. Em Portugal, a Rede Natura 2000 resultou num aumento das áreas protegidas de 7,2% para 21,3% (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

O desenvolvimento sustentável é tratado pela Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Sustentável, ENDS, publicada em 2002. Este documento visa assegurar o equilíbrio entre a vertente económica, social e ambiental, incutindo objetivos que passam por (APA, 2006):

- Potenciar a qualificação dos recursos humanos nacionais de forma a gerar mais-valias para a sociedade e economia portuguesas;
- Englobar a qualificação de recursos humanos no aumento da competitividade ao nível internacional e na promoção ao crescimento sustentado;
- Salvaguardar a proteção ambiental e a valorização do património;
- Promover a equidade, igualdade de oportunidades, participação, responsabilidade e coesão social;
- Desenvolver as diversas potencialidades e atividades locais para a melhoria das vertentes sociais e económicas, e para a valorização de recursos naturais;
- Incentivar a presença da construção portuguesa além fronteiras e a cooperação internacional;
- Modernizar os serviços de administração pública, premiando a sua eficiência.

Contudo, o desenvolvimento sustentável em Portugal pode enfrentar diversos obstáculos como (APA, 2006; Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010):

- A ineficácia de sistemas de gestão de resíduos;
- As grandes fragilidades dos sistemas de gestão de recursos hídricos;
- A ocupação excessiva e concentrada de espaços de turismo, com enorme potencial para o desmesurado consumo de recursos naturais;
- Os elevados riscos de incêndio devido às deficientes infraestruturas de defesa florestal instaladas;
- A exagerada dependência do desenvolvimento do setor público empresarial relativamente à vertente ambiental;
- A vulnerabilidade da orla costeira portuguesa, numa perspetiva a longo prazo;
- Os grandes valores de emissão de CO_2 e outros GEE.

2.3. CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

A atividade da construção é um dos mais significativos setores económicos, em toda a Europa, apresentando-se com 28,1% dos empregados englobados em atividades industriais europeias, 7,5% dos empregados de toda a Europa e 25% de toda a produção das atividades industriais europeias. Em termos de impactes ambientais, a sua significância não é menor. A atividade da construção é a maior consumidora de matérias-primas, representando 50%, em massa, do consumo total das atividades económicas. A toxicidade de alguns materiais de construção regulamentados legalmente e incorporados no interior de edifícios, também, transmitem preocupação, sendo elementos de valor negativo para o ambiente. Todos estes factos revelam a grande agressividade que este setor económico emana para o meio ambiente, sendo necessário intervir de forma a minimizar as causas primordiais desses impactes, consumos de recursos e energia, e emissão de gases poluentes responsáveis pelo efeito de estufa. (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

O conceito de construção sustentável foi divulgado, em 1994, pelo *Conseil International du Bâtiment* (CIB), sendo definido como “a criação e manutenção responsáveis de um ambiente construído saudável, baseado na utilização eficiente de recursos e no projeto assente em princípios ecológicos” (Kibert, C., 2003).

Esta nova ideologia implementada na construção veio alterar as principais vertentes tradicionais da indústria da construção, designadamente, a qualidade, o custo e os tempos de obra. Assim, uma construção otimizada que passaria pela minimização de custos e períodos de construção, em simultâneo, com a maximização da qualidade construtiva, passou a incorporar aspetos associados à vertente ambiental. Desta forma, surgiu um novo conceito, a construção ecológica. Este modelo de construção envolve a minimização dos impactes ambientais, substituindo soluções construtivas convencionais por outras com melhor desempenho ambiental. Assenta, essencialmente, na integração do parque edificado em todas as vertentes ecológicas relacionadas com ecossistemas naturais, durante todo o ciclo de vida das construções, tendo em conta as sempre presentes preocupações sociais e económicas (Mateus, R. & Bragança, L., 2006).

Além do conceito, o CIB publicou 7 princípios para a construção sustentável que passam por (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010):

- Redução do consumo de recursos;
- Reutilização de recursos;
- Utilização de recursos recicláveis;
- Proteção da natureza;
- Eliminação de materiais tóxicos;
- Aplicação de avaliações de ciclo de vida, em enquadramentos económicos;
- Ênfase na qualidade.

Uma outra definição mais recente de construção sustentável foi defendida pelo grupo de investigação *Construction and City Related Sustainability Indicators* (CRISP), afirmando que “*com a construção sustentável pretende-se que os produtos da indústria da construção satisfaçam os necessários requisitos funcionais com o menor impacte ambiental possível, enquanto promovem melhorias a nível económico, social e cultural à escala local, regional e global*”. A Organização de Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) atribui a qualificação de edifício sustentável ao edificado que minimiza os impactes ambientais à escala local, regional e global, reduz o consumo de recursos e otimiza a qualidade de ambientes exteriores e interiores (Mateus, R., 2009).

Outra proposta para o estabelecimento dos princípios da construção sustentável, define 9 prioridades a ter em consideração, na fase de projeto de uma construção (Mateus, R. & Bragança, L., 2006). Esta listagem de especificações sustentáveis engloba a vertente ambiental, exemplificando-se a redução do consumo de energia e água; a vertente social, incluindo-se a garantia de salubridade dos edifícios; e a vertente económica, contabilizando, entre outros, a minimização dos custos de ciclo de vida (Figura 2.10).



Figura 2.10 – Princípios para a construção sustentável em fase de projeto (Mateus, R., 2009)

Além dos princípios a ter em conta já mencionados, é necessário destacar que a responsabilidade ao nível da sustentabilidade dos intervenientes da indústria da construção representa-se, não só na fase de projeto, mas em todo o ciclo de vida dos edifícios, adotando abordagens equilibradas que inserem a construção sustentável em todas as fases de vida de uma construção (Mateus, R. & Bragança, L., 2006). Estas fases passam pelo projeto, construção, operação, manutenção, demolição e deposição (Figura 2.11).

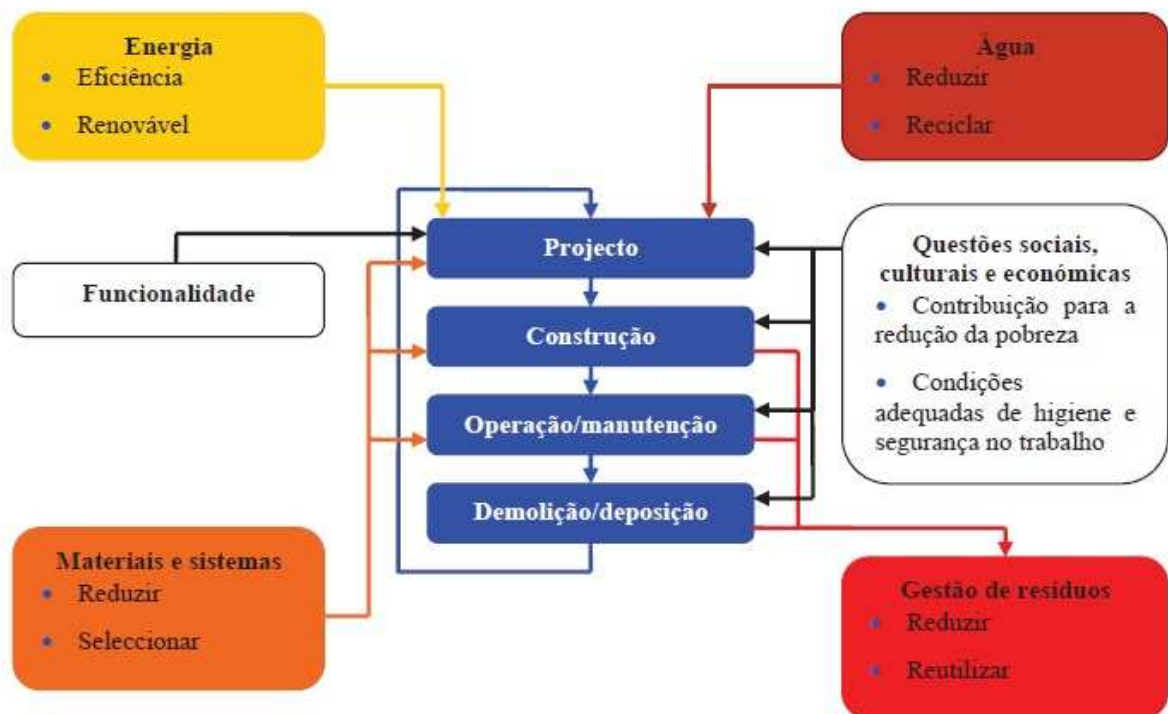


Figura 2.11 – Ações e posicionamentos sustentáveis a adotar ao longo do ciclo de vida de uma construção (Mateus, R., 2009)

2.4. IMPACTES AMBIENTAIS NO SETOR DA CONSTRUÇÃO

2.4.1. EXTRAÇÃO E CONSUMO DE MATÉRIAS-PRIMAS

Os materiais de construção produzem diversos impactes no ambiente, sendo que, o mais óbvio e principal, está ligado ao consumo de recursos e matérias-primas, nos respetivos processos de fabrico. Meadows refere que, apesar de o consumo de matérias-primas não renováveis ou de difícil renovação ser uma das causas mais diretas de impacte ambiental, a própria extração das matérias-primas acaba por se apresentar como a causa mais forte para a ocorrência de degradação e prejuízo ambiental. As causas que implicam a afetação do meio ambiente são (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010):

- O esgotamento de matérias-primas não renováveis ou de difícil renovação;
- A degradação dos ecossistemas nos locais de extração;
- As grandes quantidades de resíduos gerados pelo processo de extração;
- Os acidentes ambientais associados a esses resíduos.

Withmore, por sua vez, indica que, em média e para o ano 2000, a atividade extrativa de minérios atingiu um aproveitamento de 15%, ou seja, por cada 15 toneladas de matéria-prima extraída foram produzidas 85 toneladas de resíduos minerais (Tabela 2.4). O tratamento dado a estes resíduos é, na maior parte dos casos, o transporte para aterros. Estes aterros e depósitos acabam por constituir grandes riscos para a qualidade ambiental das zonas onde estão inseridos, tanto ao nível da degradação de ecossistemas, como ao nível de riscos de acidentes ambientais (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

Tabela 2.4 – Quantidade de matérias-primas extraídas em 1995 e respetiva percentagem de desperdício (Gardner, G. [et al.], 1998)

Matéria-prima	Quantidade Extraída (Milhões de Toneladas)	Quantidade Desperdiçada (%)
Alumínio	869	70,00
Chumbo	1077	97,50
Cobre	11026	99,00
Estanho	195	99,00
Ferro	25503	60,00
Manganês	745	70,00
Níquel	387	97,50
Tungsténio	125	99,75
Zinco	1267	99,95

Além do objetivo associado à redução do consumo de matérias-primas não renováveis ou de difícil renovação, existem outros objetivos a cumprir que passam por promover a utilização de materiais (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010):

- Não tóxicos ou de baixa toxicidade;
- De baixa energia necessária à sua produção, transporte e utilização;
- Com capacidade reciclável;
- Com capacidade para a sua reutilização;
- Cujas matérias-primas base sejam renováveis;
- Que estão associados a baixas emissões de GEE, na sua produção e manuseamento;

- Durabilidade;
- Cuja escolha inclua a avaliação dos respetivos ciclos de vida.

Em Portugal, a construção assume-se como um dos setores económicos que mais potencia a indústria da extração, como evidenciam as estatísticas de 2011 apresentadas na Figura 2.12.



Figura 2.12 – Produção de minérios em 2011 e respetivas finalidades (DGEG, 2012)

2.4.2. ENERGIA CONSUMIDA NA CONSTRUÇÃO

2.4.2.1. Enquadramento

O desenvolvimento sustentável encontra um grande obstáculo na grande procura energética existente, em todo o globo, no crescimento populacional previsto e no correspondente aumento da população com acesso a eletricidade, estimando-se que esta procura aumente 40% até 2030. A produção de energia, além de acarretar problemas ambientais óbvios pelo consumo de recursos não renováveis, causa uma intensa degradação ambiental pela elevada emissão de GEE. Grande parte da emissão deste tipo de gases é gerada nos processos industriais de queima de carvão e gás nas centrais termoelétricas, no setor dos transportes e em diversas indústrias. (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

Em Portugal, apesar de já existir um grande número de infraestruturas de energias renováveis, acabam por não ser suficientes face à grande procura e dependência energética portuguesa. De 1995 a 2005, a riqueza nacional cresceu cerca de 28%, contudo, o crescimento da fatura energética quase atingiu os 400% no mesmo intervalo de tempo. A subida foi de 1.500 para 5.500 milhões de dólares, sendo que, em 2007, já era de 10.000 milhões de dólares (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

Mesmo que nos próximos anos haja um incremento previsível da produção de energia renovável, o recurso a energias não renováveis vai-se manter e todos os riscos ambientais a que estão associadas as emissões de gases poluentes vão persistir. Este facto é preocupante visto que, em Portugal, grande parte da energia consumida advém das centrais termoelétricas. Esta fonte de energia é produzida através da combustão de recursos fósseis, sendo um dos principais processos energéticos que mais emite gases poluentes (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

Analisando todos os subsectores integrantes da indústria da construção que intervêm direta ou indiretamente nas emissões de GEE, o setor habitacional sobressai, apresentando consumos ao longo de todo o seu ciclo de vida de 25% a 40% do total da energia produzida (OCDE, 2003). Entende-se, assim, facilmente, a sua importância, sendo que uma minimização dos consumos deste subsector pode

significar uma grande redução das emissões de GEE. Estudos indicam que a redução de 20% da energia consumida, no subsector habitacional, em Portugal, resultaria numa diminuição direta de 340 milhões de toneladas emitidas de CO_2 (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

2.4.2.2. Energia Incorporada nos Materiais de Construção

O conceito de energia incorporada de um material enquadra-se na energia consumida em todo o ciclo de vida útil do mesmo. Contudo, existem diferentes perspetivas para analisar o ciclo de vida útil dos materiais (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010):

- *Cradle to gate;*
- *Cradle to site;*
- *Cradle to grave.*

A primeira abordagem insere-se na energia consumida por um dado material de construção, desde a extração da matéria-prima até ao portão da fábrica, incluindo o processo produtivo. Estudos indicam que esta energia incorporada, quantificada por *cradle to gate*, representa 85 a 95% da energia total incorporada num material de construção, sendo que a restante percentagem está envolvida nas seguintes fases, até à demolição/desconstrução ou mesmo reciclagem (Berge, B., 2009).

Na segunda abordagem, “a energia incorporada nos materiais de construção engloba a energia utilizada na extracção de matérias-primas, na fase de produção, no transporte e na aplicação dos materiais em obra” (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

A terceira abordagem engloba todos os consumos energéticos do material de construção, desde a extração das matérias-primas, até à sua deposição, incineração ou reciclagem, incluindo a produção, transporte, aplicação e utilização (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

Genericamente, a análise da energia incorporada dos materiais de construção acaba por depender dos processos de extração, produção, transporte, execução e desconstrução/demolição utilizados, com especial relevância para as três primeiras fases, como já foi mencionado.

Em Portugal, foram publicados valores associados à energia despendida nos processos de produção de alguns materiais de construção, no âmbito do Regulamento de Gestão do Consumo de Energia (Tabela 2.5).

Tabela 2.5 – Energia consumida na produção de alguns materiais de construção (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010)

Material	Energia Consumida
Clínquer para cimento normal	92 kgep por tonelada
Clínquer para cimento branco	226 kgep por tonelada
Moagem do clínquer	11 kgep por tonelada
Cal hidráulica	33 kgep por tonelada
Tijolos e aboadilhas de barro	45 kgep por tonelada
Telhas de barro	60 kgep por tonelada
Pavimentos de barro	60 kgep por tonelada
Pavimentos porcelânicos	190 kgep por tonelada
Chapa de vidro simples	200 kgep por tonelada
Aglomerado negro de cortiça	50 kgep por metro cúbico

Material	Energia Consumida
Painéis aglomerados de fibras de madeira	310 kgep por tonelada
Painéis aglomerados de partículas de madeira	90 kgep por tonelada

A energia consumida no transporte dos materiais também é relevante para uma quantificação correta da energia incorporada, sendo que, obviamente, essa quantificação estará dependente do tipo de transporte associado a um determinado material, podendo ser aéreo, marítimo, rodoviário ou ferroviário. Berge, B. (2009) apresentou valores de energia consumida, tendo em consideração o tipo de transporte e o combustível utilizado (Tabela 2.6).

Tabela 2.6 – Tipos de transporte e energias consumidas associadas (Berge, B., 2009)

Tipo de Transporte	Energia Consumida [MJ/(ton.km)]
Por ar	33 a 36
Por rodovias, a gasóleo	0,8 a 2,2
Por ferrovias, a gasóleo	0,6 a 0,9
Por ferrovias, a eletricidade	0,2 a 0,4
Por mar	0,3 a 0,9

Facilmente, consegue-se discernir a forte influência que esta componente tem nos valores totais da energia incorporada associada aos materiais de construção. Assim, torna-se preponderante a utilização de materiais locais (mais próximos da área de realização da obra), reduzindo os percursos de transporte (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

Para se ter uma melhor ideia da energia incorporada nos materiais de construção, é apresentada uma lista (Tabela 2.7) aceite por vários autores, referente à abordagem *cradle to gate* (Alcorn, A., 2003).

Admitindo como valor de referência o consumo energético de uma lâmpada de 15 W, esta, para consumir 1 MJ de energia, em termos médios, necessitaria de estar ligada, ininterruptamente, cerca de 1852 horas, ou seja, mais de 77 dias.

Tabela 2.7 – Energia incorporada em materiais de construção pela perspetiva *cradle to gate* (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010)

Material	Energia Incorporada [MJ/kg]
Agregados em geral	0,1
Alumínio extrudido	201
Alumínio reciclado	8,1
Asfalto	3,4
Betume	44,1
Cimento	7,8
Argamassa de cimento	2,0

Material	Energia Incorporada [MJ/kg]
Betão pronto	1,3
Bloco de betão	0,94
Tijolo cerâmico	2,5
Telha cerâmica	0,81
Blocos de adobe estabilizados com cimento	0,42
Taipa estabilizada com cimento	0,8
Vidro	15,9
Estuque	4,5
Painel de gesso	6,1
Aço	32
Aço reciclado	10,1
Pedra local	0,79
Pedra importada	6,8
Zinco	51
Contraplacado	10,4
Poliuretano	74
PVC	70

Outro estudo refere que, entre as alvenarias analisadas, os tijolos cerâmicos apresentam-se como os que incorporam maior energia no seu ciclo de vida, abrangendo as fases de produção, transporte e aplicação em obra (Tabela 2.8).

Tabela 2.8 – Tipos de alvenaria e respetivas energias incorporadas (Reddy, B. & Jagadish, K., 2003)

Tipos de Alvenaria	Energia Incorporada [MJ/m ³]
Tijolos cerâmicos	2141
Blocos de betão	819
Blocos de solo-cimento	646
Blocos autoclavados	1396

Berge, B. (2009) analisou diversas soluções de revestimento de piso, chegando à conclusão que, em muitos casos, pode ser mais adequada a escolha de um material com maior energia incorporada, como o betão, mas que apresente menor energia incorporada associada ao transporte do que outro material com processos de produção de baixo consumo de energia, mas que estejam muito afastados do local de construção e levem a grandes dispêndios de energia na fase de transporte.

Segundo alguns autores, na França, através de uma seleção exigencial sustentável dos materiais a utilizar, conseguiu-se uma minimização de 215% na energia incorporada na construção devido à

utilização, em obra, de materiais locais. Já, na Holanda, especialistas indicam que seria possível diminuir em 50% as emissões de CO_2 , bastando para isso incrementar a aplicação de madeira na construção residencial. Segundo Thomark, uma seleção cuidada e rigorosa de materiais de construção pode minimizar em cerca de 17% a energia incorporada na construção dos edifícios. Outros estudos referem que uma escolha adequada dos materiais de construção, além das reduções de energia incorporada, pode acarretar uma diminuição da emissão de CO_2 em 38 toneladas. Assim, é demonstrado, de forma inequívoca, que a seleção exigencial de materiais para a construção pode ser preponderante para a minimização da energia incorporada das construções, emissão de CO_2 e, consequente, redução dos impactes ambientais associados (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

2.4.2.3. Energia Consumida na Fase de Utilização dos Edifícios

Diversos estudos indicam que a generalidade da população passa cerca de 85% a 90% do tempo em espaços construídos, incluindo habitação, escritórios, serviços e tempos livres (Duarte, T., 2009). Esta elevada taxa de utilização leva a que a fase de operação de um edifício, com uma vida útil de 60 anos, seja responsável por mais de 90% dos impactes energéticos associados, e, em Portugal, corresponda a 62% da energia elétrica nacional consumida (Duarte, A. [et al.], 2011).

Outro estudo refere que a energia total incorporada dos materiais de construção atinge cerca de 12,55% a 18,50% da energia de utilização em edifícios de escritórios cuja vida útil é de 50 anos (Dimoudi, A. & Tompa, C., 2008). Já Thomark, C. (2006) indica que, nas habitações, com um ciclo de vida de 50 anos, os consumos energéticos em fase de utilização atingem 85% a 95% da totalidade de impactes energéticos. Em Portugal, estima-se o consumo, em fase de utilização, num edifício convencional, com 50 anos de vida útil, como 10 vezes superior à energia incorporada em materiais constituintes do edifício (Mota, L. & Mateus, R., 2011).

Com estas conclusões, gerou-se uma preocupação generalizada sobre o tema, tomando-se diversas práticas no sentido de reduzir os consumos de energia em fase de utilização, essencialmente, ao nível dos gastos para conforto térmico. Passaram, assim, a ser aplicadas maiores espessuras de materiais de elevada resistência térmica, de forma a aumentar a eficiência energética dos edifícios na sua fase de operação (Figura 2.13). Contudo, esses materiais acabam por possuir uma elevada energia incorporada, resultando, deste modo, num efeito contraproducente de aumento da energia incorporada nos mesmos, sem que, no limite, esse aumento seja compensado pela redução do aumento da energia consumida na fase de utilização (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

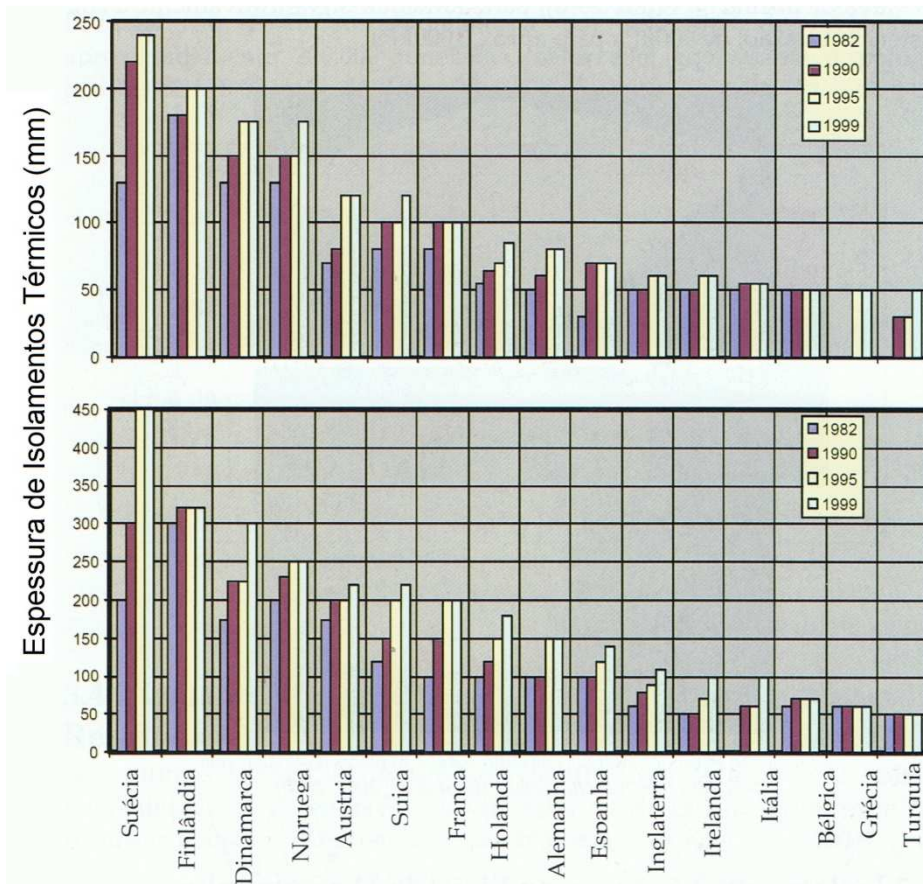


Figura 2.13 – Evolução das espessuras dos isolamentos térmicos: em cima, soluções em paredes; em baixo, soluções em coberturas (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010)

Seguindo a problemática mencionada, os desenvolvimentos efetuados deixaram de incidir apenas na capacidade de eficiência térmica dos materiais, acumulando, também, preocupações ao nível da energia incorporada.

O tipo de material em questão, com eficiência térmica, é, efetivamente, o isolante térmico, definido como “o material de condutibilidade térmica inferior a $0,065 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$, ou cuja resistência térmica é superior a $0,30 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C/W}$ ” (RCCTE, 2006). Entre a grande variedade de materiais de isolamento térmico utilizados, em Portugal, destacam-se as (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010):

- Placas de poliestireno expandido moldado;
- Mantas ou placas de lã mineral;
- Placas de poliestireno expandido extrudido;
- Placas de aglomerado de cortiça expandida;
- Espuma rígida de poli-isocianurato ou poliuretano.

Todavia, os elementos referidos, na sua maioria, apresentam níveis tóxicos prejudiciais e que, portanto, têm de ser tidos em conta na altura da seleção dos materiais a incorporar numa construção sustentável. A nova premissa veio inserir uma preocupação adicional. Estas três necessidades de materiais de baixa energia incorporada, com elevada eficiência térmica e sem riscos toxicológicos levaram ao desenvolvimento de novas soluções, contribuindo para a sustentabilidade no setor da construção. Entre os novos isolamentos inovadores estão os isolantes de origem natural ou compostos

por resíduos utilizados noutras indústrias, os painéis de vácuo e os *Phase Change Materials* (PCM). Apesar do aparecimento de novos tipos de soluções, estas, ainda, possuem muitas limitações no que toca a questões económicas e funcionais, mantendo-se um grande espaço para a inovação e desenvolvimento de isolamentos térmicos de elevado desempenho ao nível da sustentabilidade (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

2.4.3. DURABILIDADE

A durabilidade é descrita, na norma ISO 15686, como “*a capacidade de um edifício ou de uma parte do edifício desempenhar a sua função durante um determinado intervalo de tempo sob determinadas condições de serviço*” (ISO, 2000).

Facilmente se percebe que, um material com uma baixa durabilidade significa um ciclo de vida muito limitado, inserindo, assim, a curto prazo, uma panóplia de operações para a sua manutenção, reabilitação ou substituição, que levam a um exagerado consumo energético e de recursos, e outras consequências prejudiciais. Esta problemática tem de ser tida em consideração para a sustentabilidade das construções visto ser uma componente de grande relevância para o impacto energético e económico de um edifício, pondo em causa o seu desempenho ambiental, mesmo que o seu nível de energia incorporada seja reduzido (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

Atualmente, existem vários tipos de soluções tecnológicas, como a construção modular, que facilitam a substituição de peças e elementos construtivos, minimizando eventuais consumos energéticos e de recursos. Contudo, estes mantêm-se, sendo sempre preferível uma solução de elevada durabilidade. Alguns autores demonstram, claramente, a importância que a durabilidade tem para a construção sustentável, referindo que o aumento da durabilidade do betão, de 50 para 500 anos, resultaria num impacto ambiental 10 vezes inferior (Mora, E., 2007).

No entanto, um edifício, em que a totalidade das respetivas componentes possua uma durabilidade semelhante a uma vida útil elevada, correspondente àquela para que a construção foi concebida, pode gerar desequilíbrios económicos e funcionais (ISO, 2000). A ISO 15686 propõe valores mínimos de vidas úteis das principais componentes das construções, dependendo do tempo de ciclo de vida do edificado, estabelecido em projeto (Tabela 2.9).

Tabela 2.9 – Valores mínimos propostos para as vidas úteis das componentes das construções, em anos (ISO, 2000)

Vida Útil de Projeto	Componentes Estruturais ou Inacessíveis	Componentes cuja Intervenção é Dispendiosa ou Difícil	Componentes Substituíveis do Edifício	Instalações e Equipamentos
Ilimitada	Ilimitada	100	40	25
150	150	100	40	25
100	100	100	40	25
60	60	60	40	25
25	25	25	25	25
15	15	15	15	15
10	10	10	10	10

No Japão, foram recomendados, pelo *Principal Guide for Service Life of Japan*, valores médios para o tempo de vida útil das soluções construtivas integrantes do parque edificado, tendo em conta diferentes tipos de funcionalidades das construções (Tabela 2.10).

Tabela 2.10 – Vida útil média recomendada para diferentes tipos de soluções construtivas, em anos (Matos, M., 2007)

Soluções Construtivas	Funcionalidade da Construção			
	Habitacões	Escritórios	Hospitais	Escolas
Todo o edifício	62	53	55	44
Cobertura plana	26	24	32	23
Cobertura inclinada	43	41	46	38
Sistema de fachada	48	42	43	34
Janela	45	35	32	29
Porta interior	39	30	36	26
Compartimentação	48	35	43	30
Elementos metálicos de amarração	32	22	21	24
Ar condicionado	40	31	24	26
Torneiras	23	17	15	18

A durabilidade dos materiais de construção é vital para o estudo correto dos desempenhos ambientais de elementos construtivos. Mesmo os materiais reciclados devem ser analisados quanto à sua durabilidade, validando ou não as aparentes vantagens ambientais que estes demonstram (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

2.4.4. TOXICIDADE DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

2.4.4.1. Enquadramento

Nas construções mais antigas, os materiais incorporados eram naturais. Contudo, nas construções recentes, associadas a novos padrões de vida mais exigentes, predominam novas soluções tecnológicas, que conciliam químicos e metais pesados capazes de contaminar o ar interior das habitações e as águas de abastecimento. Como consequência, a saúde dos ocupantes pode ser prejudicada, potenciando a ocorrência de (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010):

- Irritações dos olhos, pele e vias respiratórias;
- Problemas digestivos, cardíacos, renais e hepáticos;
- Enxaquecas;
- Desconforto;
- Distúrbios no sistema nervoso e hormonal;
- Problemas cancerígenos.

Além desta toxicidade presente nos materiais incorporados nas construções, também existem grandes perigos tóxicos na produção de materiais de base química. Na sua produção, são emitidos vários poluentes e resíduos tóxicos que originam impactes ambientais significativos.

Dos poluentes e agentes agressores referidos destacam-se os (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010):

- Organoclorados (dioxinas e furanos);
- Ftalatos;
- Compostos orgânicos voláteis (COV's);
- Fumos tóxicos em caso de incêndio;
- Substâncias radioativas;
- Substâncias que contêm amianto;
- Chumbo.

Os Organoclorados (dioxinas e furanos) são resíduos químicos resultantes da produção industrial de materiais que envolvem o cloro, como o policloreto de vinilo. Possuem um elevado grau de toxicidade com graves riscos para a saúde (IARC, 1999). Além disto, afetam, ainda, ecossistemas naturais (Tillitt, D. [et al.], 1993). Vários cientistas já defendem a erradicação do cloro nos processos industriais que o incluem (Flores, A. [et al.], 2004).

Os Ftalatos são substâncias químicas associadas ao ácido ftálico usado para aumentar a flexibilidade de materiais plásticos. O nível tóxico destes compostos pode afetar a saúde humana (Swan, S., 2008).

Os Compostos Orgânicos Voláteis (COV's) são poluentes gasosos libertados por materiais associados a solventes orgânicos como as tintas e vernizes. Intervêm na criação do ozono troposférico que incrementa o efeito de estufa. Com a agravante da tendência para a redução da ventilação no interior das habitações, de forma a minimizar perdas de calor, os COV's podem afetar a saúde dos utentes (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

Outros elementos de risco com um razoável grau de preocupação são os materiais que, em caso de incêndio, libertam substâncias tóxicas, os materiais de natureza radioativa e a presença de amianto e chumbo nas construções, que serão tratados, adequadamente, mais à frente.

A toxicidade dos materiais é um fator a ter em conta na seleção de materiais a utilizar nas construções. É necessário perceber o nível tóxico dos materiais, tanto na fase da sua produção, com impactes graves no ambiente e saúde dos operários envolvidos nos processos industriais, como na fase de aplicação e utilização, com a degradação da qualidade do ar e águas de abastecimento das construções. Assim, é necessário associar todos os produtos de construção aos seus índices toxicológicos e aos riscos que representam, antes de se proceder a uma seleção de materiais consciente (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

2.4.4.2. Tintas e Vernizes

Em 2006, foi imposto um novo decreto-lei em Portugal, Decreto-Lei n.º 181/2006, de 6 de Setembro, que especifica os teores máximos de COV's, em tintas e vernizes (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

As tintas e os vernizes, além da emissão de COV's, como já foi mencionado, ainda podem possuir metais pesados que podem potenciar doenças ao nível cancerígeno (Tabela 2.11).

Tabela 2.11 – Tintas e derivados contendo substâncias com potencial cancerígeno (adaptado de IARC (2010))

Substâncias com Potencial Cancerígeno	Materiais
Asbesto	Aditivos
Benzeno	Solventes e decapantes
Benzidina	Pigmentos

Substâncias com Potencial Cancerígeno	Materiais
Cádmio	Pigmentos
Chumbo	Primários, pigmentos e secantes
Cloreto de metileno	Decapantes
Compostos de Níquel	Pigmentos
Crómio	Primários e tintas
Estireno	Solventes orgânicos
Formaldeído	Tintas aquosas
Talco	Aditivos

2.4.4.3. Materiais Plásticos e Colas Sintéticos

Os materiais plásticos produzidos a partir de derivados do petróleo apresentam-se com uma fatia significativa dos materiais incorporados nas construções, sendo que o setor da construção e edifícios representou, em 2011, 20,5% do consumo europeu de plástico, num consumo global de 47 milhões de toneladas (Figura 2.14).

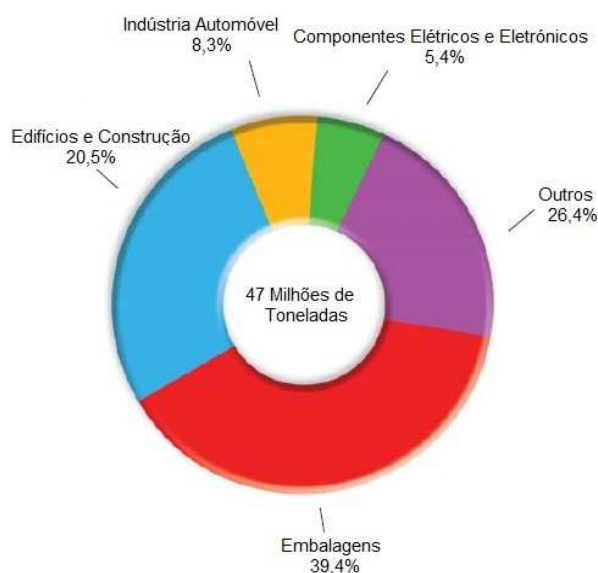


Figura 2.14 – Consumo europeu de plástico no ano de 2011 distribuído pelos principais setores económicos (adaptado de PlasticsEurope (2012))

O seu processo de produção passa pela formação de cadeias longas de monómeros que, na maioria das situações, são aditivados para vários objetivos como redução da rigidez, estabilização de radiação solar, redução de fumos, redução de ignição e outros, inserindo na sua constituição ftalatos e metais pesados (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

Segundo a associação internacional PlasticsEurope (2012), entre os plásticos mais consumidos, no setor da construção, está o poliestireno, o polietileno, o polipropileno, o poliuretano e o policloreto de vinilo.

O poliestireno é produzido através da polimerização do estireno e aplicado para fins de isolamento térmico das construções, por expansão ou extrusão. Contém aditivos de natureza antioxidante e retardadores de ignição. O seu processo de fabrico origina benzeno e outros contaminantes (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

O polietileno é produzido através da polimerização do etileno e contém alumínio, cloroparafinas, hidróxido de magnésio e aditivos de natureza antioxidante.

O polipropileno é produzido através da polimerização do propileno e contém compostos aditivados semelhantes ao polietileno.

O poliuretano é produzido através de isocianatos. A sua produção origina a criação de várias substâncias tóxicas como o fenól.

O policloreto de vinilo é produzido através da polimerização de cloreto de vinilo obtido a partir do cloro e derivados de petróleo, aplicando-se, essencialmente, a tubagens de água (Rahman, R., 2007). Apesar de não ser o plástico mais produzido, é, contudo, o maior responsável pela produção de organoclorados em volume (Thornton, J., 2002). Contém, ainda, estabilizadores à base de estanho que apresentam elevados níveis de toxicidade para o ambiente e para as populações, com risco de contaminação das águas de abastecimento (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

Além dos impactes tóxicos já referidos, os plásticos ainda têm a agravante de não serem biodegradáveis, implicando a emissão de poluentes aquando do final do seu ciclo de vida (Tokiwa, Y. [et al.], 2009).

As colas sintéticas possuem diversas aplicações na atividade da construção. São constituídas à base de epoxi, fenól e outras substâncias tóxicas, sendo a sua utilização representada por bastantes riscos para a saúde humana e potenciando o desenvolvimento de eczemas, dermatites, alergias e cancro (EPA, 2010).

2.4.4.4. Materiais Tóxicos em Caso de Incêndio e Materiais Contendo Substâncias Radioativas

Outro caso de toxicidade nas construções está associado à libertação de gases tóxicos devido à combustão de materiais incorporados. Alguns estudos indicam que, a maior parte das mortes em incêndios deve-se à inalação deste tipo de gases nocivos. Os mesmos estudos associam o aumento recente desse número de mortes à evolução das construções e dos materiais que as constituem, que são cada vez mais tóxicos e inflamáveis (Levin, B. & Kuligowski, E., 2005).

Um estudo recente, elaborado por Liang & Ho, analisou vários isolamentos térmicos, ao nível da sua toxicidade após combustão, e concluiu que o polietileno e o poliuretano ultrapassaram a marca máxima que delimita os materiais de baixa toxicidade dos materiais de alta toxicidade (Figura 2.15).

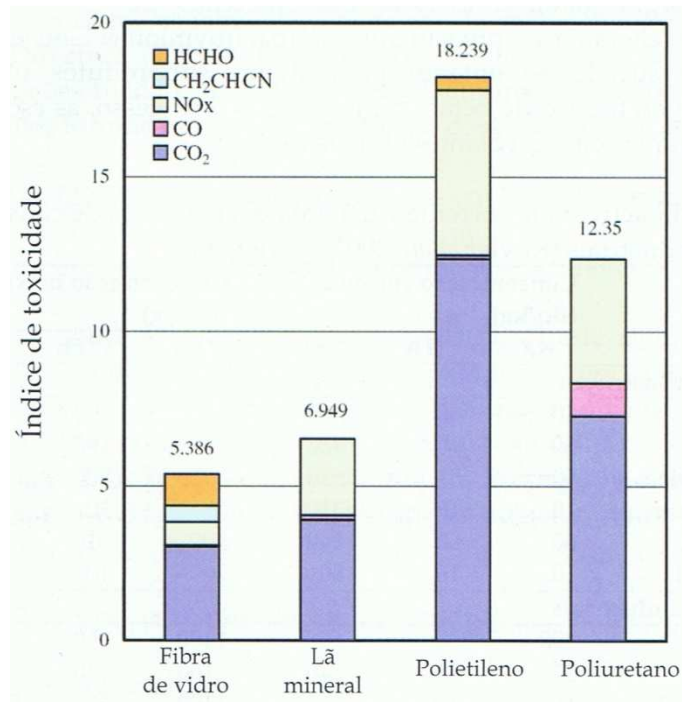


Figura 2.15 – Índices de toxicidade de vários isolamentos térmicos (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010)

A existência de materiais de construção com substâncias radioativas é, também, uma preocupação atual. O contacto de seres humanos com materiais de natureza radioativa é altamente prejudicial para a saúde, mesmo que esteja presente uma dose radiológica pequena, uma vez que o contacto por longos períodos de tempo pode potencializar o desenvolvimento de cancro (Markkanen, M., 1995).

Na atividade da construção, os materiais incorporados, de um modo geral, não representam níveis de radiação perigosos. Contudo, em alguns processos de produção são utilizados compostos radiológicos perigosos como fosfogesso, as escórias de alto-forno e algumas cinzas volantes, sendo o rádio (^{226}Ra) o elemento radiológico com índices mais preocupantes (Papaefthymiou, H. & Gouseti, O., 2008).

Outro dos elementos que causa apreensão é o radão (^{222}Rn) um gás natural radioativo, inodoro, incolor e insípido, encontrando-se em maiores concentrações nas rochas graníticas e dependendo da permeabilidade e porosidade das rochas e solos. O granito é uma pedra natural com grande variedade de aplicações na indústria da construção (ITN, 2005). Assim, foram designados, na Diretiva Europeia 90/143/EURATOM, os limites máximos das concentrações médias de radão para as construções futuras e existentes. O radão é apontado mesmo como o principal responsável pela exposição da população portuguesa a radiações ionizantes, com risco radiológico (Figura 2.16).

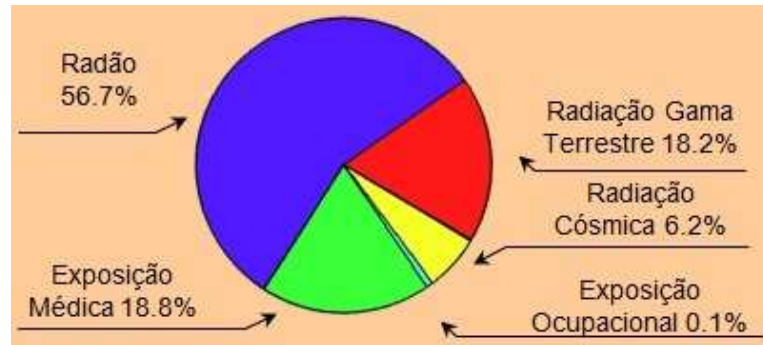


Figura 2.16 – Dose média de radiações ionizantes, com risco radiológico, em Portugal (ITN, 2005)

Há que ter em consideração que, sendo um gás, as concentrações de radão aumentam com a redução da ventilação interior das construções, facto preocupante visto que há atualmente uma maior tendência de minimizar custos energéticos, diminuindo as perdas térmicas, que são consequentes da ventilação interior das habitações (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

2.4.4.5. Materiais contendo Amianto ou Chumbo

A legislação portuguesa assume o amianto como fibras minerais com 5 μm de comprimento e um diâmetro inferior a 3 μm , pertencentes ao grupo da Serpentina e ao grupo das Anfíbolos. As suas principais propriedades passam pela elevada resistência à tração, facilidade para ser tecida e economia, fazendo com que a sua utilização se expandisse por toda a atividade da construção, para fins de isolamento térmico, anti-incêndio e fabrico de placas de fibrocimento. Só na década de 60 é que vários estudos estabeleceram pela primeira vez uma ligação entre várias doenças e a exposição ao amianto. Já na década de 80, foram aprovadas as primeiras diretivas da Comissão Económica Europeia, descrevendo os riscos inerentes à saúde pública e estipulando limites. Em Portugal, a legislação só passou a integrar regulamentos a este nível em 1989. De resto, os estudos realizados entretanto concluíram que todas as fibras de amianto representam riscos para a saúde pública (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

Em 2003, foi aprovada uma nova diretiva, desta feita, a proibir a extração de amianto e a sua aplicação. Em Portugal, a diretiva referida passou para decreto-lei em 2007, estabelecendo um limite de exposição de 0,1 fibra/ cm^3 . Contudo, um estudo elaborado por Pereira, L. (2008), veio expor a falta de conhecimento entre os agentes da construção dos materiais que contêm amianto.

Este desconhecimento é factual quando se percebe que, em Portugal, existem 60 milhões de m^2 de coberturas em fibrocimento cuja constituição inclui o amianto (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

O chumbo é um material com boas propriedades, desde a maleabilidade à anti-corrosão. A sua utilização data da época do Império Romano e passou pela aplicação em canalizações de abastecimento de águas (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010). Contudo, vários autores defendem que devido à formação de uma corrosão superficial no material e consequente diluição da mesma, o chumbo pode provocar a contaminação das águas de abastecimento, originando riscos para a saúde pública (Zietz, B. [et al.], 2009).

Na Europa, o chumbo é um material ainda com grande predominância, sendo estimada a existência de 30 milhões de metros de rede de abastecimento de águas, em chumbo. Em Portugal, um inquérito

realizado em 1995 indicava a existência de 1.177.300 metros de canalizações de água, constituídas por chumbo (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

2.4.5. RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO – RCD

2.4.5.1. Enquadramento

Os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) e o seu tratamento possuem uma grande significância, no âmbito da construção sustentável. Todavia, apesar de ser uma preocupação cada vez maior, existe, ainda, pouca informação e estatísticas consensuais e fiáveis na grande parte dos países (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

Em Portugal, a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) divulgou alguns valores da produção de RCD na Europa, referindo que, por ano, são produzidas cerca de 290 milhões de toneladas, 22% do total mundial. Contudo, comprovando as dificuldades de fiabilidade deste tipo de dados, estatísticas mais recentes indicam que o valor anteriormente referido atinge apenas os 100 milhões de toneladas por ano. A mesma entidade, com base nas proporções de RCD na Europa, indica uma produção de 7,5 milhões de toneladas anuais, em Portugal, valor este superior à média europeia (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

Já considerando os valores de reaproveitamento de RCD, constata-se uma grande diferenciação de país para país. A Dinamarca, a Holanda e a Bélgica são exemplos de grandes taxas de reaproveitamento, superiores a 80%, sendo que a média europeia situa-se nos meros 25% (Chini, A., 2005; Solís-Guzmán, J. [et al.], 2009). Portugal apresenta-se como um país com uma das mais baixas taxas de reaproveitamento RCD, acompanhado por Espanha, Grécia e Irlanda, atingindo, somente, 5% de RCD reaproveitados (Chini, A., 2005). Só recentemente foi promulgada legislação que visa a valorização e promoção da reciclagem de RCD. O facto de não existir legislação durante muitos anos, potenciou práticas de tratamento de RCD que passam pelo seu depósito em aterros (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

A gestão correta e rigorosa de RCD não pode ser valorizada, meramente, pela natureza ambiental que lhe está associada. Reside um grande valor económico na própria proteção dos ecossistemas naturais. Em 2004, a reciclagem de RCD, na Alemanha, resultou em 4.940 milhões de euros, originando entre 2000 e 2004 um crescimento de 3.643 postos de trabalho. Da mesma forma, estudos indicam que a reutilização de RCD alemã pode traduzir-se numa poupança económica de 50% dos custos de investimento. A agência ambiental dos Estados Unidos da América *Environmental Protection Agency* (EPA) apresentou uma comparação entre a incineração, aterro e reciclagem de resíduos, enquadrando a criação de postos de trabalho. Indica que por cada 10.000 toneladas de resíduos é criado um posto de trabalho, em caso de incineração, 6 postos de trabalho, em caso de aterro, e 36 postos de trabalho, em caso de reciclagem (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

2.4.5.2. Regulamentação no Âmbito da Gestão dos RCD

Em Portugal, no dia 5 de Setembro de 2006, foi promulgado o Decreto-Lei n.º 178/2006. Esta foi a primeira ferramenta legislativa portuguesa a regular a gestão de resíduos. Seguindo a tendência, foi promulgado o Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de Março, alterado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de Junho que visa estabelecer o regime das operações de gestão dos RCD.

Alguns autores referem, contudo, vários pontos negativos da legislação portuguesa. Ao impor um custo de 2,00€ por tonelada de RCD depositados em aterro, acaba por promover este tipo de

tratamento, desvalorizando a reciclagem que pode acarretar mais vantagens de todos os tipos. Noutros países, os custos de deposição de RCD são altos, levando, em muitos casos, a ser mais económico a reciclagem dos RCD. O Plano de Prevenção e Gestão (PPG) é uma disposição imposta positiva mas que, no entanto, não é aplicada a obras particulares; segundo a atual legislação, só é requerida para obras públicas (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

Todavia, esta regulamentação acaba por ser bastante significativa para qualquer empreendimento de construção. No âmbito do Decreto-Lei n.º 46/2008, é obrigatório que se executem os trâmites definidos no regime de gestão de RCD, sendo que, se este último não for cumprido, não é emitido o alvará necessário à execução do respetivo empreendimento.

Em 2008, foi publicada a Diretiva N°2008/98/CE, que é passível de transposição para a legislação dos países da Comunidade Europeia. Nesta diretiva, é definido uma meta na reciclagem de RCD de 70% até 2020. Embora seja um incentivo bastante positivo, no âmbito da construção sustentável, o prazo definido acaba por ser demasiado alargado, tendo em conta que em muitos países este nível de exigência já é imposto (CE, 2008; Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

2.4.5.3. Desconstrução, Triagem, Reciclagem e Reutilização

As práticas da construção passada inseriam, como o principal fator a ter em conta, na fase de demolição de um edifício, a minimização do tempo dispendido nessas operações, o que gerava o depósito indiferenciado dos RCD. Todavia, com as novas imposições legais e responsabilidades ambientais, iniciou-se uma preocupação com a separação, o reaproveitamento e a reciclagem desses resíduos, inserindo, no contexto da construção, o conceito da demolição seletiva ou desconstrução (Teodoro, N., 2011).

Este conceito passa pela desmontagem do edifício no sentido contrário ao da sua construção. Todavia, esta prática, quando comparada com a demolição corrente, apresenta-se mais morosa e menos económica. Com isto, para promover a desconstrução em detrimento da demolição, é necessário criar um sistema de incentivos de forma a premiar tal prática (Lourenço, C., 2007).

A demolição seletiva de um edifício, embora seja executada na última fase do seu ciclo de vida, revela as opções tomadas, já desde a fase de projeto que permitiram que todo o processo fosse viável, seguindo princípios rigorosos e adequados de desconstrução. Os princípios passam pela (Teodoro, N., 2011):

- Utilização de materiais reciclados e recicláveis;
- Minimização do número de tipos de materiais a incorporar na construção;
- Evitação de materiais tóxicos e perigosos;
- Evitação de materiais compósitos e produtos que não podem ser separados;
- Evitação de acabamentos secundários;
- Disponibilização de uma identificação permanente dos diversos materiais;
- Minimização do número de diferentes componentes;
- Incentivo a ligações mecânicas em detrimento das ligações químicas;
- Utilização de edifícios de sistemas abertos, com partes que podem mudar de função;
- Utilização da construção modular;
- Utilização de tecnologias de desconstrução compatíveis com as práticas construtivas;
- Separação da estrutura dos revestimentos;
- Garantia de acesso a todos os componentes do edifício;
- Conceção de componentes para serem usados manualmente;

- Adoção de tolerâncias que permitam a desconstrução;
- Minimização do número de rebites e outros conectores;
- Minimização do número de tipos de conectores;
- Conceção de conectores e ligações para suportar operações repetidas de construção e desconstrução;
- Adoção da desconstrução paralela;
- Disponibilização de uma identificação permanente de cada componente;
- Utilização de soluções estruturais normalizadas;
- Utilização de materiais leves;
- Identificação permanente da zona de desconstrução;
- Disponibilização de peças para substituição e o local para o seu armazenamento;
- Organização e arquivo da informação do edifício e respetivos processos construtivos.

A triagem e a reciclagem são fases essenciais na gestão dos RCD. A triagem engloba as operações de separação de resíduos, tendo em conta a sua natureza. O, já mencionado, Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de Março obriga a que todos os RCD depositados tenham de passar por esta etapa, em obra ou num operador especializado. A reciclagem foca-se no reaproveitamento dos RCD para novos fins e implica processos industriais para a transformação de resíduos recicláveis em produtos reciclados (Teodoro, N., 2011). Os exemplos mais correntes de reciclagem são betão e alvenarias que podem ser transformados em agregados reciclados úteis para diversos processos industriais de produção (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

A reutilização é o processo básico de reintroduzir, no sistema construtivo, um material já utilizado para a mesma ou outras funções. A grande diferença entre a reciclagem e a reutilização reside na não necessidade de novos processos de transformação, para esta última. Assim, compreende-se, facilmente, a preferência pela reutilização (Mateus, R., 2009; Teodoro, N., 2011).

2.5. CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

2.5.1. ENQUADRAMENTO

A certificação ambiental de materiais insere-se no reconhecimento das respetivas ecoeficiências. A definição de ecoeficiência data de 1991, referida pelo *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) e enquadra-se na “*disponibilização de bens e serviços a preços competitivos, que, por um lado, satisfaçam as necessidades humanas e contribuam para a qualidade de vida e, por outro, reduzam progressivamente o impacto ecológico e a intensidade de utilização de recursos ao longo do ciclo de vida, até atingirem um nível, que, pelo menos, seja compatível com a capacidade de renovação estimada para o planeta Terra*”. De uma forma geral, passa pela produção de materiais com menor consumo de recursos e menor geração de resíduos (Bidoki, S. [et al.], 2006; Verfaillie, H. & Bidwell, R., 2000).

Este conceito denota, no entanto, alguma inconsistência com o panorama ambiental existente. No período a que remonta, existia a noção de que era possível manter os ritmos de extração e consumo dos recursos naturais da Terra sem necessidade de minimizar eventuais impactes ambientais que, na época, eram desvalorizados. Nos anos seguintes, houve uma aceitação global das graves consequências que tais impactes provocam. Todavia, na definição referida, é possível constatar que, já em 1991, havia um reconhecimento de que os recursos explorados eram limitados e que os consumos deveriam ser compatibilizados com esses limites (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

Os materiais ecoeficientes são caracterizados pelos seus baixos impactes ambientais comparativamente com outros materiais alternativos, inserindo-se, desta forma, na certificação ambiental. Este tipo de produtos é bastante importante para a construção sustentável sendo, por isso, necessária uma quantificação dos impactes ambientais dos materiais, desde a fase de extração de matérias-primas, até ao seu destino final, *cradle to grave* (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

2.5.2. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA – ACV

No seguimento da necessidade da quantificação dos impactes ambientais inerentes aos materiais, foi desenvolvida, nos Estados Unidos da América, uma metodologia denominada Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), ou, em inglês, *Life Cycle Assessment* (LCA) cuja primeira utilização data de 1990.

A norma internacional ISO 14040 define a ACV como a “*compilação e avaliação das entradas, saídas e dos impactes ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida*” (ISO, 2008).

Contudo, a ACV acaba por ser uma metodologia com uma aplicação bastante complexa, visto que, para o seu processamento, assume a existência de grandes bases de dados sobre os impactes ambientais das diferentes fases de vida dos materiais, sendo este tipo de contabilização bastante moroso (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010). Além desta condicionante, existe sempre inerente um grau de incerteza, com a abordagem a impactes ambientais potenciais, e não absolutos ou precisos. Esta limitação é causada devido à (ISO, 2008):

- Natureza relativa dos impactes ambientais potenciais quando enquadrados numa unidade de referência;
- Inserção de dados e informações ambientais na vertente espacial e temporal;
- Incerteza associada à modelação de cenários de impacte ambiental;
- Existência da potencialidade de impactes ambientais no futuro.

Os impactes ambientais analisados pelas ferramentas ACV passam pelo (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010):

- Consumo de recursos não renováveis;
- Consumo de água;
- Potencial de aquecimento global;
- Potencial de redução da camada de ozono;
- Potencial de eutrofização;
- Potencial de formação de fumaças tóxicas;
- Toxicidade para saúde pública;
- Toxicidade para ecossistemas;
- Geração de resíduos;
- Uso de terra;
- Poluição do ar;
- Afetação de habitats.

Esta panóplia de vertentes intervenientes na degradação ambiental não possui, no entanto, pesos uniformes, sendo que algumas categorias são mais gravosas do que outras. Além deste facto, percebe-se que esta ponderação de importâncias ambientais está dependente do país a que se aplica, tendo em conta os diferentes contextos ambientais em que se enquadram (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

A utilização da metodologia ACV levou à criação de várias ferramentas informáticas que possibilitam uma avaliação ambiental dos impactes associados a diversos materiais de construção (Tabela 2.12). Porém, algumas destas ferramentas possuem uma limitação ao nível das bases de dados que lhe estão associadas, resultando em campos de aplicação restritos, nalguns casos apenas de escala nacional (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

Tabela 2.12 – Alguns exemplos de ferramentas informáticas ACV (CE, 2013; Mateus, R., 2009; Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010)

País	Ferramentas ACV
Alemanha	LEGEP
	LTE OGIP
	GaBi
	GEMIS
	LCA-Evaluator
	Umberto
Áustria	EcoSoft
	EcoScan
Canadá	Athena
Estados Unidos da América	BEES
	TEAM
	TRACI
Finlândia	BeCost
	KLC-ECO
França	EQUER
	Eco-Quantum
Holanda	GreenCalc
	SimaPro
	eVerdEE
Itália	TESPI
	AIST-LCA
Japão	JEMAI-LCA
	Envest
Reino Unido	WRATE
	EcoEffect
Suécia	WAMPS
	Eco-Bat
Suíça	Green-E

A metodologia ACV é globalmente aceite como a mais apropriada para a avaliação do desempenho ambiental dos materiais. Todavia, como já foi mencionado, apresenta diversos inconvenientes com os demorados processos de análise, as incertezas que lhe são inerentes e a dependência a que está sujeita, ao nível da existência de bases de dados de impactes ambientais associados aos vários produtos e materiais de cada país (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

2.5.3. RÓTULOS ECOLÓGICOS

No âmbito da avaliação do desempenho dos materiais ao nível da sustentabilidade, foi desenvolvida uma nova forma de certificação ambiental. A rotulagem ecológica permite que os consumidores tenham a garantia de responsabilidade ambiental de produtos, por um organismo independente (Figura 2.17). Assim, são obtidas vantagens na seleção de produtos mais sustentáveis para o ambiente no sentido em que, a escolha dos consumidores irá recair nos produtos com rótulos ecológicos em detrimento de outras alternativas não certificadas, com fraco desempenho ambiental (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

Contudo, estes símbolos representam análises ambientais simples, com uma avaliação apenas focada em algumas vertentes ambientais. Existe, ainda, segundo alguns autores, a agravante de ocorrerem influências oriundas de entidades de produtores que interfiram na imposição e definição dos requisitos ambientais mínimos exigidos por este tipo de certificação ambiental. Em simultâneo, não existe uma representação própria que defenda os interesses dos consumidores na definição desses requisitos ambientais. Segundo alguns autores, o campo de aplicação da rotulagem ecológica é criticável devido ao facto de não conseguir abordar todos os tipos de produtos, não se adequando a materiais com grande potencialidade para atingir um desempenho ambiental considerável (Ball, J., 2002). Outra inconsistência inerente a este processo de certificação de desempenhos ambientais é referente ao facto de os impactes ambientais analisados não incluírem a fase de transporte dos produtos. Assim, é possível que o produto possua um rótulo ecológico, embora possa vir a apresentar elevados consumos na fase de transporte. Pode-se concluir, então, que existe a possibilidade de materiais rotulados serem produzidos a grande distância e, dessa forma, com elevados impactes ambientais, possuírem um pior desempenho ambiental quando comparados com outros materiais não rotulados produzidos localmente (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

O Anjo Azul, em alemão, *Der Blaue Engel*, foi o primeiro sistema criado no âmbito da rotulagem ecológica. Este sistema foi desenvolvido na Alemanha e data de 1978, tendo já aplicado a 11.700 produtos de 125 categorias (não envolvendo produtos alimentares). Abrange critérios ambientais como a eficiência de utilização de recursos fósseis, a redução da emissão de GEE e a minimização dos consumos de matérias-primas não renováveis. Entre os materiais de construção analisados por este sistema de rotulagem estão revestimentos, isolamentos, adesivos e produtos de madeira (Der Blaue Engel, 2013).

A *Asociación Española de Normalización y Certificación* (AENOR) é uma entidade privada que criou, na Espanha, o seu próprio rótulo ecológico. A certificação ambiental de materiais é independente e já está inserida em mais de 90.000 produtos, com certificações em vários países. Os materiais de construção certificados passam por varões de aço, malhas eletrossoldadas, painéis, produtos betuminosos, plataformas elevadoras e agregados (AENOR, 2013).

No Canadá, foi também desenvolvido um sistema de rotulagem ecológica, em 1988. O rótulo Ecologo apresenta, hoje em dia, milhares de certificações ambientais e é a marca ecológica mais aceite na

América do Norte, sendo que, ao nível dos materiais envolvidos na indústria da construção, inclui adesivos, tintas, vernizes, revestimentos, isolamentos e aço (Ecologo, 2013).

Em 1989, num esforço conjunto entre Finlândia, Islândia, Noruega, Suécia e, mais tarde, Dinamarca, foi desenvolvido um novo rótulo ecológico nórdico denominado “O Cisne”, em inglês, “*The Swan*”. Abrange preocupações ambientais como energia incorporada, aspetos climáticos, consumo de água e geração de resíduos. Hoje em dia, são reconhecidos, com esta etiqueta, 63 categorias de produtos, sendo que, dos envolvidos no setor da construção, destacam-se madeiras, revestimentos, tintas, vernizes, adesivos e portas (Nordic Ecolabelling, 2013).

Na França, em 1991, foi criada a certificação ambiental NF *Environnement* pela entidade *Association Française de Normalisation pour la Certification (AFNOR Certification)*. Esta marca de certificação voluntária foca-se na garantia de conformidade dos produtos com critérios ecológicos estabelecidos e modos de utilização responsáveis, definidos através de negociações entre entidades industriais, representantes dos consumidores e especialistas do ambiente. Os produtos da construção certificados estão associados a tintas, vernizes, adesivos, acabamentos e solventes (AFNOR, 2013).

Em 1992, foi finalmente criado o rótulo ecológico europeu designado por Ecolabel que passa pela classificação ambiental de natureza voluntária de produtos com bons desempenhos ambientais nos respetivos ciclos de vida, excluindo alguns tipos de produtos como os alimentares, farmacêuticos e tóxicos. Ao nível do setor da construção inclui apenas tintas, vernizes e revestimentos (CE, 2013; Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

Concluindo, a rotulagem ecológica é bastante útil, no sentido em que, através de um processo mais simples de análise aos desempenhos ambientais dos produtos, transmite informação mais explícita. No entanto, além da possibilidade de não enquadrarem todas as áreas ambientais, os requisitos e exigências, que estão na base da avaliação às análises efetuadas, são dependentes de pressupostos que podem ser influenciados, transmitindo uma ideia enganosa de produtos sustentáveis quando não o são. Ao mesmo tempo, no setor da construção, a rotulagem ecológica, apesar de existir há mais de três décadas, ainda não alcançou a relevância pretendida para uma aplicação mais concreta e abrangente nas estratégias de construção sustentável. A contrariar esta tendência, apresenta-se, todavia, no panorama económico atual, uma competitividade intensa em que os rótulos ecológicos se podem traduzir num fator de diferenciação entre materiais. Prevê-se, então, que o número de produtos rotulados possa aumentar e tornar este sistema de avaliação ambiental de produtos mais significativo e eficaz (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).



Figura 2.17 – Logótipos dos rótulos ecológicos pela ordem de menção dada (Logomatic, 2012; Socinorte, 2013; Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010)

2.5.4. DECLARAÇÕES AMBIENTAIS DE PRODUTOS – DAP’s

Outra metodologia de certificação ambiental de materiais e produtos tem a forma de Declarações Ambientais de Produtos (DAP’s) ou, em inglês, *Environmental Product Declarations (EPD’s)*. Estes documentos contêm dados técnicos e dados sobre a ACV de um determinado produto, existindo, por

vezes, especificações relativas a impactos ambientais na fase de utilização. As informações fornecidas pelas DAP's têm como base os parâmetros e disposições fornecidos pelos fabricantes. Estes elementos estão enquadrados na norma internacional ISO 14025 e contêm valores de análise do ciclo de vida de materiais tendo em conta (Braune, A. [et al.], 2007):

- O consumo de energia não renovável;
- O consumo de energia renovável;
- O potencial de aquecimento global;
- O potencial de degradação da camada de ozono;
- O potencial de acidificação;
- O potencial de eutrofização;
- O potencial de criação de ozono fotoquímico.

As declarações ambientais podem ser de três tipos diferentes. As declarações do tipo I dizem respeito à identificação de um determinado produto com bom desempenho ambiental, dentro de um grupo de produtos semelhantes, tendo em consideração, não, necessariamente, a ACV do material, mas, sim, requisitos ambientais associados ao ciclo de vida do próprio. Este tipo de declaração enquadra-se na norma internacional ISO 14024 e está relacionado com os rótulos ecológicos, anteriormente descritos, sendo que a informação fornecida é bastante resumida, simples e objetiva (Gomes, I., 2012).

As declarações do tipo II são relativas às divulgações de informação dos próprios fabricantes, importadores ou distribuidores. Esta ferramenta visa, de uma forma geral, a auto declaração ambiental dos produtores sobre os seus materiais e centra-se na norma internacional ISO 14021 (Gomes, I., 2012).

As declarações ambientais do tipo III enquadram-se na norma internacional ISO 14025 e são as conhecidas DAP's, que contêm mais informação detalhada, pormenorizando desempenhos ambientais quantificados dos produtos ao longo do seu ciclo de vida. Esta informação tem base na aplicação da metodologia ACV e deve envolver dados a cerca do conteúdo de material reciclado ou da sua capacidade reciclável, da sua durabilidade, das suas condições de utilização, das suas operações de transporte, das respetivas manutenções e substituições, e do seu conteúdo energético recuperável. Todos estes dados tornam este tipo de declaração ambiental com capacidade para a comparação entre produtos (Gomes, I., 2012).

Contudo, as DAP's apenas estabelecem considerações e disposições capazes de servir de base a eventuais avaliações de desempenho ambiental, não garantindo por si só a certificação ambiental e resultando numa desvantagem quando comparadas com a rotulagem ecológica, declaração ambiental do tipo I (Torgal, F.P., 2012). Em simultâneo, existe ainda a agravante referente à utilização da metodologia ACV, originando inconvenientes inerentes a esta última ferramenta para a construção sustentável (Torgal, F.P. & Jalali, S., 2010).

3

MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES – MASC

3.1. ENQUADRAMENTO

Na Europa, o setor dos edifícios é um dos mais importantes ao nível dos impactos ambientais, podendo identificar-se uma constante implementação de práticas construtivas que concentram aspetos negativos como o uso de mão-de-obra não qualificada, o elevado consumo de energias não renováveis, o excessivo consumo de recursos e a exagerada produção de resíduos. As operações de construção nova e de reabilitação não são executadas de forma sustentável, essencialmente, devido à ideia generalizada e, por vezes, errada entre os intervenientes da construção, de que a sustentabilidade está diretamente associada a maiores custos. Desta forma, surgiu a necessidade de colmatar e mitigar este obstáculo. A Comunidade Europeia propôs-se, então, a promover a construção sustentável e as suas vantagens, com a implementação de incentivos e a criação e/ou revisão de normas e regulamentos na área da construção. Com a forte valorização da sustentabilidade, vários agentes aperceberam-se de como a vertente ambiental poderia funcionar como um parâmetro de diferenciação para o aumento da competitividade dos seus produtos, vulgarizando-se, deste modo, o mercado das soluções ambientais em que qualquer fabricante promove os elevados índices de sustentabilidade dos seus materiais. A avaliação da sustentabilidade das soluções construtivas e dos edifícios onde as mesmas são incorporadas traduziu-se, assim, numa ferramenta preponderante para a análise dos desempenhos ambientais das construções (Mateus, R. & Bragança, L., 2004).

Atualmente, encontram-se em todo o mundo Métodos de Avaliação da Sustentabilidade das Construções (MASC) desenvolvidos e em fase de desenvolvimento. Contudo, nenhum consegue atingir uma aceitação internacional unânime devido ao elevado grau de subjetividade inerente ao próprio conceito da sustentabilidade, sempre associado à grande diferenciação entre os panoramas ambientais, sociais e económicos, internacionais e/ou regionais. Estes problemas inserem grandes dificuldades para a obtenção de um MASC global, concreto e objetivo, para as dimensões ambientais, sociais e económicas que a sustentabilidade engloba. Na tentativa de atingir as pretensões referidas, os MASC continuam com novos aperfeiçoamentos e desenvolvimentos, abrangendo, também, novos campos de aplicação e aumentando a sua flexibilidade para a internacionalização pretendida (Mateus, R. & Bragança, L., 2004).

Na base do desenvolvimento e aplicação das ferramentas, estão indicadores da sustentabilidade que incorporam parâmetros mensuráveis, quantificáveis ou observáveis. Estes elementos caracterizam os edifícios para o enquadramento sustentável suscetível de avaliação. Devido à heterogeneidade entre as

importâncias atribuídas aos indicadores MASC, a atribuição de pesos ou fatores de ponderação permite uma avaliação da sustentabilidade mais correta e contextualizada com as deficiências e mais-valias ambientais de cada local onde se inserem construções (Mateus, R. & Bragança, L., 2004).

Seguidamente são apresentados os principais MASC internacionais e os dois principais MASC portugueses (Figura 3.1).



Figura 3.1 – Logótipos dos MASC tratados nesta dissertação (editado pelo autor)

3.2. BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT ENVIRONMENTAL ASSESSMENT METHOD – BREEAM

3.2.1 DESCRIÇÃO GERAL

O sistema BREEAM foi desenvolvido, em 1988, no Reino Unido, pela entidade *Building Research Establishment* (BRE). Destaca-se por ter sido o primeiro MASC e por ser, atualmente, mais utilizado em todo o mundo, contando com mais de 250.000 edifícios certificados e 1.000.000 registados. Dado o sucesso alcançado, foram desenvolvidas versões deste sistema de avaliação adaptados a diversos países europeus, nomeadamente, Alemanha, Espanha, Holanda, Noruega e Suécia (BREEAM, 2013).

Os objetivos deste sistema de avaliação, para a construção, passam pela promoção do desenvolvimento de práticas e posicionamentos sustentáveis, incutindo requisitos mais exigentes que os definidos pela legislação imposta e premiando as construções com melhor desempenho ao nível da sustentabilidade e menores impactes ambientais, em todas as fases do seu ciclo de vida. Assim, é possível a sensibilização da sociedade e de outros setores económicos para os benefícios que a sustentabilidade acarreta (BREEAM, 2008).

A metodologia BREEAM assenta no seguinte conjunto de princípios pretendidos (BREEAM, 2012):

- Garantia de qualidade através de medição acessível, equilibrada e holística dos impactes ambientais;
- Utilização de medições quantificadas para determinar a qualidade ambiental;
- Adoção de uma abordagem flexível;
- Utilização da melhor ciência disponível e das melhores práticas como base para a quantificação e calibração das performances padronizadas que definem a qualidade ambiental;
- Reflexão dos benefícios sociais e económicos que advêm do cumprimento das metas ambientais estabelecidas;
- Disponibilização de um enquadramento de avaliação destinado ao contexto local, envolvendo as vertentes de legislação, clima e características inerentes das práticas construtivas;
- Integração de profissionais da construção no desenvolvimento e processos de operação, visando a compreensão geral e acessibilidade a informação;
- Adoção de certificação que assegure independência, credibilidade e consistência;

- Adoção, sempre que possível, de ferramentas e práticas industriais, com base em técnicas reconhecidas e minimização de custos, que suportem desenvolvimentos nas políticas e tecnologias;
- Capacidade de informar os agentes da construção para as eventuais atualizações executadas nas metas e metodologias ambientais padronizadas, englobando legislação, política e mercado.

3.2.2. PROCEDIMENTOS DE APLICAÇÃO

Este sistema de avaliação da sustentabilidade abrange todo o tipo de construções desde do uso habitacional a serviços devido às adaptações impostas para os diferentes casos da indústria da construção. O seu funcionamento incide no cumprimento de requisitos exigenciais ambientais ordenados em categorias que leva à atribuição de créditos. As categorias são de grande importância para a classificação ambiental visto que concentram em si fatores de ponderação ou pesos, que permitem uma diferenciação das mesmas quanto à sua relevância perante o subsistema a que se referem. A combinação dos créditos atribuídos com as categorias ponderadas traduz-se numa classificação do desempenho ambiental do edificado (Pinheiro, M., 2006).

Em termos práticos, o sistema BREEAM é aplicado por profissionais independentes, formados pelo BRE. A avaliação realizada é auxiliada por guias onde são descritos os requisitos a analisar, a sua forma de análise e medição, e os procedimentos para verificação das avaliações a concretizar (Pinheiro, M., 2006).

O sistema BREEAM possui uma versatilidade bastante abrangente. Pode ser aplicado a diversos tipos de operações de construção, incluindo construção nova (*BREEAM New Construction*) e reabilitação (*BREEAM Refurbishment*) e, ainda, para o caso particular de edifícios de habitação (*BREEAM Code for Sustainable Homes/Ecohomes*). O seu campo de aplicação abrange também as fases de gestão em utilização (*BREEAM In Use*) e, por último, existe ainda uma versão deste sistema de avaliação cuja aplicação está associada à avaliação de planos de urbanização, de pormenor ou projetos de loteamento (*BREEAM Communities*). As avaliações para as várias tipologias dos edificados também são especificadas e adaptadas conforme as características inerentes respetivas (BREEAM, 2013).

A estrutura BREEAM para os seus diferentes subsistemas é, assim, definida (BREEAM, 2013):

- BREEAM Construção Nova;
 - o Tribunais;
 - o *Data Centres*;
 - o Educação;
 - o Saúde;
 - o Indústria;
 - o Multi-residencial;
 - o Escritórios;
 - o Outros Edifícios;
 - o Prisões;
 - o Comércio.
- BREEAM Comunidades;
- BREEAM Em Uso;
 - o Parte 1 - Características;
 - o Parte 2 - Procedimentos de Gestão;
 - o Parte 3 - Eficiência da Organização.

- BREEAM Reabilitação;
 - o Reabilitação Doméstica;
 - o Reabilitação Não Doméstica.
- Código para Habitações Sustentáveis.

3.2.3. CATEGORIAS, PONDERAÇÕES E CLASSIFICAÇÃO

Sendo o método BREEAM estruturado em diferentes subsistemas, as metodologias de avaliação diferem ao nível das áreas analisadas, formas de avaliação, ponderações respetivas e classificações aplicadas. Assim, são apresentados dois exemplos de estruturas de avaliação ambiental associadas aos subsistemas Código Para Habitações Sustentáveis e BREEAM Reabilitação Doméstica. Estes dois subsistemas vieram substituir, no ano de 2012, o anterior EcoHomes para a construção e reabilitação de habitações sustentáveis. Mais de 200.000 residências possuem a certificação BREEAM referente ao EcoHomes (BREEAM, 2013).

O Código para Habitações Sustentáveis ou, em inglês, *Code for Sustainable Homes*, é aplicado desde 2007, focando-se na avaliação do desempenho ao nível da sustentabilidade das habitações. O seu desenvolvimento foi promovido pelo *Department for Communities and Local Government* (GCLG) e tem como base o subsistema antecedente EcoHomes para a construção nova (BRE Global, 2010). À semelhança do anterior avalia 34 critérios ambientais inseridos em 9 categorias diferentes e a sua visualização é possível no Anexo 1 (Tabela A1.1).

É necessário referir que, em alguns critérios mencionados, existem requisitos mínimos obrigatórios a cumprir para garantir a certificação ambiental, independentemente, do nível qualitativo atribuído.

Para a atribuição da pontuação final, são necessários cálculos que passam pelo:

- Somatório das pontuações de todos os critérios para cada categoria;
- Divisão da pontuação somada pela pontuação máxima possível de cada categoria;
- Multiplicação destes últimos valores quantificados pelos respetivos fatores de ponderação percentuais de cada categoria;
- Arredondamento por defeito à unidade centesimal das pontuações percentuais obtidas no último passo;
- Somatório final das pontuações percentuais de todas as categorias.

Finalmente, perante o somatório final referido, é, então, classificado o desempenho ao nível da sustentabilidade pretendido, atribuindo níveis qualitativos que vão de 1 a 6 (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 – Pontuações percentuais finais e níveis de classificação do sistema de avaliação Código para Habitações Sustentáveis (BRE Global, 2010)

Total de Pontos Percentuais (igual ou superior a)	Níveis do Código
36	Nível 1 (♦)
48	Nível 2 (♦♦)
57	Nível 3 (♦♦♦)
68	Nível 4 (♦♦♦♦)
84	Nível 5 (♦♦♦♦♦)
90	Nível 6 (♦♦♦♦♦♦)

O BREEAM Reabilitação Doméstica ou, em inglês, *BREEAM Domestic Refurbishment*, é aplicado à reabilitação de edifícios residenciais, incluindo grandes ou pequenas alterações e extensões, e desconsiderando edifícios de habitação coletiva como residências para estudantes, albergues, pousadas ou residenciais (BREEAM, 2012). O desenvolvimento deste subsistema veio completar a avaliação de desempenho ambiental ao nível das habitações, integrando as anteriores funções do EcoHomes para a reabilitação. A sua estrutura insere a existência de 34 critérios, envolvidos em 9 categorias diferentes cuja apresentação se encontra no Anexo 1 (Tabela A1.2).

À semelhança do sistema de avaliação anterior, este subsistema de avaliação de desempenho ambiental introduz requisitos mínimos obrigatórios, nalguns critérios. Outra característica importante é a valorização de práticas e operações de reabilitação que cumpram especificações adicionais requeridas pelos agentes BREEAM. Em vários critérios, é possível, no caso de cumprimento deste tipo de especificações, acrescentar “créditos exemplares” extra à contabilização para as respetivas categorias.

A categoria referente à Inovação também se coaduna com o carácter valorativo deste sistema e está associada às aplicações inovadoras implementadas nas construções. A sua contabilização pode atingir um máximo de 10 pontos percentuais. Os créditos atribuídos a esta categoria são, meramente, somados aos pontos percentuais determinados nas restantes categorias, não implicando qualquer tipo de diferenciação nos processos de cálculo para a classificação final BREEAM.

A determinação das pontuações percentuais finais é em tudo semelhante ao disposto para o Código para Habitações Sustentáveis, tendo apenas a consideração adicional da categoria Inovação mencionada.

O sistema de classificação BREEAM Reabilitação Doméstica implica, por fim, uma escala de qualificação dos desempenhos ambientais que vai do nível “Aprovado” ao nível “Extraordinário” (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 – Pontuações percentuais finais e níveis de classificação do sistema de avaliação BREEAM Reabilitação Doméstica (BREEAM, 2012)

Total de Pontos Percentuais (igual ou superior a)	Classificações BREEAM Reabilitação Doméstica
30	Aprovado
45	Bom
55	Muito Bom
70	Excelente
85	Extraordinário

3.3. HAUTE QUALITÉ ENVIRONNEMENTALE DES BÂTIMENTS – HQE BÂTIMENTS

3.3.1. DESCRIÇÃO GERAL

Em França, no ano de 1996, foi criada a Associação HQE com o objetivo de promover o desenvolvimento do desempenho ambiental de edifícios, através da minimização dos impactos ambientais inerentes às escalas local, regional e global, e através da criação de interiores que providenciam conforto, segurança e bem-estar. Neste âmbito, em 1998, foi proposta a abordagem HQE *Bâtiments*. Este método de avaliação da sustentabilidade visa a melhoria da qualidade ambiental de edifícios novos e existentes, focando-se nos respetivos ciclos de vida sob todas as matrizes

possíveis. Assim, assenta no *Système de Management Environnemental de l'operation* (SME) que permite a definição dos objetivos operacionais por parte do promotor e esclarece as responsabilidades dos diferentes intervenientes da construção nos indicadores de desempenho e nas 14 categorias estruturais *Qualité Environnementale d'un Bâtiment* (QEB) que, por sua vez, possibilitam a resposta técnica, arquitectónica e económica aos desejos do promotor. Esta certificação ambiental para a construção sustentável já existe em países como Bélgica, Luxemburgo, Tunísia e Algéria, sendo que as perspetivas futuras apontam a expansão para países como o Brasil, Líbano, Vietname e Argentina (HQE, 2013).

Os princípios mais importantes da abordagem HQE englobam (HQE, 2013):

- A definição de objetivos HQE pelo promotor do edifício/construção;
- A mobilização de todos os agentes da construção, através do SME, para o cumprimento das metas traçadas;
- A não imposição de soluções arquitetónicas, sendo que todas as soluções construtivas terão de ser sempre fundamentadas e ajustadas ao contexto;
- A criação de um ambiente interior que conjugue o conforto com segurança, saúde e qualidade ambiental;
- A avaliação de desempenhos.

3.3.2. PROCEDIMENTOS DE APLICAÇÃO

A abordagem HQE *Bâtiment* não implica, propriamente, uma classificação global do desempenho ambiental das construções mas, sim, uma certificação ambiental, tendo em conta os benefícios e impactes ambientais, os requisitos legais, as perspetivas dos agentes envolvidos e os objetivos ambientais definidos pelo promotor. Assim, são consideradas as 14 categorias QEB associadas a diversos critérios. Estes critérios, por sua vez, estabelecem metas para 3 tipos de classificação de desempenho, que classificarão os respetivos critérios, dependendo do seu cumprimento:

- Desempenho Base;
- Desempenho Bom;
- Desempenho Elevado.

É necessário ter em conta, a existência do “princípio de equivalência” que pressupõe novas tecnologias, não referidas nas metas estabelecidas, mas que atingem os desempenhos almejados pelas mesmas e, por isso, podem ser consideradas equivalentes. O nível de Desempenho Base enquadra as práticas ambientais correntes, enquanto os outros dois níveis implicam um desempenho ambiental superior aos índices atuais. Após a classificação dos critérios, é, então, elaborada a classificação segundo as categorias QEB, com os mesmos níveis de desempenho. Finalmente, a certificação ambiental HQE é atribuída se forem cumpridas as condições mínimas referentes ao número de categorias com nível de Desempenho Base, Desempenho Bom e Desempenho Elevado. Esta abordagem não implica qualquer ponderação concreta das categorias mencionadas. Todavia, percebe-se que as categorias QEB com mais requisitos são, naturalmente, mais valorizadas, implicando um esforço maior para a sua classificação. Todos os procedimentos HQE estão em conformidade com a norma francesa NF P01-020-02, referente à caracterização da qualidade ambiental dos edifícios, com a norma francesa XP P01-020-3, referente à avaliação do desempenho ambiental dos edifícios, com o guia de aplicação francês GA P01-030, referente à gestão ambiental das operações, e com a norma francesa NF P01-010, referente à caracterização ambiental e sanitária dos produtos de construção e

associada à *Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire* (FDES) (CEQUAMI, 2011; Cerqual, 2012).

Quanto à certificação independente HQE, a Associação HQE não possui essa funcionalidade, passando a responsabilidade para a AFNOR *Certification*. Esta organização, por sua vez, designou os organismos independentes Cerqual, filial da Associação Qualitel, *Certification Qualité en Maisons Individuelles* (CEQUAMI), filial comum da entidade *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* (CSTB) e da Associação Qualitel, e Certivéa, filial da entidade CSTB, para executar os respetivos processos de certificação HQE. A formação de profissionais para a certificação ambiental HQE é realizada por estes organismos, sendo que a Associação HQE mantém os formadores Cerqual, CEQUAMI e Certivéa atualizados (HQE, 2013).

O sistema de avaliação HQE apresenta várias formas de avaliação que se enquadram em campos de aplicação específicos como edifícios de serviço ou habitacionais, e operações de construção ou reabilitação. Assim, constata-se a existência dos seguintes subsistemas HQE *Bâtiment* (HQE, 2013):

- NF Edifícios de Serviço HQE;
 - Construção e Reabilitação;
 - Utilização.
- NF Residências Individuais HQE;
 - Construção Nova;
 - Reabilitação.
- NF Habitação Coletiva HQE;
 - Projetos Novos.
- NF Equipamentos Desportivos HQE.
 - Pavilhões Desportivos Multiusos.

3.3.3. CATEGORIAS, PONDERAÇÕES E CLASSIFICAÇÃO

Apesar do método HQE ser semelhante em todos os subsistemas mencionados, as metodologias, para atribuição da certificação ambiental HQE, podem-se diferenciar. Dos subsistemas apresentados, são aqui tratados dois, NF Residências Individuais HQE e NF Habitação Coletiva HQE.

O subsistema NF Residências Individuais HQE existe desde 2006 e é aplicado pela entidade CEQUAMI tanto para a construção nova como para operações de reabilitação (HQE, 2013). Os níveis de classificação atribuídos são os referidos na Tabela 3.3. O nível de Desempenho Base das categorias está associado à certificação NF Residências Individuais sem a marca HQE, possuindo requisitos próprios que não são exigentes ambientalmente.

Tabela 3.3 – Níveis de classificação de categorias e critérios do sistema de avaliação NF Residências Individuais HQE (CEQUAMI, 2011)

Nível	Classificação de Categorias QEB e Critérios
B	Desempenho Ambiental Base – Práticas correntes
P	Desempenho Ambiental Bom
TP	Desempenho Ambiental Elevado

A estrutura de análise NF Residências Individuais HQE assenta na verificação das 14 categorias QEB que envolvem 38 critérios, sendo a sua visualização possível no Anexo 1 (Tabela A1.3).

Os critérios deste subsistema enquadram-se no cumprimento de subcritérios que são especificamente designados para um determinado nível de desempenho, B, P ou TP, sendo que o nível TP está associado à atribuição de pontos e, não ao mero cumprimento de requisitos como os restantes níveis. Contudo, existem alguns subcritérios excepcionais que possibilitam a classificação dos níveis P ou TP, diferenciando-se no desempenho e capacidade de cumprimento destes requisitos exigenciais. A acrescentar, é necessário referir que o somatório dos pontos máximos possíveis dos critérios pode ser superior ao valor da pontuação máxima das respetivas categorias, no entanto, este último valor é o que prevalece para a contabilização de pontos TP na certificação NF Residências Individuais HQE. Este princípio evita a exagerada potencialização de algumas categorias QEB em detrimento de outras, equilibrando, assim, os pontos possíveis entre todas.

Finalmente, para garantir a certificação ambiental francesa NF Residências Individuais HQE terão de ser satisfeitas as seguintes condições (CEQUAMI, 2011):

- Todos os requisitos de nível B e P deverão ser cumpridos;
- A pontuação total atribuída aos requisitos de nível TP deverá ser igual ou superior a 20 pontos, sendo que as categorias QEB 3 e 5 deverão possuir no mínimo, respetivamente, 6 e 3 pontos.

O subsistema NF Habitação Coletiva HQE existe desde 2003 e é aplicado pela entidade Cerqual (Cerqual, 2012). A classificação das categorias QEB é semelhante à classificação do subsistema anteriormente mencionado, incluindo, ainda, a classificação de Não Conforme que se enquadra no não cumprimento do desempenho de nível de Desempenho Base (Tabela 3.4).

Tabela 3.4 – Níveis de classificação de categorias e critérios do sistema de avaliação NF Habitação Coletiva HQE (Cerqual, 2012)

Nível	Classificação de Categorias QEB e Critérios
NC	Não Conforme
B	Desempenho Ambiental Base – Práticas correntes
P	Desempenho Ambiental Bom
TP	Desempenho Ambiental Elevado

A estrutura deste subsistema referente à abordagem HQE é constituída pelas 14 categorias QEB em que se inserem 36 critérios. A sua visualização é possível no Anexo 1 (Tabela A1.4).

Este subsistema HQE possui uma metodologia de avaliação bem distinta da sua homóloga NF Residências Individuais HQE. Essa distinção reside no facto de que, neste subsistema, os subcritérios não estão associados a um nível de desempenho específico, mas podem ser quantificados consoante o desempenho constatado. Para o nível de classificação de Desempenho Ambiental Elevado, a metodologia de análise não impõe nenhum tipo de pontuação, sendo que, para o seu cumprimento, é efetuada a verificação dos desempenhos ambientais TP requeridos. É de referir, ainda, que, para cada categoria QEB deste subsistema, são impostas condições para a respetiva classificação. No geral, as exigências requeridas são (Cerqual, 2012):

- Para obter o nível de Desempenho Base, é necessário o cumprimento de todos os requisitos da respetiva categoria com um nível mínimo de Desempenho Base, B;
- Para obter o nível de Desempenho Bom, é necessário o cumprimento de todos os requisitos da respetiva categoria com um nível mínimo de Desempenho Bom, P;
- Para obter o nível de Desempenho Elevado, é necessário o cumprimento de todos os requisitos da respetiva categoria com um nível de Desempenho Elevado, TP, sendo que em algumas

categorias é ainda exigido o cumprimento de um número específico de disposições ambientais opcionais.

Para garantir a certificação ambiental francesa NF Habitação Coletiva HQE, das 14 categorias QEB (Cerqual, 2012):

- Sete terão de possuir um nível de Desempenho Base, B;
- Quatro terão de possuir um nível de Desempenho Bom, P;
- Três terão de possuir um nível de Desempenho Elevado, TP.

Desta forma, é possível um planeamento consciente de quais as vertentes que devem ser mais ou menos pensadas e tratadas para obter melhor desempenho ambiental.

3.4. LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN – LEED

3.4.1. DESCRIÇÃO GERAL

Em 1998, foi posto em prática nos Estados Unidos o sistema LEED, desenvolvido pela organização não governamental *United States Green Building Council* (USGBC). Este método de carácter voluntário providencia uma avaliação independente do desempenho ambiental das construções para várias funcionalidades e tipologias, analisando as fases de conceção, construção e operação dos edifícios. A utilização do sistema LEED é uma mais-valia para os agentes de construção no sentido em que conjuga a qualidade habitacional para utentes, com a responsabilidade ambiental dos edifícios. A aceitação do mercado, deste sistema de avaliação para a construção sustentável, é bastante elevada, sendo que o sistema LEED já marca presença no panorama da construção de 135 países em todo o mundo (USGBC, 2013).

A certificação ambiental LEED nas construções promove vários benefícios sustentáveis, económicos e sociais como (USGBC, 2013):

- Baixos custos de operação;
- Redução de resíduos enviados para aterro;
- Conservação de energia e água;
- Saúde e segurança para ocupantes;
- Redução de gases associados ao efeito de estufa;
- Qualificação para benefícios fiscais, licenças de urbanização e outros incentivos.

3.4.2. PROCEDIMENTOS DE APLICAÇÃO

O sistema de avaliação LEED assenta na verificação de impactes ambientais como a emissão de GEE, utilização de combustíveis fósseis e a existência de substâncias tóxicas e cancerígenas, assim como de poluentes de ar e água no interior dos edifícios. Estes impactes ambientais são quantificados por dois conjuntos de metodologias de análise ao nível da modelação energética, avaliação de ciclos de vida e consumos energéticos de transporte. O *Tool for the Reduction and Assessment of Chemical and Other Environmental Impacts* (TRACI) é um dos instrumentos utilizados para este fim, sendo que o outro foi desenvolvido pelo *National Institute of Standards and Technology* (NIST), no âmbito do programa *Building for Environmental and Economic Sustainability* (BEES). A conjugação destas duas abordagens possibilita a definição da relevância entre as categorias LEED estabelecidas, materializada pela definição de um número máximo de pontos de cada categoria, que representa a importância relativa que lhe é atribuída. Desta forma, é definida uma variedade de critérios para cada categoria que

deverão ser verificados e, conseqüentemente, será atribuída a respetiva pontuação. A pontuação final LEED resulta do somatório dos pontos de todas as categorias (LEED, 2012).

A aplicação deste sistema é levada a cabo por profissionais LEED credenciados. Existem vários tipos de formação possíveis como o LEED *Green Associate* ou o LEED *Fellow*, sendo que a mais significativa credencial é o LEED *Accredited Professional* (LEED AP), que possibilita a acreditação específica para cada subsistema LEED (USGBC, 2013). De uma forma geral, os procedimentos de avaliação focam-se em todo o ciclo de vida das construções, dependendo, contudo, do subsistema a que se referem (LEED, 2012).

A estrutura do método LEED divide-se em vários subsistemas que se especificam nas áreas da construção nova, reabilitação e manutenção de edifícios ou na própria tipologia das construções como escolas e habitações. Para cada subsistema, as premissas de referência das metodologias de verificação e análise de critérios qualitativos alteram-se e, portanto, a atribuição de pontuação, os critérios e as próprias categorias podem diferir entre subsistemas. Deste modo, a estrutura do sistema de avaliação de desempenho ambiental LEED inclui os subsistemas (USGBC, 2013):

- LEED-NC (*New Construction and Major Renovations*), para construção nova e grandes reabilitações;
- LEED-EB (*Existing Buildings*), para a manutenção e operação de edifícios existentes;
- LEED-CI (*Commercial Interiors*), para unidade comerciais interiores;
- LEED-CS (*Core and Shell*), para estruturas, instalações e outras especialidades parcelares;
- LEED-NC Comércio, para unidades comerciais ou de serviços;
- LEED-SCH (*Schools*), para instalações escolares;
- LEED-H (*Homes*), para habitações unifamiliares ou multifamiliares;
- LEED-ND (*Neighborhood Development*), para bairros e urbanizações;
- LEED-HC (*Healthcare*), para unidades de saúde.

3.4.3. CATEGORIAS, PONDERAÇÕES E CLASSIFICAÇÃO

Dada a existência de vários subsistemas específicos com um sistema de classificação próprio, não é possível uma exemplificação uniforme do sistema LEED. Assim, são apresentados dois subsistemas de classificação ambiental LEED, LEED-NC e LEED-H.

O LEED-NC diz respeito à construção nova e às grandes reabilitações de edifícios existentes. A sua aplicação é mais orientada para escritórios e edifícios de comércio, no entanto, pode abranger outras tipologias de edificado. O LEED-NC já passou por várias atualizações desde 2000, sendo já publicadas as versões v1.0, v2.0, v2.1, v2.2 e, a versão em vigor e aqui apresentada, v2009 atualizada no ano de 2012. Nesta versão do LEED-NC existem 49 critérios e 8 pré-requisitos inseridos em 7 categorias, sendo duas delas adicionais (LEED, 2012). A sua visualização é possível no Anexo 1 (Tabela A1.5).

O sistema de pontuação LEED implica a existência de pré-requisitos, sendo que o não cumprimento destes inviabiliza a certificação ambiental pretendida. As duas últimas categorias mencionadas, as adicionais, servem para a valorização das vertentes de inovação e cumprimento de diretivas ambientais regionais, não interferindo na pontuação máxima do subsistema que é de 100 pontos.

A contabilização final passa pelo somatório dos pontos de todas as categorias. Com este último procedimento, é possível obter a classificação do desempenho ambiental que vai do nível Certificado ao nível Platina (Tabela 3.5).

Tabela 3.5 – Pontuações finais e níveis de classificação do sistema de avaliação LEED-NC (LEED, 2012)

Total de Pontos Acumulados	Classificações LEED-NC
40 a 49	Certificado
50 a 59	Prata
60 a 79	Ouro
80 ou acima	Platina

O LEED-H apresenta-se como um subsistema de avaliação da sustentabilidade de edifícios habitacionais, que, em breve, poderá atingir mais de 100.000 certificações ambientais. A versão tratada data de 2008, tendo sido atualizada em 2010. Comparativamente com o anterior subsistema, apresenta uma maior complexidade na forma de análise e verificação dos desempenhos ambientais. Assim, inclui 93 subcritérios inseridos em 46 critérios que, por sua vez, se inserem em 8 categorias (LEED, 2010). A sua visualização é possível no Anexo 1 (Tabela A1.6).

Como se depreende facilmente, este instrumento apresenta inúmeras áreas para verificação, sendo que possui também pré-requisitos de cumprimento obrigatório para a garantia da certificação ambiental LEED-H. A característica LEED-H que mais se salienta, quando se comparam os dois subsistemas apresentados, é referente à coluna da Tabela A1.6 “Ou”. Este elemento possibilita a análise por várias alternativas e, assim, sustenta subcritérios que, no caso de a sua verificação não ser adequada, poderão ser substituídos por subcritérios alternativos que se coadunam com a realidade das respetivas construções. Esta componente é bastante importante pois possibilita uma maior adaptabilidade do subsistema LEED-H às características das habitações em avaliação, da mesma forma que premeia práticas construtivas mais sustentáveis. Para este subsistema não existem categorias adicionais. A pontuação máxima possível é de 136 pontos.

A contabilização final passa pelo somatório das pontuações totais atribuídas a cada categoria. Assim, é possível a sua classificação através de uma escala qualitativa que vai do nível “Certificado” ao nível “Platina” (Tabela 3.6).

Tabela 3.6 – Pontuações finais e níveis de classificação do sistema de avaliação LEED-H (LEED, 2010)

Total de Pontos Acumulados	Classificações LEED-H
45 a 59	Certificado
60 a 74	Prata
75 a 89	Ouro
90 a 136	Platina

3.5. COMPREHENSIVE ASSESSMENT SYSTEM FOR BUILDING ENVIRONMENTAL EFFICIENCY – CASBEE

3.5.1. DESCRIÇÃO GERAL

O sistema japonês CASBEE foi apresentado em 2002, durante a conferência *Sustainability Building*. O seu desenvolvimento foi elaborado pela *Japan Sustainable Building Consortium* (JSBC) e contou com o apoio estatal japonês, essencialmente, do Ministério da Terra, Infraestruturas, Transportes e Turismo (CASBEE, 2010). O campo de aplicação CASBEE envolve o ciclo de vida dos edifícios e os impactes ambientais inerentes, possuindo subsistemas específicos que se contextualizam nas fases

diferenciadas de planeamento, conceção e execução e, por último, pós-conceção, fase de operação e reabilitação. Até Dezembro de 2011, foram reportados cerca de 6.600 pedidos de certificação ambiental CASBEE, no Japão. (IBEC, 2013).

Os princípios que estão na base deste método de avaliação da construção sustentável são (IBEC, 2013):

- Valorização ambiental e incentivos para projetistas e outros agentes da construção;
- Simplicidade das operações de avaliação;
- Âmbito de aplicação bastante abrangente, englobando as diversas tipologias existentes de edificado;
- Enquadramento nas características da indústria da construção japonesa e asiática;
- Criação de um método de avaliação que englobe o ciclo de vida de um edifício;
- Capacidade de avaliação da qualidade e carga ambiental dos edifícios;
- Avaliação baseada no indicador da eficiência ambiental dos edifícios.

3.5.2. PROCEDIMENTOS DE APLICAÇÃO

O sistema de avaliação ambiental CASBEE aponta para os impactes positivos e negativos que uma construção ocasiona no meio ambiente, sendo que, para uma melhor perceção do que deve ser ou não contabilizado, define uma fronteira hipotética entre o espaço construído e a envolvente pública. Assim, a sua aplicação passa por combinar estes dois espaços, estabelecendo as suas relações e os impactes que o espaço construído causa. Desta forma, a avaliação CASBEE associa-se a duas grandes componentes ambientais, a Qualidade Ambiental, Q, que diz respeito ao espaço construído, e a Carga Ambiental, L, apesar da referência avaliada ser a Redução de Carga Ambiental, LR, que diz respeito ao espaço público exterior. Estas componentes apresentam, então, diversas categorias e respetivos critérios. A sua classificação ambiental enquadra-se numa classificação qualitativa do cumprimento dos critérios analisados que se insere numa escala numérica de 1 a 5, sendo a classificação 3 correspondente a um valor de referência de um edifício corrente com razoável desempenho ambiental. Através deste sistema de classificação numérica, são determinadas as respetivas classificações de cada categoria também numa escala da 1 a 5. Este último procedimento tem por base fatores de ponderação referentes aos critérios classificados para a categoria onde se incluem. As categorias, por sua vez, também estão associadas a fatores de ponderação para a componente ambiental respetiva, Q ou LR. Assim, é possível a quantificação de cada componente Q e LR que, conjuntamente, irão resultar na determinação do indicador *Building Environmental Efficiency* (BEE). Desde 2008, após uma revisão do sistema CASBEE, foi incluída de forma independente a avaliação de desempenho dos edifícios, tendo em conta as emissões de CO_2 durante o seu ciclo de vida, *Life Cycle CO_2* (LCCO₂). Esta avaliação implica o cálculo destas emissões e consequente classificação ambiental, que pode ir de 1 a 5 (IBEC, 2013).

Para a aplicação técnica do CASBEE, são necessários profissionais acreditados pelo sistema que seguem guias e *checklists*, orientando toda a avaliação e análise a ser efetuada. Atualmente, existem mais de 10.000 profissionais CASBEE acreditados no Japão. Os principais documentos de referência são a Folha de Pontuação e a Folha de Resultados de Avaliação CASBEE (IBEC, 2013).

Como já foi mencionado, houve a necessidade de criar uma panóplia de subsistemas que contextualizassem as diversas tipologias de edifícios, tanto ao nível da função, como ao nível das operações de construção. Assim, o sistema CASBEE apresenta a seguinte estrutura (IBEC, 2013):

- CASBEE para Construção Nova;

- CASBEE para Edifícios Existentes;
- CASBEE para Renovação;
- CASBEE para o Efeito “Ilha de Calor”;
- CASBEE para Desenvolvimento Urbano;
- CASBEE para Áreas Urbanas + Edifícios;
- CASBEE para Cidades;
- CASBEE para Habitações;
- CASBEE para Promoção de Mercado;
- CASBEE para Avaliação Imobiliária.

3.5.3. CATEGORIAS, PONDERAÇÕES E CLASSIFICAÇÃO

A estrutura de avaliação e análise CASBEE pode variar de subsistema para subsistema. São, portanto, apresentados dois subsistemas de avaliação CASBEE referentes ao CASBEE para Construção Nova e ao CASBEE para Habitações.

O CASBEE para Construção Nova foi inicialmente desenvolvido em 2003, mas, atualmente, a versão em vigor data de 2010. Este subsistema é dirigido à construção de novos edifícios, intervindo ao longo das fases de conceção e execução e garantindo a avaliação dos desempenhos ambientais em cada etapa da construção (CASBEE, 2010). A sua estrutura assenta no cumprimento de inúmeros critérios, inseridos em 6 categorias, correspondentes às componentes Q e LR, sendo a sua visualização possível no Anexo 1 (Tabela A1.7).

Após a verificação e classificação de 1 a 5 de todos os critérios e subcritérios, são, então, elaboradas as médias ponderadas que irão resultar na classificação final de 1 a 5 das componentes Q, *Score Q*, e LR, *Score LR*. A obtenção do indicador BEE advém da Equação 3.1 apresentada, sendo BEE, o indicador *Building Environmental Efficiency* já referido, SQ, a classificação final da componente Qualidade Ambiental Q, e SLR, a classificação final da componente da Redução da Carga Ambiental LR, referente à componente original Carga Ambiental L.

$$BEE = \frac{25 \times (SQ - 1)}{25 \times (5 - SLR)} \quad (3.1)$$

Com este último passo, é possível a classificação final CASBEE para Construção Nova, atribuindo-se aos valores BEE um sistema de classificação qualitativa apropriado (Tabela 3.7).

Tabela 3.7 – Exigências classificativas do indicador BEE e níveis de classificação do sistema de avaliação CASBEE para Construção Nova (CASBEE, 2010)

Indicador <i>Building Environmental Efficiency</i> (BEE)	
Exigências Classificativas	Classificações CASBEE para Construção Nova
BEE <0,5	P – Fraco
0,5 ≤ BEE <1,0	B ⁻ – Ligeiramente Fraco
1,0 ≤ BEE <1,5	B ⁺ – Bom
1,5 ≤ BEE <3,0 ou BEE ≥3,0 e SQ <3,0	A – Muito Bom
BEE ≥3,0 e SQ ≥3,0	S – Excelente

Esta classificação é mais explícita na Folha de Resultados de Avaliação CASBEE, onde é apresentada em conteúdo gráfico (Figura 3.2).

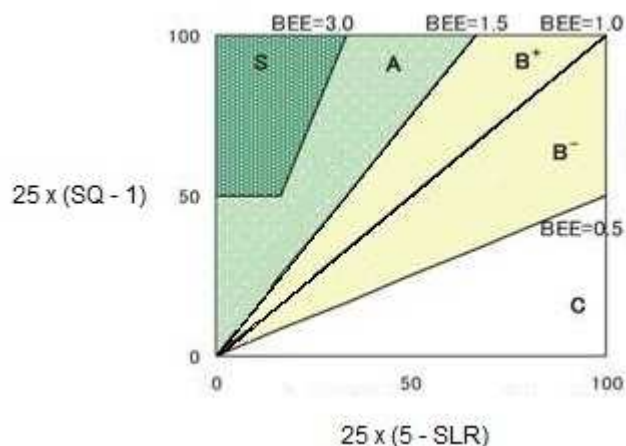


Figura 3.2 - Classificação gráfica do método de avaliação CASBEE (adaptado a partir de (CASBEE, 2010))

Adicionalmente, e como já foi demonstrada, a classificação no âmbito da emissão de CO_2 completa a avaliação CASBEE. A sua classificação passa pelo cálculo das emissões dos edifícios na sua vida útil e pela comparação dos valores calculados com um valor de referência de emissões de CO_2 , que deverá ser imputado a cada construção a analisar, enquadrando a legislação local em vigor e adequando-se às políticas exigenciais que a sustentabilidade do sistema CASBEE introduz. Assim, é possível classificar os edifícios quanto às emissões de CO_2 inerentes numa escala numérica qualitativa de 1 a 5 (Tabela 3.8).

Tabela 3.8 – Exigências classificativas do indicador $LCCO_2$ e níveis de classificação do sistema de avaliação CASBEE para Construção Nova (CASBEE, 2010)

Indicador <i>Life Cycle CO₂</i> ($LCCO_2$)	
Exigências Classificativas	Classificações CASBEE para Construção Nova
$LCCO_2 > 100\%$ Valor de Referência	1
$LCCO_2 \leq 100\%$ Valor de Referência	2
$LCCO_2 \leq 80\%$ Valor de Referência	3
$LCCO_2 \leq 60\%$ Valor de Referência	4
$LCCO_2 \leq 30\%$ Valor de Referência	5

O sistema CASBEE para Habitações é aplicado a residências isoladas e almeja a sustentabilidade do parque habitacional japonês, sendo que, por ano, são construídas 500.000 unidades habitacionais novas no país (CASBEE, 2007). À semelhança do subsistema anterior, a sua estrutura corresponde à existência de 6 categorias referentes às componentes ambientais Q e LR e é possível a sua visualização no Anexo 1 (Tabela A1.8).

Os procedimentos para a contabilização final do indicador BEE são em tudo iguais aos procedimentos referidos para o subsistema CASBEE para Construção Nova. Ou seja, após a sequência de médias ponderadas elaboradas até à determinação de SQ e SLR, será utilizada a mesma equação matemática

descrita (Equação 3.1). A própria classificação seguinte é igual à mencionada para o CASBEE para Construção Nova, tanto para o indicador BEE (Tabela 3.7), como para o indicador $LCCO_2$ (Tabela 3.8).

3.6. NATIONAL AUSTRALIAN BUILT ENVIRONMENT RATING SYSTEM – NABERS

3.6.1. DESCRIÇÃO GERAL

Na Austrália, em 2005, a entidade estatal *Department of Environment and Heritage* (DEH) lançou o sistema de avaliação ambiental NABERS baseado na metodologia antecedente *Australian Building Greenhouse Rating* (ABGR), de 1998. Atualmente, a entidade responsável por este MASC é a *Office of Environment and Heritage* (OEH). O NABERS providencia recursos que possibilitam a verificação e análise do desempenho ambiental de edifícios como escritórios, hotéis, centros comerciais, *data centres* e residências, apoiando-se em desempenhos ambientais de referência de edifícios existentes. A avaliação ambiental pode ser pormenorizada a fogos habitacionais e unidades de outros usos, focada nos espaços comuns dos edifícios ou abrangente, enquadrando o edifício como um todo. Desde o lançamento deste sistema, o desenvolvimento de novas abordagens NABERS tem sido contínuo, sendo que a certificação NABERS está hoje presente, na Austrália, em cerca de 66% dos espaços de escritório (OEH, 2013).

A certificação ambiental NABERS nas construções potencializa os seguintes benefícios (OEH, 2013):

- Vantagens económicas ao nível da redução de custos operacionais e valorização do edificado;
- Reconhecimento de mercado e, conseqüente, aumento da competitividade no parque edificado existente;
- Criação de melhores ambientes de trabalho e vivência;
- Promoção do cumprimento de expectativas dos utilizadores;
- Avaliação credível e independente dos desempenhos ambientais;
- Encorajamento das melhores práticas de construção e minimização de impactos ambientais;
- Auxílio na identificação de oportunidades de poupança ao longo do tempo.

3.6.2. PROCEDIMENTOS DE APLICAÇÃO

O método de avaliação da sustentabilidade de edifícios NABERS apresenta uma natureza de cálculo bastante vinculada. Para a avaliação, o proprietário fornece dados e informações dos desempenhos do edifício nos últimos 12 meses, para as vertentes da energia, água, resíduos e ambiente interior. Esses dados são devidamente tratados e comparados com valores de referência. Este procedimento comparativo leva, então, a uma avaliação qualitativa em escala numérica de estrelas que, na maioria dos subsistemas NABERS, vai de 1 a 6, sendo 1, a classificação referente ao mais baixo desempenho, 3 a classificação referente ao desempenho presente nos edifícios atuais das respetivas tipologias, 4, a classificação regulamentar mínima para construção nova em alguns estados australianos, e 6, a classificação referente ao desempenho mais elevado. Em todo o processo de tratamento de dados e classificação final, são tidos em conta fatores influentes como condições climáticas, horas de utilização, serviços providenciados, fontes de energia utilizadas, dimensões e taxas de ocupação. É de destacar a diferenciação do tratamento de dados relativa aos diferentes campos de aplicação avaliados já referidos, que podem passar pelas unidades ocupadas do edifício, pelas zonas comuns do edifício ou pela totalidade do edifício (OEH, 2013).

O sistema NABERS implica uma avaliação independente. Todavia, é possível, através de ferramentas informáticas próprias, que os proprietários façam uma auto-avaliação dos respetivos edifícios. Esta verificação autónoma é, no entanto, apenas uma estimativa do desempenho ambiental da construção, sendo que para garantir a certificação NABERS é necessário contactar profissionais devidamente acreditados. Estes agentes são formados pelo OEH, especializando-se na eficiência de energia e água, gestão de resíduos ou qualidade do ambiente interior. Apesar do seu processo de formação, os técnicos acreditados NABERS são independentes do organismo estatal OEH, podendo exercer funções desde a verificação de toda a informação disponibilizada pelos promotores interessados à validação das certificações ambientais NABERS (OEH, 2013).

O sistema de avaliação NABERS incide na avaliação independente de 4 vertentes, em que a cada uma é atribuída a respetiva classificação NABERS. Contudo, a sua aplicação é diferenciada quanto à tipologia dos edifícios analisados. A tipologia referente a edifícios de escritórios é aquela em que tem havido maior expansão de certificação ambiental e, conseqüentemente, as verificações a efetuar apresentam-se de forma mais abrangente e concreta. A estrutura do NABERS divide-se do modo seguinte (OEH, 2013):

- NABERS para Escritórios;
 - o Energia;
 - o Água;
 - o Resíduos;
 - o Ambiente Interior.
- NABERS para Centros Comerciais;
 - o Energia;
 - o Água.
- NABERS para Hotéis;
 - o Energia;
 - o Água.
- NABERS para Residências;
 - o Energia;
 - o Água.
- NABERS para *Data Centres*.
 - o Energia.

3.6.3. CATEGORIAS, PONDERAÇÕES E CLASSIFICAÇÃO

Como já foi mencionado, o sistema de avaliação NABERS é de elevada objetividade e enquadra-se nos dados obtidos junto dos proprietários, comparando-os depois com os valores de referência do parque edificado envolvente. Assim, percebe-se a não existência de categorias ou critérios ambientais. Devido à não conjugação da certificação ambiental das vertentes NABERS, não existe necessidade para a aplicação de fatores de ponderação, existindo, todavia, em vários processos específicos de quantificação aplicados em sub-parâmetros de cálculo. Apesar da inexistência da definição concreta dos elementos ambientais tratados, as verificações que esta metodologia propõe podem ser compreendidas ao analisar as informações requeridas aos utentes e proprietários. São estes parâmetros que estão na base da comparação de valores que caracterizam a certificação ambiental NABERS e, seguindo a sua relevância, são aqui apresentados, juntamente, com as respetivas formas de classificação. Os subsistemas NABERS diferenciam-se ao nível da tipologia dos edifícios e, por isso,

as suas distintas características influenciam a seleção dos dados base e escalas classificativas. Posto isto, são demonstrados os subsistemas NABERS para Escritórios e NABERS para Hotéis.

O subsistema NABERS para Escritórios é aplicado a 4 diferentes vertentes: Energia, Água, Resíduos e Ambiente Interior. Em todas elas, a avaliação e classificação NABERS são independentes. As ferramentas da Energia e Água encontram-se na versão 3.0, a ferramenta associada aos Resíduos encontra-se na versão 3.1 e a ferramenta referente ao Ambiente Interior encontra-se na versão 3.2 (NABERS, 2013; NABERS, 2010; NABERS, 2009). A visualização das informações requeridas e tratadas neste subsistema é possível no Anexo 1 (Tabela A1.9)

É necessário destacar que os dados prestados são adequadamente traduzidos e contextualizados do nível estadual para o nível nacional, visto que, na Austrália, as condições a que as construções estão sujeitas são variáveis.

Após o devido tratamento de dados e comparados os valores quantificados com os valores de referência, é atribuída uma classificação NABERS para as diferentes vertentes (Tabela 3.9).

Tabela 3.9 – Níveis de classificação das vertentes de Energia, Água, Resíduos e Ambiente Interior do sistema de avaliação NABERS para Escritórios (NABERS, 2013; OEH, 2013)

Nível	Classificação NABERS para Escritórios nas Respetivas Vertentes
1 Estrela	Desempenho Pobre
2 Estrelas	Desempenho Abaixo da Média
2,5 a 3 Estrelas	Desempenho de Referência
4 Estrelas	Desempenho Bom
5 Estrelas	Desempenho Excelente
6 Estrelas	Desempenho Líder de Mercado

O subsistema NABERS para Hotéis é aplicado a duas diferentes vertentes: Energia e Água. Em ambas, a avaliação e classificação NABERS são independentes. As ferramentas deste subsistema encontram-se na versão 2.1 (NABERS, 2011). No Anexo 1, é possível a visualização dos dados requeridos e tratados neste subsistema (Tabela A1.10).

Assim como no anterior subsistema, existe a preocupação de enquadrar os valores considerados dos edifícios avaliados no panorama nacional australiano.

A classificação atribuída para as ferramentas de Energia e Água NABERS para Hotéis é semelhante à apresentada anteriormente, certificando desta feita, somente, as duas vertentes referidas (Tabela 3.10).

Tabela 3.10 – Níveis de classificação das vertentes de Energia e Água do sistema de avaliação NABERS para Hotéis (NABERS, 2011)

Nível	Classificação NABERS para Hotéis nas Respetivas Vertentes
1 Estrela	Desempenho Pobre
2 Estrelas	Desempenho Abaixo da Média
3 Estrelas	Desempenho de Referência
4 Estrelas	Desempenho Bom

Nível	Classificação NABERS para Hotéis nas Respetivas Vertentes
5 a 5,5 Estrelas	Desempenho Excelente
6 Estrelas	Desempenho Líder de Mercado

3.7. LIDERAR PELO AMBIENTE – LIDERA

3.7.1. DESCRIÇÃO GERAL

Em 2005, foi criado o MASC português LiderA. Este sistema voluntário para a construção sustentável atua através de princípios e critérios associados à sustentabilidade, sociedade, economia e ambiente no sentido de avaliar e certificar os ambientes construídos, apoiando o desenvolvimento de projetos que procurem a integração do equilíbrio entre todas as vertentes referidas, desde a fase de projeto até à sua construção e utilização. A estratégia LiderA inspira-se no sistema LEED e divide-se em três níveis, sendo eles a conceção e planeamento, projeto e gestão do ciclo de vida que envolve todas as etapas de uma construção. Atualmente, o LiderA já se insere no mercado da construção com alguma aceitação, tendo certificado mais de 1.000 fogos habitacionais, mais de 6.000 camas para turismo e diversos projetos para construções de tipologia comercial e outros serviços (LiderA, 2013; Pinheiro, M. & Correia, F., 2005).

Os objetivos deste sistema de avaliação da sustentabilidade passam por (LiderA, 2013):

- Auxiliar a conceção de planeamentos e projetos que visem a sustentabilidade da construção;
- Verificar, avaliar e deliberar o posicionamento do desempenho ambiental demonstrado nas fases de projeto, execução e utilização do empreendimento;
- Apoiar a gestão das construções nas respetivas fases de execução e utilização;
- Atribuir a classificação e certificação LiderA, com base numa avaliação independente;
- Valorizar construções e proprietários de forma a funcionar como fator de diferenciação nos termos da competitividade do mercado da construção.

Todas as análises e verificações processadas promovem uma panóplia de princípios funcionais para os edifícios visados, passando por (LiderA, 2013):

- Respeitar a envolvente local e maximizar impactes positivos;
- Potenciar um consumo de recurso eficiente;
- Minimizar os impactes de cargas ambientais negativas, tanto em quantidade como em intensidade;
- Garantir a qualidade do ambiente interior;
- Garantir a funcionalidade correta, permitindo a qualidade de serviços;
- Garantir uma gestão que se enquadre no ambiente e inovação.

3.7.2. PROCEDIMENTOS DE APLICAÇÃO

O sistema português de avaliação da sustentabilidade das construções LiderA apoia-se em 6 vertentes de avaliação que se dividem por 22 áreas constituídas e, respetivamente, por 43 critérios de análise. São estes critérios que deverão ser verificados e quantificados, sendo-lhes atribuído uma classificação ambiental qualitativa que abrange 10 níveis desde de G a A⁺⁺⁺, sendo E, a classificação referente aos desempenhos para a sustentabilidade de práticas correntes, G, a classificação referente aos piores desempenhos ambientais, abaixo das práticas correntes, e A⁺⁺⁺, a classificação referente ao nível de

desempenho ambiental máximo associado ao topo de mercado da construção sustentável e soluções técnicas consideradas neutras ou regenerativas (Figura 3.3). Esta última classe não se aplica de forma global a todos os critérios, sendo que, em alguns, a classe máxima é A⁺⁺. A atribuição desta classificação ambiental qualitativa é definida através de um escalonamento próprio para cada critério, sendo que na base desse escalonamento estão valores de referência estabelecidos em função das práticas correntes ou de boas práticas. Estes elementos, fundamentais para todo o processo de avaliação LiderA, designam-se por limiares, que podem ser prescritivos, especificando um valor de medição concreto, ou de desempenho, apoiando-se numa eficiência percentual. Assim, os limiares de avaliação enquadram-se em três níveis diferentes, referenciando o desempenho de práticas correntes, classe E, a melhor prática construtiva existente, classes de C a A, e o nível de sustentabilidade elevada, classes A⁺, A⁺⁺ e A⁺⁺⁺. Para uma melhor perceção dos desempenhos ambientais classificados e posterior agregação de resultados entre critérios, a escala de classificação qualitativa referida é transformada numa escala quantitativa relativa a um nível de desempenho de 0,8 a 10 ou superior. (Pinheiro, M., 2011).



Figura 3.3 – Classes de desempenho dos critérios LiderA (adaptado de LiderA (2013))

Após a avaliação de critérios, é possível a determinação da classificação final LiderA. Nesse procedimento são tidas em conta as ponderações de cada área no respetivo sistema, ou seja, o somatório das ponderações de cada área totaliza a ponderação global da vertente a que estão associadas. Os critérios inseridos nas respetivas áreas não possuem qualquer ponderação, sendo contabilizados com igual importância. Para a classificação das áreas referidas, à semelhança do sistema BREEAM, são somadas as classificações numéricas atribuídas aos critérios em questão, procedendo-se, seguidamente, à divisão desse valor somado pela máxima pontuação possível da área onde se inserem. Visto que para todos os critérios a pontuação máxima é igual a 10, então, admite-se o mesmo peso entre todos para a área tratada. Com isto, e obtendo os desempenhos de cada área, a elaboração da média ponderada dos desempenhos das áreas LiderA possibilita atingir, assim, a classificação almejada. Esta classificação é similar à utilizada ao nível dos critérios, não incluindo, contudo, a classificação A⁺⁺⁺. A certificação ambiental LiderA é só atribuída para as classificações a partir de C, sendo que C, B e A inserem-se já num bom desempenho das construções e ambientes construídos e A⁺ e A⁺⁺ inserem-se num desempenho elevado ao nível da sustentabilidade (LiderA, 2013).

Este sistema de avaliação da sustentabilidade pode ser aplicado nas fases de planeamento, projeto e utilização dos edificados, sendo que, nas diferentes etapas da construção, os procedimentos vão se detalhando desde a aplicação de princípios à aplicação de critérios (Figura 3.4).

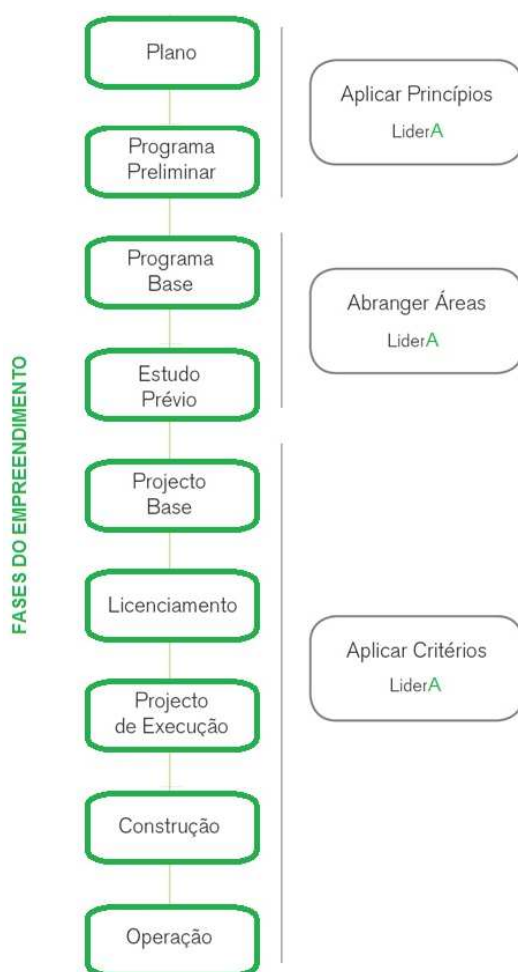


Figura 3.4 – Fases do empreendimento e respetivas aplicações LiderA (LiderA, 2013)

Um promotor interessado na certificação terá de garantir a viabilidade do respetivo empreendimento e assegurar a responsabilidade ambiental incorporada na construção, seguindo as orientações e princípios consagrados pelo sistema LiderA. Neste processo, é aconselhado o acompanhamento de um assessor LiderA adequadamente qualificado. Desta forma, é possível potenciar a classificação atribuída pela avaliação independente LiderA que é realizada também por profissionais devidamente acreditados. Hoje em dia, o sistema português LiderA conta com 400 profissionais formados (LiderA, 2013).

O sistema LiderA adapta a sua estrutura única às diferentes tipologias construtivas. Esta adaptação tem base nos limiares já mencionados. Para cada tipologia, existem diferentes limiares nos respetivos critérios que se mantêm inalterados. Desta forma, apenas o escalonamento é diferenciado e, adequadamente, enquadrado para a tipologia em que incide. Entre as tipologias já consagradas estão as zonas de intervenção edifícios residenciais, turísticos, comerciais, de serviço e outras funcionalidades, focando-se em qualquer fase do respetivo ciclo de vida e abrangendo escalas distintas desde áreas multifuncionais, como bairros, quarteirões e grandes empreendimentos, a unidades de ocupação, como

fogos habitacionais. O sistema de avaliação LiderA teve a sua primeira versão 1.2 no ano de 2005, certificando uma dezena de empreendimentos com classes entre B e A⁺ até 2009, ano em que foi inserida a versão 2.0, ainda em vigor, com alterações no âmbito da flexibilidade do sistema LiderA para um campo de aplicação mais abrangente. Atualmente, os limiares que já se encontram especificados ou em consolidação dizem respeito a edifícios habitacionais e turísticos, estando em desenvolvimento limiares para infraestruturas e comunidades sustentáveis (LiderA, 2013).

3.7.3. CATEGORIAS, PONDERAÇÕES E CLASSIFICAÇÃO

Ao contrário de outros sistemas homólogos internacionais, o sistema português LiderA não apresenta subsistemas específicos, como já foi mencionado. Assim, só possui uma única estrutura constituída por 6 vertentes, 22 áreas e 43 critérios. No Anexo 1, é possível a sua visualização (Tabela A1.11).

A classificação do desempenho nos critérios LiderA é o pilar de todo o sistema e, na sua base, está o escalonamento de desempenho comparado com limiares, valores de referência, seguindo princípios orientadores desejáveis. Contudo, para alcançar a comparação, é necessária a quantificação ou qualificação dos desempenhos em avaliação. Os procedimentos que visam a quantificação de desempenho passam pela medição e verificação das características de projeto ou físicas do empreendimento em avaliação. No Anexo 1, são apresentadas as orientações de boas práticas e as medições que devem ser efetuadas para cada critério (Tabela A1.12).

Todos os procedimentos de quantificação e qualificação dos critérios LiderA são concretizados através da medição e levantamento de características no local, mas, essencialmente, têm base na verificação das peças de projeto escritas e desenhadas. No Anexo 1, é possível a visualização dos elementos de projeto necessários para a análise e avaliação dos critérios LiderA (Tabela A1.13).

Após a quantificação de todos os critérios, é quantificado o desempenho de cada área LiderA. Seguidamente, através dos respetivos pesos de ponderação atribuídos e valores de desempenho quantificados de cada área, é alcançado o resultado e avaliação final LiderA. Os cálculos efetuados são muito semelhantes aos existentes nos subsistemas BREEAM:

- Atribuição de classes de desempenho a cada critério;
- Transformação das classificações atribuídas nas pontuações correspondentes;
- Somatório das pontuações de todos os critérios para cada área;
- Divisão da pontuação somada pela pontuação máxima possível de cada área;
- Multiplicação destes últimos valores quantificados pelos respetivos fatores de ponderação percentuais de cada área;
- Somatório final das pontuações percentuais de todas as áreas.

A classificação final LiderA é apresentada na Tabela 3.11.

Tabela 3.11 – Níveis de desempenho e classificação ambiental final do sistema de avaliação português LiderA (LiderA, 2013)

Total de Pontos Percentuais	Classificação LiderA	Nível de Desempenho
[0,0 ; 8,5[	G	Abaixo do desempenho de práticas correntes ou de referência, com 80%
[8,5 ; 9,5[	F	Abaixo do desempenho de práticas correntes ou de referência, com 89%
[9,5 ; 10,7[	E	Igual a desempenho de práticas correntes ou de referência

Total de Pontos Percentuais	Classificação LiderA	Nível de Desempenho
[10,7 ; 12,2[	D	Melhoria de 12,5% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência, correspondendo a um fator de 1,14
[12,2 ; 14,5[	C	Melhoria de 25% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência, correspondendo a um fator de 1,33
[14,5 ; 18,0[	B	Melhoria de 37,5% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência, correspondendo a um fator de 1,60
[18,0 ; 30,0[	A	Melhoria de 50% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência, correspondendo a um fator de 2,00
[30,0 ; 65,0[	A ⁺	Melhoria de 75% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência, correspondendo a um fator de 4,00
[65,0 ; 100,0]	A ⁺⁺	Melhoria de 90% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência, correspondendo a um fator de 10,00

3.8. DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR NACHHALTIGES BAUEN – DGNB

3.8.1. DESCRIÇÃO GERAL

Na Alemanha, em 2007, foi criada a organização não governamental e sem fins lucrativos *Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen* (DGNB e.V.), em português, Conselho Alemão para Edifícios Sustentáveis. Esta entidade propôs promover a sustentabilidade, economia e eficiência dos edifícios, salvaguardando e equilibrando o ambiente e as mais-valias socioeconómicas. Neste âmbito, em 2009, divulgou o MASC com o mesmo nome, DGNB. Este sistema de avaliação e certificação ambiental voluntária foca-se em zonas urbanas e edifícios, públicos ou privados, tanto para construção nova como existente, analisando os respetivos ciclos de vida. É bastante flexível, podendo-se adaptar facilmente a diversos contextos internacionais. Assim, o DGNB conta, hoje em dia, com uma boa aceitação internacional, possuindo mais de 1200 membros por todo mundo e associando-se a mais de 100 organizações de apoio à sustentabilidade (DGNB, 2013).

Esta certificação ambiental para construções acarreta vários benefícios ambientais, sociais e económicos como (DGNB, 2013):

- Melhorias na qualidade de vida dos utilizadores;
- Maior valorização no mercado;
- Planeamento mais eficiente, com menores dispêndios de esforço e tempo nas operações;
- Informação explícita de produtos utilizados na construção, com vantagens para fornecedores;
- Otimização do desenvolvimento da construção, sob a perspetiva da sustentabilidade.

3.8.2. PROCEDIMENTOS DE APLICAÇÃO

Este MASC incorpora diversas categorias ambientais associadas a vários critérios com mais de 30 subcritérios para verificação. A metodologia para a classificação dos desempenhos ambientais adota princípios de análise e quantificação muito semelhantes ao sistema BREEAM e CASBEE. A cada

subcritério são atribuídos 10 pontos máximos correspondentes ao respetivo desempenho ambiental. A cada subcritério está associada uma percentagem de significância global, ou seja, um fator de ponderação que advém das importâncias percentuais atribuídas a cada categoria ambiental e respetivos critérios. Isto significa que o somatório das percentagens de relevância dos subcritérios de uma categoria é igual à relevância percentual que a mesma possui para o sistema de avaliação. Com isto, é possível a determinação do desempenho global das construções, sendo atribuída uma classificação que incide em três níveis distintos: Bronze, Prata ou Ouro (DGNB, 2013).

A certificação ambiental DGNB pode executar-se tanto nas fases de construção e operação, como na fase de conceção, admitindo-se, assim, uma pré-certificação. Todo o processo é elaborado de forma independente por profissionais DGNB altamente qualificados. Os auditores efetuam as avaliações DGNB mas não estão vinculados à organização com o mesmo nome. Esta última apenas verifica as análises dos auditores e aprova ou não as certificações ambientais. Outros intervenientes neste sistema são os consultores. Estes adequam-se ao contexto internacional, aconselhando proprietários e promotores sobre as melhores políticas e medidas a implementar para obter a certificação DGNB (DGNB, 2013).

O sistema DGNB, como já foi referido, demonstra uma enorme flexibilidade de aplicação. Esta característica está patente na grande diversidade de subsistemas DGNB, existentes e em desenvolvimento, que se diferencia pelo edificado existente ou construção nova e, mais detalhadamente, pela funcionalidade das construções. A estrutura deste método alemão ainda se encontra em construção, com muitos subsistemas em desenvolvimento. Todavia já existem vários concebidos, estruturando-se da seguinte forma (DGNB, 2013):

- Parque Existente;
 - o Escritórios e Edifícios Administrativos.
- Construção Nova.
 - o Instalações de Ensino;
 - o Escritórios e Edifícios Administrativos;
 - o Unidades Hoteleiras;
 - o Unidades Industriais;
 - o Hospitais;
 - o Instalações Laboratoriais;
 - o Interior de Edifícios Habitacionais;
 - o Conjunto de Edifícios Públicos;
 - o Zonas Urbanas.

3.8.3. CATEGORIAS, PONDERAÇÕES E CLASSIFICAÇÃO

A existência de tamanha variedade de subsistemas DGNB implica que, para cada tipologia de edificado, exista um subsistema específico que se pode diferenciar dos outros ao nível dos fatores de ponderação de subcritérios ou mesmo, no caso da avaliação de zonas urbanas, possuir subcritérios próprios. Assim, são dados dois exemplos de subsistemas DGNB: Construção Nova de Escritórios e Edifícios Administrativos, e Construção Nova de Zonas Urbanas.

O subsistema DGNB Construção Nova de Escritórios e Edifícios Administrativos, além das vertentes ambientais e económicas, enquadra-se, significativamente, no conforto dos espaços, visto considerar este último fator como primordial para a motivação dos trabalhadores. A última versão deste subsistema está em vigor desde 2012 e apresenta 5 categorias constituídas por 10 critérios, estes

últimos constituídos por um total de 37 subcritérios (DGNB, 2012a). A sua visualização é possível no Anexo 1 (Tabela A1.14).

É necessário dar relevo aos subcritérios que não possuem nenhum peso na classificação em questão. A sua função é meramente valorativa para as categorias onde se inserem. A última categoria Qualidade do Local é, precisamente, um destes casos em que, o seu cumprimento visa apenas a valorização no mercado, sendo, no entanto, em alguns subsistemas, incluída no processo de classificação com importâncias específicas.

Para a atribuição da classificação final, são necessários cálculos com base nos fatores de ponderação percentuais de cada subcritério que passam numa primeira fase pela:

- Divisão da pontuação atribuída pela pontuação máxima possível de cada subcritério, colocando o valor resultante em modo percentual;
- Multiplicação deste valor percentual pelo seu respetivo fator de ponderação também percentual;
- Somatório dos resultados anteriores dos subcritérios de cada categoria;
- Divisão do valor determinado no último passo pelo somatório dos fatores de ponderação percentuais dos subcritérios de cada categoria.

O valor resultante desta primeira fase de cálculo indica o desempenho quantificado de cada categoria, designando-se por Índice de Desempenho Nominal. Este indicador é importante na classificação final DGNB, definindo requisitos mínimos que estão mais à frente demonstrados (Tabela 3.12).

Numa segunda fase, é, então, concluído o processo de cálculo, determinando-se o valor do indicador que estabelece a classificação final DGNB. O indicador denomina-se Índice de Desempenho Total e os procedimentos para a sua quantificação passam pela:

- Multiplicação do Índice de Desempenho Nominal de cada categoria pelos respetivos fatores de ponderação, desta feita, não percentuais;
- Após a operação anterior, são somados todos os valores determinados de cada categoria, quantificando-se, finalmente, o Índice de Desempenho Total.

A classificação final do DGNB é semelhante em todos os subsistemas e tem base nestes dois referidos indicadores, sendo que o Índice de Desempenho Total define a classificação final que terá de cumprir valores mínimos de Índice de Desempenho Nominal para as 5 primeiras categorias tratadas no sistema de avaliação respetivo (Tabela 3.12).

Tabela 3.12 – Níveis de classificação e respetivos requisitos exigenciais do sistema de avaliação DGNB (DGNB, 2013; DGNB, 2012a)

Índice de Desempenho Total Mínimo	Índice de Desempenho Nominal Mínimo das 5 Primeiras Categorias	Classificação DGNB
50%	35%	Bronze
65%	50%	Prata
80%	65%	Ouro

O subsistema DGNB Construção Nova de Zonas Urbanas abrange tanto os espaços construídos privados como os espaços públicos, considerando diversas componentes como a flexibilidade de ocupação, ciclos de vida, mobilidade e questões de manutenção, conservação e limpeza. A última

versão deste subsistema está em vigor desde 2012 e apresenta 5 categorias constituídas por 14 critérios, estes últimos constituídos por um total de 45 subcritérios. A sua visualização é possível no Anexo 1 (Tabela A1.15).

As restantes características para quantificação de desempenhos e classificação final DGNB deste subsistema são em tudo semelhantes ao subsistema referido anteriormente para Construção Nova de Escritórios e Edifícios Administrativos.

3.9. SUSTAINABLE BUILDING TOOL PORTUGAL – SBTOOL^{PT}

3.9.1. DESCRIÇÃO GERAL

Entre os anos de 1995 e 2005, foram realizados vários desenvolvimentos e progressos no âmbito do processo *Green Building Challenge* (GBC), vindo a originar o método de avaliação para a construção sustentável *Green Building Tool* (GBTool), antecessor do atual sistema internacional *Sustainable Building Tool* (SBTool) (Larsson, N., 2007). Este sistema assenta na cooperação entre mais de 20 países e na filosofia da adaptabilidade dos sistemas de avaliação às características locais e nacionais, inserindo uma grande variedade de critérios modificáveis de nível ambiental, social e económico. Os pesos e fatores de ponderação associados aos temas tratados pelo SBTool também são de natureza flexível, com uma grande facilidade de mutação e contextualização nos panoramas em que incidem (Larsson, N., 2012). Através dessa capacidade de adaptação aos diferentes enquadramentos internacionais, foi criado, em 2009, o método de avaliação SBTool^{PT}, versão portuguesa do sistema internacional SBTool. O seu desenvolvimento teve origem na Metodologia de Avaliação Relativa da Sustentabilidade (MARS) proposta pelo Professor Doutor Ricardo Mateus, inserida na colaboração entre a empresa especializada na construção sustentável ECOCHOICE, o *International Initiative for a Sustainable Built Environment* Portugal (iiSBE Portugal) e o Laboratório de Física e Tecnologias da Construção da Universidade do Minho. O âmbito de aplicação SBTool^{PT} incide na avaliação de edifícios existentes, operações de construção nova e operações de reabilitação. Todo o processo de análise deste método português adaptado tem por base as operações de determinação e verificação dos desempenhos de construção e a comparação com valores de referência para as práticas correntes e as melhores práticas sustentáveis. (Mateus, R. & Bragança, L., 2010).

Os objetivos do sistema SBTool^{PT} passam por (Bragança, L. & Mateus, R., 2011; CEN, 2013):

- Desenvolver um sistema regional de avaliação da sustentabilidade das construções baseado na metodologia global SBTool, em conformidade com normas ISO estabelecidas pelo *Technical Committee of European Committee for Standardization 350* (CEN/TC 350), comité técnico da *European Committee for Standardization* (CEN), inserido no âmbito da sustentabilidade das construções;
- Envolver as três dimensões do desenvolvimento sustentável;
- Disponibilizar uma lista de parâmetros e indicadores de avaliação abrangentes que englobem a maioria dos impactes significativos das construções, garantindo, em simultâneo, uma aplicação prática objetiva e simples;
- Limitar a utilização de critérios qualitativos subjetivos;
- Aumentar a fiabilidade de resultados, utilizando a metodologia ACV para a avaliação de performances ambientais;
- Fomentar a fácil compreensão e informação dos vários intervenientes do mercado da construção, acerca de todas características, utilidades e certificações do sistema SBTool^{PT}.

3.9.2. PROCEDIMENTOS DE APLICAÇÃO

Os procedimentos para a aplicação do método português SBTool^{PT} incluem o estabelecimento de valores de referência, a delimitação espacial da construção a avaliar e, a quantificação, normalização e agregação dos parâmetros tratados, obtendo-se, assim, uma classificação final SBTool^{PT} (Figura 3.5).

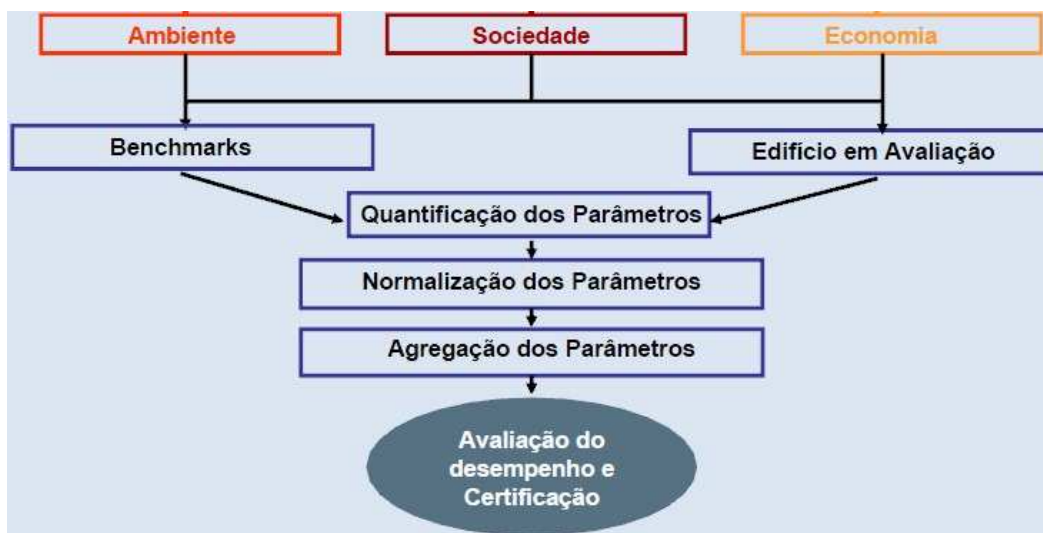


Figura 3.5 – Esquema da estrutura de aplicação do sistema português SBTool^{PT} (Bragança, L., 2008)

A definição de fronteiras espaciais permite estabelecer as soluções construtivas a avaliar, facilitando os processos de medição e quantificação específicos para a referente tipologia de edificado. Como já foi referido, os valores de referência das práticas correntes e das melhores práticas ambientais, e a sua comparação com os parâmetros SBTool^{PT} quantificados são essenciais para toda a metodologia do sistema. Estes elementos chave têm por base a utilização de listas de dados relativos a uma metodologia ACV própria e a utilização da ferramenta ACV, SimaPro, estabelecendo, desta forma, impactes quantificados de todo o ciclo de vida dos edifícios, ou seja, *cradle to grave*. Após a determinação do desempenho dos parâmetros, procede-se à classificação da categoria em que se inserem, através de uma média ponderada. Esta última operação possibilita a classificação SBTool^{PT} das respetivas categorias e a determinação dos desempenhos das dimensões ambiental, social e económica, através de uma nova média ponderada adequada. Este tipo de cálculo é novamente utilizado para a classificação final SBTool^{PT}. Percebe-se, deste modo, que em todas as quantificações de desempenho, desde os critérios analisados à classificação final, existem pesos percentuais atribuídos aos critérios, ao nível da sua importância para a respetiva dimensão que constituem, e às próprias dimensões da sustentabilidade, ao nível da sua importância para a classificação final SBTool^{PT}, em que os pesos percentuais das categorias SBTool^{PT} são dados pelo somatório dos pesos dos critérios associados. Todos estes pesos ou fatores de ponderação têm por base as especificações concretizadas pelo instrumento TRACI, também utilizado no sistema norte-americano LEED, para a vertente ambiental, por estudos de conforto e saúde dos utilizadores em Portugal, para a vertente social, e pelo enquadramento das perspetivas dos diversos intervenientes do mercado da construção portuguesa, para a vertente económica. Os pesos percentuais das dimensões SBTool^{PT} para a classificação final de desempenho ao nível da sustentabilidade advêm da comparação entre as disposições de diferentes metodologias homólogas e entre as opiniões de vários especialistas da construção sustentável. A escala de classificação de categorias, dimensões e desempenho final SBTool^{PT} é similar à estabelecida para o sistema LiderA, apesar de mais reduzida, podendo ir da classe

E a A⁺ (Figura 3.6). A classificação final do sistema designa-se por Nível de Sustentabilidade (Mateus, R., 2009; Mateus, R. & Bragança, L., 2010).

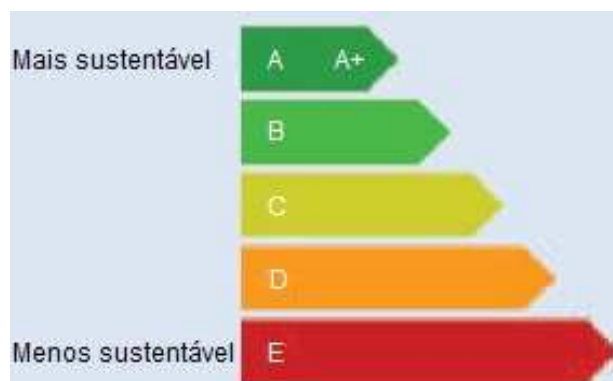


Figura 3.6 – Escala de classificação qualitativa do Nível de Sustentabilidade SBTool^{PT} (Mateus, R., 2009)

Ao nível dos processos de certificação e validação, o sistema SBTool^{PT} possui uma organização que passa pelo registo e disponibilização de informação, pelas equipas de projeto, promotores ou proprietários, sobre as construções alvo de avaliação. O processo de certificação, dependendo do tipo de construção avaliada, pode enveredar por uma pré-avaliação inicial meramente informatizada, seguindo-se a fase de verificação, em que a iiSBE Portugal opera de forma a averiguar se as condições necessárias à certificação são asseguradas. Após a verificação, existe uma fase de validação que se foca, essencialmente, na submissão de eventuais pré-avaliações e verificações a um profissional independente devidamente qualificado designado por Avaliador Qualificado em Avaliação da Construção Sustentável. Este agente valida e certifica todos os resultados obtidos, insere potenciais correções necessárias e transmite o seu parecer à iiSBE que, por sua vez, emite o Certificado de Sustentabilidade (Bragança, L., 2008).

A metodologia SBTool^{PT} é, relativamente, recente quando comparada com outros sistemas internacionais e, portanto, o seu desenvolvimento e organização tem sido elaborado de forma intensa nos últimos anos, com várias propostas para subsistemas SBTool^{PT}. O primeiro módulo a ser desenvolvido e divulgado foi o SBTool^{PT}-H para habitações derivado da metodologia MARS-H. Mais recentemente, foram propostos os módulos para turismo, MARS-T, e para edifícios de serviço, MARS-S, no âmbito do desenvolvimento dos subsistemas SBTool^{PT}-T e SBTool^{PT}-S, respetivamente. A diferenciação entre subsistemas está inserida ao nível dos indicadores e parâmetros contabilizados, as suas formas de medição e os valores de referência associados. Todos os subsistemas são orientados e definidos pelo Guia de Avaliação respetivo (Bragança, L. [et al.], 2011; Bragança, L. [et al.], 2010; Mateus, R. & Bragança, L., 2010).

3.9.3. CATEGORIAS, PONDERAÇÕES E CLASSIFICAÇÃO

Dos vários subsistemas SBTool^{PT} já referidos, o que mais se destaca, devido à tipologia de edificado em que se insere, é o SBTool^{PT}-H. É o módulo de avaliação que está na base da criação do sistema SBTool^{PT} e é referente à principal tipologia de edificado no que diz respeito aos impactes ambientais em Portugal (Mateus, R. & Bragança, L., 2010). Assim, é demonstrado o subsistema SBTool^{PT}-H. Este módulo é constituído pelas 3 dimensões SBTool^{PT}, Ambiental, Social e Económica que, por sua vez, são compostas por um total de 25 parâmetros inseridos em 9 categorias. A sua visualização é possível no Anexo 1 (Tabela A1.16).

Os valores de referência são tão importantes para a classificação final, como os próprios procedimentos de quantificação de parâmetros. No Anexo 1, é possível visualizar as operações de medição e quantificação necessárias à avaliação da sustentabilidade, e os respetivos valores de referência estipulados para cada parâmetro SBTool^{PT} (Tabela A1.17).

Todos os procedimentos de avaliação têm base na informação generalizada do edifício a avaliar. Entre esta informação estão diversos elementos de projeto, como mapas de quantidades e orçamentos, peças desenhadas e escritas, e elementos de informação para a utilização do edifício. No Anexo 1, é possível visualizar os elementos de informação necessários para os respetivos parâmetros SBTool^{PT} (Tabela A1.18).

Como já foi mencionado, na base da classificação dos desempenhos SBTool^{PT}-H está uma equação matemática que incorpora os valores de referência e os valores medidos e quantificados, sendo também utilizada nos restantes módulos SBTool^{PT} (Equação 3.2). Esta fórmula não é mais do que a definição, para um parâmetro, de uma variação entre um valor máximo e um mínimo, e a inserção do valor quantificado na escala estabelecida pelos limites de referência, obtendo assim uma classificação do desempenho demonstrado. Na Equação 3.2, \bar{P}_i diz respeito ao valor normalizado de desempenho do parâmetro i , P_i é referente ao valor quantificado para o parâmetro i com iguais unidades aos valores de referência, P_{*i} diz respeito ao valor de referência de práticas correntes para o parâmetro i e P^*_i diz respeito ao valor de referência das melhores práticas atuais para o parâmetro i (Mateus, R. & Bragança, L., 2010).

$$\bar{P}_i = \frac{P_i - P_{*i}}{P^*_i - P_{*i}} \forall_i \quad (3.2)$$

Através dos respetivos pesos percentuais atribuídos e do cálculo de \bar{P}_i para todos os parâmetros, é possível a classificação dos desempenhos de cada categoria e cada dimensão e a classificação final da certificação SBTool^{PT}. A sua escala, como já foi referido, vai da classe E à classe A⁺ e baseia-se no valor ponderado \bar{P}_i ao nível de categorias, dimensões e classificação final SBTool^{PT} (Tabela 3.13).

Tabela 3.13 – Níveis de desempenho e respetivas classificações SBTool^{PT} (Mateus, R., 2009)

Nível de Desempenho em Função do Valor Normalizado \bar{P}	Classificação SBTool ^{PT}
$\bar{P} < 0,00$	E
$0,00 \leq \bar{P} \leq 0,10$	D
$0,10 < \bar{P} \leq 0,40$	C
$0,40 < \bar{P} \leq 0,70$	B
$0,70 < \bar{P} \leq 1,00$	A
$\bar{P} > 1,00$	A ⁺

Como se depreende pelos níveis de desempenho possíveis, apesar do sistema SBTool^{PT} apresentar valores de referência mínimos e máximos correspondentes às práticas correntes e às melhores práticas atuais, é possível existir valores inferiores e superiores aos *benchmarks* de cada parâmetro, existindo, desta forma, valores \bar{P} abaixo de 0,00 e acima de 1,00, respetivamente. Significa este facto a possibilidade de existirem desempenhos piores que as práticas correntes e desempenhos referentes a inovações tecnológicas, com resultados superiores às melhores práticas atuais. Contudo, os valores

normalizados \bar{P} são limitados a -0,20 e 1,20, visando não distorcer a classificação SBTool^{PT} nas operações de determinação de médias ponderadas dos parâmetros analisados (Mateus, R., 2009). Esta escala classificativa é utilizada nos restantes subsistemas SBTool^{PT} propostos (Bragança, L. [et al.], 2011; Bragança, L. [et al.], 2010)

4

ANÁLISE COMPARATIVA E CRÍTICA DOS MASC

4.1. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MASC AO NÍVEL DAS ESTRUTURAS METODOLÓGICAS ADOTADAS

As estruturas metodológicas dos Métodos de Avaliação da Sustentabilidade das Construções são os elementos mais caracterizadores e determinantes que constituem os sistemas de avaliação da construção sustentável. A sua morfologia possibilita o ajuste dos MASC aos contextos nacionais ou regionais em que se enquadram, sendo, portanto, perceptível a respetiva importância que detêm em todo o processo de avaliação da sustentabilidade das construções.

O sistema britânico BREEAM, o mais antigo MASC existente, inclui, além de uma atribuição de pontos, fatores de ponderação correspondentes a cada indicador de sustentabilidade. O desempenho avaliado dos mesmos indicadores é dado pela percentagem de pontos que são atribuídos, num máximo disponível.

Em tudo semelhante ao anterior sistema, são o método português LiderA e o método alemão DGNB. A diferença reside apenas no facto de que as pontuações máximas para o método BREEAM variam de indicador para indicador e as pontuações LiderA e DGNB são uniformizadas em 10 pontos máximos.

É de destacar uma particularidade de grande relevância do método português LiderA. Apesar da atribuição de 10 pontos considerada, esta é realizada de forma qualitativa, ou seja, em função da classificação de desempenhos. Assim, cada classe possui uma pontuação base. Porém, esta pontuação não apresenta uma diferença semelhante de nível para nível, sendo que, nas classes de melhor desempenho, a diferença pontual é muita mais significativa. Deste modo, entende-se que, para uma maior melhoria da classificação global atribuída a uma construção, é mais valorizado melhorar os indicadores LiderA com elevados desempenhos, do que minimizar os indicadores de fraco desempenho.

Os sistemas LEED, CASBEE e SBTool^{PT} aproximam-se do esquema metodológico referente aos sistemas BREEAM, LiderA e DGNB, contudo, apresentam algumas peculiaridades.

O sistema norte-americano LEED não apresenta, de forma explícita, fatores de ponderação para as respetivas áreas de sustentabilidade em que se insere. Todavia, como já foi referido, as pontuações máximas que atribui são variáveis de área para área, existindo, implicitamente, uma relevância incorporada neste tipo de metodologia. Pode-se admitir que, esta forma de avaliação da sustentabilidade é uma simplificação da estrutura metodológica inserida pelo BREEAM e outros sistemas com estruturas metodológicas semelhantes.

O método japonês CASBEE assenta numa estrutura muito influenciada pelos fatores de ponderação atribuídos. Ao contrário dos métodos já referidos, não atribui uma pontuação mas, sim, uma escala numérica qualitativa de 1 a 5. Através dos desempenhos classificados para os micro-indicadores, segue-se uma série de médias ponderadas que classificam as diferentes dimensões CASBEE, convergindo para os respetivos macro-indicadores. Esta metodologia japonesa possui outras características muito vinculadas ao nível da separação imposta quanto à envolvente exterior afetada e ao espaço ocupado pela construção, originando dois macro-indicadores e tratando, isoladamente, as emissões de dióxido de carbono envolvidas.

O método português SBTool^{PT} baseia-se, também, em fatores de ponderação atribuídos. No entanto, a quantificação dos desempenhos avaliados é feita, não com atribuição de pontos ou escala qualitativa numérica, mas, sim com uma relação entre o desempenho verificado e o desempenho de referência.

O sistema francês HQE e o sistema australiano NABERS são os que demonstram estruturas metodológicas mais divergentes. O método HQE incide sobre diversas disposições, mais e menos rigorosas, cujo cumprimento permite uma certificação ambiental, não inserida numa escala qualitativa. Já o método NABERS foca-se, não numa avaliação geral das construções, mas numa avaliação isolada das áreas da sustentabilidade consideradas mais relevantes. A sua metodologia de avaliação assemelha-se à utilizada pelo sistema SBTool^{PT}, no sentido, em que se baseia em valores de referência do respetivo mercado onde se insere.

4.2. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MASC AO NÍVEL DAS VALORIZAÇÕES ATRIBUÍDAS A CADA DIMENSÃO SUSTENTÁVEL

4.2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os MASC têm a sua origem na criação do sistema BREEAM, o primeiro do seu género a integrar a temática da construção sustentável no panorama da sustentabilidade mundial. A partir daí, deu-se o desenvolvimento de novos sistemas que se basearam no próprio BREEAM e nos modelos que se sucederam. O desenvolvimento dos sistemas da sustentabilidade é elaborado com informação sobre os enquadramentos ambientais, sociais e económicos a que se aplicam. São estes os três grandes macro-indicadores que integram a generalidade dos MASC, adequando-se da melhor forma às predisposições que o próprio conceito da sustentabilidade incorpora. Esta valência global e comum é um elemento que possibilita eventuais análises comparativas entre os diferentes sistemas.

As análises comparativas que podem ser efetuadas são importantes para perceber quais as vertentes mais valorizadas pelos diversos métodos, tendo em conta fatores influenciadores que podem condicionar as eventuais diferenças verificadas.

4.2.2. FATORES INFLUENCIADORES DA ANÁLISE COMPARATIVA

Os sistemas avaliadores da sustentabilidade das construções encontram-se, atualmente, em expansão contínua, tanto ao nível do número de países envolvidos e aceitação internacional, como ao nível de avanços tecnológicos e aperfeiçoamentos técnicos. Este último facto implica uma sistemática atualização das disposições base de cada sistema e, portanto, é necessária uma contextualização temporal para proceder a uma possível análise comparativa. Este é um dos elementos que poderá limitar as eventuais conclusões resultantes de uma comparação entre sistemas. A contextualização internacional, no âmbito do campo de aplicação considerado, é outro dos fatores influentes que podem

distorcer eventuais resultados e conclusões quanto à valorização, inserida nos respetivos macro-indicadores de sustentabilidade.

4.2.3. CAMPO DE APLICAÇÃO E CONCLUSÕES

Não negligenciando as atenuantes referidas, no âmbito desta dissertação, procedeu-se a uma análise comparativa entre os MASC especificados, nesta monografia. Devido ao interesse claro do setor da habitação na construção e, à informação apresentada desta tipologia e respetivos subsistemas da sustentabilidade que a tratam, a comparação objetiva incidirá nos modelos referentes à atividade residencial.

Para esta comparação, várias disposições têm de ser consideradas. Nesta dissertação, são analisados os sistemas BREEAM, HQE, LEED, CASBEE, NABERS, LiderA, DGNB e SBTool^{PT}. Desta forma, a análise comparativa privilegia estes métodos que, contudo, apresentam limitações naturais para a comparação pretendida, devido à própria estrutura metodológica em que assentam. Assim, os sistemas HQE e NABERS são, efetivamente, excluídos, visto que não integram, nos seus processos operativos, pesos e ponderações percentuais objetivas para os respetivos indicadores de sustentabilidade. Outra limitação associada a esta aplicação comparativa ocorre ao nível da inserção objetiva de cada indicador, que pode transmitir relevância para qualquer uma das três dimensões analisadas. Neste contexto, são tecidas várias considerações, juntamente com a análise dos valores apresentados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Análise comparativa aos pesos percentuais contabilizados para as componentes do Ambiente, Sociedade e Economia

Sistemas para a Avaliação da Sustentabilidade Habitacional	Ambiente (%)	Sociedade (%)	Economia (%)
BREEAM (<i>Code for Sustainable Homes</i>)	83,78	16,22	0,00
LEED (LEED-H)	63,23	33,09	3,68
CASBEE (CASBEE para Habitação)	66,25	33,75	0,00
DGNB (DGNB para Construção Nova de Escritórios e Edifícios Administrativos)	24,60	53,00	22,40
LiderA	66,00	27,00	7,00
SBTool ^{PT} (SBTool ^{PT} -H)	40,00	30,00	30,00

O subsistema BREEAM, *Code for Sustainable Homes* não possui indicadores que se enquadrem objetivamente na vertente económica, sendo, por isso, atribuída a percentagem de 0% a esta componente. Este facto potencia uma eventual distorção em relação aos valores dos outros sistemas, não permitindo estabelecer comparações diretas com os mesmos. Todavia, é de destacar, precisamente, esse facto pois evidencia uma certa desvalorização da vertente económica que, apesar de estar representada em algumas disposições para medição e quantificação de desempenhos, não possui indicadores, como por exemplo os custos de ciclo de vida das habitações, que a tratam e valorizam objetivamente. A área do Ambiente é valorizada de forma mais significativa em comparação com a vertente da Sociedade.

À semelhança do subsistema BREEAM, o LEED-H também apresenta indicadores que se ajustam às várias dimensões de sustentabilidade tratadas, tornando difícil a sua inserção numa só vertente. A

dimensão económica é novamente aquela que, apesar de referenciada em vários indicadores, não é tratada de forma objetiva, excetuando-se alguns indicadores associados aos Materiais e Recursos (Tabela A1.6, Ref. MR1). Deste modo, compreende-se que, também para este subsistema norte-americano, a vertente económica não é valorizada objetivamente. Quanto às outras duas dimensões percebe-se que existe um equilíbrio maior que aquele estabelecido no subsistema BREEAM considerado. A dimensão Ambiental é, novamente, a mais valorizada.

O subsistema CASBEE para Habitações também não é objetivo quanto à quantificação de indicadores económicos, sendo que lhe é atribuído 0% para a dimensão económica não consagrada objetivamente. Este subsistema, descrito no Subcapítulo 3.5. da presente dissertação, tem a particularidade de dividir a sua classificação de sustentabilidade em duas componentes, Q e LR, para posterior quantificação matemática (Equação 3.1). Sabendo-se que a escala numérica CASBEE a atribuir varia entre 1 e 5 e observando-se atentamente a equação matemática, percebe-se que as duas componentes são avaliadas com o mesmo peso. Assim, pode-se admitir que as percentagens estabelecidas de valorização ambiental e social para cada uma das componentes são equivalentes, multiplicando-se por 50% e somando-se para um valor total ambiental e social. Os valores resultantes demonstram que, também nesta ferramenta japonesa, o Ambiente é sobrevalorizado face à Sociedade, com um resultado semelhante ao quantificado para o subsistema LEED-H.

Relativamente ao método da sustentabilidade alemão DGNB, na monografia apresentada, foram demonstrados dois subsistemas que não consideram a tipologia residencial. Contudo, admitindo que as diferenças não serão significativas, a análise comparativa contempla o subsistema DGNB para Construção Nova de Escritórios e Edifícios Administrativos. Este subsistema apresenta áreas de aplicação bem definidas ao nível do Ambiente, Sociedade e Economia, mas, a estas, acrescentam-se áreas de qualidade técnica e de processos. Desta forma, para manter as três dimensões da sustentabilidade em causa, os respetivos indicadores destas duas áreas foram contabilizados para a dimensão que mais se adequa à sua natureza. Através dos valores contabilizados percebe-se que este subsistema DGNB valoriza mais a vertente social, inserindo também a vertente económica com bastante relevância objetiva. É necessária tomar em atenção o facto de que as disposições deste subsistema se focam em edifícios de escritório que possuem, naturalmente, grandes exigências no que toca ao conforto dos seus utilizadores.

O sistema LiderA apresenta também de forma objetiva uma relativa importância à dimensão económica. A vertente ambiental é a mais valorizada, mas é necessário ter em consideração que muitos dos indicadores ambientais contabilizados acarretam, simultaneamente, questões sociais. É de destacar a semelhança dos resultados percentuais obtidos pelo LiderA quando comparados com os valores dos subsistemas CASBEE e LEED. Este facto demonstra a relação entre os sistemas CASBEE e LiderA, com o sistema LEED, que utilizam como base para a sua fundamentação metodológica.

O subsistema SBTool^{PT}-H é aquele em que as atribuições de importância são mais objetivas. Percebe-se que existe uma grande homogeneidade dos valores ponderados, existindo uma maior relevância para a vertente ambiental.

De um modo geral, tendo em conta as várias limitações que podem distorcer as conclusões retiradas pela leitura da Tabela 4.1, é possível afirmar que a vertente ambiental tem um papel fundamental nos MASC, contrariamente à vertente económica, que, em alguns dos subsistemas, nem sequer é inserida em indicadores objetivos relacionados com os custos do ciclo de vida das construções e elementos associados.

4.3. COMPARABILIDADE ENTRE OS MASC NACIONAIS: LIDERA E SBTOOL^{PT}

4.3.1. POTENCIAL DE COMPARAÇÃO

A construção sustentável atingiu, mundialmente, uma importância bastante significativa o que levou à criação de diversas ferramentas internacionais, como é o caso dos MASC. Em Portugal, a certificação ambiental do parque edificado e os sistemas de avaliação da sustentabilidade da construção foram introduzidos nos últimos anos, com especial destaque para o sistema LiderA e a adaptação do sistema internacional SBTool ao contexto português, o sistema SBTool^{PT}.

Como já foi referido anteriormente, uma das principais dificuldades para a comparação entre sistemas de avaliação da sustentabilidade é a diferente contextualização ambiental, social e económica em que os mesmos se inserem. Todavia, o facto destes dois sistemas de avaliação se focarem no mesmo objeto de estudo potencia uma análise e estudo comparativo alargado sobre as suas metodologias e procedimentos de avaliação da sustentabilidade.

4.3.2. COMPARABILIDADE ENTRE CRITÉRIOS LIDERA E PARÂMETROS SBTOOL^{PT}

No âmbito desta dissertação, efetuou-se uma análise detalhada para perceber quais os critérios LiderA e parâmetros SBTool^{PT} que são comparáveis, ou seja, aqueles que integram, na sua medição e quantificação, elementos semelhantes que facilitam a respetiva comparação. Os subsistemas selecionados dizem respeito à construção habitacional. Aos agrupamentos de indicadores comparáveis, correspondentes aos sistemas LiderA e SBTool^{PT}-H, é proposta a designação de “Comparações” devido aos procedimentos comparativos tomados no ponto seguinte, com aplicação a casos de estudo. No Anexo 2, é possível a visualização dos resultados obtidos (Tabela A2.1).

Percebe-se, assim, que existe uma grande variedade de indicadores comparáveis, conforme os respetivos elementos quantificados. Na Tabela 4.2, é apresentada uma síntese dos 16 grupos de critérios/parâmetros considerados comparáveis.

Tabela 4.2 – Síntese da Tabela A2.1

LiderA	SBTool ^{PT} -H
Crítérios	Parâmetros
Comparação 1 – Construção em Áreas Previamente Contaminadas ou Edificadas	
C1	P4
Comparação 2 – Utilização de Solo e Impermeabilização	
C2	P2
	P3
Comparação 3 – Espécies Autóctones	
C3	P5
Comparação 4 – Energia	
C7	P7
C8	
C9	P8

LiderA	SBTool ^{PI} -H
Critérios	Parâmetros
Comparação 5 – Água	
C10	P14
C11	P15
Comparação 6 – Materiais de Construção	
C14	P1
	P9
	P10
	P11
Comparação 7 – Gestão de Resíduos	
C19	
C20	P13
C21	
Comparação 8 – Conforto Acústico	
C22	
C27	P20
Comparação 9 – Efeito “Ilha de Calor”	
C23	P6
Comparação 10 – Qualidade do Ar Interior e Ventilação	
C24	P16
	P17
Comparação 11 – Conforto Térmico	
C25	P18
Comparação 12 – Iluminação	
C26	P19
Comparação 13 – Acessibilidade a Transportes Públicos	
C28	P21
Comparação 14 – Acessibilidade a Amenidades Locais	
C34	P22
Comparação 15 – Custos de Ciclo de Vida	
C40	P24
	P25
Comparação 16 – Informação para Utilização	
C41	P23

Seguindo a mesma lógica comparativa, é clara a pertinência de uma nova análise comparativa, desta feita, dos pesos percentuais atribuídos, pelos dois métodos, aos respetivos indicadores.

Numa primeira fase, entende-se a existência de uma limitação associada ao número diferenciado de indicadores existentes nos dois métodos. Enquanto o sistema LiderA distribui importâncias percentuais por 43 critérios, o sistema SBTool^{PT}-H reparte os respetivos pesos percentuais por 25 parâmetros. Assumindo uma percentagem global óbvia de 100%, em ambos os sistemas, compreende-se que o método LiderA tem maior potencial para possuir menores pesos de ponderação nos seus indicadores. Este facto implica uma condicionante evidente para a análise comparativa pretendida. As duas estruturas homólogas sintetizadas apresentam-se na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Síntese das estruturas metodológicas LiderA e SBTool^{PT}-H

LiderA				SBTool ^{PT} -H						
Vertente	Área	w _i	Critério	Dimensão	p _i	Categoria	Parâmetro	p _i		
IL	A1	7%	C1	DA	40%	C1	P1	13%		
			C2				P2	8%		
	C3	P3	1%							
	A2	5%	C4			C2	P4	3%		
			C5				P5	4%		
	A3	2%	C6			P6	4%			
C7			C3			P7	16%			
A4	17%	C8				P8	16%			
		C9				P9	9%			
R	A5	8%	C10			C4	P10	9%		
			C11				P11	7%		
	A6	5%	C12			C5	P12	3%		
			C13				P13	1%		
	A7	2%	C14			C6	P14	3%		
			C15				P15	3%		
CA	A8	3%	C16			DS	30%	C6	P16	7%
			C17						P17	7%
	C18	P18	19%							
	A10	3%	C19	C7	P19			15%		
			C20		P20			12%		
	A11	3%	C21	C8	P21			17%		
C22			P22		13%					
A12	1%	C23	C9	P23	10%					
		C24		DE	30%			C9	P24	50%
A13	5%	C25	P25						50%	
		A14	5%	C26						
A15	5%			C27						
				C28						
VS	A16	5%	C29							
			C30							
	A17	4%	C31							
			C32							
	A18	4%	C33							
			C34							
A19	4%	C35								
		C36								
		C37								
		C38								
		C39								

LiderA			
Vertente	Área	w_i	Critério
US	A20	3%	C40
	A21	6%	C41 C42
	A22	2%	C43

Contudo, não é somente esta limitação que põe em causa uma eventual análise de comparação.

Existe um outro condicionalismo, associado a uma particularidade do sistema LiderA, que é determinante para a inviabilidade de execução do procedimento desejado.

O sistema LiderA possui uma organização estrutural que introduz pesos percentuais nas suas áreas, distribuindo, de forma uniforme, esses pesos percentuais pelos respetivos critérios constituintes das áreas mencionadas. Assim, seria possível uma verificação simples das importâncias próprias de cada critério LiderA. Contudo, como anteriormente descrito, existe uma característica deste método que implica uma “distorção global” de eventuais pesos atribuídos. A atribuição de pontos LiderA é feita com base numa classificação qualitativa alfabética que, por sua vez, corresponde a uma pontuação numérica. Todavia, a pontuação é desproporcional, sendo que as classes mais baixas possuem valores diminutos, quando comparadas com as pontuações atribuídas das maiores classes (Tabela 4.4).

Tabela 4.4 – Classificações e pontuações correspondentes dos indicadores do sistema LiderA

Classificações e Pontuações para Critérios LiderA	
Classe	Pontuação Correspondente
G	0,80
F	0,89
E	1,00
D	1,14
C	1,33
B	1,60
A	2,00
A ⁺	4,00
A ⁺⁺	10,00

Assim, percebe-se que um critério, independentemente do peso que o afeta, é fortemente influenciado pela própria classe que lhe é atribuída. Se possuir uma classe baixa, a sua atribuição de pontos é mínima, reduzindo a sua valorização intrínseca. Se possuir uma classe alta, a respetiva pontuação é, igualmente, alta, valorizando-o mais, em detrimento de outros critérios, com maiores ponderações associadas, mas com baixas classificações imputadas.

Esta peculiaridade do sistema LiderA torna a valorização de critérios dependente de uma avaliação de desempenhos e atribuição de classes, gerando algum grau de imprevisibilidade das importâncias relativas atribuídas e uma dificuldade acrescida nas análises comparativas com indicadores de métodos homólogos.

4.4. COMPARAÇÃO ENTRE OS MASC NACIONAIS: LIDERA E SBTOOL^{PT} – APLICAÇÃO A CASOS DE ESTUDO

4.4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Para a comparação entre os procedimentos de medição, quantificação e atribuição de níveis de desempenho ao nível da sustentabilidade dos MASC portugueses, são considerados os grupos de indicadores comparáveis referidos no ponto anterior. Contudo, devido ao tempo para a concretização desta dissertação e ao elevado grau de complexidade e morosidade dos processos de quantificação de alguns indicadores comparáveis, foram selecionadas, de entre esses, as Comparações 1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 13, 14 e 16.

É de destacar que, apesar de serem apresentadas as classificações LiderA e SBTool^{PT}-H num contexto de comparação, estas, devido às diferentes organizações estruturais classificativas que lhes estão associadas, não são equivalentes ou diretamente comparáveis.

Relativamente ao sistema LiderA, as aplicações executadas seguem um excerto da Tabela Geral dos Limiares V2.00 B4 (LiderA, 2010). Para o sistema SBTool^{PT}-H, é utilizada a base do método MARS-H (Mateus, R., 2009).

A aplicação a casos de estudo é feita com o objetivo de comparar as metodologias de quantificação e avaliação de desempenhos dos dois MASC portugueses. Para que existisse toda a informação necessária para aplicação dos indicadores comparáveis envolvidos, foram selecionados 6 casos de estudo, dependendo das vertentes de sustentabilidade analisadas pelos respetivos indicadores de cada Comparação.

É necessário fazer referência ao facto de que algumas construções a avaliar são escolas, inculindo, nas Comparações visadas, não só a própria análise comparativa entre métodos, mas, também, a análise à flexibilidade de ambos para a aplicação de indicadores de avaliação da sustentabilidade a estabelecimentos de ensino. Eventuais alterações a procedimentos metodológicos dos indicadores cuja aplicação passe por estes casos de estudo específicos, são apresentadas nas considerações gerais de aplicação das respetivas Comparações.

O Caso de Estudo I é referente a um edifício do final da década de 90, com ocupação mista de comércio e habitação, localizado em Oliveira de Azeméis, município pertencente à Grande Área Metropolitana do Porto (Figura 4.1). O edifício possui cave para estacionamento e arrumos, rés-do-chão para comércio, habitação nos dois pisos superiores e estacionamento em logradouro. Para completar a descrição geral deste caso, é de destacar a existência de duas torres que se destinam a habitação, possuindo cinco andares superiores e perfazendo a cércea disposta no Plano Diretor Municipal (PDM) de Oliveira de Azeméis e condizente com a envolvente. No total, este empreendimento contém 18 fogos habitacionais de tipologia T2, 15 fogos habitacionais de tipologia T3, 7 espaços comerciais, 53 lugares de estacionamento em cave e 34 lugares de estacionamento em logradouro.



Figura 4.1 – Prespetiva aérea do edifício referente ao Caso de Estudo I (Google Maps, 2009)

O Caso de Estudo II é referente à Escola Básica de 2.º e 3.º Ciclo Francisco Torrinha. Este estabelecimento de ensino localiza-se na Rua São Francisco Xavier, no município do Porto, sendo que é frequentado, atualmente, por mais de 1.000 alunos, distribuídos por mais de 40 turmas (Figura 4.2).



Figura 4.2 – Perspetiva aérea da Escola EB 2,3 Francisco da Torrinha, no Porto (IC, 2009)

O Caso de Estudo III diz respeito a um edifício de habitação coletiva da década de 90 localizado na Maia, município pertencente à Grande Área Metropolitana do Porto. É constituído por quatro pisos, uma cave para estacionamento e os restantes três pisos para habitação, totalizando 12 fogos habitacionais de tipologia T2 e 9 fogos de tipologia T3. As análises que se seguem recaem num fogo habitacional de tipologia T2, do piso 0, com 3 frentes: Norte, Poente e Sul, sendo a fachada principal orientada a Sul (Figura 4.3).

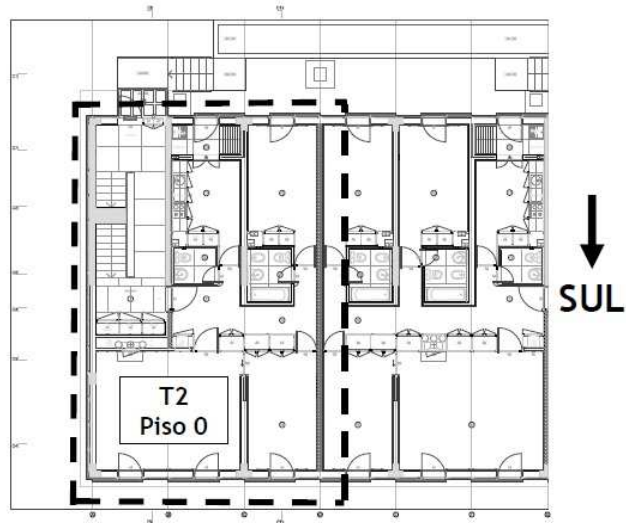


Figura 4.3 – Planta da fração autónoma estudada referente ao Caso de Estudo III (Freitas, V., 2012)

O Caso de Estudo IV é referente a uma moradia unifamiliar, integrada num condomínio privado, localizada na Rua das Begónias, na freguesia da Charneca da Caparica, no concelho de Almada (Figura 4.4). A Área do Lote onde está inserida é de 1.039 m² e o edifício possui dois pisos, com uma altura total de 6,50 m, uma Área de Implantação de 189 m² e uma Área Bruta de Construção de 265 m². O condomínio, onde a moradia se insere, presta uma vasta gama de serviços, entre os quais, a limpeza diária das zonas de lixo e a manutenção de espaços verdes e da via pública (Aroeira, 2013; Monteiro, N., 2011).



Figura 4.4 – Fachada principal da moradia estudada referente ao Caso de Estudo IV (Monteiro, N., 2011)

O Caso de Estudo V trata da Escola Secundária com 3.º Ciclo Rodrigues de Freitas (Figura 4.5). Este estabelecimento de ensino localiza-se na Praça de Pedro Nunes, no município do Porto, sendo frequentada por cerca de 1.200 alunos, distribuídos por mais de 60 turmas (IGE, 2007).

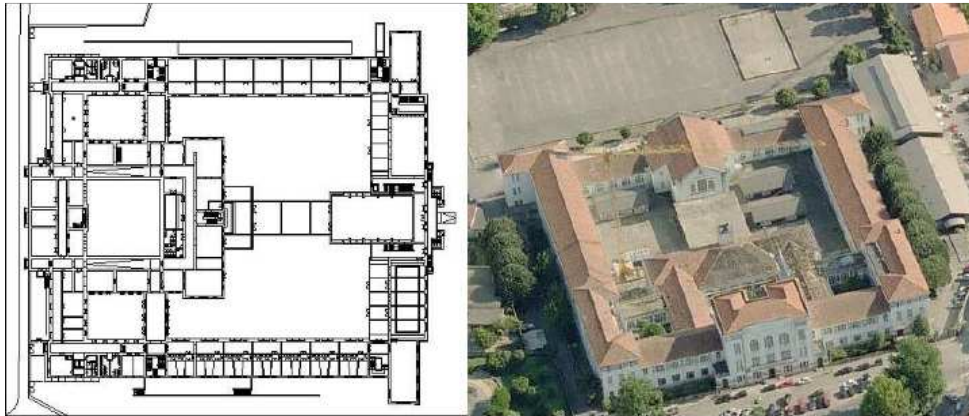


Figura 4.5 – Planta e perspetiva aérea da Escola Secundária com 3.º Ciclo Rodrigues de Freitas (adaptado de Menezes, M. (2010))

O Caso de Estudo VI diz respeito à Escola de 1.º Ciclo São João da Foz (Figura 4.6). Este edifício escolar está localizado na Rua Escultor Henrique Moreira, no município do Porto, e é frequentada por mais de 260 alunos divididos por 12 turmas (C.M. Porto, 2011).



Figura 4.6 – Perspetiva aérea da Escola EB1 São João da Foz (Google Maps, 2009)

Em seguida, são apresentadas as Comparações e os indicadores LiderA e SBTool^{PT}-H que lhes estão associados, com os respetivos elementos para medição, quantificação, referência e cálculo, os casos estudo aplicar a cada grupo de indicadores comparáveis e as avaliações de desempenho resultantes.

4.4.2. COMPARAÇÃO 1 – CONSTRUÇÃO EM ÁREAS PREVIAMENTE CONTAMINADAS OU EDIFICADAS

4.4.2.1. Caso de Estudo

O Caso de Estudo, a que este grupo de indicadores comparáveis se aplica, é o I. Através da verificação da Memória Descritiva e Justificativa e do Projeto do edifício foi possível determinar a Área de Implantação Total com 2.682 m² e a Área de Implantação de Construções Prévias, de 313 m².

O edifício situa-se na zona *Espaço Central I* do PDM de Oliveira de Azeméis e, como a própria Memória Descritiva refere, respeita todas as disposições legais e insere usos habitacionais e comerciais. A envolvente dispõe de uma rede de infraestruturas adequada que suportará as necessidades deste empreendimento.

4.4.2.2. Aplicação e Resultados dos MASC Portugueses: LiderA e SBTool^{PT}-H

Na Tabela A2.2, é possível visualizar todos os procedimentos de quantificação e resultados da aplicação elaborada, sendo que na Tabela 4.5 são sintetizadas as operações e resultados em questão.

Tabela 4.5 – Síntese da Tabela A2.2, com resultados finais da Comparação 1

Ref.	LiderA	SBTool ^{PT} -H	Ref.
Resultados Finais			
C1	Total de 3 créditos atribuídos, incluindo preocupações com PDM	Valor normalizado P4 = 0,13	P4
Níveis de Desempenho Atribuídos (*)			
C1	C Melhoria de 25% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	C Melhoria entre 10% a 40% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	P4

(*) – Os níveis de desempenho atribuídos dizem respeito às escalas LiderA e SBTool^{PT}-H que não são equivalentes ou diretamente comparáveis.

4.4.2.3. Apreciações Gerais

Para a Comparação 1, que envolve os indicadores C1 e P4 dos sistemas LiderA e SBTool^{PT}-H, respetivamente, pode-se concluir que os resultados finais não são significativamente divergentes.

O sistema LiderA quantifica os desempenhos para o critério C1, através do cumprimento de 4 disposições e da atribuição de créditos associada a esse cumprimento. Desta forma, abrange uma maior variedade de elementos relacionados com o tema em questão. Contudo, ao envolver mais elementos, acaba por necessitar de mais dados para concretizar uma avaliação de desempenho mais alargada. Nas especificações, para área previamente construída ou desenvolvida, área previamente contaminada e rede de infraestruturas preexistente, a verificação do seu cumprimento pode ser objetiva. Já ao nível das disposições referentes à valorização do PDM, está presente um certo grau de subjetividade visto que, a indefinição do conceito de “potenciação da vocação estabelecida por PDM” pode levar a avaliações diferentes entre os profissionais LiderA, com as mesmas características de uma construção a cumprirem o nível de exigência para uns profissionais e a não cumprirem para outros. Esta limitação possui, ainda, a agravante relacionada com a atribuição de 2 créditos de desempenho em caso de cumprimento desta disposição, valor bastante significativo para este critério.

O sistema SBTool^{PT}-H não apresenta nenhuma dificuldade ou incoerência na metodologia que utiliza. Todavia, constata-se que só se baseia num aspeto para o mesmo indicador, quando existem outros pontos significativos, consagrados no sistema LiderA, para a valorização do território previamente construído ou contaminado.

4.4.3. COMPARAÇÃO 2 – UTILIZAÇÃO DE SOLO E IMPERMEABILIZAÇÃO

4.4.3.1. Caso de Estudo

O Caso de Estudo, a que este grupo de indicadores comparáveis se aplica, é o I. Através da verificação da Memória Descritiva e Justificativa, e do Projeto de Arquitetura do edifício foi possível determinar a Área do Lote, de 2978 m², a Área Permeável do Lote, de 296 m², e a Área Bruta de Construção, de 5045 m². Relativamente ao Índice de Utilização Máximo estabelecido no PDM de Oliveira de Azeméis, houve a necessidade de procurar este parâmetro em versões mais antigas do PDM referido, visto que a mais recente não especifica o seu valor. No PDM de 1995 foi estabelecido um Índice de Utilização Máximo de 1,70, para áreas de Cidade.

4.4.3.2. Aplicação e Resultados dos MASC Portugueses: LiderA e SBTool^{PT}-H

Na Tabela A2.3, é possível visualizar todos os procedimentos de quantificação e resultados da aplicação elaborada, sendo que na Tabela 4.6 são sintetizadas as operações e resultados em questão.

Tabela 4.6 – Síntese da Tabela A2.3, com resultados finais da Comparação 2

Ref.	LiderA	SBTool ^{PT} -H	Ref.
Resultados Finais			
C2	Percentagem de área permeável do solo de 10%	Valor normalizado P2 = 1,20	P2
		Valor normalizado P3 = -0,20	P3
Níveis de Desempenho Atribuídos (*)			
C2	F Abaixo do desempenho de práticas correntes ou de referência, com 89%	A ⁺ Desempenho superior aos valores de referência da melhor prática atual	P2
		E Desempenho inferior aos valores de referência das práticas correntes	P3

(*) – Os níveis de desempenho atribuídos dizem respeito às escalas LiderA e SBTool^{PT}-H que não são equivalentes ou diretamente comparáveis.

4.4.3.3. Apreciações Gerais

Na Comparação 2, os resultados finais de desempenho são divergentes. Este facto deve-se, essencialmente, à inclusão do Parâmetro 2 neste grupo de indicadores comparáveis, um indicador passível de discussão.

Existe uma relação inegável entre a Área Permeável do Solo e o Índice de Utilização Líquido de uma construção, que relaciona a Área Bruta de Construção respetiva com a Área do Lote intervencionado. A Área Bruta de Construção está, por sua vez, diretamente associada com a Área de Implantação e o Número de Pisos existentes. A Área de Implantação e a Área Permeável do solo são características que se condicionam mutuamente, na medida em que, na generalidade dos casos, o aumento de uma, pode significar a redução da outra. Admite-se, portanto, que, tendo em conta as restrições existentes em PDM ao nível das cêrceas de edificação, um Índice de Utilização Líquido elevado implica uma potencial Área de Implantação elevada, com uma eventual tendência para a minimização de áreas de solo permeáveis.

Em relação ao LiderA, o Critério 2, referente à valorização da área permeável do solo, é simples e coerente, sendo que, para o Caso de Estudo I, demonstra um nível de desempenho mais baixo do que os valores convencionais.

Relativamente ao SBTool^{PT}-H, a avaliação à Área Impermeável do Solo também insere o desempenho desta construção em níveis abaixo das práticas atuais. Contudo, ao incluir um indicador que visa a valorização da máxima capacidade de construção permitida no lote, em termos meramente comparativos, pode gerar um efeito contraproducente, premiando indiretamente o aumento da Área Impermeável do Solo, se no PDM não existirem restrições em relação a esse fator.

Assim, mesmo percebendo as dificuldades de inclusão deste parâmetro, é compreensível a sua aplicação, com o objetivo de maximizar a utilização dos espaços construídos, de forma a minimizar a ocupação de outros espaços não construídos. Do mesmo modo que se percebe o porquê de o LiderA não inserir esta preocupação, entende-se o porquê do SBTool^{PT} envolver este parâmetro.

4.4.4. COMPARAÇÃO 3 – ESPÉCIES AUTÓCTONES

4.4.4.1. Caso de Estudo

O Caso de Estudo, a que este grupo de indicadores comparáveis se aplica, é o II. A Escola EB 2,3 Francisco Torrinha possui uma área de espaços verdes de 1.500 m², sendo que dessa área, cerca de 704 m² correspondem ao espaço ocupado pelas copas de espécies arbóreas autóctones, admitindo-se, simplificada, a existência de 14 árvores autóctones, com um raio médio de 4 metros, por copa contabilizada.

4.4.4.2. Aplicação e Resultados dos MASC Portugueses: LiderA e SBTool^{PT}-H

Como já foi referido, a aplicação deste grupo de indicadores comparáveis a um estabelecimento de ensino visa, não só a natural comparação entre sistemas de avaliação, como, também, a perceção da sua flexibilidade para adaptação a outros contextos de utilização. Tendo em conta a lógica e premissas em que os processos de avaliação LiderA e SBTool^{PT}-H se baseiam, pode-se assumir que, para os indicadores tratados neste ponto, não existem adaptações a fazer visto que as exigências a este nível, tanto para escolas como para habitações, são consideradas semelhantes.

Na Tabela A2.4, é possível visualizar todos os procedimentos de quantificação e resultados da aplicação elaborada, sendo que na Tabela 4.7 são sintetizadas as operações e resultados em questão.

Tabela 4.7 – Síntese da Tabela A2.4, com resultados finais da Comparação 3

Ref.	LiderA	SBTool ^{PT} -H	Ref.
Resultados Finais			
C3	Total de 9 créditos, com mais de 40% de área ocupada por espécies autóctones	Valor normalizado P5 = 0,28	P5
Níveis de Desempenho Atribuídos (*)			
C3	A Melhoria de 50% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	C Melhoria entre 10% a 40% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	P5

Ref.	LiderA	SBTool ^{PT} -H	Ref.
------	--------	-------------------------	------

(*) – Os níveis de desempenho atribuídos dizem respeito às escalas LiderA e SBTool^{PT}-H que não são equivalentes ou diretamente comparáveis.

4.4.4.3. Apreciações Gerais

Neste grupo de indicadores de sustentabilidade comparáveis, é evidente uma diferença nas classificações globais dos dois sistemas nacionais. Esta ocorrência está diretamente ligada ao facto de o sistema LiderA valorizar duplamente as espécies autóctones existentes face às projetadas.

A adaptabilidade destes indicadores ao panorama escolar é excelente devido à simplicidade das quantificações envolvidas e, também, aos requisitos associados que se admitem semelhantes.

Em relação ao Critério 3 do método LiderA, a base da sua avaliação passa pelo cumprimento de disposições referentes ao número de espécies autóctones e à percentagem de área ocupada por espécies autóctones nos espaços verdes. Numa primeira observação, a possível valorização da inexistência de espécies autóctones revela-se desapropriada, sem uma tomada de atitude de proteção ambiental. Num segundo aspeto, ao duplicar-se a valorização das áreas ocupadas por espécies autóctones existentes face às previstas em projeto, ocorre um significativo aumento da contabilização de créditos, que pode levar a uma classificação de desempenho desproporcional, tendo em conta os valores mínimos das respetivas disposições exigenciais de classificação. Todavia, esta fragilidade é desprezada, visto que, para a classificação deste indicador, é necessário, tanto o cumprimento do número requerido de créditos, como uma percentagem mínima da área ocupada por espécies autóctones nos espaços verdes.

Relativamente ao Parâmetro 5 do sistema SBTool^{PT}-H, os seus processos de cálculo apenas consideram a área ocupada por espécies autóctones nos espaços verdes. Assim, é possível afirmar, por comparação com o verificado no método LiderA, que não existe uma disposição para o número de espécies autóctones, o que valorizaria a biodiversidade e os ecossistemas locais.

4.4.5. COMPARAÇÃO 4 – ENERGIA

4.4.5.1. Caso de Estudo

O Caso de Estudo, a que este grupo de indicadores comparáveis se aplica, é o III. A fração autónoma estudada diz respeito a um fogo habitacional T2, no piso 0, com envidraçados na frente Norte e Sul, totalizando uma área de 8,68 m². Nos vãos envidraçados estão presentes caixilharias de classe 2 e não existem quaisquer elementos de sombreamento exteriores. A Área de Pavimento Útil é de 85,06 m². Os equipamentos instalados passam por um exaustor mecânico na cozinha, com um caudal de extração de 250 m³/h, quando em funcionamento, por uma caldeira mural de gás natural para preparação de Águas Quentes Sanitárias (AQS) e por 32 coletores solares, perfazendo uma área de 73,9 m² e uma produção de energia de 573,81 kWh/(ano.utilizador). Ao nível do isolamento térmico, todos os elementos construtivos das envolventes com perdas térmicas estão em conformidade com os limites regulamentares e possuem, no máximo, 4 centímetros de espessura de isolamento térmico, existindo também isolamento térmico em pontes térmicas. A inércia térmica quantificada, no âmbito da aplicação do Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), é forte.

4.4.5.2. Aplicação e Resultados dos MASC Portugueses: LiderA e SBTool^{PT}-H

Na Tabela A2.5, é possível visualizar todos os procedimentos de quantificação e resultados da aplicação elaborada, sendo que na Tabela 4.8 são sintetizadas as operações e resultados em questão.

Tabela 4.8 – Síntese da Tabela A2.5, com resultados finais da Comparação 4

Ref.	LiderA	SBTool ^{PT} -H	Ref.
Resultados Finais			
C7	R = 23,28%		
C8.i	Total de 10 créditos atribuídos com incidência na orientação a Sul de divisões principais	Valor normalizado P7 = 1,02	P7
C8.ii	Relação entre necessidades nominais de energia útil de climatização e valores máximos regulamentares = = 0,49	Valor normalizado P8 = 0,49	P8
C9	Percentagem de energias renováveis no consumo energético total = 41,94%		
Níveis de Desempenho Atribuídos (*)			
C7	A ⁺ Melhoria de 75% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	A ⁺	
C8.i	B Melhoria de 37,5% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	Desempenho superior aos valores de referência da melhor prática atual	P7
C8.ii	B Melhoria de 37,5% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	B Melhoria entre 40% a 70% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	P8
C9	B Melhoria de 37,5% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência		

(*) – Os níveis de desempenho atribuídos dizem respeito às escalas LiderA e SBTool^{PT}-H que não são equivalentes ou diretamente comparáveis.

4.4.5.3. Apreciações Gerais

Neste grupo de indicadores comparáveis, é possível discernir uma semelhança nos desempenhos resultantes, demonstrando uma solução construtiva com bons índices de qualidade ao nível da sustentabilidade. Todavia, existem várias conclusões a retirar desta aplicação.

O sistema LiderA divide a avaliação da temática da energia em três critérios, tendo em consideração, respetivamente, a classe de certificação energética, C7, as soluções de desenho passivo para minimização de consumos energéticos, C8, e a quantidade de energia produzida por fontes renováveis, C9. Entende-se, portanto, que todas elas estão diretamente relacionadas no âmbito da certificação energética das construções.

Os Critérios 7 e 9 apresentam uma lógica e objetividade coerente, com o Critério 7 a basear-se na eficiência energética previamente atribuída ao edifício analisado e com o Critério 9 a avaliar a produção de energia renovável, considerando um valor estimado do consumo energético futuro. A única particularidade discutível insere-se, precisamente, neste último aspeto, visto que o método LiderA não especifica com que dados e como deve ser elaborada a estimativa do consumo energético futuro.

Relativamente ao Critério 8, o sistema LiderA propõe duas abordagens. Uma visa a verificação de disposições existentes que enquadram soluções térmicas passivas, com influência na redução de consumos energéticos na fase de operação do edifício. Outra utiliza valores das necessidades nominais de energia primária de climatização, calculados no âmbito da aplicação do RCCTE e estabelece uma relação com os valores homólogos máximos.

A primeira metodologia, C8i, apresenta algumas incongruências, essencialmente, ao nível da diminuta especificação técnica presente nas disposições que estabelece. O aspeto inicial, que envolve a organização favorável face a outros corpos artificiais ou naturais, não especifica qual é a situação apropriada para a atribuição do crédito em questão, deixando, naturalmente, um grande espaço à subjetividade para a avaliação dos profissionais LiderA. Num segundo aspeto apreciado, que abrange o Fator de Forma determinado no âmbito da aplicação do RCCTE, o valor máximo atribuído, de 1,21, parece ser excessivo, facilitando a atribuição de créditos e valorização de desempenhos. Em simultâneo, enquadrando os requisitos ao nível do isolamento térmico em paredes, estabelece-se um limite mínimo, de 6 cm de espessura. Esta disposição é posta em causa visto que há a possibilidade de não atribuir créditos a construções com isolamentos térmicos de menores espessuras, mas que possuem maior resistência térmica do que outras soluções com 6 cm de espessura. A estratégia de admitir apenas a espessura dos isolamentos térmicos, não tendo em consideração as capacidades térmicas respetivas, possibilita eventuais distorções significativas na avaliação da eficiência passiva dos elementos construtivos, com a agravante de não diferenciar as exigências térmicas, em função das zonas climáticas envolvidas. Ainda no mesmo ponto, é valorizada, também, a existência de isolamento térmico na cobertura das construções. No entanto, sendo o fogo analisado no piso 0 e possuindo no plano superior espaços aquecidos, não existe uma cobertura com áreas envolventes exteriores. Assim, entende-se que a atribuição do crédito associado só se aplica a frações autónomas com cobertura, sobrevalorizando-as em relação às restantes. Todavia, face à diminuta atribuição de pontuação em causa, o seu potencial para originar uma distorção de resultados é desprezável. Outra análise assenta na valorização de 1 crédito nos aspetos referentes à existência de vãos envidraçados orientados a Sul, à existência de sombreamento exterior e à existência de sistemas passivos, de soluções construtivas em que não se constata nenhum elemento contabilizado. Valorizar a inexistência de medidas e elementos que promovam as vertentes avaliadas da sustentabilidade transmite a ideia de que ter ou não ter uma atitude responsável, para a área energética em questão, não é preponderante para um bom desempenho ao nível da sustentabilidade das construções. Como últimas ilações críticas, é necessário destacar a não especificação de um cenário adequado para a fenestração seletiva e a não especificação das características espaciais necessárias para existir uma ventilação natural cruzada apropriada, dando azo à subjetividade de análises classificativas para estas disposições.

A segunda abordagem, C8ii, foca-se na relação entre as necessidades de energia primária de climatização e os valores máximos regulamentares respetivos. Com todas as conclusões retiradas da abordagem anterior, compreende-se que a utilização desta metodologia alternativa é mais objetiva e mais indicada para a avaliação pretendida, visto utilizar valores determinados no âmbito da aplicação do RCCTE que refletem o bom ou mau desempenho dos desenhos solares passivos existentes. Contudo, a própria relação definida pode ser discutível devido à desproporcionalidade entre os valores

das necessidades de energia primária para as estações de aquecimento e arrefecimento, que, na maioria dos edifícios, possui relações, entre necessidades de energia primária de aquecimento verificadas e máximas, elevadas e relações, entre necessidades de energia primária de arrefecimento verificadas e máximas, baixas, levando a eventuais distorções nos desempenhos avaliados.

Os resultados finais das duas metodologias para o Critério 8 do método LiderA demonstram uma semelhança classificativa que, porém, não representa a grande diferença das estruturas metodológicas respetivas. A primeira abordagem, ao assentar em aspetos não especificados e ao basear-se no mero cumprimento e existência de disposições e elementos, torna o grau de exigência de valorização mais reduzido e menos objetivo, relativamente à segunda abordagem que utiliza dados baseados no âmbito da aplicação do RCCTE, resultantes de quantificações rigorosas.

Em relação ao SBTool^{PT}-H, os procedimentos para a avaliação da sustentabilidade na área energética passam pelos Parâmetros 7 e 8, ambos baseados no âmbito da aplicação do RCCTE.

O Parâmetro 7 enquadra-se na análise da certificação energética e assenta nos valores base associados às necessidades globais anuais de energia primária de climatização e de preparação de AQS e os seus valores máximos regulamentares homólogos, à semelhança do Critério 7 do sistema LiderA. A elevada classificação nos dois indicadores dos dois MASC portugueses demonstra essa grande semelhança. A preocupação do desenho passivo não é objetivamente concretizada pelo sistema SBTool^{PT}-H, mas percebe-se que os elevados índices relacionais com o Parâmetro 7 possibilitam a não inclusão de outro parâmetro com preocupações semelhantes ao Critério 8 do método LiderA.

O Parâmetro 8 está associado à produção de energia renovável no edifício, à semelhança do Critério 9 LiderA. No entanto, diferencia-se quanto ao tipo de valores de referência envolvidos. Enquanto o LiderA assume consumos energéticos estimados em fase de operação, o SBTool^{PT}-H mantém os valores calculados, no âmbito da aplicação do RCCTE, como base da avaliação de desempenhos e admite as energias primárias determinadas como elementos inerentes ao consumo energético futuro na fase de utilização da construção. Contudo, a energia primária não representa os futuros consumos energéticos propriamente ditos, sendo esta consideração passível de discussão e limitando, assim, uma classificação consensual dos desempenhos ao nível da sustentabilidade.

Perante todas estas conclusões, pode-se verificar a utilização generalizada dos dados referentes à aplicação das peças regulamentares para a certificação energética dos edifícios nos dois sistemas LiderA e SBTool^{PT}-H. Os métodos de quantificação dos cinco indicadores, abrangidos pela Comparação 4, apresentam-se bem estruturados, mas com necessidade de revisão dos aspetos referidos, essencialmente, ao nível dos indicadores C8 e P8 dos sistemas MASC portugueses estudados.

4.4.6. COMPARAÇÃO 7 – GESTÃO DE RESÍDUOS

4.4.6.1. Caso de Estudo

O Caso de Estudo, a que este grupo de indicadores comparáveis se aplica, é o IV. A moradia unifamiliar tratada possui uma casa do lixo própria e está inserida num condomínio privado, com um sistema de recolha de resíduos adequado, de *moloks* e ecopontos, que, por sua vez, se inclui num sistema municipal de recolha seletiva de resíduos para reciclagem e indiferenciados, distando o ecocentro mais próximo 11,9 km da moradia em questão (Amarsul, 2013; Aroeira, 2013). Os ecopontos do sistema municipal possuem locais próprios para a deposição de baterias e acumuladores, tratados, diferenciadamente, por uma entidade especializada. A produção de resíduos *per capita* situa-

se no mesmo nível médio da zona referente à Península de Setúbal, de 571 kg/habitante.ano, dos quais cerca de 497 kg/habitante.ano são resíduos indiferenciados levados a aterro (INE, 2012).

4.4.6.2. Aplicação e Resultados dos MASC Portugueses: LiderA e SBTool^{PT}-H

Na Tabela A2.6, é possível visualizar todos os procedimentos de quantificação e resultados da aplicação elaborada, sendo que na Tabela 4.9 são sintetizadas as operações e resultados em questão.

Tabela 4.9 – Síntese da Tabela A2.6, com resultados finais da Comparação 7

Ref.	LiderA	SBTool ^{PT} -H	Ref.
Resultados Finais			
C19	Produção de 497 quilogramas anuais de resíduos indiferenciados por habitante, durante a fase de utilização do edifício		
C20	Total de créditos atribuídos = 1	Valor normalizado P13 = 1,20	P13
C21	Total de 3 créditos atribuídos, incluindo a existência de locais próximos para a deposição de resíduos recicláveis		
Níveis de Desempenho Atribuídos (*)			
C19	F Abaixo do desempenho de práticas correntes ou de referência, com 89%		
C20	E Valor de desempenho igual ao das práticas correntes ou de referência	A ⁺ Desempenho superior aos valores de referência da melhor prática atual	P13
C21	C Melhoria de 25% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência		

(*) – Os níveis de desempenho atribuídos dizem respeito às escalas LiderA e SBTool^{PT}-H que não são equivalentes ou diretamente comparáveis.

4.4.6.3. Apreciações Gerais

Após a conclusão dos processos de verificação desta Comparação, os resultados finais obtidos demonstram uma inequívoca disparidade de classificações. Este facto advém da divergência constatada quanto às formas de avaliação dos dois sistemas.

De um modo global, o sistema LiderA é mais abrangente para o tema da produção e tratamentos dos resíduos habitacionais, propondo uma análise ao nível da produção de resíduos indiferenciados, C19, da gestão adequada de resíduos tóxicos produzidos, C20, e da valorização de resíduos para reciclagem, C21. Já o sistema SBTool^{PT}-H, apenas assenta na gestão e valorização de resíduos para reciclagem, P13.

O Critério 19 do método LiderA está organizado de forma a enquadrar-se nas fases de projeto, construção, operação ou demolição de um edifício. Para a fase de projeto ou construção, a metodologia de avaliação assenta em valores de referência retirados dos planos de Prevenção e Gestão dos Resíduos de Construção. No caso da demolição dos edifícios, incide na taxa de reutilização e

reciclagem dos resíduos produzidos. A aplicação elaborada é referente à fase de operação e concretiza-se com a verificação da produção de resíduos urbanos indiferenciados anuais *per capita*. Tendo em conta que os valores admitidos para o caso de estudo dizem respeito a um dado estatístico da região, percebe-se o desempenho medíocre resultante. De um modo geral, entende-se a simplicidade das verificações realizadas para atribuição de classificação de desempenho, todavia, no âmbito da fase de operação, a forma de determinação dos resíduos produzidos anualmente é discutível devido à exequibilidade do procedimento proposto que passa pela pesagem diária dos lixos domésticos.

O Critério 20 do sistema LiderA assume uma avaliação baseada na atribuição de créditos, consoante o número de medidas introduzidas para a correta gestão de resíduos nocivos. Para as habitações em meio urbano, apesar da geração de alguns resíduos tóxicos, adequadamente, descritos pelo sistema LiderA, como pilhas, lâmpadas ou tinteiros, a presença de pesticidas ou semelhantes é pouco significativa e, portanto, num contexto urbano, percebe-se a inexistência de medidas que visem este ponto, levando a baixas classificações do desempenho ambiental em questão.

O Critério 21 do método LiderA, assim como o Critério 20, baseia-se, em fase de operação, na determinação da percentagem de resíduos reciclados, ou na contabilização de créditos atribuídos, operação esta mais simples e aceitável. Este indicador corresponde, inteiramente, ao Parâmetro 13 do sistema SBTool^{PT}-H. Uma vantagem que o distingue é a implicação da valorização da existência simples de locais interiores para fins de reciclagem, não só num fogo habitacional, mas na totalidade dos fogos de um empreendimento. Este acaba por ser o fator primordial pelo baixo desempenho LiderA constatado. Todavia, ao atribuir 1 crédito à inexistência deste tipo de solução, torna-se incoerente, valorizando a não tomada de medidas ambientais.

Em relação ao SBTool^{PT}-H, o tema da gestão de resíduos é apenas focado no Parâmetro 13 com a avaliação da existência de condições interiores e exteriores adequadas para promover a reciclagem dos resíduos domésticos produzidos. Desta forma, verifica-se a não implicação de outros aspetos valorizados como é o caso da gestão de resíduos tóxicos, compreendendo-se a opção pelo diminuto significado nos resíduos domésticos urbanos, e da redução de resíduos produzidos, aspeto este com relativa pertinência para o tema. Apesar da não inserção de uma análise global, por um conjunto de fogos habitacionais, a avaliação aplicada não se cinge à mera existência de locais para separação de resíduos recicláveis, incluindo especificações exigenciais, para valorização, quanto aos volumes dessas mesmas soluções e quanto ao tipo do sistema de recolha de resíduos públicos ou privados.

Após as comparações efetuadas, depreende-se que ambos os sistemas possuem vantagens exclusivas e distintas, quando equiparados, sendo que, uma eventual agregação dos pressupostos metodológicos dos dois sistemas, possibilitaria o culminar de um procedimento classificativo mais abrangente e objetivo.

4.4.7. COMPARAÇÃO 8 – CONFORTO ACÚSTICO

4.4.7.1. Caso de Estudo

O Caso de Estudo, a que este grupo de indicadores comparáveis se aplica, é o V. A Escola Secundária com 3.º Ciclo Rodrigues Freitas, localizada em zona mista, possui maioritariamente vidros duplos, caixilharias isolantes, isolamento acústico em tetos falsos, isolamento acústico em condutas de ventilação e os elementos técnicos a que se teve acesso apresentam resultados associados às soluções inseridas no âmbito das operações de reabilitação realizadas no edifício.

Assim foram medidos os seguintes indicadores acústicos, nas situações consideradas mais desfavoráveis (Menezes, M., 2010):

- Para separação entre o exterior e o interior de salas de aula, por condução aérea em elementos verticais, $D_{2m,nT,w} = 31$ dB;
- Para separação entre corredores e salas de aula, por condução aérea em elementos verticais, $D_{nT,w} = 27$ dB;
- Para separação entre salas de aula, por condução aérea em lajes, $D_{nT,w} = 46$ dB;
- Para separação entre salas de aula, por sons de percussão em lajes, $L'_{nT,w} = 60$ dB;
- Para o nível de ruído dos equipamentos de ventilação intermitente, $L_{AR,nT} = 37,7$ dB.

4.4.7.2. Aplicação e Resultados dos MASC Portugueses: LiderA e SBTool^{PT}-H

Para aplicação destes métodos ao Caso de Estudo V, foram necessárias diversas adaptações, essencialmente, ao nível dos valores de referência atribuídos pelo método SBTool^{PT}-H. Esta necessidade deve-se ao facto de, o método em questão ter sido definido para a avaliação de edifícios habitacionais e, como tal, os valores indicados estarem enquadrados na legislação aplicável às habitações e não às escolas. Assim, são propostos novos valores, tendo em conta os requisitos legais aplicados a estabelecimentos de ensino.

A proposta para adaptação ao SBTool^{PT}-H, no Parâmetro 20 em questão, passa por equiparar os elementos de separação das habitações aos elementos de separação das escolas. Exemplificando, os valores de referência atribuídos aos elementos de separação entre espaços de circulação comum de edifícios e compartimentos principais das frações autónomas, são equiparáveis, nesta dissertação, aos valores propostos, para os elementos de separação entre corredores de circulação e salas de aula. A metodologia para valores de referência convencionais assenta na imposição dos valores mínimos regulamentares presentes no Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE), desta feita, para edifícios escolares. Os valores de referência das melhores práticas são variados com 3 dB ou 6 dB, à semelhança do que é proposto pelo SBTool^{PT}-H, para habitação, dependendo, assim, dos elementos de separação equiparados, variados, respetivamente, com 3 ou 6 dB.

Na Tabela A2.7, é possível visualizar toda a metodologia proposta para os dois métodos, assim como, todos os valores de referência propostos, os procedimentos de quantificação e os resultados da aplicação elaborada, sendo que na Tabela 4.10 são sintetizadas as operações e resultados em questão.

Tabela 4.10 – Síntese da Tabela A2.7, com resultados finais da Comparação 8

Ref.	LiderA	SBTool ^{PT} -H	Ref.
Resultados Finais			
C22	Número de créditos total = 4 créditos	Valor normalizado do nível de conforto acústico do edifício escolar = 0,11	P20
C27	Número de créditos total = 6 créditos		
Níveis de Desempenho Atribuídos (*)			
C22	C Melhoria de 25% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	C Melhoria entre 10% a 40% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	P20
C27	B Melhoria de 37,5% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência		

Ref.	LiderA	SBTool ^{PT} -H	Ref.
------	--------	-------------------------	------

(*) – Os níveis de desempenho atribuídos dizem respeito às escalas LiderA e SBTool^{PT}-H que não são equivalentes ou diretamente comparáveis.

4.4.7.3. Apreciações Gerais

Nesta Comparação, existe uma limitação, anteriormente referida, associada à inexistência de disposições SBTool^{PT}-H que valorizem a redução da transmissão do ruído, eventualmente, produzido, no interior do edifício para o exterior. Apesar da relação óbvia entre o Critério 27 e o Parâmetro 20, o Critério 22, nesta aplicação, não visa uma abordagem comparativa de resultados, devido à inexistência de quantificações comparáveis no sistema SBTool^{PT}-H.

Relativamente aos desempenhos finais, pode-se perceber que existe alguma semelhança nos resultados obtidos, com classificações de desempenho razoáveis.

Numa análise concreta à capacidade de adaptação dos processos de avaliação existentes, nestes indicadores, é notória a divergência dos níveis exigenciais requeridos entre habitação e estabelecimentos de ensino. O sistema LiderA propõe dois tipos de abordagem, para o critério C27: uma medição, em fase de operação dos edifícios, e a verificação de uma variedade de disposições, que, contudo, acabam por ser muito focadas num tipo de construção residencial. Todavia, tanto no critério C22, como no critério C27, a aplicação dessas disposições é satisfatória devido à pouca especificação técnica presente, existindo, em simultâneo, um grande espaço para a revisão dos pressupostos enquadrados e submissão de novas disposições mais ajustadas com as características típicas dos estabelecimentos de ensino. O SBTool^{PT}-H, por sua vez, centra-se nos valores acústicos requeridos pelo RRAE e na conformidade com o mesmo, sendo que os seus valores de referência estão totalmente associados a este documento legal. A partir desta forma mais objetiva de análise é possível uma maior facilidade de enquadramento das construções escolares, para a aplicação do Parâmetro 20 tratado. A flexibilidade, inerente à metodologia de avaliação seguida por este indicador, é bastante elevada.

Concretizando, as fragilidades presentes nos sistemas, o método LiderA, à semelhança do que se verifica nos indicadores de energia, apresenta algumas incoerências, sendo que a abordagem seguida no Critério 27 é, naturalmente, a verificação de disposições.

Relativamente ao Critério 22 relacionado com as transmissões do ruído, eventualmente, produzido, no interior do edifício para o exterior, a disposição associada a paredes, adequadamente, isoladas, envolventes de equipamentos, demonstra-se algo desadequada visto que, na ótica do Regulamento Geral do Ruído (RGR), a avaliação acústica se refere ao ruído ambiente exterior (cumprimento dos valores de limite) e à incomodidade sentida pelos recetores sensíveis mais próximos, pelo que o isolamento de elementos específicos não é suficiente para o ajuizar do cumprimento dos requisitos legais. Ainda, ao nível do isolamento adequado em paredes envolventes de equipamentos e ao nível da localização de equipamentos, não são estabelecidas definições concreta de cenários considerados adequados.

O Critério 27, por sua vez, insere-se, também ao nível da qualidade acústica, ajustando-se, todavia, mais à valorização do conforto dos utentes. A avaliação implica a verificação do cumprimento de disposições, operação em tudo semelhante ao procedimento de análise do Critério 22. Assim, as fragilidades verificadas apontam no mesmo sentido, com uma definição insuficiente dos cenários adequados para valorização, ao nível da organização espacial de elementos favoráveis à transmissão de ruído, como elevadores e *courettes*, e ao nível dos isolamentos acústicos presentes nos elementos verticais e horizontais das construções.

De uma forma geral, pode-se afirmar que a falta de especificação técnica dos Critérios 22 e 27 permite alguma subjetividade, no que toca à avaliação de cada profissional LiderA. Porém, nota-se que os desempenhos avaliados apresentam classificações baixas. Este facto prende-se, de uma forma geral, com a avaliação de uma vasta quantidade de informação não disponível, relativamente ao Critério 22, e à utilização de valores de limite regulamentar do RRAE, face à falta de especificação técnica de referência a utilizar, no Critério 27. Apesar de o edifício ter sofrido uma intervenção recente, melhorando os comportamentos acústicos de várias soluções construtivas, verificou-se, no decurso de campanhas de medições realizadas, que algumas das soluções de projeto ainda não cumprem alguns dos valores regulamentares requeridos, a menos da aplicação do fator I, situação que já possibilita o cumprimento do RRAE.

Em relação ao sistema SBTool^{PT}-H, o Parâmetro 20 baseia-se, fundamentalmente, nos requisitos e valores regulamentares presentes no RRAE, conferindo uma natureza objetiva à análise efetuada. Contudo, ao cingir-se apenas aos elementos de separação e equipamentos ruidosos mais desfavoráveis, pode originar uma redução dos índices de desempenho de um edifício, quando o mesmo, eventualmente, apresenta níveis elevados de isolamento e proteção acústica nas restantes componentes construtivas consideradas no âmbito do RRAE. Compreende-se, no entanto, a escolha desta forma de avaliação que visa, primordialmente, a simplificação das operações de análise. Os resultados quantificados acabam por demonstrar que a maioria dos valores medidos e avaliados se enquadra e aproxima das escalas de referência estabelecidas, nesta dissertação. Todavia, vários valores acústicos característicos não cumprem os requisitos regulamentares do RRAE.

4.4.8. COMPARAÇÃO 10 – QUALIDADE DO AR INTERIOR E VENTILAÇÃO

4.4.8.1. Caso de Estudo

O Caso de Estudo, a que este grupo de indicadores comparáveis se aplica, é o III. A fração autónoma estudada diz respeito a um fogo habitacional T2, no piso 0, com envidraçados na frente Norte e Sul, totalizando uma área de 8,68 m². A Área de Pavimento Útil é de 85,06 m². Os equipamentos instalados passam por um exaustor mecânico na cozinha, com um caudal de extração de 250 m³/h, quando em funcionamento, e por uma caldeira mural de gás natural para preparação de Águas Quentes Sanitárias (AQS). Os materiais de revestimento são, para acabamentos de paredes e tetos, primários e tintas, com 2,1% e 2,3% de COV's, respetivamente, para pisos, pavimentos flutuantes de madeira, com classificação de E1, e para portas, verniz, com 42,9% de COV's.

4.4.8.2. Aplicação e Resultados dos MASC Portugueses: LiderA e SBTool^{PT}-H

Na Tabela A2.8, é possível visualizar todos os procedimentos de quantificação e resultados da aplicação elaborada, sendo que na Tabela 4.11 são sintetizadas as operações e resultados em questão.

Tabela 4.11 – Síntese da Tabela A2.8, com resultados finais da Comparação 10

Ref.	LiderA	SBTool ^{PT} -H	Ref.
Resultados Finais			
C24	Total de créditos atribuídos = 2	Valor normalizado P16 = -0,20	P16
		Valor normalizado P17 = 1,10	P17

Ref.	LiderA	SBTool ^{PT} -H	Ref.
Níveis de Desempenho Atribuídos (*)			
C24	D Melhoria de 12,5% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	E Desempenho inferior aos valores de referência das práticas correntes	P16
		A ⁺ Desempenho superior aos valores de referência da melhor prática atual	P17

(*) – Os níveis de desempenho atribuídos dizem respeito às escalas LiderA e SBTool^{PT}-H que não são equivalentes ou diretamente comparáveis.

4.4.8.3. Apreciações Gerais

Neste grupo de indicadores comparáveis, verifica-se uma grande disparidade na classificação de desempenhos atribuída. Este facto demonstra as grandes diferenças de quantificação existentes entre os dois sistemas portugueses MASC, sendo que o método LiderA engloba, no Critério 24, os aspetos analisados pelos Parâmetros 16 e 17 do sistema SBTool^{PT}-H.

Relativamente ao Critério 24, existem várias disposições avaliativas questionáveis. Ao nível da ventilação, não existe uma definição concreta da correta disposição de espaços interiores para valorar a ventilação natural cruzada. Assim, o cumprimento de eventuais condições favoráveis torna-se subjetivo devido às próprias condições exigidas não serem estabelecidas. Nos aspetos referentes a substâncias tóxicas como os COV's e à disposição relacionada com a percentagem máxima de materiais contendo COV's, não são explícitos os valores associados à percentagem definida, não se conhecendo a unidade de referência e a que tipo de materiais se refere.

O sistema SBTool^{PT}-H demonstra-se, novamente, mais objetivo, possuindo, no entanto, alguns pressupostos metodológicos discutíveis. Ao nível do P16, para ventilação, os procedimentos de análise passam pela atribuição de créditos, forma de valorização muito usada pelo método LiderA e bem aplicada no enquadramento pretendido. No Parâmetro 17, a quantificação de COV's é bastante lógica e objetiva. Porém, ao uniformizar tintas, vernizes e madeiras pela sua massa acaba por valorizar, substancialmente, as madeiras com ou sem a classificação pretendida visto que a massa das madeiras é significativamente superior à massa aplicada de tintas e vernizes. Depreende-se, então, que um edifício com elevados conteúdos de COV's, em tintas e vernizes, pode obter uma excelente classificação de desempenho ao nível da sustentabilidade se as madeiras incorporadas forem certificadas e tiverem um acabamento natural. Assim, percebe-se que poderá existir a necessidade de rever a metodologia utilizada neste parâmetro do método SBTool^{PT}-H.

Consegue-se compreender, a diferença clara entre as metodologias usadas, principalmente, quando se verifica que a pontuação LiderA atribuída foi devida a questões de ventilação, e a melhor classificação SBTool^{PT}-H dá-se, contrariamente, no Parâmetro 17 referente aos COV's. Concretizando quanto à metodologia preferencial, o sistema SBTool^{PT}-H, apesar de demonstrar algumas inconsistências, revela maior objetividade, sem complicar os respetivos processos de avaliação em demasia. O método LiderA insere a valorização de aspetos como a existência de planos de monitorização e controlo de COV's. Já o método SBTool^{PT}-H não implica a sua avaliação. Tal facto é compreensível devido à grande valorização que este sistema remete nos materiais com baixo conteúdo de COV's, não sendo, por isso, necessário qualquer tipo de medida para o seu controlo.

4.4.9. COMPARAÇÃO 13 – ACESSIBILIDADE A TRANSPORTES PÚBLICOS

4.4.9.1. Caso de Estudo

O Caso de Estudo, a que este grupo de indicadores comparáveis se aplica, é o II. Este caso de estudo trata de uma escola de ensino básico localizada numa zona urbana do Porto.

4.4.9.2. Aplicação e Resultados dos MASC Portugueses: LiderA e SBTool^{PT}-H

Como já foi anteriormente referido, a aplicação deste grupo de indicadores comparáveis a um estabelecimento de ensino visa, não só a natural comparação entre eles, como, também, a perceção da sua flexibilidade para adaptação a outros contextos. Tendo em conta a lógica e premissas em que os processos de avaliação LiderA e SBTool^{PT}-H se baseiam, pode-se assumir que, para os indicadores tratados neste ponto, não existem grandes adaptações a fazer visto que as necessidades de transporte público tanto para escolas como para habitações são semelhantes. O único facto a referir trata da inclusão de comboios ou táxis como meio de transporte a considerar, o que, para estabelecimentos de ensino, tendo em conta o elevado grau de rotina inerente, não seria apropriado manter para esta aplicação.

Na Tabela A2.9, é possível visualizar todos os procedimentos de quantificação e resultados da aplicação elaborada, sendo que na Tabela 4.12 são sintetizadas as operações e resultados em questão.

Tabela 4.12 – Síntese da Tabela A2.9, com resultados finais da Comparação 13

Ref.	LiderA	SBTool ^{PT} -H	Ref.
Resultados Finais			
C28	Existe apenas 1 meio de transporte público regular a menos de 500 metros da entrada principal da escola	Valor normalizado P21 = 0,50	P21
Níveis de Desempenho Atribuídos (*)			
C28	D Melhoria de 12,5% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	B Melhoria entre 40% a 70% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	P21

(*) – Os níveis de desempenho atribuídos dizem respeito às escalas LiderA e SBTool^{PT}-H que não são equivalentes ou diretamente comparáveis.

4.4.9.3. Apreciações Gerais

Na Comparação em questão, constata-se uma grande disparidade entre os desempenhos avaliados pelos dois sistemas. Tal facto ocorre devido a uma fragilidade relevante no Critério 28 do sistema LiderA.

Em relação ao método LiderA, os processos de verificação iniciam-se pelo enquadramento do meio como urbano ou rural e, posteriormente, na existência ou não de nós de transporte públicos, tipos e meios de transporte, e respetivas frequências, dependendo sempre da distância entre a construção e as paragens ou estações. Tendo em conta a aplicabilidade a estabelecimentos de ensino, o presente Critério 28 demonstra uma abordagem simples de avaliação e, conseqüentemente, apresenta uma elevada flexibilidade, conduzindo a resultados concretos e realistas. Contudo, a baixa classificação atribuída demonstra uma discrepância com as mais-valias reais da escola avaliada. O Critério 28 enquadra, de uma forma geral, a sua avaliação na variedade de meios de transporte existentes, sendo

que a própria frequência requerida (1 unidade por hora), para a consideração desses meios de transporte, é de baixo nível exigencial. Ao não inserir qualquer tipo de disposição que vise a qualidade da rede de transporte (medida não só em termos de variedade de meios de transporte como também em relação à cobertura que esses meios de transporte fazem do meio urbano em que o edifício em avaliação se insere) e o enquadramento de requisitos mais exigentes ao nível da frequência dos diversos meios de transportes considerados, possibilita a ocorrência de eventuais distorções nos resultados obtidos, essencialmente em meio urbano, com edifícios localizados em zonas servidas por redes de transporte de frequência elevada e com boa cobertura, mas apenas com um meio de transporte presente, a apresentar piores desempenhos do que edifícios inseridos em zonas servidas por redes de transporte, com frequência mínima de hora a hora, mas que possuam mais do que um meio transporte disponível.

Já o sistema SBTool^{PT}-H, mantendo o mesmo tipo de dados como a sua base de cálculo, apresenta uma maior complexidade. No entanto, esta complexidade não se traduz numa maior dificuldade de aplicação, constatando-se que, para o Parâmetro 21 tratado, à semelhança do Critério 28 LiderA, existe uma grande flexibilidade no que toca à análise de estabelecimentos de ensino. Focando os próprios processos de cálculo, a maior complexidade do SBTool^{PT}-H para este tema pode, realmente, inserir uma maior morosidade nas operações, mas a maior fiabilidade de resultados finais mitiga essa desvantagem.

De uma forma geral, os dois sistemas correspondem às exigências de adaptabilidade inerentes a este tipo de construção. O método LiderA apresenta-se mais simples que o seu homólogo SBTool^{PT}-H, mas a fragilidade significativa existente pode distorcer os desempenhos avaliados. O método SBTool^{PT}-H acaba por obter, na sua complexidade, um aumento significativo da fiabilidade dos resultados finais.

4.4.10. COMPARAÇÃO 14 – ACESSIBILIDADE A AMENIDADES LOCAIS

4.4.10.1. Caso de Estudo

O Caso de Estudo, a que este grupo de indicadores comparáveis se aplica, é o VI. Este caso de estudo trata de uma escola de ensino básico localizada numa zona urbana do Porto, na freguesia da Foz do Douro, que possui 12 turmas. Existem diversos tipos de amenidades próximas e, num raio de 500 metros, residem 316 habitantes pertencentes à faixa etária entre os 5 e os 9 anos. A rede escolar onde está integrado possui todos os tipos os graus de ensino público num raio de 1.500 metros.

4.4.10.2. Aplicação e Resultados dos MASC Portugueses: LiderA e SBTool^{PT}-H

Como o caso de estudo utilizado se trata de um edifício escolar, são necessárias considerações metodológicas de modo a compatibilizar as necessidades inerentes aos estabelecimentos de ensino, com os procedimentos de análise dos indicadores tratados, Critério 34 e Parâmetro 22.

O critério LiderA C34 avalia a acessibilidade a amenidades com a contabilização do número e tipo de amenidades existentes a uma distância, percorrida a pé, de 500, 1.000, 2.000 e 4.000 metros, dependendo do meio urbano ou rural onde a construção se insere. Contudo, para os estabelecimentos de ensino, além da importância da proximidade de amenidades, também é relevante a proximidade a áreas de significativa densidade populacional, mais concretamente, àquelas em que a população, correspondente ao grau de ensino em avaliação, seja elevada.

Assim, propôs-se a integração de uma nova disposição no sistema LiderA, que se deve associar às outras disposições já estabelecidas, referentes ao número e tipo de amenidades disponíveis. No âmbito

desta dissertação, propôs-se, então, a inclusão de um valor de referência mínimo do número de habitantes residentes, correspondentes aos graus de ensino lecionados, neste caso, associados à faixa etária entre os 5 e os 9 anos, nas subsecções abrangidas por um raio de 500 ou 1.000 metros. Este raio de influência incide, implicitamente, em distâncias, respetivamente, de 500 a 1.000 metros percorridos a pé ou 1.000 a 1.500 metros percorridos a pé. Esta nova disposição tem de ser cumprida para a obtenção das classes E a A⁺⁺.

A rede escolar existente também é um aspeto relevante para uma avaliação coerente. Assim, foi introduzida uma nova disposição cujo cumprimento passe pela integração deste edifício escolar, num agrupamento, com todos os graus de ensino público presentes: jardim de infância, ensino básico de 1^o, 2^o e 3^o ciclo, e ensino secundário. Esta última disposição tem de ser cumprida também nas classes de E a A⁺⁺, dependendo de um raio de 500, 1.000 ou 1500 metros equiparável ao já referido para a disposição anterior.

Os valores de referência propostos para as novas disposições baseiam-se em dados recolhidos, na Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano (DGOTDU, 1996), sobre os valores recomendados para o número de alunos por turma, na Câmara Municipal do Porto e INE (C.M. Porto, 2013; INE, 2011), quanto à rede de ensino no Porto, à sua associação em agrupamento, às características das instalações, do número de salas e de turmas, à população residente e à distribuição de população por grupo etário.

Não é proposta uma estrutura metodológica homóloga para meio rural visto que, no contexto escolar nacional, não existe um enquadramento correspondente aplicável. Em Portugal, o meio rural tem vindo a perder infraestruturas de serviço público, face à conjuntura económica, e o meio urbano tem sido alvo de uma gestão de centralização de alguns serviços públicos. Assim, ao nível escolar e em zonas menos densamente povoadas, as infraestruturas operacionais têm vindo a aumentar o seu raio de influência, embora se localizem, maioritariamente, em zonas com densidades populacionais correspondentes a meio urbano, minimizando os campos de aplicação inseridos em meio rural.

Tendo em conta o contexto inerente a um edifício escolar, existe uma disparidade entre as amenidades consideradas relevantes para habitações e estabelecimentos de ensino. Com isto, propôs-se a consideração apenas de esquadras da polícia, quartéis de bombeiros, centros médicos, farmácias, bibliotecas públicas, museus, papelarias e livrarias, centros de atividade de tempos livres, locais de desporto, associações desportivas e recreativas e parques naturais públicos.

O parâmetro SBTTool^{PT}-H P22 inclui uma avaliação com base na atribuição de créditos, dependendo da quantidade, tipo e distância a amenidades existentes, num percurso pedonal máximo de 2.500 metros. As tabelas de amenidades disponibilizadas no Parâmetro 22, para a subdivisão por classes e para o número de créditos a atribuir consoante a classe e a distância à porta principal do edifício, referem-se a edifícios de cariz habitacional pelo que tiveram de ser adaptadas para edifícios escolares. Optou-se por manter a tabela de créditos e os *benchmarks* associados e propor uma alteração da tabela de amenidades e respetiva subdivisão de classes. Esta alteração é exposta na Tabela A2.10 do Anexo 2. É necessário fazer, ainda, referência a um procedimento específico de quantificação que foi tomado, visando a contextualização dos valores avaliados com os valores de referência. Assim, contrariamente à metodologia adotada pelo SBTTool^{PT}-H, assumiu-se a não contabilização de todas as amenidades existentes, considerando-se apenas as mais próximas da porta de entrada da escola em avaliação consoante o tipo específico de amenidade em questão.

Sentiu-se, ainda, a necessidade de introduzir uma nova disposição referente à valorização da população residente na faixa etária correspondente ao grau de ensino da escola em avaliação, sendo

que a sua imposição, no contexto metodológico SBTTool^{PT}-H, apresenta mais dificuldades. Assim, foi necessário definir os novos *benchmarks* que lhe serão associados.

Para tal, considerou-se que seria de utilizar, como valor base de quantificação, o número de alunos por turma recomendado pela DGOTDU nas normas respeitantes a estabelecimentos de ensino do 1.º Ciclo (DGOTDU, 1996). Nesse documento estabelece-se que o número adequado de alunos por turma deverá estar no intervalo de 20 a 25 alunos.

Considerou-se, então, que a prática convencional seria dada pela multiplicação de 20 alunos pelo número de turmas (ou turnos, o que for mais desfavorável) da escola em avaliação e que o valor correspondente à melhor prática seria dado pela multiplicação de 25 alunos pelo mesmo número de turmas ou turnos. Tendo em atenção que nem todos os alunos residentes na área frequentam a escola da sua área de residência, considerou-se uma taxa média de frequência de 85% (valor obtido a partir de uma breve análise estatística aos dados do INE e da Câmara Municipal do Porto referentes à população em idade escolar e ao número de alunos (C.M. Porto, 2013; C.M. Porto, 2011; INE, 2011)).

Para a obtenção destes valores de desempenho da escola avaliada, medidos em função da população que potencialmente a frequentará, é proposto utilizar os dados do INE relativos ao último recenseamento populacional geral de 2011 (INE, 2011). Os dados a ter em consideração são referentes às subsecções estatísticas delineadas pelo INE e abrangidas pelo campo de influência da escola avaliada, tendo em conta um raio de 500 metros.

A reunião de sub-parâmetros, à semelhança do realizado noutras situações no SBTTool^{PT}-H foi efetuada por média direta dos valores normalizados, tendo em atenção os intervalos admissíveis de normalização.

Na Tabela A2.10, é possível visualizar toda a metodologia de avaliação proposta para os dois métodos, assim como, todos os procedimentos de quantificação e resultados da aplicação elaborada, sendo que na Tabela 4.13 são sintetizadas as operações e resultados em questão.

Tabela 4.13 – Síntese da Tabela A2.10, com resultados finais da Comparação 14

Ref.	LiderA	SBTool ^{PT} -H	Ref.
Resultados Finais			
C34	Inserção da escola em avaliação em agrupamento vertical de escolas, com todos os graus de ensino público, num raio de 1500 metros, população residente, num raio de 500 metros, pertencente à faixa etária, entre os 5 e os 9 anos, de 316 indivíduos, com 3 amenidades humanas, incluindo de natureza escolar, e 1 amenidade natural, a 500 metros percorridos a pé	Valor normalizado final P22 = 0,84	P22
Níveis de Desempenho Atribuídos (*)			
C34	A Melhoria de 50% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	A Melhoria entre 70% a 100% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	P22

(*) – Os níveis de desempenho atribuídos dizem respeito às escalas LiderA e SBTTool^{PT}-H que não são equivalentes ou diretamente comparáveis.

4.4.10.3. Apreciações Gerais

De uma forma geral, pode-se concluir que os dois sistemas avaliam este aspeto com classificações elevadas. Tal desempenho é justificado pela inserção do estabelecimento de ensino em questão, numa zona urbana, com uma rede de infraestruturas bem desenvolvida.

A adaptabilidade dos dois métodos a um edifício escolar é, contudo, limitada visto que nenhum deles insere a população residente na envolvente, como um fator a ter em consideração, na avaliação de construções habitacionais. Assim, as metodologias propostas, nesta dissertação, influenciam, de forma significativa, os resultados finais.

Em relação ao Critério 34 do sistema LiderA, a sua forma de avaliação assenta no cumprimento, para o meio urbano ou rural, de disposições definidas. Estas estão associadas à distância percorrida a pé, da escola a amenidades, tipo de amenidades e quantidade de amenidades. Como adaptação para a avaliação de escolas, foram incluídas duas novas disposições referentes ao número de população residente na área envolvente, correspondente ao grau de ensino lecionado, para este caso, população entre os 5 e os 9 anos de idade, e integração de agrupamento escolar na rede de ensino. Como já foi referido, o meio rural é excluído na proposta efetuada. Os resultados obtidos indiciam uma adequada implementação destas novas disposições, com as classes de desempenho a refletir a boa localização e condições de acessibilidade da escola avaliada.

Quanto à metodologia para as construções habitacionais, uma fragilidade, independente da metodologia proposta para edifícios escolares, prende-se com a não definição concreta do conceito de “meio rural”. A diferenciação imposta compreende-se, no sentido em que as mentalidades, entre os dois tipos de meio envolvente, ao nível de distâncias, são distintas. Contudo, como já foi mencionado, a gestão de amenidades infraestruturais tem seguido uma política de centralização e minimização de despesas financeiras, aproximando os dois meios e dificultando a sua diferenciação. Assim, há a necessidade de clarificar o conceito de “meio rural”, identificando, objetivamente, o tipo de meio onde o edifício está inserido e evitando diferentes abordagens entre profissionais LiderA e eventuais distorções de resultados.

Relativamente ao Parâmetro 22 do método SBTool^{PT}-H, a sua adaptação foi mais trabalhosa, no sentido em que, a base da sua metodologia de avaliação passa pela atribuição de créditos, tendo em conta distâncias, tipos e quantidades de amenidades. Não existindo dados fiáveis para a atribuição de um número de créditos compatível com os valores de referência presentes e as valorizações correspondentes à acessibilidade de amenidades, propôs-se a adição de um novo elemento normalizado com valores de referência associados, não a créditos atribuídos, mas ao número de habitantes residentes, na área envolvente, correspondente ao grau de ensino lecionado, para este caso, população entre os 5 e os 9 anos de idade. Com as verificações elaboradas, compreende-se que os valores de referência para as práticas convencionais são ultrapassados devido à boa localização que a escola avaliada possui.

Uma fragilidade a ter em consideração é a contabilização de amenidades que, na sua natureza e em certos cenários, não implicam uma mais-valia com o aumento, em quantidade, da sua presença na envolvente de uma construção avaliada. Exemplificando, uma esquadra da polícia que se situe a 2.300 metros de distância de um edifício, não é relevante, quando a 200 metros do mesmo edifício, se situa uma outra esquadra da polícia. Esta incongruência está vincada no SBTool^{PT}-H devido à consideração, em simultâneo, de amenidades muito próximas e outras muito afastadas. Apesar de o sistema desvalorizar uma amenidade em relação à outra, mantém a valorização de um elemento que, a um nível prático, não produz qualquer vantagem para o edifício.

4.4.11. COMPARAÇÃO 16 – INFORMAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO

4.4.11.1. Caso de Estudo

O Caso de Estudo, a que este grupo de indicadores comparáveis se aplica, é o IV. A moradia unifamiliar em questão possui um Manual de Utilizador com informações sobre as empresas responsáveis pelos vários projetos de especialidade do edifício, os materiais estruturais e não estruturais incorporados no edifício, com as respetivas durabilidades estimadas, os pormenores construtivos de arquitetura, estrutura e redes de abastecimento e drenagem de águas, as redes de eletricidade e de telecomunicações, os sistemas de ventilação e de eficiência térmica, os sistemas de rega e iluminação, e, o abastecimento e drenagem de águas para piscina (Monteiro, N., 2011).

Do mesmo modo, informa os utentes das medidas de precaução necessárias para a utilização de equipamentos e instalações elétricas. São, ainda, fornecidos dados sobre os cuidados a ter nas operações de conservação do edifício, ao nível da limpeza, elementos de sombreamento, carpintarias e ventilação, sobre a calendarização das operações de manutenção a efetuar e os respetivos custos anuais estimados, sobre os planos de inspeções e ensaios a realizar para deteção de potenciais anomalias, e sobre as práticas a executar de forma a garantir uma utilização sustentável do edifício, ao nível da iluminação, aquecimento, AQS, bombas de calor, aparelhos eletrodomésticos, reciclagem, consumo de água e ventilação natural (Monteiro, N., 2011).

4.4.11.2. Aplicação e Resultados dos MASC Portugueses: LiderA e SBTTool^{PT}-H

Na Tabela A2.11, é possível visualizar todos os procedimentos de quantificação e resultados da aplicação elaborada, sendo que na Tabela 4.14 são sintetizadas as operações e resultados em questão.

Tabela 4.14 – Síntese da Tabela A2.11, com resultados finais da Comparação 16

Ref.	LiderA	SBTool ^{PT} -H	Ref.
Resultados Finais			
C41	Total de créditos atribuídos = 6	Valor normalizado P23 = 0,58	P23
Níveis de Desempenho Atribuídos (*)			
C41	C Melhoria de 25% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	B Melhoria entre 40% a 70% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	P23

(*) – Os níveis de desempenho atribuídos dizem respeito às escalas LiderA e SBTTool^{PT}-H que não são equivalentes ou diretamente comparáveis.

4.4.11.3. Apreciações Gerais

Para esta Comparação, os desempenhos finais alcançados refletem uma pequena diferença, traduzindo-se por uma boa classificação de sustentabilidade, na escala SBTTool^{PT}-H, e uma razoável classificação de sustentabilidade, na escala LiderA.

Relativamente ao sistema Lidera, o Critério 41 apresenta uma lista abrangente de vários tipos de informação que devem existir de forma a serem atribuídos créditos de valorização. Um aspeto relevante é o facto de que o critério LiderA tratado possui uma metodologia de avaliação que diferencia os empreendimentos, não só conforme a quantidade da disponibilização das informações detalhadas, mas, também, conforme a quantidade de fogos habitacionais com informação, sendo esta

uma particularidade positiva do método tratado, quando comparado com a ferramenta homóloga SBTool^{PT}-H. Todavia, verifica-se uma fragilidade na metodologia de avaliação em questão. Uma das disposições do Critério 41 refere a necessidade de existência de manuais de informação relativos a equipamentos comuns. Porém, ao aplicar esta disposição a moradias, não inseridas em condomínios privados, percebe-se que tal requisito nunca é cumprido, face à inexistência destes elementos. Assim, este tipo de construções será sempre desvalorizado em detrimento de empreendimentos de habitação coletiva que, geralmente, possuem equipamentos de utilização comum. A atribuição máxima de 2 créditos apresenta uma agravante significativa que pode potenciar uma distorção de resultados, tendo em conta que o número de créditos requeridos por cada classe LiderA está diretamente relacionado com a quantidade de créditos possíveis atribuídos pelas 8 disposições em questão.

O Parâmetro 23 do sistema SBTool^{PT}-H assenta, de igual modo, num processo de atribuição de créditos pelo cumprimento de disposições definidas. A grande vantagem, em relação ao LiderA, é que detalha, com mais pormenor, as disposições a cumprir, com uma maior definição dos tipos de informação exigidos. Todavia, este maior detalhe implica a presença de uma fragilidade associada à própria atribuição de créditos. De uma forma geral, o cumprimento de uma maior variedade de disposições mais específicas está associado à atribuição de um valor único de créditos. A questão que se levanta incide na dúvida inerente aos cenários, em que existe o cumprimento de algumas disposições consideradas, para uma determinada pontuação, em simultâneo, com o não cumprimento de outras. Assim, seria mais apropriada uma distribuição do valor único de créditos, pelas várias disposições estabelecidas, conseguindo-se alcançar resultados mais fiáveis.

5

CONCLUSÕES FINAIS E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

5.1. CONCLUSÕES FINAIS

No planeta Terra, a Natureza está diretamente relacionada com as atividades humanas, que consomem os recursos existentes afetando, assim, o meio ambiente. Esta afetação tem-se repercutido ao nível das grandes alterações climáticas, da escassez de recursos e da degradação dos ecossistemas naturais. Como consequência, as próprias atividades humanas, baseadas, desde sempre, num pressuposto de quantidade infinita de recursos, vêm-se ameaçadas, sendo necessárias novas atitudes que levem a um equilíbrio entre o ambiente e os interesses do Homem.

A sustentabilidade é, assim, o elemento fundamental para o enquadramento de uma nova ideologia das sociedades humanas, entrosando as vertentes ambientais, sociais e económicas. Esta nova ideologia corresponde, por sua vez, ao desenvolvimento sustentável, um desenvolvimento das atividades humanas existentes que visa a não afetação da capacidade de desenvolvimento das atividades futuras. Rapidamente se percebe que, a contextualização dos pressupostos referidos tem de se dar no âmbito das próprias atividades antropológicas, inserindo-se nos seus objetivos e alterando eventuais processos insustentáveis. Contudo, a necessidade de imposição da vertente ambiental nos anteriores objetivos, meramente, sociais e económicos, leva a um grande obstáculo relacionado com a definição concreta de metas sustentáveis e a respetiva capacidade sustentável inerente. Se para o próprio desenvolvimento sustentável são propostos diferentes conceitos e visões, então, entende-se a grande dificuldade de estabelecer patamares de sustentabilidade que acabam por ser discutíveis, mesmo entre especialistas, pela subjetividade associada.

A indústria da construção é um dos principais setores que induz diversos impactes ambientais ao longo do seu processo produtivo, desde a própria extração de recursos, até à produção de resíduos resultantes de demolição. Neste contexto, compreende-se a importância da inclusão da sustentabilidade no setor económico-social relativo à construção e ao parque construído. A construção sustentável resulta dessa importância e foca-se na valorização do meio ambiente e mitigação dos impactes ambientais que advêm das construções e de todos os respetivos processos derivados, salvaguardando, em simultâneo, a qualidade e economia dos edifícios.

A afetação da atividade da construção na Natureza corresponde a todo um ciclo industrial que possibilita vários tipos de abordagem, focando-se nas diferentes fases do processo construtivo. Os tipos de impactes ambientais variam entre a extração de recursos, consumo hídrico e energético de fontes não renováveis, produção de subprodutos tóxicos e de materiais com índices de toxicidade significativos, geração de resíduos de construção e demolição e pressão sobre os ecossistemas

naturais. Esta diversificação de impactes engloba diversas áreas referentes ao próprio conforto social, necessidades habitacionais e requisitos infraestruturais para outras atividades económicas. Toda a interligação de vertentes da sustentabilidade e a respetiva pluridisciplinaridade reforça a relevância da criação de ferramentas para a potencialização da construção sustentável como a ideologia presente e futura da atividade da construção civil.

Os materiais de construção são os elementos que se relacionam com a maioria dos impactes ambientais referidos, tendo em conta os consumos inerentes aos seus processos de extração, produção, transporte, incorporação e desconstrução. Assim, as ferramentas da construção sustentável incidiram, numa primeira fase, na quantificação dos impactes ambientais resultantes em todo o ciclo de vida dos materiais de construção. Todavia, estas ferramentas não concretizam inteiramente a afetação global da indústria da construção e parque construído. Desta forma, foram criados os Métodos de Avaliação da Sustentabilidade das Construções (MASC), focando os desempenhos ao nível da sustentabilidade, não só dos materiais incorporados, mas de todas as características dos edifícios relevantes para as dimensões ambiental, social e económica.

Os MASC abordam a sustentabilidade do parque construído através da utilização de ferramentas auxiliares, anteriormente descritas, para a quantificação dos impactes ambientais dos materiais de construção, dos espaços ocupados e respetivas valências para a biodiversidade, dos requisitos humanos referentes ao conforto interior das construções e da viabilidade económica, sempre presente no quadro do desenvolvimento sustentável. Com o aumento das preocupações ambientais mundiais, originou-se uma proliferação dos MASC por todo o globo, sendo que o desenvolvimento de novas ferramentas homólogas tem como base os pressupostos existentes de MASC antecedentes e o ajuste aos contextos regionais e nacionais respetivos.

Nesta dissertação é proposta uma reflexão sobre os dois principais MASC existentes em Portugal. Porém, para um estudo detalhado aos MASC portugueses, torna-se indispensável uma monografia extensa dos principais MASC internacionais, elementos que serviram de base à criação das ferramentas nacionais para a avaliação da sustentabilidade de construções.

A descrição detalhada realizada dos principais MASC internacionais e nacionais demonstra uma diferenciação generalizada entre todos os métodos. Existem duas significativas componentes estruturais caracterizadoras dos MASC, a sua estrutura metodológica e as importâncias e pesos de ponderação associados aos respetivos indicadores da construção sustentável.

Numa primeira perspetiva, as estruturas metodológicas assentam, na maioria dos MASC estudados, numa atribuição de pontos, créditos ou escala numérica equivalente, que refletem os desempenhos avaliados ao nível da sustentabilidade. Para agregação dos resultados, referentes ao desempenho dos indicadores consagrados, são, então, utilizados fatores de ponderação que traduzem a importância de um determinado indicador, na avaliação global do MASC em que se inserem. Pontualmente, denota-se alguma semelhança entre algumas estruturas metodológicas, mais propriamente, dos sistemas BREEAM, LEED, CASBEE, DGNB e LiderA. Este facto deve-se à utilização de sistemas mais antigos, essencialmente os métodos BREEAM e LEED, como base de estruturas metodológicas de MASC mais recentes. Contrariamente, os sistemas internacionais HQE e NABERS apresentam uma grande divergência metodológica, devido ao seu diferente enquadramento lógico, com o primeiro a visar a mera certificação ambiental, sem uma escala qualitativa, e o segundo a remeter a sua avaliação, não aos desempenhos globais dos edifícios, mas a dimensões específicas diretamente associadas à sustentabilidade de consumos e conforto interior.

Relativamente aos fatores de ponderação dos MASC analisados, atendendo a todas as limitações comparativas que possam existir, denota-se, primordialmente, uma semelhança entre os MASC LEED,

CASBEE e LiderA. Esta característica transmite claramente a relação existente entre estes sistemas, sendo que os métodos CASBEE e LiderA utilizam, como base, o método norte-americano LEED. Contudo, uma semelhança a este nível, não é necessariamente esperada. Enquanto as diversas estruturas metodológicas de avaliação, com mais ou menos ajuste, podem-se adaptar aos diferentes panoramas mundiais, as relevâncias dos respetivos indicadores variáveis ou fatores de ponderação estão dependentes dos contextos nacionais e regionais em que incidem. As características variáveis relativas aos parques nacionais e regionais construídos, aos respetivos mercados em que se inserem e aos costumes e mentalidades das diferentes comunidades mundiais, implicam a incorporação paradoxal do que é considerado sustentável ou insustentável. Esta dificuldade é facilmente verificada quando se focam os diferentes panoramas internacionais, mas, mesmo num determinado enquadramento nacional ou regional, é possível que existam opiniões diferentes entre vários especialistas do mesmo país ou região relativamente a determinados aspetos avaliativos. Este facto demonstra a grande discutibilidade da padronização necessária para os desempenhos de sustentabilidade, apesar da existência de vários indicadores que possuem uma escala qualitativa objetiva e consensual.

Tendo em consideração todas as premissas anteriormente descritas, faz todo o sentido a elaboração de uma análise comparativa entre MASC existentes para um mesmo panorama nacional, neste caso, o português. Nesta dissertação, a comparação entre os dois métodos LiderA e SBTTool^{PT} produz várias ilações conclusivas referentes às respetivas metodologias de avaliação e suas características e às valorizações mais significativas nas diferentes áreas da sustentabilidade.

Metodologicamente falando, os dois métodos apresentam grandes diferenças. O sistema LiderA demonstra um maior envolvimento de aspetos de sustentabilidade a avaliar, contudo, existe uma grande simplicidade nos processos de verificação e avaliação, indiciando uma maior capacidade de aplicação em fases de projeto preliminar ou projeto base. Já o método SBTTool^{PT}, para as construções habitacionais, aposta na maior fiabilidade de resultados, com mais complexidade nas operações, maior limitação dos aspetos de sustentabilidade a analisar e maior quantidade de informação a verificar, concretizando, assim, só aqueles em que é possível uma análise completa e objetiva, revelando maior aptidão para a fase de projeto de execução.

As análises críticas elaboradas são destacadas no ponto seguinte, referente a desenvolvimentos futuros, resultando na identificação de várias fragilidades metodológicas presentes nos dois métodos portugueses.

É de ressaltar, que todas as operações de comparação e verificação feitas, visam, primordialmente, uma perspetiva construtiva e de contínuo aperfeiçoamento dos métodos visados.

Finalizando, vários autores mais céticos mantêm reservas em relação aos MASC, devido à discutibilidade inerente de vários aspetos de sustentabilidade. Além desta limitação “crónica”, existe outro argumento utilizado que refere que a certificação ambiental ou de sustentabilidade dos parques edificados pode passar uma ideia falsa de que o planeta Terra seria sustentável, caso proliferasse uma construção ilimitada com preocupações ambientais. Compreende-se que, o desenvolvimento global sustentável nunca seria atingido, se houvesse uma expansão desmesurada do parque construído mundial, mesmo que possuísse todas as responsabilidades ambientais possíveis. Contudo, esta argumentação visualiza os MASC como elementos potenciadores da construção, o que não é condizente com o objetivo primordial em que se focam estes elementos.

Os MASC têm ganho uma importância bastante significativa nos mercados da construção, sendo que o seu principal benefício se centra na diferenciação competitiva entre as soluções construtivas existentes. Assim, prevalecendo a premissa factual de que irá existir sempre construção nova e construções

existentes, independentemente das condições ambientais favoráveis ou desfavoráveis que possuam, os Métodos de Avaliação da Sustentabilidade das Construção são um instrumento capaz de promover e diferenciar a construção sustentável, incentivando o desenvolvimento sustentável, tão importante a nível mundial.

5.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

A análise crítica realizada, na verificação de eventuais fragilidades dos MASC portugueses, traduz-se, precisamente, em anomalias correspondentes à extensão das características metodológicas já referidas.

Ao nível do método LiderA, a simplicidade com que alguns dos indicadores de sustentabilidade são tratados, apesar de conferir uma maior facilidade às operações de avaliação, implica abordagens de fraca fiabilidade e resultados discutíveis, através da existência de processos de avaliação com valência subjetiva, devido à falta de especificação técnica, e da existência de valorização de soluções que não correspondem a uma tomada de medidas ao nível da sustentabilidade, potenciando eventuais distorções nos desempenhos avaliados.

Relativamente ao sistema SBTool^{PT}-H, a complexidade presente implica um maior esforço nas verificações elaboradas. As fragilidades identificadas apontam para alguns cálculos e quantificações baseadas em disposições passíveis de discussão, com potencial para originar eventuais distorções de resultados, que se pretendem de elevada fiabilidade. Todavia, as observações executadas indicam a pouca abrangência de vários aspetos que possuem alguma relevância para determinados indicadores avaliados, como o tipo de fragilidade mais frequente.

No Anexo 3, é possível visualizar uma síntese das fragilidades identificadas nos dois sistemas nacionais estudados (Tabela A3.1).

Pode-se concluir que, a maioria das fragilidades identificadas nos dois sistemas tem grandes potencialidades de correção, com destaque para o método LiderA, devido à simplicidade metodológica inerente que se pode adaptar a pressupostos corretivos mais rigorosos, inseridos no método SBTool^{PT}-H. Neste último, apesar dos aspetos a envolver, adicionalmente, podem ser enquadrados nos visados pelo sistema LiderA, a sua inclusão, nos parâmetros SBTool^{PT}, terá de ser bem refletida, de forma a não distorcer as escalas classificativas baseadas nos valores de referência propostos.

Esta última observação apresenta uma clara mais-valia premente para o futuro da construção sustentável portuguesa.

Os dois MASC portugueses tratados são, em tudo, independentes na sua forma de avaliação, ou seja, a sua aplicação no mercado português origina uma concorrência, que pode ter um efeito contraproducente na aceitação pretendida por ambos os métodos, numa fase inicial da sua expansão e importância, na construção nacional. Além desse facto, pode-se comprovar, nas análises realizadas no âmbito desta dissertação, que uma eventual junção dos pressupostos metodológicos das duas ferramentas homólogas originaria procedimentos de cálculo, quantificação e verificação de maior fiabilidade, abrangência e, conseqüentemente, rigor avaliativo. É certo que, pontualmente, a assimilação de metodologias poderia ser incompatível. Contudo, como se comprova no tipo maioritário de fragilidades identificadas, uma visão, não de competitividade, mas de complementaridade, induziria grandes benefícios e mais-valias para os dois MASC nacionais.

Assim, para desenvolvimentos futuros, o tratamento das fragilidades identificadas, nesta dissertação, passaria por uma revisão dos processos metodológicos passíveis de discussão, uma minimização das limitações identificadas e uma melhoria dos aspetos, com potencial para a distorção de resultados,

privilegiando uma abordagem que passe pela conjugação de metodologias, de modo a adequar os dois principais Métodos da Avaliação da Sustentabilidade da Construções portuguesas às fases a que melhor se ajustem.

Outro potencial desenvolvimento futuro trata a aplicação destas ferramentas a edifícios de funcionalidade escolar. Verifica-se, nas análises realizadas, o elevado grau de adaptabilidade metodológico existente nos MASC portuguesas, sendo necessário, em alguns indicadores específicos, um maior esforço de ajustamento ao contexto escolar, sempre com um grande espaço para a aplicação de procedimentos adequados a estabelecimentos de ensino.

BIBLIOGRAFIA

- AENOR - 2013. Consult. em 20/05/2013. Disponível em WWW: <<http://www.aenor.es/>>.
- AFNOR - 2013. Consult. em 20/05/2013. Disponível em WWW: <<http://www.marque-nf.com/>>.
- Ahlenius, Hugo - Relative Biodiversity Scenarios for Deserts 2000-2050. UNEP/GRID-Arendal, 2006. Consult. em 16/04/2013. Disponível em WWW: <http://www.grida.no/graphicslib/detail/relative-biodiversity-scenarios-for-deserts-2000-2050_ed3c>.
- Alcorn, Andrew - Embodied Energy and CO² Coefficients for New Zealand Building Materials. Victoria University of Wellington, 2003. Consult. em 15/05/2013. Disponível em WWW: <http://www.victoria.ac.nz/cbpr/documents/pdfs/ee-co2_report_2003.pdf>.
- Amarsul - 2013. Consult. em 04/06/2013. Disponível em WWW: <<http://www.amarsul.pt/>>.
- Anink, David; Boonstra, Chiel; Mak, John - Handbook of Sustainable Building - an Environmental Preference Method for Selection of Materials for Use in Construction and Refurbishment. Londres: Earthscan/James & James, 1996.
- APA - Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável ENDS 2015. APA, 2006. Consult. em 09/05/2013. Disponível em WWW: <http://www.dpp.pt/pt/ENDS2015/Documents/ENDS_2015-ParteI_Estrategia.pdf>.
- Aroeira - 2013. Consult. em 03/06/2013. Disponível em WWW: <<http://www.aroeira.com/>>.
- Azevedo, Virgílio - Conferência Rio+20 Deixa Promessas e Críticas das ONG. Expresso, 2012. Consult. em 08/05/2013. Disponível em WWW: <<http://expresso.sapo.pt/conferencia-rio20-deixa-promessas-e-criticas-das-ong=f734950>>.
- Ball, Jonathan - Can ISO 14000 and Eco-labelling Turn the Construction Industry Green? *Building and Environment*. Vol. 37. n.º 4 (2002). p. 421-428. Consult. em 20/05/2013. Disponível em WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132301000312>>.
- Berge, Bjorn - The Ecology of Building Materials. Oxford: Elsevier, 2009. Disponível em WWW: <http://ecobooks.greenharmonyhome.com/wp-content/uploads/ecobooks/Ecology_of_Building_Materials_Second_Edition.pdf>.
- Bidoki, S.; Wittlinger, R.; Alamdar, A.; Burger, J. - Eco-efficiency Analysis of Textile Coating Materials. *Journal of the Iranian Chemical Society*. Vol. 3. n.º 4 (2006). p. 351-359. Consult. em 18/05/2013. Disponível em WWW: <<http://www.ics-ir.org/jics/archive/v3/4/Articles/pdf/JICS-3-4-Article-8.pdf>>.
- Bragança, L.; Barbosa, J.; Mateus, R. - Development of a Sustainability Assessment Tool for Office Buildings. Malta: International Conference Sustainability of Constructions, 2011. Consult. em 01/05/2013. Disponível em WWW: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/12310/1/Development%20of%20a%20sustainability%20assessment%20tool%20for%20office.pdf>>.

- Bragança, Luis - Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios - Metodologia SBTool^{PT}. iiSBE Portugal, 2008. Consult. em 30/04/2013. Disponível em WWW: <http://moodle.up.pt/pluginfile.php/8243/mod_resource/content/1/DOLuisBragancaSBTOOL.pdf>.
- Bragança, Luís; Machado, Céline; Mateus, Ricardo; Barbosa, José - Contributo para o Módulo de Turismo da Metodologia SBTool^{PT}. Vilamoura: International Conference on Sustainable Building, 2010. Consult. em 01/05/2013. Disponível em WWW: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/12294/1/Contributo%20para%20o%20M%C3%B3dulo%20de%20Turismo%20da%20Metodologia%20SBTool.pdf>>. 9899654310
- Bragança, Luís; Mateus, Ricardo - SBTool^{PT} - Adaptation of the Global SBTool to the Portuguese Context iiSBE Portugal, 2011. Consult. em 30/04/2013. Disponível em WWW: <http://www.iisbe.org/system/files/private/Luis%20Braganca_Regional-SBTool_Portugal.pdf>.
- Braune, A.; Kreißig, J.; Sedlbauer, K. - The Use of EPDs in Building Assessment - Towards the Complete Picture. Lisbon: LBP, 2007. Consult. em 20/05/2013. Disponível em WWW: <http://www.lbp-gabi.de/refbase/files/252_Braune_etal.pdf>.
- BRE Global - Code for Sustainable Homes - Technical Guide. Communities and Local Government Publications, 2010. Consult. em 21/03/2013. Disponível em WWW: <https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/5976/code_for_sustainable_homes_techguide.pdf>.
- BREEAM - BREEAM Education 2008 Assessor Manual. BRE Global, 2008. Consult. em 18/03/2013. Disponível em WWW: <http://www.breeam.org/filelibrary/Non%20Domestic%20Manuals/BREEAM_Education_2008.pdf>.
- BREEAM - BREEAM Refurbishment Domestic Buildings 2012 Technical Manual SD5072 1.0.2. BRE Global, 2012. Consult. em 22/03/2013. Disponível em WWW: <<http://www.breeam.org/domrefurbmanual/>>.
- BREEAM - 2013. Consult. em 20/03/2013. Disponível em WWW: <<http://www.breeam.org/>>.
- Brundtland, Gro - Report of the World Commission on Environment and Development: "Our Common Future". United Nations, 1987. Consult. em 05/05/2013. Disponível em WWW: <<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>>.
- C.M. Porto - Escola EB1 São João da Foz. Câmara Municipal do Porto, 2011. Consult. em 01/06/2013. Disponível em WWW: <http://www.cm-porto.pt/users/0/54/FozDouro_8621646c8a9996fd2f65fc4f310fdf41.pdf>.
- C.M. Porto - 2013. Consult. em 19/06/2013. Disponível em WWW: <<http://www.cm-porto.pt/gen.pl?sid=cmp.sections/1035>>.
- CAC - Programa Nacional para as Alterações Climáticas, Versão 2001. CAC, 2002. Consult. em 16/04/2013. Disponível em WWW: <<http://www.energiasrenovaveis.com/images/upload/PNAC.pdf>>.

- CASBEE - CASBEE 2007 for Homes (Detached House) Technical Manual. IBEC, 2007. Consult. em 01/04/2013. Disponível em WWW: <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/download/CASBEE-H%28DH%29e_2007manual.pdf>.
- CASBEE - CASBEE 2010 for New Construction Technical Manual. JSBC, 2010. Consult. em 31/03/2013. Disponível em WWW: <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/download/CASBEE-NC_2010manual.pdf>.
- CE - Directiva 2008/98/CE. Jornal Oficial da União Europeia, 2008. Consult. em 17/05/2013. Disponível em WWW: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:pt:PDF>>.
- CE - 2013. Consult. em 19/05/2013. Disponível em WWW: <<http://ec.europa.eu/>>.
- CEN - 2013. Consult. em 01/05/2013. Disponível em WWW: <<http://www.cen.eu/cen/Sectors/TechnicalCommitteesWorkshops/CENTechnicalCommittees/Pages/TCStruc.aspx?param=481830&title=Sustainability%20of%20construction%20works>>.
- CEQUAMI - Addendum n°1 v5.0 - Intégration de la Démarche HQE dans les Règles De Certification et le Référentiel Technique de la Marque NF Maison Individuelle. AFNOR Certification, 2011. Consult. em 04/04/2013. Disponível em WWW: <http://www.cequami.fr/wp-content/files_mf/1358345437AddendumNFMIHQErev05.pdf>.
- Cerqual - Addendum Aux Règles de Certification de la Marque NF Logement v8.0 - Intégration de la Démarche HQE. AFNOR Certification, 2012. Consult. em 04/04/2013. Disponível em WWW: <http://www.qualite-logement.org/fileadmin/user_upload/documents/referentiels/NF/Addendum_aux_rgles_de_certification_de_la_marque_NF_Logement.pdf>.
- Chini, Abdol - Deconstruction and Materials Reuse - an International Overview. CIB, 2005. Consult. em 17/05/2013. Disponível em WWW: <http://cibworld.xs4all.nl/dl/publications/TG39_Pub300.pdf>.
- Der Blaue Engel - 2013. Consult. em 20/05/2013. Disponível em WWW: <<http://www.blauer-engel.de/en/>>.
- DGEG - Informação Estatística da Indústria Extractiva 2011. Direcção Geral de Energia e Geologia, 2012. Consult. em 15/05/2013. Disponível em WWW: <<http://www.dgeg.pt/>>.
- DGNB - DGNB System Brochure - Excellence Defined. Sustainable Building with a System Approach. DGNB, 2012a. Consult. em 12/04/2013. Disponível em WWW: <http://issuu.com/manufaktur/docs/dgnb_system_en_06-2012?mode=embed&layout=http%3A%2F%2Fskin.issuu.com%2Fv%2Fflight%2Flayout.xml&showFlipBtn=true>.
- DGNB - Overview of the Criteria for New Urban Districts - Version 2012. DGNB, 2012b. Consult. em 14/04/2013. Disponível em WWW: <http://www.dgnb-system.de/fileadmin/en/dgnb_system/schemes/120820_DGNBurbandistricts_Overviewcriteria.pdf>.
- DGNB - 2013. Consult. em 11/04/2013. Disponível em WWW: <<http://www.dgnb-system.de/>>.

- DGOTDU - Normas para a Programação e Caracterização de Redes de Equipamentos Colectivos. DGOTDU, 1996.
- Dietz, Thomas; Rosa, Eugene; York, Richard - Environmentally Efficient Well-being: Rethinking Sustainability as the Relationship between Human Well-being and Environmental Impacts. *Human Ecology Review*. Vol. 16. n.º 1 (2009). p. 114-123. Consult. em 17/04/2013. Disponível em WWW: <<http://www.humanecologyreview.org/pastissues/her161/dietzetal.pdf>>.
- Dimoudi, A.; Tompa, C. - Energy and Environmental Indicators Related to Construction of Office Buildings. Evanston: E. Masanet, 2008. Consult. em 16/05/2013. Disponível em WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344908001481>>.
- Duarte, Ana; Frazão, Rui; Partidário, Paulo - Gestão do Ciclo de Vida - Produtos para Construção e Green Procurement: Produzir – Comprar – Recuperar. Lisboa: LNEG, 2011. Consult. em 16/05/2013. Disponível em WWW: <<http://repositorio.lneg.pt/bitstream/10400.9/1440/1/LNEG%20Lidera%2026Mai.pdf>>.
- Duarte, Telma - Habitação e Construção Sustentável. LNEG, 2009. Consult. em 16/05/2013. Disponível em WWW: <<http://repositorio.lneg.pt/handle/10400.9/512?mode=full>>.
- Ecologo - 2013. Consult. em 20/05/2013. Disponível em WWW: <<http://www.ecologo.org/en/>>.
- EPA - Bisphenol A Action Plan. EPA, 2010. Consult. em 14/05/2013. Disponível em WWW: <http://www.epa.gov/opptintr/existingchemicals/pubs/actionplans/bpa_action_plan.pdf>.
- Eurostat - 2013. Consult. em 18/06/2013. Disponível em WWW: <<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>>.
- Flores, A.; Ribeiro, J.; Neves, A.; Queiroz, E. - Organoclorados - Um Problema de Saúde Pública. *Ambiente & Sociedade*. Vol. 7. n.º 2 (2004). p. 111-124. Consult. em 12/05/2013. Disponível em WWW: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2004000200007>.
- Freitas, Vasco - Exemplo de Aplicação Prática do RCCTE - Aula 13 e 14. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2012.
- Gardner, Gary; Sampat, Payal; Peterson, Jane - Mind Over Matter - Recasting the Role of Materials in Our Lives. Washington, DC: Worldwatch Institute, 1998. Disponível em WWW: <<http://www.worldwatch.org/system/files/EWP144.pdf>>.
- Gomes, Inês - Isolamentos Térmicos e Revestimentos de Pavimento – Classificação do seu Grau de Procura de Sustentabilidade. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2012. Consult. em 20/05/2013. Disponível em WWW: <https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/1286174/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o_In%C3%AAs%20Gomes.pdf>.
- Google Maps - 2009. Consult. em 30/05/2013. Disponível em WWW: <<https://maps.google.pt/>>.

- Grooten, Monique; Almond, Rosamunde; McLellan, Richard - Living Planet Report 2012. WWF International, Institute of Zoology, Global Footprint Network, 2012. Consult. em 17/04/2013. Disponível em WWW: <http://awsassets.panda.org/downloads/1_lpr_2012_online_full_size_single_pages_final_120516.pdf>.
- Hails, Chris; Loh, Jonathan; Goldfinger, Steven - Living Planet Report 2006. WWF International, Institute of Zoology, Global Footprint Network, 2006. Consult. em 17/04/2013. Disponível em WWW: <<http://awsassets.panda.org/downloads/lpr2006portuguese.pdf>>.
- HQE - 2013. Consult. em 03/04/2013. Disponível em WWW: <<http://assohqe.org/hqe/>>.
- IARC - Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 53 - Occupational Exposures in Insecticide Application, and Some Pesticides. World Health Organization, 1999. Consult. em 12/05/2013. Disponível em WWW: <<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol53/volume53.pdf>>.
- IARC - Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 98 - Painting, Firefighting, and Shiftwork. World Health Organization, 2010. Consult. em 12/05/2013. Disponível em WWW: <<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol98/mono98.pdf>>.
- IBEC - 2013. Consult. em 01/04/2013. Disponível em WWW: <<http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/>>.
- IC - Consultoria à Reabilitação de Escolas Básicas do 2.º e 3.º Ciclo - Escola EB 2,3 Francisco Torrinha. Câmara Municipal do Porto, 2009.
- IGE - Avaliação Externa de Escolas - Escola Secundária com 3º Ciclo Rodrigues de Freitas. Ministério da Educação, 2007. Consult. em 30/05/2013. Disponível em WWW: <<http://www.ige.min-edu.pt/upload/AE2007-DRN/ES3%C2%BACEB%20RodriguesdeFreitas%20R.pdf>>.
- INE - Censos 2011. 2011. Consult. em 19/06/2013. Disponível em WWW: <http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=censos2011_apresentacao>.
- INE - Estatística do Ambiente - 2011. INE, 2012. Consult. em 16/04/2013. Disponível em WWW: <http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=150027088&PUBLICACOESstema=55523&PUBLICACOESmodo=2>.
- ISO - Building and Constructed Assets – Service Life Planning – Part 1: General Principles, ISO 15686-1. 2000.
- ISO - Gestão Ambiental - Avaliação do Ciclo de Vida - Princípios e Enquadramento, ISO 14040:2008. 2008.
- ITN - Radão - Um Gás Radioactivo de Origem Natural. Departamento de Protecção Radiológica e Segurança Nuclear, 2005. Consult. em 14/05/2013. Disponível em WWW: <www.itn.pt/docum/relat/radao/itn_gas_radao.pps>.
- Kibert, Charles - Sustainable Construction at the Start of the 21st Century. *IeJC*. (2003). Consult. em 09/05/2013. Disponível em WWW: <http://www.bcn.ufl.edu/iejc/pindex/10/forward_kibert.pdf>.

- Larsson, Nils - Rating Systems and SBTool. iiSBE, 2007. Consult. em 24/04/2013. Disponível em WWW: <www.iisbe.org/system/files/SBTool_overview.ppt>.
- Larsson, Nils - User Guide to the SBTool Assessment Framework. iiSBE, 2012. Consult. em 24/04/2013. Disponível em WWW: <<http://www.iisbe.org/system/files/SBTool%202012%20user%20guide%2026Oct12.pdf>>.
- LEED - LEED 2008 for Homes Rating System. USGBC, 2010. Consult. em 27/03/2013. Disponível em WWW: <<http://new.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20for%20Homes%20Rating%20System.pdf>>.
- LEED - LEED 2009 for New Construction and Major Renovations Rating System. USGBC, 2012. Consult. em 26/03/2013. Disponível em WWW: <http://new.usgbc.org/sites/default/files/LEED%202009%20Rating_NC-GLOBAL_07-2012_8c.pdf>.
- Levin, B.; Kuligowski, E. - Toxicology of Fire and Smoke. *Inhalation toxicology*. Vol. 2. n.º 10 (2005). p. 205-228. Consult. em 14/05/2013. Disponível em WWW: <<http://fire.nist.gov/bfrlpubs/fire05/PDF/f05154.pdf>>.
- LiderA - Tabela Geral dos Limiares V2.00 B4. 2010.
- LiderA - 2013. Consult. em 17/04/2013. Disponível em WWW: <<http://www.lidera.info/>>.
- Logomatic - 2012. Consult. em 20/05/2013. Disponível em WWW: <<http://www.logomatic.fr/>>.
- Lourenço, Cristina - Optimização de Sistemas de Demolição – Demolição Selectiva. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2007. Consult. em 17/05/2013. Disponível em WWW: <<https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/143697/1/Documento%20Dissertacao.pdf>>.
- Markkanen, Mika - Radiation Dose Assessments for Materials with Elevated Natural Radioactivity. Helsinki: Finnish Centre for Radiation and Nuclear Safety, 1995. Disponível em WWW: <<http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-b/stuk-b-sto32.pdf>>.
- Mateus, Ricardo - Avaliação da Sustentabilidade na Construção - Propostas para o Desenvolvimento de Edifícios Mais Sustentáveis. Guimarães: Universidade do Minho, 2009. Consult. em 30/04/2013. Disponível em WWW: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/9886>>.
- Mateus, Ricardo; Bragança, Luis - Sustainability Assessment of an Affordable Residential Building Using the SBTool^{PT} Approach. Vilamoura: Multicomp, 2010. Consult. em 24/04/2013. Disponível em WWW: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/12316/1/Sustainability%20Assessment%20of%20an%20Affordable%20Residential.pdf>>.
- Mateus, Ricardo; Bragança, Luís - Avaliação da Sustentabilidade da Construção - Desenvolvimento de uma Metodologia para a Avaliação a Sustentabilidade de Soluções Construtivas. Leça da Palmeira: CEC-GTC, 2004. Consult. em 20/05/2013. Disponível em WWW: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/7333/1/Avalia%C3%A7%C3%A3o%20da%20Sustentabilidade%20da%20Constru%C3%A7%C3%A3o_Desenvolvimento%20de%20uma%20Metodologia%20para%20a%20Avalia%C3%A7%C3%A3o%20da%20Sustentabilidade%20de%20Solu%C3%B5es%20Construtivas.pdf>.

- Mateus, Ricardo; Bragança, Luís - Tecnologias Construtivas para a Sustentabilidade da Construção. Porto: Edições Ecopy, 2006.
- Matos, Maria - Durabilidade como Critério de Projecto - o Método Factorial no Contexto Português. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2007. Consult. em 17/05/2013. Disponível em WWW: <<http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/12402/2/Texto%20integral.pdf>>.
- Menezes, Maria - Caracterização Acústica Interior de Edifícios Escolares Reabilitados - o Caso da Escola Secundária Rodrigues de Freitas, Porto. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2010.
- Monteiro, Nuno - Manual de Utilização e Manutenção de Edifício. Lisboa: Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2011. Consult. em 03/06/2013. Disponível em WWW: <<http://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/1244/2/Manual%20do%20Utilizador%20final.pdf>>.
- Mora, Eduardo - Life Cycle, Sustainability and the Transcendent Quality of Building Materials. Building and Environment. Vol. 42. n.º 3 (2007). p. 1329-1334. Consult. em 16/05/2013. Disponível em WWW: <http://stuff.mit.edu/afs/athena/dept/cron/project/urban_metabolism/TGOFF/readings%20and%20websites/lifecyclesustainabilitybldgmaterials.pdf>.
- Mota, Luciana; Mateus, Ricardo - Contributo da Fase de Manutenção para os Impactes de Ciclo de Vida de Edifícios de Habitação. Lisboa: Edições iiSBE Portugal, 2011. Consult. em 16/05/2013. Disponível em WWW: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/15424/1/contributo%20da%20fase.pdf>>.
- NABERS - NABERS Waste for Offices - Data Collection Guidance Document v3.1. OEH, 2009. Consult. em 10/04/2013. Disponível em WWW: <<http://www.nabers.gov.au/public/WebPages/DocumentHandler.ashx?docType=2&id=49&attId=0>>.
- NABERS - NABERS Indoor Environment for Offices - Data Collection Guidance Document v3.2. OEH, 2010. Consult. em 10/04/2013. Disponível em WWW: <<http://www.nabers.gov.au/public/WebPages/DocumentHandler.ashx?docType=2&id=46&attId=0>>.
- NABERS - NABERS Energy & Water for Hotels - Validation Protocol for Accredited Ratings v2.1. OEH, 2011. Consult. em 10/04/2013. Disponível em WWW: <<http://www.nabers.gov.au/public/WebPages/DocumentHandler.ashx?docType=2&id=56&attId=0>>.
- NABERS - NABERS Energy and Water for Offices - Rules for Collecting and Using Data v3.0. OEH, 2013. Consult. em 10/04/2013. Disponível em WWW: <<http://www.nabers.gov.au/public/WebPages/DocumentHandler.ashx?docType=2&id=44&attId=0>>.
- Nordic Ecolabelling - 2013. Consult. em 20/05/2013. Disponível em WWW: <<http://www.nordic-ecolabel.org/>>.

- OCDE - Environmentally Sustainable Buildings - Challenges and Policies. OECD Publications Service, 2003. Consult. em 15/05/2013. Disponível em WWW: <http://www.unep.org/sbci/pdfs/Paris-SustBuildings_OECD.pdf>.
- OEH - 2013. Consult. em 08/04/2013. Disponível em WWW: <<http://www.nabers.gov.au/>>.
- Paiva, José; Aguiar, José; Pinho, Ana - Guia Técnico de Reabilitação Habitacional. Lisboa: LNEC, 2006.
- Papaefthymiou, H.; Gouseti, O. - Natural Radioactivity and Associated Radiation Hazards in Building Materials Used in Peloponnese, Greece. *Radiation Measurements*. Vol. 43. n.º 8 (2008). p. 1453-1457. Consult. em 14/05/2013. Disponível em WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350448708000917>>.
- Pereira, Liliana - Amianto: medidas para a implementação de um plano de controlo num edifício. Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2008. Consult. em 15/05/2013. Disponível em WWW: <http://run.unl.pt/bitstream/10362/1780/1/Pereira_2008.pdf>.
- Pinheiro, Manuel - Ambiente e Construção Sustentável. Amadora: Instituto do Ambiente, 2006. Disponível em WWW: <http://www.lidera.info/resources/ACS_Manuel_Pinheiro.pdf>.
- Pinheiro, Manuel - LiderA - Sistema Voluntário para a Sustentabilidade dos Ambientes Construídos versão 2.0c. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, 2011. Consult. em 18/04/2013. Disponível em WWW: <http://www.lidera.info/resources/LiderA_Apresentacao_geral_2011_v1.pdf>.
- Pinheiro, Manuel; Correia, Francisco - LiderA - Portuguese Voluntary Sustainable Assessment Building System - Main Lines. Tokyo: SB05Tokyo, 2005. Consult. em 16/05/2013. Disponível em WWW: <<http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB3796.pdf>>.
- PlasticsEurope - Plastics – the Facts 2012: An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data For 2011. PlasticsEurope, 2012. Consult. em 14/05/2013. Disponível em WWW: <<http://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=statistic+europe+plastic+construction&source=web&cd=3&ved=0CD8QFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.plasticseurope.org%2Fcust%2Fdocumentrequest.aspx%3FDocID%3D54693&ei=bkeSUcLHDLLe7AbSqIDgCO&usg=AFQjCNGkILE8htkF5WPom0vIcRtMwePu2g&bvm=bv.46471029,d.ZGU>>.
- Price, David - Energy and Human Evolution. *Population and Environment: A Journal of Interdisciplinary Studies*. Vol. 16. n.º 4 (1995). p. 301-319. Consult. em 17/04/2013. Disponível em WWW: <<http://dieoff.org/page137.htm>>.
- Rahman, R. - PVC Pipe and Fittings - Underground Solutions for Water and Sewer Systems in North America. Sao Paulo: Instituto do PVC, 2007. Consult. em 14/05/2013. Disponível em WWW: <<http://www.institutodopvc.org/congresso2/ShahRahman.pdf>>.
- RCCTE - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios - Decreto-Lei nº80/2006 de 4 de Abril. Ministério das Obras Públicas Transportes e Comunicações, Portugal, 2006.

- Reddy, B.; Jagadish, K. - Embodied Energy of Common and Alternative Building Materials and Technologies. *Energy and Buildings*. Vol. 35. n.º 2 (2003). p. 129-137. Consult. em 15/05/2013. Disponível em WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778801001414>>.
- República Portuguesa - Lei n.º 11/87, de 7 de Abril - Lei de Bases do Ambiente. 1987.
- Socinorte - 2013. Consult. em 20/05/2013. Disponível em WWW: <<http://www.socinorte.com/>>.
- Solís-Guzmán, Jaime; Marrero, Madelyn; Montes-Delgado, Maria; Ramírez-de-Arellano, Antonio - A Spanish Model for Quantification and Management of Construction Waste. *Waste Management*. Vol. 29. n.º 9 (2009). p. 2542-2548. Consult. em 17/05/2013. Disponível em WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X09002013>>.
- Swan, S. - Environmental Phthalate Exposure in Relation to Reproductive Outcomes and Other Health Endpoints in Humans. *Environmental Research*. Vol. 108. n.º 2 (2008). p. 177-184. Consult. em 12/05/2013. Disponível em WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935108001862>>.
- Teodoro, Nuno - Contribuição para a Sustentabilidade na Construção Civil - Reciclagem e Reutilização de Materiais. Lisboa: Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, 2011. Consult. em 17/05/2013. Disponível em WWW: <<https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/1037604/1/dissertacao.pdf>>.
- Thormark, C. - The Effect of Material Choice on the Total Energy Need and Recycling Potential of a Building. *Building and Environment*. Vol. 41. n.º 8 (2006). p. 1019-1026. Consult. em 16/05/2013. Disponível em WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132305001605>>.
- Thornton, Joe - Environmental Impacts of Polyvinyl Chloride Building Materials. Healthy Building Network, 2002. Consult. em 14/05/2013. Disponível em WWW: <http://www.healthybuilding.net/pvc/Thornton_Enviro_Impacts_of_PVC.pdf>.
- Tillitt, D.; Kubiak, T.; Ankley, G.; Giesy, J. - Dioxin-like Toxic Potency in Forster's Tern Eggs from Green Bay, Lake Michigan, North America. *Chemosphere*. Vol. 26. n.º 11 (1993). p. 2079-2084. Consult. em 12/05/2013. Disponível em WWW: <<http://www.usask.ca/toxicology/jgiesy/pdf/publications/JA-115.pdf>>.
- Tokiwa, Y.; Calabia, B.; Ugwu, C.; Aiba, S. - Biodegradability of Plastics. *International Journal of Molecular Sciences*. Vol. 10. n.º 9 (2009). p. 3722-3742. Consult. em 14/05/2013. Disponível em WWW: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2769161/>>.
- Torgal, F. Pacheco; Jalali, Said - A Sustentabilidade dos Materiais de Construção. Guimarães: Edição TecMinho, 2010.
- Torgal, Fernando Pacheco - Certificação Ambiental de Materiais e Produtos de Construção - Relativizando o Valor Salvífico das ACV's, dos Rótulos Ecológicos e das EPD's. *Climatização - Edifícios e Energia*. n.º 81 (2012). p. 76-79. Consult. em 20/05/2013. Disponível em WWW: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/19844/1/Climatiza%C3%A7%C3%A3o-Pacheco%20Torgal.pdf>>.
- USGBC - 2013. Consult. em 26/03/2013. Disponível em WWW: <<http://new.usgbc.org/leed>>.

Verfaillie, H.; Bidwell, R. - Medir a Eco-eficiência - um Guia para Comunicar o Desempenho da Empresa. Londres: World Business Council for Sustainable Development, 2000. Disponível em WWW: <<http://oldwww.wbcsd.org/web/publications/measuring-eco-efficiency-portugese.pdf>>.

Zietz, B.; Laß, J.; Dunkelberg, H.; Suchenwirth, R. - Lead Pollution of Drinking Water in Lower Saxony from Corrosion of Pipe Materials. *Das Gesundheitswesen*. Vol. 71. n.º 5 (2009). p. 265-274. Consult. em 15/05/2013. Disponível em WWW: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19387929>>.

ANEXO 1

MACRO-INDICADORES, MICRO-INDICADORES E OUTRAS INFORMAÇÕES DOS MASC

A1.1. BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT ENVIRONMENTAL ASSESSMENT METHOD – BREEAM

Tabela A1.1 – Categorias, critérios e fatores de ponderação do sistema de avaliação Código para Habitações Sustentáveis (BRE Global, 2010)

Categorias e Respetivos Critérios	Créditos a Atribuir	Fatores de Ponderação para Categorias	Valores Ponderados de cada Crédito
Energia e Emissões de CO₂	31	36,40%	1,17
Taxa de emissão da habitação	10		
Capacidade de eficiência energética	9		
Dispositivos energéticos incorporados	2		
Espaço de secagem	1		
Rotulagem energética de produtos de baixo consumo	2		
Luz exterior	2		
Tecnologias de baixa emissão de carbono	2		
Locais para armazenamento de bicicletas	2		
Condições para trabalhar em casa	1		
Água	6	9,00%	1,50
Utilização de água no interior	5		
Utilização de água no exterior	1		
Materiais	24	7,20%	0,30
Impactes ambientais dos materiais	15		

Categorias e Respetivos Critérios	Créditos a Atribuir	Fatores de Ponderação para Categorias	Valores Ponderados de cada Crédito
Seleção responsável de materiais – elementos construtivos básicos	6		
Seleção responsável de materiais – elementos de acabamento	3		
Escoamento de Águas Superficiais	4	2,20%	0,55
Gestão de escoamento de águas superficiais	2		
Risco de inundação	2		
Resíduos	8	6,40%	0,80
Armazenamento de detritos não renováveis e resíduos domésticos renováveis	4		
Gestão dos resíduos de construção	3		
Compostagem	1		
Poluição	4	2,80%	0,70
Potencial de aquecimento global de materiais isolantes	1		
Emissões de óxido de azoto (NO_x)	3		
Saúde e Bem-estar	12	14,00%	1,17
Iluminação natural	3		
Isolamento acústico	4		
Privacidade espacial	1		
Adaptabilidade a necessidades habitacionais atuais e futuras	4		
Gestão	9	10,00%	1,11
Guia de utilização habitacional	3		
Sistema de práticas construtivas	2		
Impactes ambientais do estaleiro de obra	2		
Segurança	2		
Ecologia	9	12,00%	1,33
Valor ecológico do local	1		
Valorização ecológica	1		
Proteção de componentes ecológicas	1		

Categorias e Respetivos Critérios	Créditos a Atribuir	Fatores de Ponderação para Categorias	Valores Ponderados de cada Crédito
Alteração no valor ecológico do local	4		
Pegada do edifício	2		
Total Global	107	100,00%	-

Tabela A1.2 – Categorias, critérios e fatores de ponderação do sistema de avaliação BREEAM Reabilitação Doméstica (BREEAM, 2012)

Categorias e Respetivos Critérios	Créditos a Atribuir	Fatores de Ponderação para Categorias	Valores Ponderados de cada Crédito
Gestão	11	12,00%	1,09
Guia de utilização habitacional	3		
Práticas responsáveis de construção	2		
Impactes ambientais do estaleiro de obra	1		
Segurança	2		
Proteção e valorização das vertentes ecológicas	1		
Gestão de projeto	2		
Saúde e Bem-estar	12	17,00%	1,42
Iluminação natural	2		
Isolamento acústico	4		
Compostos orgânicos voláteis	1		
Design incorporado	2		
Ventilação	2		
Proteção	1		
Energia	29	43,00%	1,48
Melhorias na capacidade de eficiência energética	6		
Capacidade de eficiência energética após reabilitação	4		
Procura de energia primária	7		
Tecnologias de energia renovável	2		
Rotulagem energética de produtos de baixo consumo	2		
Espaço de secagem	1		
Iluminação	2		

Categorias e Respetivos Critérios	Créditos a Atribuir	Fatores de Ponderação para Categorias	Valores Ponderados de cada Crédito
Dispositivos energéticos incorporados	2		
Locais para armazenamento de bicicletas	2		
Condições para trabalhar em casa	1		
Água	5	11,00%	2,2
Utilização de água no interior	3		
Utilização de água no exterior	1		
Medição do consumo de água	1		
Materiais	39	8,00%	0,21
Impactes ambientais dos materiais	25		
Seleção responsável de materiais	12		
Isolamentos	2		
Resíduos	5	3,00%	0,60
Resíduos domésticos	2		
Gestão dos resíduos de reabilitação	3		
Poluição	8	6,00%	0,75
Emissões de NO_x	3		
Escoamento de águas superficiais	3		
Risco de inundação	2		
Total Global	109	100%	-
Inovação (extra)	10	10%	1,00
Inovação	10		
Total Global (extra)	119	110%	-

A1.2. HAUTE QUALITÉ ENVIRONNEMENTALE DES BÂTIMENTS – HQE BÂTIMENTS

Tabela A1.3 – Categorias e critérios do sistema de avaliação NF Residências Individuais HQE (CEQUAMI, 2011)

Referência	Designação	Níveis de Classificação Possíveis		
		Nº de Requisitos B	Nº de Requisitos P	Pontos Máximos Possíveis TP
Categoria 1	Relação do Edifício com a Envoltante Local	5	9	-

Referência	Designação	Níveis de Classificação Possíveis		
		Nº de Requisitos B	Nº de Requisitos P	Pontos Máximos Possíveis TP
Critério 1.1	Ambiente físico	5	-	-
Critério 1.2	Biodiversidade	-	1	-
Critério 1.3	Clima	-	3	-
Critério 1.4	Poluição emitida	-	4	--
Critério 1.5	Respeito pelos moradores	-	1	-
Categoria 2	Seleção Exigencial de Produtos, Sistemas e Práticas de Construção	1	-	10
Critério 2.1	Garantias técnicas e durabilidade	1	-	-
Critério 2.2	Adaptabilidade do edifício ao longo do tempo	-	-	4
Critério 2.3	Proteção do ambiente	-	-	15
Categoria 3	Baixa Poluição em Estaleiro	3	4	15 (mín. 6)
Critério 3.1	Redução da poluição	3	3	8
Critério 3.2	Gestão de resíduos	-	1	7
Categoria 4	Gestão da Energia	1	1	20
Critério 4.1	Consumos de energia	1	1	10
Critério 4.2	Performance de desenvolvimento	-	-	10
Critério 4.3	Recurso a energias renováveis	-	-	10
Categoria 5	Gestão da Água	1	1	10 (mín. 3)
Critério 5.1	Redução do consumo de água potável	1	1	2
Critério 5.2	Recuperação de águas pluviais	-	-	5
Critério 5.3	Gestão de águas pluviais	-	-	3
Categoria 6	Gestão de Resíduos Operacionais	-	1	1
Critério 6.1	Triagem seletiva	-	1	-
Critério 6.2	Compostagem	-	-	1
Categoria 7	Gestão de Utilização e Manutenção	-	2	5
Critério 7.1	Acessibilidade e facilidade de limpeza e manutenção	-	2	1
Critério 7.2	Manutenção do desempenho	-	-	4
Categoria 8	Conforto Higrotérmico	2	2	10
Critério 8.1	Conforto de verão	2	1	11
Critério 8.2	Conforto de inverno	-	1	7

Referência	Designação	Níveis de Classificação Possíveis		
		Nº de Requisitos B	Nº de Requisitos P	Pontos Máximos Possíveis TP
Categoria 9	Conforto Acústico	1	10	10
Critério 9.1	Conforto acústico relativamente a perturbações externas	-	-	5
Critério 9.2	Conforto acústico interior	1	-	7
Critério 9.3	Ruído de equipamentos	-	10	4
Categoria 10	Conforto Visual	1	1	6
Critério 10.1	Luz natural	1	1	5
Critério 10.2	Luz artificial	-	-	1
Categoria 11	Conforto Olfativo	2	-	1
Critério 11.1	Eficiência de ventilação	1	-	-
Critério 11.2	Controlo de fontes de odores desagradáveis	1	-	1
Categoria 12	Qualidade Sanitária de Espaços	4	2	9
Critério 12.1	Criação de condições higiénicas	4	1	7
Critério 12.2	Limitação de perturbações eletromagnéticas	-	1	3
Categoria 13	Qualidade do Ar Interior	3	-	10
Critério 13.1	Garantia de uma ventilação eficiente	1	-	-
Critério 13.2	Controlo de fontes de poluição	2	-	10
Categoria 14	Qualidade Sanitária da Água	15	-	3
Critério 14.1	Risco de ebulição	1	-	3
Critério 14.2	Risco de desenvolvimento de Legionela	2	-	-
Critério 14.3	Conceção de sistemas de água potável – dimensionamento e disposição	6	-	-
Critério 14.4	Conceção de sistemas de água potável – materiais	4	-	-
Critério 14.5	Colocação em obra e manutenção em serviço	2	-	-
Total Global		39	33	110

Tabela A1.4 – Categorias e critérios do sistema de avaliação NF Habitação Coletiva HQE (Cerqual, 2012)

Referência	Designação	Níveis de Classificação Possíveis		
		Nº de Requisitos B	Nº de Requisitos P	Nº de Requisitos TP
Categoria 1	Relação do Edifício com a Envoltante Local	-	3	5
Critério 1.1	Consideração de vantagens e desvantagens do contexto	-	1	2
Critério 1.2	Desenvolvimento urbano para criar ambiente agradável e reduzir impactes de transporte	-	2	3
Categoria 2	Seleção Exigencial de Produtos, Sistemas e Práticas de Construção	7	7	7
Critério 2.1	Seleção exigencial de materiais e práticas construtivas	6	6	6
Critério 2.2	Adaptabilidade do edifício	1	1	1
Categoria 3	Baixa Poluição em Estaleiro	9	16	16
Critério 3.1	Preparação técnica do local	-	2	2
Critério 3.2	Limites de poluição	6	7	7
Critério 3.3	Reduzir riscos de poluição que afetam local, trabalhadores e vizinhança	2	3	3
Critério 3.4	Gestão de resíduos no local	1	2	2
Critério 3.5	Controlo de recursos hídricos e energia	-	1	1
Critério 3.6	Avaliação do local	-	1	1
Categoria 4	Gestão da Energia	4	4	5
Critério 4.1	Redução do consumo de energia primária não renovável	4	4	5
Categoria 5	Gestão da Água	4	6	7
Critério 5.1	Economia de água potável	1	3	3
Critério 5.2	Preparação de águas quentes	2	2	2
Critério 5.3	Gestão de águas pluviais	1	1	2
Categoria 6	Gestão de Resíduos Operacionais	3	4	5
Critério 6.1	Adequação entre coleção interna e externa	1	1	1
Critério 6.2	Controlo da triagem de resíduos	-	1	2
Critério 6.3	Otimização do sistema de coleção interna entre o local de produção, armazenamento, consolidação e remoção	2	2	2

Referência	Designação	Níveis de Classificação Possíveis		
		Nº de Requisitos B	Nº de Requisitos P	Nº de Requisitos TP
Categoria 7	Gestão de Utilização e Manutenção	6	6	6
Critério 7.1	Otimização das necessidades de manutenção	1	1	1
Critério 7.2	Facilidade de acesso para a execução da manutenção e simplicidade das operações	4	4	4
Critério 7.3	Equipamentos de manutenção na fase de utilização	1	1	1
Categoria 8	Conforto Higrotérmico	3	5	5
Critério 8.1	Conforto higrotérmico de inverno	2	3	3
Critério 8.2	Conforto higrotérmico de verão	1	2	2
Categoria 9	Conforto Acústico	4	9	12
Critério 9.1	Conforto acústico entre a habitação e outros locais do edifício	1	2	3
Critério 9.2	Conforto acústico entre cozinha, compartimentos principais e exterior	1	1	2
Critério 9.3	Conforto acústico nos espaços comuns	1	2	2
Critério 9.4	Conforto acústico dos sistemas de ventilação e aquecimento nos quartos	1	2	2
Critério 9.5	Conforto acústico entre espaços de descanso e lazer da habitação	-	1	2
Critério 9.6	Subcapas acústicas finas sobre betonilha	-	1	1
Categoria 10	Conforto Visual	3	4	4
Critério 10.1	Otimização da utilização de luz natural	2	2	2
Critério 10.2	Habitação coletiva – disposição de luz natural confortável	1	2	2
Categoria 11	Conforto Olfativo	3	4	4
Critério 11.1	Eficiência de ventilação	1	2	2
Critério 11.2	Controlo de fontes de odor desagradável	2	2	2
Categoria 12	Qualidade Sanitária de Espaços	4	4	4
Critério 12.1	Criação de boas condições de higiene	4	4	4
Categoria 13	Qualidade do Ar Interior	7	8	8

Referência	Designação	Níveis de Classificação Possíveis		
		Nº de Requisitos B	Nº de Requisitos P	Nº de Requisitos TP
Critério 13.1	Ventilação eficiente	4	5	5
Critério 13.2	Controlo de fontes de poluição	3	3	3
Categoria 14	Qualidade Sanitária da Água	3	4	-
Critério 14.1	Garantia da qualidade de água para consumo humano nas reservas internas do edifício	3	4	-
Total Global		60	84	88

A1.3. LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN – LEED

Tabela A1.5 – Categorias, critérios e pontuações do sistema de avaliação LEED-NC v2009 (LEED, 2012; USGBC, 2013)

Referência	Categorias e Respetivos Critérios	Pontuação a Atribuir
SS	Locais Sustentáveis	26
SSp1	Prevenção da poluição na atividade da construção	Pré-requisito
SSc1	Seleção do local	1
SSc2	Desenvolvimento de densidade e acessibilidade na comunidade	5
SSc3	Reabilitação de locais contaminados	1
SSc4.1	Transportes alternativos – acesso a transportes públicos	6
SSc4.2	Transportes alternativos – locais para armazenamento de bicicletas e vestiários	3
SSc4.3	Transportes alternativos – veículos de baixa emissão de gases e de combustão eficiente	2
SSc4.4	Transportes alternativos – capacidade de estacionamento	1
SSc5.1	Desenvolvimento do local – proteção e reabilitação dos habitats locais	1
SSc5.2	Desenvolvimento do local – maximização de espaços abertos	1
SSc6.1	Conceção para águas pluviais – controlo de quantidade	1
SSc6.2	Conceção para águas pluviais – controlo de qualidade	1
SSc7.1	Efeito “ilha de calor” – sem intervenção em cobertura	1
SSc7.2	Efeito “ilha de calor” – com intervenção em cobertura	1

Referência	Categorias e Respetivos Critérios	Pontuação a Atribuir
SSc8	Redução da poluição luminosa	1
WE	Eficiência no Consumo de Água	10
WEp1	Redução do consumo de água	Pré-requisito
WEc1	Eficiência do consumo de água para irrigação	2 ou 4
WEc2	Tecnologias inovadoras para o controlo dos desperdícios de água	2
WEc3	Redução do consumo de água	2 a 4
EA	Energia e Atmosfera	35
EAp1	Comissionamento dos sistemas de energia dos edifícios	Pré-requisito
EAp2	Performance mínima energética	Pré-requisito
EAp3	Gestão dos sistemas de ventilação e refrigeração	Pré-requisito
EAc1	Otimização da performance energética	1 a 19
EAc2	Energia renovável local	1 a 7
EAc3	Valorização do comissionamento	2
EAc4	Valorização da gestão dos sistemas de ventilação e refrigeração	2
EAc5	Medição e verificação	3
EAc6	Potencialização de energias renováveis	2
MR	Materiais e Recursos	14
MRp1	Armazenamento e recolha de materiais recicláveis	Pré-requisito
MRC1.1	Reutilização de edifícios – aproveitamento de paredes, pavimentos e coberturas existentes	1 a 3
MRC1.2	Reutilização de edifícios – aproveitamento de elementos interiores não estruturais	1
MRC2	Gestão de resíduos gerados na construção	1 a 2
MRC3	Reutilização de materiais	1 a 2
MRC4	Conteúdo reciclado	1 a 2
MRC5	Materiais regionais	1 a 2
MRC6	Materiais de renovação rápida	1
MRC7	Madeiras certificadas	1
EQ	Qualidade Ambiental Interior	15
EQp1	Performance mínima da qualidade do ar interior	Pré-requisito
EQp2	Controlo ambiental dos fumos de tabaco	Pré-requisito
EQc1	Monitorização da capacidade de ventilação do ar exterior	1
EQc2	Aumento da ventilação	1

Referência	Categorias e Respetivos Critérios	Pontuação a Atribuir
EQc3.1	Plano de gestão da qualidade do ar interior da construção – durante a execução da obra	1
EQc3.2	Plano de gestão da qualidade do ar interior da construção – antes da ocupação do edifício	1
EQc4.1	Materiais de baixas emissões – adesivos e selantes	1
EQc4.2	Materiais de baixas emissões – pinturas e revestimentos	1
EQc4.3	Materiais de baixas emissões – sistemas de pavimentos	1
EQc4.4	Materiais de baixas emissões – compósitos de madeira e produtos de fibra orgânica	1
EQc5	Controlo de poluentes e químicos interiores	1
EQc6.1	Controlabilidade de sistemas – iluminação	1
EQc6.2	Controlabilidade de sistemas – conforto térmico	1
EQc7.1	Conforto térmico – conceção	1
EQc7.2	Conforto térmico – verificação	1
EQc8.1	Iluminação natural e vistas – iluminação natural	1
EQc8.2	Iluminação natural e paisagem – paisagens	1
Total Global		100
ID	Inovação na Conceção	6
IDc1	Inovação na conceção	1 a 5
IDc2	Profissionais acreditados LEED	1
RP	Prioridade Regional	4
RPc1	Prioridade Regional	1 a 4
Total Global (extra)		110

Tabela A1.6 – Categorias, critérios, subcritérios e pontuações do sistema de avaliação LEED-H v2008 (LEED, 2010; USGBC, 2013)

Referência	Categoria, Critérios e Subcritérios	Ou	Pontuação a Atribuir
LL	Localização e Acessibilidade		10
LL 1	LEED-ND	LL 2 a LL 6	10
LL 2	Seleção do Local	-	2
LL 3	Locais Preferenciais		
LL 3.1	À beira de desenvolvimento	-	1
LL 3.2	Em desenvolvimento	LL 3.1	2
LL 3.3	Previamente desenvolvidos	-	1
LL 4	Infraestruturas	-	1
LL 5	Recursos da Comunidade		

Referência	Categoria, Critérios e Subcritérios	Ou	Pontuação a Atribuir
LL 5.1	Recursos básicos da comunidade	-	1
LL 5.2	Recursos extensivos da comunidade	LL 5.1, 5.3	2
LL 5.3	Recursos extraordinários da comunidade	LL 5.1. 5.2	3
LL 6	Acesso a Espaços Abertos	-	1
SS	Locais Sustentáveis		22
SS 1	Local de Estaleiro de Obras		
SS 1.1	Erosão	-	Pré-requisito
SS 1.2	Minimização de áreas afetadas	-	1
SS 2	Área Envolvente		
SS 2.1	Plantas não invasivas	-	Pré-requisito
SS 2.2	Conceção básica da envolvente	SS 2.5	2
SS 2.3	Limite de relvado convencional	SS 2.5	3
SS 2.4	Plantas tolerantes à seca	SS 2.5	2
SS 2.5	Redução geral do consumo de irrigação de águas pelo menos em 20%	-	6
SS 3	Efeitos de "Ilha de Calor" Locais	-	1
SS 4	Gestão de Águas Superficiais		
SS 4.1	Permeabilização do lote	-	4
SS 4.2	Controlos permanentes de erosão	-	1
SS 4.3	Gestão de águas pluviais em cobertura	-	2
SS 5	Controlo Alternativo de Pragas	-	2
SS 6	Desenvolvimento Compacto		
SS 6.1	Densidade moderada	-	2
SS 6.2	Densidade alta	SS 6.1, 6.3	3
SS 6.3	Densidade muito alta	SS 6.1, 6.2	4
WE	Eficiência no Consumo de Água		15
WE 1	Reutilização de Água		
WE 1.1	Sistema de recolha de águas pluviais	WE 1.3	4
WE 1.2	Sistema de reaproveitamento de águas	WE 1.3	1
WE 1.3	Utilização de sistema municipal de água reciclada	-	3
WE 2	Sistema de Irrigação		
WE 2.1	Sistema de irrigação de alta eficiência	WE 2.3	3
WE 2.2	Inspeção independente	WE 2.3	1
WE 2.3	Redução geral do consumo de irrigação pelo menos em 45%	-	4
WE 3	Utilização de água no interior		

Referência	Categoria, Critérios e Subcritérios	Ou	Pontuação a Atribuir
WE 3.1	Equipamentos e acessórios de alta eficiência	-	3
WE 3.2	Equipamentos e acessórios de eficiência muito alta	WE 3.1	6
EA	Energia e Atmosfera		38
EA 1	Performance Energética Otimizada		
EA 1.1	Performance energética <i>Energy Star</i> para habitações	-	Pré-requisito
EA 1.2	Performance energética excepcional	-	34
EA 2	Isolamentos	EA 1	
EA 2.1	Isolamentos básicos	-	Pré-requisito
EA 2.2	Valorização dos isolamentos	-	2
EA 3	Infiltração de Ar	EA 1	
EA 3.1	Redução de fugas	-	Pré-requisito
EA 3.2	Grande redução de fugas	-	2
EA 3.3	Fugas mínimas	EA 3.2	3
EA 4	Envidraçados	EA 1	
EA 4.1	Bons envidraçados	-	Pré-requisito
EA 4.2	Valorização dos envidraçados	-	2
EA 4.3	Envidraçados excepcionais	EA 4.2	3
EA 5	Sistema de Distribuição de Aquecimento e Arrefecimento	EA 1	
EA 5.1	Redução das perdas de distribuição	-	Pré-requisito
EA 5.2	Grande redução de perdas de distribuição	-	2
EA 5.3	Perdas de distribuição mínimas	EA 5.2	3
EA 6	Equipamento de Aquecimento e Arrefecimento de Espaços	EA 1	
EA 6.1	Boa conceção e instalação de sistema de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC)	-	Pré-requisito
EA 6.2	Sistema AVAC de alta eficiência	-	2
EA 6.3	Sistema AVAC de eficiência muito alta	EA 6.2	4
EA 7	Aquecimento de água		
EA 7.1	Distribuição de água quente eficiente	-	2
EA 7.2	Isolamento de canalizações	-	1
EA 7.3	Equipamento doméstico de águas quentes eficiente	EA 1	3
EA 8	Iluminação	EA 1	
EA 8.1	Lâmpadas <i>Energy Star</i>	-	Pré-requisito

Referência	Categoria, Critérios e Subcritérios	Ou	Pontuação a Atribuir
EA 8.2	Iluminação melhorada	-	2
EA 8.3	Pacote de iluminação avançada	EA 8.2	3
EA 9	Aparelhos	EA 1	
EA 9.1	Aparelhos de alta eficiência	-	2
EA 9.2	Máquina para lavagem de roupa eficiente	-	1
EA 10	Sistema de Energia Renovável	EA 1	10
EA 11	Gestão da Refrigeração Residencial		
EA 11.1	Teste de carga de refrigeração	-	Pré-requisito
EA 11.2	Sistema de refrigeração AVAC apropriado	-	1
MR	Materiais e Recursos		16
MR 1	Moldagem de Materiais Eficientes		
MR 1.1	Fator limite de resíduos gerados	-	Pré-requisito
MR 1.2	Documentos detalhados de moldagem	MR 1.5	1
MR 1.3	Organização e lista detalhada de corte	MR 1.5	1
MR 1.4	Moldagem eficiente	MR 1.5	3
MR 1.5	Prefabricação	-	4
MR 2	Produtos Ambientais Preferíveis		
MR 2.1	Madeira tropical certificada	-	Pré-requisito
MR 2.2	Produtos ambientais preferíveis	-	8
MR 3	Gestão de Resíduos Gerados		
MR 3.1	Plano de gestão de resíduos gerados na construção	-	Pré-requisito
MR 3.2	Redução dos resíduos gerados na construção	-	3
EQ	Qualidade Ambiental Interior		21
EQ 1	Pacote de Ar Interior com <i>Energy Star</i>	-	13
EQ 2	Combustão de Ventilação	EQ 1	
EQ 2.1	Combustão de ventilação básica	-	Pré-requisito
EQ 2.2	Valorização da combustão de ventilação	-	2
EQ 3	Controlo de Humidade	EQ 1	1
EQ 4	Ventilação de Ar Exterior		
EQ 4.1	Ventilação básica de ar exterior	EQ 1	Pré-requisito
EQ 4.2	Valorização da ventilação de ar exterior	-	2
EQ 4.3	Testes de performance independentes	EQ 1	1
EQ 5	Exaustão Local		
EQ 5.1	Exaustão local básica	EQ 1	Pré-requisito
EQ 5.2	Valorização da exaustão local	-	1

Referência	Categoria, Critérios e Subcritérios	Ou	Pontuação a Atribuir
EQ 5.3	Testes de performance independentes	-	1
EQ 6	Distribuição Espacial de Aquecimento e Arrefecimento	EQ 1	
EQ 6.1	Cálculos de carga de quarto em quarto	-	Pré-requisito
EQ 6.2	Fluxo de ar de regresso / Controlo de quarto em quarto	-	1
EQ 6.3	Testes de performance independentes em zonas múltiplas	-	2
EQ 7	Filtragem de Ar		
EQ 7.1	Bons filtros	EQ 1	Pré-requisito
EQ 7.2	Melhorias nos filtros	-	1
EQ 7.3	Melhores filtros	EQ 7.2	2
EQ 8	Controlo de Contaminação		
EQ 8.1	Controlo de contaminação interior durante a construção	EQ 1	1
EQ 8.2	Controlo de contaminação interior		2
EQ 8.3	Preocupação de descargas	EQ 1	1
EQ 9	Proteção contra Radão	EQ 1	
EQ 9.1	Construção resistente ao radão em áreas de alto risco	-	Pré-requisito
EQ 9.2	Construção resistente ao radão em áreas de risco moderado	-	1
EQ 10	Proteção contra Poluição em Garagem	EQ 1	
EQ 10.1	Ausência de AVAC em garagem	-	Pré-requisito
EQ 10.2	Minimização de poluentes em garagem	-	2
EQ 10.3	Exaustor em garagem	-	1
EQ 10.4	Garagem em anexo separado ou sem existência de garagem	EQ 10.2, 10.3	3
ID	Inovação e Processo de Conceção		11
ID 1	Plano de Projeto Integrado		
ID 1.1	Avaliação preliminar	-	Pré-requisito
ID 1.2	Equipa de projeto integrada	-	1
ID 1.3	Profissionais credenciados com respeito ao LEED-H	-	1
ID 1.4	Comunicação em projeto	-	1
ID 1.5	Orientação do edifício para conceção solar	-	1
ID 2	Gestão do Processo de Durabilidade		
ID 2.1	Plano de durabilidade	-	Pré-requisito
ID 2.2	Gestão de durabilidade	-	Pré-requisito

Referência	Categoria, Critérios e Subcritérios	Ou	Pontuação a Atribuir
ID 2.3	Verificação independente da gestão da durabilidade	-	3
ID 3	Conceção Inovadora ou Regional		
ID 3.1	Inovação #1	-	1
ID 3.2	Inovação #2	-	1
ID 3.3	Inovação #3	-	1
ID 3.4	Inovação #4	-	1
AE	Consciencialização e Educação		3
AE 1	Formação a Proprietários ou Inquilinos		
AE 1.1	Formação para operações básicas	-	Pré-requisito
AE 1.2	Valorização da formação	-	1
AE 1.3	Consciencialização pública	-	1
AE 2	Educação para a Gestão do Edifício	-	1
Total Global			136

A1.4. COMPREHENSIVE ASSESSMENT SYSTEM FOR BUILDING ENVIRONMENTAL EFFICIENCY – CASBEE

Tabela A1.7 – Categorias, critérios, subcritérios e pontuações do sistema de avaliação CASBEE 2010 para Construção Nova (CASBEE, 2010; IBEC, 2013)

Referência	Componentes, Categorias e Respetivos Critérios	Fatores de Ponderação
Q	Qualidade Ambiental do Edifício	
Q1	Ambiente Interior	0,40
Q1.1	Ambiente Sonoro	0,15
Q1.1.1	Ruído	0,40
Q1.1.1.1	Nível de ruído de fundo	0,50
Q1.1.1.2	Equipamento com produção de ruído	0,50
Q1.1.2	Isolamento sonoro	0,40
Q1.1.2.1	Isolamento sonoro de aberturas	0,60
Q1.1.2.2	Isolamento sonoro de paredes divisórias	0,40
Q1.1.3	Absorção sonora	0,20
Q1.2	Conforto Térmico	0,35
Q1.2.1	Controlo de temperatura interior	0,50
Q1.2.1.1	Temperatura interior	0,30
Q1.2.1.2	Performance perimétrica	0,20
Q1.2.1.3	Controlo por zonas	0,30
Q1.2.1.4	Controlo de temperatura e humidade	0,10

Referência	Componentes, Categorias e Respetivos Critérios	Fatores de Ponderação
Q1.2.1.5	Permissão para utilização prolongada de ar condicionado	0,10
Q1.2.2	Controlo da humidade	0,20
Q1.2.3	Tipo de sistema de ar condicionado	0,30
Q1.3	Luz e Iluminação	0,25
Q1.3.1	Luz natural	0,30
Q.1.3.1.1	Fator de luz natural	0,60
Q.1.3.1.2	Dispositivos de luz natural	0,40
Q1.3.2	Medidas de anti-encadeamento	0,30
Q1.3.2.1	Encadeamento de luminárias	0,40
Q1.3.2.2	Controlo de luz natural	0,60
Q1.3.3	Nível de iluminação	0,15
Q1.3.4	Controlabilidade de luz	0,25
Q1.4	Qualidade do Ar	0,25
Q1.4.1	Controlo de origem	0,50
Q1.4.1.1	Poluentes químicos	0,33
Q1.4.1.2	Ácaros, bolores, etc.	0,33
Q1.4.1.3	Legionela	0,33
Q1.4.2	Ventilação	0,30
Q1.4.2.1	Taxa de ventilação	0,25
Q1.4.2.2	Performance de ventilação natural	0,25
Q1.4.2.3	Consideração de entrada de ar exterior	0,25
Q1.4.2.4	Plano de suprimento de ar	0,25
Q1.4.3	Plano de operação	0,20
Q1.4.3.1	Monitorização de CO_2	0,50
Q1.4.3.2	Controlo de fumos	0,50
Q2	Qualidade de Serviço	0,30
Q2.1	Capacidade de Serviço	0,40
Q2.1.1	Utilidade e funcionalidade	0,40
Q2.1.1.1	Provisionamento de espaço e armazenamento	0,33
Q2.1.1.2	Utilização de sistema de informação avançada	0,33
Q2.1.1.3	Planeamento de acessibilidade	0,33
Q2.1.2	Amenidade	0,30
Q2.1.2.1	Perceção espacial e vistas desimpedidas	0,33
Q2.1.2.2	Espaço para descanso	0,33
Q2.1.2.3	Planeamento de decoração	0,33

Referência	Componentes, Categorias e Respetivos Critérios	Fatores de Ponderação
Q2.1.3	Gestão de manutenção	0,30
Q2.1.3.1	Projeto que considera gestão de manutenção	0,50
Q2.1.3.2	Gestão de funções de manutenção segura	0,50
Q2.2	Durabilidade e Fiabilidade	0,31
Q2.2.1	Resistência sísmica	0,48
Q2.2.1.1	Resistência sísmica	0,80
Q2.2.1.2	Isolamento sísmico e sistemas de amortecimento de vibração	0,20
Q2.2.2	Serviços de vida de componentes	0,33
Q.2.2.2.1	Serviços de vida de materiais estruturais	0,23
Q.2.2.2.2	Renovações necessárias para acabamentos exteriores	0,23
Q2.2.2.3	Renovações necessárias para acabamentos principais interiores	0,09
Q2.2.2.4	Substituições necessárias de condutas de ar condicionado e ventilação	0,08
Q2.2.2.5	Renovações necessárias dos sistemas AVAC, abastecimento de águas e drenagem de águas	0,15
Q2.2.2.6	Renovações necessárias nos equipamentos principais de serviço	0,23
Q.2.2.3	Fiabilidade	0,19
Q.2.2.3.1	Sistema AVAC	0,20
Q2.2.3.2	Abastecimento e drenagem de águas	0,20
Q2.2.3.3	Equipamento elétrico	0,20
Q2.2.3.4	Método de suporte de máquinas e condutas	0,20
Q2.2.3.5	Comunicações e equipamentos de informação tecnológica	0,20
Q2.3	Flexibilidade e Adaptabilidade	0,29
Q2.3.1	Margem espacial	0,31
Q2.3.1.1	Tolerância para altura de pé-direito	0,60
Q2.3.1.2	Adaptabilidade da disposição dos pisos	0,40
Q2.3.2	Margem de carga dos pisos	0,31
Q2.3.3	Sistema de renovação	0,38
Q2.3.3.1	Facilidade de renovação de condutas de ar condicionado	0,17
Q2.3.3.2	Facilidade de renovação de condutas de águas de abastecimento e drenagem	0,17
Q2.3.3.3	Facilidade de renovação de redes elétricas	0,11
Q2.3.3.4	Facilidade de renovação de cabos de comunicação	0,11

Referência	Componentes, Categorias e Respetivos Critérios	Fatores de Ponderação
Q2.3.3.5	Facilidade de renovação de equipamentos	0,22
Q2.3.3.6	Provisionamento de reforço espacial	0,22
Q3	Ambiente da Envolvente Exterior	0,30
Q3.1	Conservação e Criação de Biótopos	0,30
Q3.2	Envolvente Urbana e Paisagística	0,40
Q3.3	Característica Locais e Amenidade Exterior	0,30
Q3.3.1	Atenção para caracterização local e melhoria de conforto	0,50
Q3.3.2	Melhoria do ambiente térmico local	0,50
LR	Redução da Carga Ambiental do Edifício	
LR1	Energia	0,40
LR1.1	Carga Térmica dos Edifícios	0,30
LR1.2	Utilização de Energia Natural	0,20
LR1.3	Eficiência do Sistema de Serviço dos Edifícios	0,30
LR1.4	Eficiência de Operação	0,20
LR1.4.1	Monitorização	0,50
LR1.4.2	Sistema de gestão e operação	0,50
LR2	Recursos e Materiais	0,30
LR2.1	Recursos Hídricos	0,15
LR2.1.1	Poupança de água	0,40
LR2.1.2	Águas pluviais e águas de sabão	0,60
LR2.1.2.1	Sistema de utilização de águas pluviais	0,67
LR2.1.2.2	Sistema de utilização de águas de sabão	0,33
LR2.2	Redução do Consumo de Recursos Não Renováveis	0,63
LR2.2.1	Redução do consumo de materiais	0,07
LR2.2.2	Continuação da utilização das estruturas existentes	0,24
LR2.2.3	Utilização de materiais reciclados como materiais estruturais	0,20
LR2.2.4	Utilização de materiais reciclados como materiais não estruturais	0,20
LR2.2.5	Madeiras de silvicultura sustentável	0,05
LR2.2.6	Esforços de valorização do reaproveitamento de componentes e materiais	0,24
LR2.3	Evitação do Uso de Materiais com Substâncias Poluentes	0,22
LR2.3.1	Utilização de materiais sem substâncias tóxicas	0,32
LR2.3.2	Eliminação de CFC e compostos halogenados	0,68
LR2.3.2.1	Retardante de fogo	0,33

Referência	Componentes, Categorias e Respetivos Critérios	Fatores de Ponderação
LR2.3.2.2	Agentes de formação de espuma	0,33
LR2.3.2.3	Agentes de refrigeração	0,33
LR3	Ambiente Global	
LR3.1	Consideração do Aquecimento Global	0,33
LR3.2	Consideração do Ambiente Local	0,33
LR3.2.1	Poluição do ar	0,25
LR3.2.2	Efeito “ilha de calor”	0,50
LR3.2.3	Carga nas infraestruturas locais	0,25
LR3.2.3.1	Carga na drenagem de águas residuais públicas	0,33
LR3.2.3.2	Controlo da intensidade de tráfego	0,33
LR3.2.3.3	Tratamento de resíduos	0,33
LR3.3	Consideração do Ambiente Circundante	0,33
LR3.3.1	Ruído, vibração e odor	0,40
LR3.3.2	Danos provocados por vento e obstrução da luz natural	0,40
LR3.3.2.1	Restrição dos danos provocados pelo vento	0,70
LR3.3.2.2	Areia e poeira	0,30
LR3.3.3	Poluição luminosa	0,20
LR3.3.3.1	Iluminação exterior e luz que se propaga no interior	0,70
LR3.3.3.2	Medidas para a reflexão do encadeamento solar nas paredes dos edifícios	0,30

Tabela A1.8 – Categorias, critérios, subcritérios e pontuações do sistema de avaliação CASBEE 2007 para Habitações (CASBEE, 2007)

Referência	Componentes, Categorias e Respetivos Critérios	Fatores de Ponderação
Q	Qualidade Ambiental do Edifício	
Q1	Conforto, Segurança e Saúde do Ambiente Interior	0,45
Q1.1	Aquecimento e Arrefecimento	0,50
Q1.1.1	Desempenho básico	0,50
Q1.1.1.1	Garantia de isolamento térmico e estanqueidade ao ar	0,65
Q1.1.1.2	Capacidade de ajustamento da luz solar	0,35
Q1.1.2	Prevenção do calor de verão	0,25
Q1.1.2.1	Capacidade de arejamento interior	0,50
Q1.1.2.2	Plano de aquecimento apropriado	0,50
Q1.1.3	Prevenção do frio de inverno	0,25

Referência	Componentes, Categorias e Respetivos Critérios	Fatores de Ponderação
Q1.2	Saúde, Proteção e Segurança	0,30
Q1.2.1	Medidas contra contaminantes químicos	0,33
Q1.2.2	Plano de ventilação apropriado	0,33
Q1.2.3	Precauções contra crime	0,33
Q1.3	Clareza	0,10
Q1.4	Tranquilidade	0,10
Q2	Garantia de Longa Vida de Serviço	0,30
Q2.1	Desempenho básico de vida	0,50
Q2.1.1	Estruturas de edificado	0,30
Q2.1.2	Materiais de paredes exteriores	0,10
Q2.1.3	Materiais de tetos	0,10
Q2.1.4	Resistência contra desastres naturais	0,30
Q2.1.5	Prevenção contra incêndios	0,20
Q2.1.5.1	Estrutura contra fogo, excluindo aberturas	0,65
Q2.1.5.2	Deteção de fogo célere	0,35
Q2.2	Manutenção	0,25
Q2.2.1	Facilidade de manutenção	0,65
Q2.2.2	Sistema de manutenção	0,35
Q2.3	Funcionalidade	0,25
Q2.3.1	Tamanho e disposição de quartos	0,50
Q2.3.2	Acessibilidade na conceção	0,50
Q3	Criação de Ambiente Urbano e Ecossistemas Mais Riscos	0,25
Q3.1	Consideração da Envolvente Urbana e Paisagística	0,30
Q3.2	Criação de Ambiente Biológico	0,30
Q3.2.1	Locais mais sustentáveis	0,65
Q3.2.2	Garantia de habitats biológicos	0,35
Q3.3	Proteção e Segurança da Região	0,20
Q3.4	Utilização de Recursos Regionais e Valorização da Cultura Habitacional Regional	0,20
LR	Redução da Carga Ambiental do Edifício	
LR1	Conservação de Energia e Água	0,35
LR1.1	Poupança de Energia Através da Inovação de Edifícios	0,35
LR1.1.1	Controlo da carga térmica dos edifícios	0,50
LR1.1.2	Utilização de energias naturais	0,50

Referência	Componentes, Categorias e Respetivos Critérios	Fatores de Ponderação
LR1.2	Poupança de Energia Através do Desempenho de Equipamentos	0,40
LR1.2.1	Sistemas de ar condicionado	0,27
LR1.2.1.1	Sistema de aquecimento	0,80
LR1.2.1.2	Sistema de arrefecimento	0,20
LR1.2.2	Equipamento de águas quentes	0,37
LR1.2.2.1	Fornecimento de equipamentos de águas quentes	0,80
LR1.2.2.2	Isolamento de aquecimento na banheira	0,10
LR1.2.2.3	Canalização de águas quentes	0,10
LR1.2.3	Dispositivos de luz, aparelhos residências elétricos e equipamento de cozinha	0,25
LR1.2.4	Sistema de ventilação	0,05
LR1.2.5	Equipamento de alta eficiência energética	0,06
LR1.3	Conservação de Água	0,15
LR1.3.1	Sistemas de poupança hídrica	0,75
LR1.3.2	Utilização de águas pluviais	0,25
LR1.4	Boa Informação de Manutenção e de Esquemas de Operação	0,10
LR1.4.1	Apresentação de dispositivos de estilo de vida	0,50
LR1.4.2	Gestão e controlo de energia	0,50
LR2	Utilização Moderada de Recursos e Redução de Resíduos	0,35
LR2.1	Introdução de Materiais Úteis para a Poupança e Prevenção de Resíduos	0,60
LR2.1.1	Estruturas de edifícios	0,30
LR2.1.2	Materiais de fundação	0,20
LR2.1.3	Materiais exteriores	0,20
LR2.1.4	Materiais interiores	0,20
LR2.1.5	Materiais para áreas exteriores	0,10
LR2.2	Redução de Resíduos nas Fases de Produção e Construção	0,30
LR2.2.1	Fase de produção (membros para estruturas)	0,33
LR2.2.2	Fase de produção (membros para outros)	0,33
LR2.2.3	Fase de construção	0,33
LR2.3	Promoção da Reciclagem	0,10
LR3	Consideração do Ambiente Global, Local e Circundante	0,30
LR3.1	Consideração do Aquecimento Global	0,33

Referência	Componentes, Categorias e Respetivos Critérios	Fatores de Ponderação
LR3.2	Consideração do Ambiente Local	0,33
LR3.2.1	Controlo da carga de infraestruturas locais	0,50
LR3.2.2	Preservação do ambiente natural existente	0,50
LR3.3	Consideração do Ambiente Circundante	0,33
LR3.3.1	Redução de ruído, vibração, exaustão e aquecimento de exaustão	0,50
LR3.3.2	Melhoria no ambiente térmica das áreas circundantes	0,50

A1.5. NATIONAL AUSTRALIAN BUILT ENVIRONMENT RATING SYSTEM – NABERS

Tabela A1.9 – Parâmetros analisados e dados requeridos das vertentes Energia, Água, Resíduos e Ambiente Interior do sistema de avaliação NABERS para Escritórios (NABERS, 2013; NABERS, 2010; NABERS, 2009)

Referência	Vertentes, Parâmetros Analisados e Dados Requeridos
Energia	
Energia 1	Área Avaliada
Energia 1.1	Identificação de espaços funcionais
Energia 1.2	Áreas espaciais brutas
Energia 1.3	Áreas de acesso público
Energia 1.4	Taxa de ocupação de espaços
Energia 2	Horas Avaliadas
Energia 2.1	Identificação de espaços funcionais
Energia 2.2	Taxa de ocupação de espaços
Energia 2.3	Horas de ocupação de espaços
Energia 2.4	Horas de funcionamento de espaços
Energia 2.5	Horas de serviço de espaços
Energia 3	Contagem de Computadores
Energia 3.1	Identificação de espaços funcionais
Energia 3.2	Número de computadores portáteis
Energia 3.3	Número de computadores fixos
Energia 4	Rede Energética
Energia 4.1	Identificação de espaços funcionais
Energia 4.2	Cobertura da rede
Energia 4.3	Fontes de abastecimento
Energia 4.4	Utilização da energia
Energia 4.5	Consumo de energia interior
Energia 4.6	Consumo de energia exterior
Energia 4.7	Parques de estacionamento para automóveis

Referência	Vertentes, Parâmetros Analisados e Dados Requeridos
Energia 4.8	Sistemas de cogeração
Energia 4.9	Recurso a energias renováveis
Energia 5	Sistemas de Medição
Energia 5.1	Medição de correntes elétricas de alta voltagem
Energia 5.2	Equipamentos de medição de eletricidade
Energia 5.3	Equipamentos de medição de gás
Energia 5.4	Validação e verificação de equipamentos
Água	
Água 1	Área Avaliada
Água 1.1	Identificação de espaços funcionais
Água 1.2	Áreas espaciais brutas
Água 1.3	Áreas de acesso público
Água 1.4	Taxa de ocupação de espaços
Água 2	Horas Avaliadas
Água 2.1	Identificação de espaços funcionais
Água 2.2	Taxa de ocupação de espaços
Água 2.3	Horas de ocupação de espaços
Água 2.4	Horas de funcionamento de espaços
Água 2.5	Horas de serviço de espaços
Água 3	Redes de Água
Água 3.1	Identificação de espaços funcionais
Água 3.2	Cobertura de rede
Água 3.3	Fontes de abastecimento
Água 3.4	Fontes não medíveis
Água 3.5	Utilização de água
Água 3.6	Consumo de água interior
Água 3.7	Consumo de água exterior
Água 3.8	Consumo de sistema de prevenção de incêndios
Água 3.9	Coleção e utilização de águas pluviais
Água 3.10	Reutilização de águas
Água 4	Sistemas de Medição
Água 4.1	Equipamentos de medição do consumo de água e outros parâmetros
Água 4.2	Validação e verificação de equipamentos
Água 4.3	Plano de gestão das fontes não medíveis
Resíduos	
Resíduos 1	Número de Ocupantes

Referência	Vertentes, Parâmetros Analisados e Dados Requeridos
Resíduos 1.1	Identificação de espaços funcionais
Resíduos 1.2	Contagem de computadores
Resíduos 2	Total de Materiais Gerados
Resíduos 2.1	Lixo gerado na atividade diária
Resíduos 2.2	Materiais passíveis de reciclagem geral
Resíduos 2.3	Materiais passíveis de reciclagem especializada
Resíduos 2.4	Materiais passíveis de reciclagem orgânica
Resíduos 2.5	Materiais passíveis de reaproveitamento
Resíduos 3	Reciclagem dos Materiais Gerados
Resíduos 3.1	Recolha de materiais recicláveis
Resíduos 3.2	Reciclagem geral
Resíduos 3.3	Reciclagem especializada
Resíduos 3.4	Reciclagem orgânica
Resíduos 3.5	Reaproveitamento
Resíduos 3.6	Tratamento de contaminantes na reciclagem
Ambiente Interior	
Ambiente Interior 1	Área de Pavimento
Ambiente Interior 2	Número de Pavimentos
Ambiente Interior 3	Conforto Térmico
Ambiente Interior 3.1	Tipo de ventilação
Ambiente Interior 3.2	Temperatura interior
Ambiente Interior 3.3	Humidade relativa
Ambiente Interior 3.4	Temperatura exterior
Ambiente Interior 3.5	Velocidade do ar
Ambiente Interior 4	Qualidade do Ar
Ambiente Interior 4.1	Eficiência de ventilação
Ambiente Interior 4.2	Dióxido de carbono
Ambiente Interior 4.3	Monóxido de carbono
Ambiente Interior 4.4	COV's
Ambiente Interior 4.5	Outros poluentes em espaços interiores
Ambiente Interior 5	Iluminação
Ambiente Interior 5.1	Nível de luz horizontal
Ambiente Interior 5.2	Nível de luz vertical
Ambiente Interior 5.3	Taxa de iluminação
Ambiente Interior 6	Conforto Acústico
Ambiente Interior 6.1	Ruído de fundo

Referência	Vertentes, Parâmetros Analisados e Dados Requeridos
Ambiente Interior 6.2	Ruído exterior
Ambiente Interior 7	Inquérito de Satisfação dos Ocupantes
Ambiente Interior 7.1	Conforto térmico
Ambiente Interior 7.2	Qualidade do ar
Ambiente Interior 7.3	Iluminação
Ambiente Interior 7.4	Conforto acústico
Ambiente Interior 7.5	Disposição espacial

Tabela A1.10 – Parâmetros analisados e dados requeridos das vertentes Energia e Água do sistema de avaliação NABERS para Hotéis (NABERS, 2011)

Referência	Vertentes, Parâmetros Analisados e Dados Requeridos
Energia	
Energia 1	Número de Quartos
Energia 1.1	Quartos em serviço
Energia 1.2	Quartos fora de serviço
Energia 1.3	Períodos de avaliação equivalentes
Energia 2	Qualidade do Hotel
Energia 2.1	Acreditação legal
Energia 2.2	Rede de hotéis próxima
Energia 2.3	Serviços dos hotéis próximos
Energia 2.4	Comparação de preços, serviços e taxas de ocupação entre hotéis
Energia 3	Clima
Energia 4	Serviços Internos ou Externos de Lavandaria
Energia 4.1	Número de quartos a que foi prestado o serviço interno ou externo
Energia 4.2	Lavagem de roupa de cama
Energia 4.3	Lavagem de toalhas
Energia 5	Área de Piscina Aquecida
Energia 5.1	Área de piscinas interiores aquecidas
Energia 5.2	Área de piscinas exteriores aquecidas
Energia 5.3	Planos de escoamento
Energia 5.4	Outras áreas equiparáveis
Energia 6	Salas de Conferência e Auditórios
Energia 6.1	Capacidade máxima de lugares sentados
Energia 6.2	Gabinetes de reunião
Energia 7	Rede Energética
Energia 7.1	Informação de medições

Referência	Vertentes, Parâmetros Analisados e Dados Requeridos
Energia 7.2	Espaços comuns, quartos e anexos de serviço
Energia 7.3	Sistemas de transporte vertical
Energia 7.4	Parques de estacionamento
Energia 7.5	Cozinhas, bares, cafetarias e restaurantes de serviço
Energia 7.6	Lavandarias de serviço
Energia 7.7	Ginásios de serviço
Energia 7.8	Geração de energia no local
Energia 7.9	Recursos a energias renováveis
Energia 5.1	Medição de correntes elétricas de alta voltagem
Energia 5.2	Equipamentos de medição de eletricidade
Energia 5.3	Equipamentos de medição de gás
Energia 5.4	Validação e verificação de equipamentos
Água	
Água 1	Número de Quartos
Água 1.1	Quartos em serviço
Água 1.2	Quartos fora de serviço
Água 1.3	Períodos de avaliação equivalentes
Água 2	Qualidade do Hotel
Água 2.1	Acreditação legal
Água 2.2	Rede de hotéis próxima
Água 2.3	Serviços dos hotéis próximos
Água 2.4	Comparação de preços, serviços e taxas de ocupação entre hotéis
Água 3	Clima
Água 4	Serviços Internos ou Externos de Lavandaria
Água 4.1	Número de quartos a que foi prestado o serviço interno ou externo
Água 4.2	Lavagem de roupa de cama
Água 4.3	Lavagem de toalhas
Água 5	Redes de Água
Água 5.1	Informação de medições
Água 5.2	Consumos de torneiras e lavatórios
Água 5.3	Consumos de sistemas de ar condicionado e outros serviços equiparáveis
Água 5.4	Consumos ginásios e outras infraestruturas equiparáveis
Água 5.5	Consumos de sistema de prevenção de incêndios
Água 5.6	Consumos de lavandarias de serviço
Água 5.7	Consumos de cozinhas, bares, cafetarias e restaurantes de serviço
Água 5.8	Consumos de irrigação de jardins

Referência	Vertentes, Parâmetros Analisados e Dados Requeridos
Água 5.9	Consumos de casas de banho interiores e exteriores
Água 5.10	Coleção de águas pluviais
Água 5.11	Reaproveitamento de águas
Água 5.12	Fornecimento de água em parque de estacionamento
Água 6	Sistemas de Medição
Água 6.1	Equipamentos de medição do consumo de água e outros parâmetros
Água 6.2	Validação e verificação de equipamentos
Água 6.3	Plano de gestão das fontes não medíveis

A1.6. LIDERAR PELO AMBIENTE – LIDERA

Tabela A1.11 – Vertentes, áreas, critérios e fatores de ponderação do sistema LiderA (Pinheiro, M., 2011)

Referência	Vertentes, Áreas e Critérios	Fatores de Ponderação
IL	Integração Local	14%
A1	Solo	7%
C1	Valorização territorial	-
C2	Otimização ambiental da implantação	-
A2	Ecosistemas Naturais	5%
C3	Valorização ecológica	-
C4	Interligação de habitats	-
A3	Paisagem e Património	2%
C5	Integração paisagística	-
C6	Proteção e valorização do património	-
R	Recursos	32%
A4	Energia	17%
C7	Eficiência nos consumos e certificação energética	-
C8	Desenho passivo	-
C9	Intensidade em carbono	-
A5	Água	8%
C10	Consumo de água potável	-
C11	Gestão das águas locais	-
A6	Materiais	5%
C12	Durabilidade	-
C13	Materiais locais	-
C14	Materiais de baixo impacte	-
A7	Produção	2%

Referência	Vertentes, Áreas e Critérios	Fatores de Ponderação
C15	Produção local de alimentos	-
CA	Cargas Ambientais	12%
A8	Efluentes	3%
C16	Tratamento das águas residuais	-
C17	Caudal de reutilização de águas usadas	-
A9	Emissões Atmosféricas	2%
C18	Caudal de emissões atmosféricas	-
A10	Resíduos	3%
C19	Produção de resíduos	-
C20	Gestão de resíduos perigosos	-
C21	Valorização de resíduos	-
A11	Ruído Exterior	3%
C22	Fontes de ruído para o exterior	-
A12	Poluição Ilumino-térmica	1%
C23	Poluição ilumino-térmica	-
CNFA	Conforto Ambiental	15%
A13	Qualidade do Ar	5%
C24	Níveis de qualidade do ar	-
A14	Conforto Térmico	5%
C25	Conforto térmico	-
A15	Iluminação e Acústica	5%
C26	Níveis de iluminação	-
C27	Conforto sonoro	-
VS	Vivência Socioeconómico	19%
A16	Acesso para Todos	5%
C28	Acesso aos transportes públicos	-
C29	Mobilidade de baixo impacto	-
C30	Soluções inclusivas	-
A17	Diversidade Económica	4%
C31	Flexibilidade – adaptabilidade aos usos	-
C32	Dinâmica económica	-
C33	Trabalho local	-
A18	Amenidades e Interação Social	4%
C34	Amenidades locais	-
C35	Interação com a comunidade	-
A19	Participação e Controlo	4%

Referência	Vertentes, Áreas e Critérios	Fatores de Ponderação
C36	Capacidade de controlo	-
C37	Condições de participação e governância	-
C38	Controlo de riscos naturais	-
C39	Controlo das ameaças humanas	-
A20	Custos no Ciclo de Vida	3%
C40	Custos no ciclo de vida	-
US	Uso Sustentável	8%
A21	Gestão Ambiental	6%
C41	Condições de utilização ambiental	-
C42	Sistema de gestão ambiental	-
A22	Inovação	2%
C43	Inovações	-
Total Global		100%

Tabela A1.12 – Orientações de boas práticas e métodos de medição dos critérios LiderA (Pinheiro, M., 2011)

Ref.	Orientações de Boas Práticas	Métodos de Medição
C1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Construção em áreas degradadas ou abandonadas, com solos contaminados, requerendo descontaminação; ▪ Construção em zonas com infraestruturas de abastecimento e drenagem de águas já instaladas; ▪ Garantia do não desrespeito pelos condicionamentos e áreas sensíveis do Plano Diretor Municipal (PDM); ▪ Utilização de áreas impermeabilizadas ou construídas para implantação de estaleiros, reduzindo impactes ao nível da utilização do solo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definição e verificação da situação inicial de todas as áreas sensíveis ecológicas ou degradadas para a avaliação, em m², antes da intervenção ou durante a intervenção; ▪ Averiguação das restrições do Plano Diretor Municipal (PDM); ▪ Estimativa da percentagem das zonas valorizadas no local com a intervenção; ▪ Verificação das medidas a serem tomadas a nível estratégico e apreciação dos objetivos concretos das mesmas no âmbito do uso do solo.
C2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução da área de implantação do edifício e outras áreas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definição de todas as áreas relevantes ao nível das áreas brutas e implantação, em m², para a avaliação, por edifício; ▪ Determinação da percentagem de área permeável do solo face à totalidade da área do lote.
C3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Potencialização do valor local ecológico, com a manutenção das espécies locais e inserção de novas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificação da percentagem de área verde face à área total do lote; ▪ Elaboração do levantamento local do número de espécies vegetais e animais existentes ou adaptadas, que permaneçam ou

Ref.	Orientações de Boas Práticas	Métodos de Medição
		<p>tenha sido inseridas, após a intervenção;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinação da percentagem das áreas de vegetação natural e autóctones.
C4	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Promoção da continuidade de estruturas verdes na envolvente, como fachadas verdes, arborização e espaços verdes; ▪ Evitação de barreiras e obstáculos entre habitats ou habitat; ▪ Criação de estruturas que favoreçam ecossistemas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avaliação da percentagem de habitats existentes de modo a promover relações entre espécies; ▪ Identificação das situações que possibilitam a interligação de habitats no lote, tendo em conta análise da forma e do tipo de estrutura verde; ▪ Verificação da continuidade da estrutura verde do empreendimento com eventuais corredores verdes da envolvente exterior; ▪ Contabilização do perímetro verde de contacto com os limites do lote; ▪ Verificação da existência de barreiras físicas entre habitats ou no mesmo.
C5	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Promoção da valorização paisagística através de eventuais medidas possíveis de integração, como o recurso a cores semelhantes às visualizadas na envolvente, a materiais utilizados nas zonas circundantes e a características típicas nos edifícios vizinhos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caracterização do local envolvente e listagem dos elementos que contribuem para a inserção e adaptação do edifício, face ao local, passando pelo projeto arquitetónico, aspetos naturais, materiais usados, forma e estética do edificado; ▪ Análise crítica da volumetria da construção em comparação com as volumetrias envolventes; ▪ Verificação do tipo de materiais e cores utilizadas na construção, tendo em as que são utilizadas na envolvente; ▪ Observação do tipo de construção da região, estabelecendo uma análise crítica à proposta de intervenção.
C6	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Garantia de manutenção de eventual interesse patrimonial e, se possível, criar condições de conservação; ▪ Realização de operações apropriadas, em caso de necessidade de intervenção; ▪ Adequação do uso ao tipo de ambiente e do edifício ao património envolvente. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avaliação e quantificação das medidas que, ao nível do edificado, contribuem para a conservação e valorização do património envolvente.

Ref.	Orientações de Boas Práticas	Métodos de Medição
C7	<ul style="list-style-type: none"> Cumprimento da legislação em vigor relacionada com a certificação energética, com preferência para as classes de melhor nível, A e A+; Redução dos consumos energéticos, com monitorização dos mesmos e verificação dos valores da certificação energética. 	<ul style="list-style-type: none"> Monitorização dos consumos de energia; Verificação da diretiva comunitária da certificação energética do Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar (SCE) e redução do nível de consumos energéticos; Verificação da conformidade com Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE) e valores relacionados com os níveis de eficiência energética.
C8	<ul style="list-style-type: none"> Diminuição em mais de 50% das necessidades primárias de energia através da adoção de práticas bioclimáticas e de desempenho solar passivo para inverno e verão. 	<ul style="list-style-type: none"> Estimativa das condições e gastos energéticos, em kWh/m².ano, provenientes exclusivamente de medidas bioclimáticas e de desempenho solar passivo; Listagem de todas as medidas implementadas na área, especificando os respetivos benefícios.
C9	<ul style="list-style-type: none"> Redução do nível de emissões de dióxido de carbono a partir de fontes de energia renovável e quantidade de energia produzida no local; Produção de eletricidade a partir de fontes de energia renovável; Seleção de equipamentos com boa classificação de eficiência energética; Aumento da produção de energia renovável do edifício; Suprimento de necessidades energéticas para AQS através de coletores solares; Utilização de sumidouros. 	<ul style="list-style-type: none"> Determinação da redução do nível de emissões de dióxido de carbono e outros GEE, através de fontes de energia renováveis e quantidade de energia produzida no total; Definição do número de equipamentos existentes e caracterização da sua classificação energética, especificando percentagens para cada nível e tipo de equipamento, como sistemas de Água Quente Solar, fotovoltaicos, biomassa e eólicos.
C10	<ul style="list-style-type: none"> Redução do consumo primário de água de abastecimento público, rondando os 80 litros consumidos por um habitante num dia, ou seja, 50% inferior aos valores atuais, e rondando os 95 litros consumidos por habitante num dia para utilização secundária; Seleção exigencial de equipamentos eficientes a utilizar; Utilização de águas pluviais para consumo secundário; Instalação de sistemas de 	<ul style="list-style-type: none"> Definição dos consumos de água potável, em litros/hab.dia, pela leitura dos consumos provenientes de furo, rede pública ou extração de um corpo de água superficial, utilizando contadores públicos ou próprios, ou procedendo a simulações informáticas dos consumos efetuados; Elaboração de uma inventário das medidas implementadas que

Ref.	Orientações de Boas Práticas	Métodos de Medição
	<p>monitorização acessíveis, além dos contadores de água usuais;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Limitação da distribuição de água potável em função da tipologia do edifício; ▪ Redução das necessidades de água no espaço exterior. 	<p>visam o controlo dos consumos, perdas e eficiência respetiva.</p>
C11	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elaboração de planos de captação e proteção dos aquíferos locais; ▪ Seleção exigencial do tipo de rega a implantar; ▪ Elaboração de plano de gestão de águas locais e retenção, tratamento e descarga de águas locais de escorrência; ▪ Seleção exigencial do tipo de retenção e tratamento local de águas; ▪ Implantação de medidas no local para a redução da escorrência anual de águas pluviais; ▪ Minimização de descargas de efluentes; ▪ Seleção exigencial do tipo de vegetação utilizada nos espaços exteriores para redução das necessidades de água e utilização de químicos, e para aumento dos níveis de infiltração. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definição da percentagem de escorrências locais, antes e após a intervenção; ▪ Elaboração de uma lista das medidas implementadas com vista à redução das escorrências e à eficiente gestão das águas locais.
C12	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Seleção exigencial de materiais duráveis, com tempos de vida longos e elevado potencial de conservação e manutenção; ▪ Seleção de redes prediais com, pelo menos, 25 anos de tempo de vida; ▪ Seleção de acabamentos com, pelo menos, 5 anos de tempo de vida; ▪ Seleção de equipamentos com tempos de vida entre os 5 e os 10 anos; ▪ Atribuição de maior importância à durabilidade das estruturas e acabamentos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avaliação da percentagem de aumento da durabilidade dos acabamentos e materiais utilizados no edifício, face às práticas correntes, medindo o seu tempo de vida; ▪ Listagem das medidas que permitem a redução do consumo de materiais ou alternativas, em detrimento de outras de utilização comum, que aumentariam o consumo; ▪ Definição de prazos no âmbito dos tempos de vida de cada material.
C13	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilização de materiais produzidos a menos de 100 km do local da construção, em mais de 50% da totalidade dos materiais usados. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estimativa ou cálculo da quantidade, em kg, de materiais que foram adquiridos, manufaturados ou produzidos a uma distância inferior ou igual a 100 km do local da intervenção, especificando a sua percentagem face ao total utilizado.

Ref.	Orientações de Boas Práticas	Métodos de Medição
C14	<ul style="list-style-type: none"> Utilização de materiais certificados ao nível ambiental, reciclados, renováveis e de baixo impacto, evitando-se materiais com compostos tóxicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Estimativa ou cálculo da quantidade, em kg, de materiais que possuem certificação ambiental e que sejam de baixo impacto, de materiais reciclados, de materiais renováveis não provenientes do edifício a reverter e de materiais provenientes do próprio edifício a reverter, especificando a sua percentagem face ao total utilizado; Listagem de materiais nocivos não incluídos na quantificação anterior.
C15	<ul style="list-style-type: none"> Produção de alimentos vegetais e animais em zonas pertencentes à envolvente do edifício; Alocação de terreno livre do empreendimento para fins agrícolas; Utilização de áreas do edifício para fins agrícolas. 	<ul style="list-style-type: none"> Determinação da produção local de alimentos vegetais, envolvendo grau e diversidade, e, em certos casos, a produção local de alimentos animais; Verificação da percentagem de áreas cedidas no empreendimento para a produção de alimentos.
C16	<ul style="list-style-type: none"> Tratamento de águas efetuado no local; Não conexão da zona ao sistema municipal de tratamento; Associação do nível de tratamento à reutilização de águas. 	<ul style="list-style-type: none"> Determinação do caudal de efluentes produzidos, em litros/hab.dia; Quantificação dos caudais efluentes tratados no local, apontando requisitos técnicos da capacidade do sistema de tratamento; Averiguação do nível de tratamento de cada fração dos efluentes, procedendo a simulações informáticas dos efluentes produzidos em litros/hab.dia.
C17	<ul style="list-style-type: none"> Utilização de águas reutilizada para a manutenção de zonas verdes e, pelo menos, reutilização de 50% das águas cinzentas. 	<ul style="list-style-type: none"> Determinação do caudal de reutilização de águas residuais tratadas, em litros/hab.dia, e verificação da percentagem total.
C18	<ul style="list-style-type: none"> Implantação de medidas para a redução de emissões de dióxido de enxofre, óxido de azoto e outras partículas; Redução ou eliminação de equipamentos que funcionem através de combustão. 	<ul style="list-style-type: none"> Determinação de eventuais emissões de partículas, dióxido de enxofre, óxido de azoto e outros GEE, em kg/m².ano, através de métodos ou simuladores de cálculo, através de medidas implementadas para a redução destas emissões e respetivas eficiências, ou através da realização de monitorização.

Ref.	Orientações de Boas Práticas	Métodos de Medição
C19	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução em, pelo menos, 50%, face às práticas correntes, da produção de resíduos sólidos; ▪ Potencialização da compostagem de resíduos orgânicos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinação da produção, em kg/hab.ano, de resíduos sólidos urbanos.
C20	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução e gestão de resíduos perigosos produzidos e utilizados, dos materiais e produtos que os originam; ▪ Eliminação, gestão e deposição final adequada e segura; ▪ Eliminação de cloro para piscinas; ▪ Eliminação de pesticidas e derivados; ▪ Implantação de locais apropriados para arrumação segura de produtos de limpeza e manutenção; ▪ Implantação de locais para deposição de pilhas, lâmpadas, deposição de óleos alimentares e deposição de tinteiros; ▪ Elaboração de plano de gestão e monitorização de resíduos perigosos e eliminação dos mesmos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Listagem dos resíduos perigosos produzidos e utilizados, dos materiais e produtos que os originam, e das medidas aplicadas com vista à sua redução, eliminação, gestão e deposição final adequada e segura, sendo que esta listagem pode ser executada através de um questionário aos utilizadores ou de amostragens aleatórias nos resíduos sólidos urbanos.
C21	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumento da quantidade de resíduos reciclados no edifício; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinação da quantidade de resíduos reciclados, em kg, no edifício.
C22	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Implementação de soluções para a redução da emissão de ruídos para o exterior; ▪ Seleção exigencial de equipamentos com potência sonora inferior a 50 dB; ▪ Incorporação de elementos de minimização de ruído nos equipamentos; ▪ Localização apropriada de equipamentos ruidosos; ▪ Colocação de defletores que reduzam a propagação sonora; ▪ Colocação de isolamentos adequados nas envolventes de equipamentos ruidosos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definição dos níveis de ruído no exterior do edifício provenientes do seu interior, em dB, utilizando as características sonoras dos equipamentos, edifício e atividades interiores desenvolvidas, procedendo a medições, elaborando estudos de opinião da comunidade envolvente, ou listando medidas implementadas e respetivos objetivos, eficiências e eficácias.
C23	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução do efeito “ilha de calor” e de iluminação; ▪ Imposição de sombreamento sobre áreas impermeáveis ou escuras; ▪ Utilização de cores claras no exterior edificado; ▪ Utilização de vegetação sobre coberturas; ▪ Redução das superfícies impermeáveis; ▪ Utilização de vegetação nos espaços exteriores. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elaboração de uma listagem com as intervenções implementadas para a redução do efeito “ilha de calor” e de iluminação, conjuntamente, com as respetivas relevâncias e eficiências.

Ref.	Orientações de Boas Práticas	Métodos de Medição
C24	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Promoção da ventilação natural; ▪ Promoção de medidas para a redução de COV's e de contaminações no ar interior. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definição do caudal ou taxa de ventilação interior; ▪ Verificação da existência de ventilação natural e respetivo tipo e incidência por divisão; ▪ Determinação da taxa de ventilação consoante o tipo de uso do edifício, sendo que, para habitação, não poderá ser inferior a 0,6% e para terciários não poderá ser inferior a 0.8%; ▪ Elaboração de um levantamento para determinar o tipo de materiais, isolantes e acabamentos existentes que poderão ser fontes de COV's; ▪ Listagem das medidas implementadas com vista à redução dos materiais que poderão ser fontes de COV's; ▪ Monitorização das emissões efetivas interiores, com determinação da concentração dos diversos poluentes microcontaminantes no ar interior e exterior.
C25	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Implementação de medidas para atingir níveis de conforto térmico de forma passiva como uma humidade relativa interior de 35% e 60%, uma temperatura interior de 18 a 26°C e uma velocidade do ar inferior a 0,2 m/s e 0,5 m/s, tendo em conta as estações de inverno e verão, respetivamente; ▪ Garantia de qualidade no conforto de zonas exteriores utilizadas, com sombras e proteção ao vento. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinação dos níveis de temperatura, em °C, humidade relativa, em percentagem, e velocidade do ar, em m/s, que se registam no interior, ao longo do ano, através de monitorização, parâmetros de controlo, simulação; ▪ Determinação da satisfação dos ocupantes relativamente ao conforto térmico interior, através de um inquérito; ▪ Levantamento de todas as medidas adotadas com vista à garantia de boas condições de conforto interior.
C26	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Garantia de níveis de iluminação seguindo as especificações do <i>Chartered Institution of Building Services Engineers</i> (CIBSE), para as diferentes áreas, tendo em conta as atividades desenvolvidas e variando de 350 a 400 lux nos espaços interiores. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinação dos níveis de iluminação, em lux, nas áreas principais e secundárias; ▪ Verificação do tipo de sistemas de iluminação existentes como a organização e distribuição espacial das armaduras, tipo de lâmpadas, e condições do espaço a iluminar, abrangendo dimensão, forma e cor; ▪ Sistematização das principais atividades humanas e naturais nos espaços exteriores e

Ref.	Orientações de Boas Práticas	Métodos de Medição
		<p>verificação dos respetivos níveis de iluminação.</p>
C27	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definição de níveis de ruído no interior com caracterização sonora dos equipamentos, especificações técnicas de isolamentos e envidraçados, tendo em conta as atividades desenvolvidas; ▪ Verificação do desempenho das soluções de isolamentos, envidraçados e outros; ▪ Elaboração de inquérito junto dos utilizadores onde se compreenda o incómodo sonoro interior. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinação do nível de ruído, em dB, nas áreas principais ocupadas; ▪ Definição dos valores para cada limiar consoante os valores requeridos no Regulamento Geral do Ruído (RGR).
C28	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Garantia de acesso a transportes públicos ou criação de acessos a nós de transportes públicos; ▪ Se necessário, criação de mecanismos de transporte públicos próprios e distância aos mesmos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinação do número de transportes públicos e respetivas distâncias a que se encontram do local, utilizando duas bitolas de medição e identificando aqueles que se situam a menos de 500 m e os que se situam de 500 a 1.000 m; ▪ Averiguação da frequência dos transportes identificados; ▪ Verificação da operacionalidade isolada ou integrada em nós sistematizados dos transportes públicos identificados.
C29	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Promoção de soluções de mobilidade de baixo impacte passíveis de implementação. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificação das condições dos caminhos pedonais, garantindo a sua acessibilidade, as boas condições dos locais onde se inserem e os atravessamentos com as restantes vias; ▪ Medição das distâncias até às ciclovias mais próximas, num raio de 100 m, e verificação do seu correto dimensionamento e funcionamento, identificando os seus elementos de apoio; ▪ Identificação das condições para a prática de outros tipos de mobilidade de baixo impacte.
C30	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução dos locais de acessibilidade e mobilidade problemáticas; ▪ Identificação das soluções inclusivas adotadas para a sua resolução. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificação das soluções inclusivas adotadas e a respetiva abrangência, quer nos interiores habitacionais ou de instalações, quer nos espaços exteriores; ▪ Verificação da existência de sinalética que descreva o modo de funcionamento dos espaços e dos mecanismos; ▪ Identificação das medidas construtivas que possibilitem uma

Ref.	Orientações de Boas Práticas	Métodos de Medição
		<p>potencial integração de elementos de acesso, como elevadores e rampas.</p>
C31	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Promoção da flexibilidade de espaços, nomeadamente, através de áreas modulares multifuncionais. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificação da existência de diferentes tipologias habitacionais e da composição das paredes interiores respetivas, privilegiando-se as paredes móveis ou de fácil remoção; ▪ Análise das peças desenhadas do projeto de forma a determinar zonas de duplo pé-direito ou de pé-direito elevado; ▪ Verificação da disposição de tubagens e da sua facilidade de acesso, através das peças desenhadas e da memória descritiva das especialidades; ▪ Verificação da pré-existência de instalações mecânicas, essencialmente, para climatização, energias renováveis e sistemas eletrónicos.
C32	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Criação de condições que incentivem as atividades económicas locais; ▪ Redução de desigualdades sociais ao nível local, identificando e adaptando soluções para a sua resolução; ▪ Promoção da fixação de novas atividades económicas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quantificação, na frente de fachada principal, da percentagem de frente integrada destinada a atividades comerciais, especificando-se o tipo de comércio definitivo ou temporário; ▪ Quantificação, no edifício e nas restantes áreas do lote, da capacidade de rentabilização através de aluguer de espaços e receitas monetárias provenientes das energias renováveis; ▪ Averiguação da diversidade de tipologias, valorizando a melhor adaptação ao mercado; ▪ Verificação das condições de arrendamento, privilegiando-se a diversidade de valores para as várias classes sociais e etárias; ▪ Análise da integração dos edifícios de habitação social no enquadramento urbano.
C33	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Criação de condições capazes de gerar novos empregos de elevada competência no edificado e na envolvente, até um raio de 1.000 m, que contribuam para a integração social local; ▪ Evitação do decréscimo no número de empregos permanentes; ▪ Promoção de oferta de emprego nas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conjugação entre os valores dos postos de trabalho e número de intervenções, verificando a simultaneidade das duas condições em cada patamar de avaliação; ▪ Quantificação da área bruta de construção por cada posto de trabalho;

Ref.	Orientações de Boas Práticas	Métodos de Medição
	atividades para espaços públicos.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contabilização dos empregos gerados pelo próprio edifício; ▪ Verificação da existência de empregos na envolvente, num raio de 100 m.
C34	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Existência de amenidades naturais, como bosques, humanas, como lojas alimentares, e correios num raio de 500 m; ▪ Proximidade de amenidades a 1.000 m, abrangendo postos dos correios, bancos, farmácias, escolas, centros de saúde, centros de lazer, centros comunitários e jardins para crianças. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quantificação das amenidades naturais e humanas existentes na envolvente do edifício ou empreendimento, num raio de 1.000 m. ▪ Determinação da distância a cada uma dessas amenidades, segundo um percurso facilmente percorrido a pé.
C35	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Intervenções que garantam a integração e acessibilidade da comunidade ao empreendimento como o acesso de não residentes a espaços exteriores naturais de lazer e desporto, destinados a todas as faixas etárias; ▪ Incentivo, em determinados casos, à utilização de toda a comunidade das zonas interiores do edifício, como por exemplo zonas de restauração. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificação de todas as soluções, equipamentos, atividades e medidas adotadas no sentido de garantir a acessibilidade e interação do espaço edificado com a envolvente comunitária.
C36	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Implantação de uma controlabilidade ao nível do conforto em 5 vertentes que passam pela temperatura, humidade, ventilação, sombreamento e iluminação; ▪ Seleção de soluções que envolvam todas as vertentes e que promovam uma interação entre todas, obtendo melhores comportamentos de conforto para os utentes. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quantificação das medidas que visam assegurar aos utentes a capacidade de controlo, abrangência e programabilidade, no interior e exterior.
C37	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Promoção em fase inicial de planeamento um troca alargada de informação entre intervenientes de projeto e utilizadores do espaço; ▪ Promoção de reuniões periódicas em cada fase de projeto, onde os utilizadores estejam devidamente representados; ▪ Definição de equipa de projeto bem organizada hierarquicamente, com funções e responsabilidades bem definidas; ▪ Divulgação de decisões da equipa de projeto à população antes de qualquer intervenção; ▪ Criação de condições que permitam uma boa interação comunitária e a influência da comunidade residente nas decisões para a gestão do 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Averiguação da capacidade de interação entre a equipa projetista e dono de obra com os utilizadores durante as fases de projeto e construção; ▪ Verificação da existência de mecanismos de participação e governância implementados após a fase de construção, destinados a assegurar a interação com os utilizadores durante a fase de operação do empreendimento.

Ref.	Orientações de Boas Práticas	Métodos de Medição
	edificado.	
C38	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adequação da intervenção aos riscos naturais existentes; ▪ Evitação dos riscos inerentes às soluções arquitectónicas concebidas; ▪ Redução do risco de acidentes involuntários naturais, com cuidados na fase de planeamento e construção para a seleção de elementos construtivos perigosos ou que impliquem riscos; ▪ Implementação de estruturas resistentes de proteção contra sismos, ventos fortes, cheias e outros riscos naturais com médio ou elevado grau de perigo para o utilizador. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quantificação da utilização de materiais e soluções arquitetónicas que não apresentem riscos ou que potenciem a redução dos efeitos de riscos naturais para os utentes; ▪ Estimativa das áreas e níveis de redução das ocorrências de acidentes resultantes de fenómenos naturais, nomeadamente, durante a fase de planeamento e construção do edifício e zonas exteriores.
C39	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicação de medidas de controlo e inibição da criminalidade e vandalismo em duas vertentes, englobando o edifício e o espaço público adjacente, este último mais importante; ▪ Organização das medidas de controlo e inibição em pontos referentes à iluminação, vigilância, permeabilidade do espaço e campos de visão; ▪ Controlo de riscos associados a atividades que utilizam substâncias perigosas; ▪ Existência de espaços bem iluminados, vigiados e com campo de visão aberto. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elaboração do levantamento das medidas que se inserem na redução de fenómenos de criminalidade e vandalismo no edifício e áreas próximas; ▪ Verificação de medidas de controlo e inibição da criminalidade e vandalismo em duas vertentes distintas, abrangendo o edifício e o espaço público adjacente, com mais preponderância para esta última vertente.
C40	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Promoção de uma boa relação custo/qualidade dos materiais, equipamentos, sistemas e elementos existentes no edificado; ▪ Implantação de sistemas eficientes e de baixo custo de energia e água; ▪ Seleção exigencial de materiais duráveis e resistentes com elevado tempo de vida útil; ▪ Utilização de materiais altamente recicláveis, como o alumínio, o ferro e a madeira; ▪ Aplicação adequada dos materiais de acordo com as suas limitações e durabilidades; ▪ Seleção de materiais e sistemas de fácil manutenção; ▪ Monitorização dos custos e periodicidade da manutenção. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificação da relação custo/qualidade dos equipamentos e soluções; ▪ Sistematização de custos na construção, em €/m², e percentagem de acréscimo das medidas; ▪ Quantificação dos custos de manutenção/operação referentes à utilização de materiais, assegurando a sua integridade durante todo o ciclo de vida do edificado; ▪ Análise dos encargos que possam decorrer através da prescrição do tipo de redes para águas e energia, através da respetiva manutenção inerente; ▪ Medição dos materiais utilizados que tenham elevado aproveitamento na reciclagem.

Ref.	Orientações de Boas Práticas	Métodos de Medição
C41	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disponibilização de informação ambiental e modos de utilização do edificado, e espaços exteriores, facilitando a boa utilização e bom desempenho do empreendimento. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificação de todos os tipos de informação disponível, em qualidade e quantidade, entregues aos utentes e responsáveis da manutenção sobre aspetos ambientais, funcionamento de equipamentos, plantas do edifício, especificações de manutenção, monitorizações, manuais de utilização, entre outros; ▪ Análise da conformidade da quantidade de informação disponibilizada com as exigências dos respetivos destinatários e verificação da clareza descrita.
C42	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Implementação de modos de gestão ambiental documentados; ▪ Incentivo à procura de objetivos de gestão ambiental que procurem a sustentabilidade; ▪ Implementação, se possível, de sistema de gestão ambiental com certificação da <i>International Organization for Standardization</i> (ISO 14001) ou associada à <i>Eco-Management and Audit-Scheme</i> (EMAS). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificação e listagem dos tipos de monitorização ambiental existentes, bem como das respetivas certificações.
C43	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistematização e análise das inovações estruturais ou pontuais que contribuam com eficácia ou eficiência para mais critérios de avaliação, influenciando assim a área de incidência; ▪ Existência de um elemento inovador em, pelo menos, duas vertentes, envolvendo Integração Local, Recursos, Cargas Ambientais e Vivência Socioeconómica. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Listagem dos aspetos inovadores implementados; ▪ Caracterização dos aspetos inovadores implementados e do seu contributo efetivo para a melhoria de desempenho ambiental do edifício e da área onde se insere; ▪ As inovações a considerar deverão ter uma contribuição efetiva num ou mais critérios avaliados pelo sistema LiderA, assegurando assim que essas contribuições se enquadrem na construção sustentável.

Tabela A1.13 – Peças de projeto desenhadas e escritas, e respetiva relevância para a medição dos critérios LiderA (LiderA, 2013)

Ref.	Projeto de Arquitetura e Mobilidade	Projeto de Estruturas e Contenção	Projeto de Térmica, Acústica, Energia e Climatização	Projeto de Rede Elétrica, Gás, Comunicações e Outros Equipamentos	Projeto de Redes de Água Potável, Residual e Pluvial	Projeto de Segurança Contra Incêndios e Arranjos Exteriores
C1	Importante					
C2	Importante	Importante			Importante	Importante
C3	Importante				Adicional	Importante
C4	Importante					Importante
C5	Importante					Importante
C6	Importante	Adicional				
C7	Adicional		Importante	Importante		
C8	Importante		Adicional			
C9	Importante		Importante	Importante	Importante	
C10	Adicional				Importante	
C11	Adicional				Importante	
C12	Importante	Importante	Importante	Importante		
C13	Importante	Importante	Adicional	Adicional		
C14	Importante	Adicional	Adicional	Adicional		
C15	Adicional					Importante
C16	Adicional				Importante	
C17	Adicional				Importante	
C18	Adicional		Importante			
C19	Importante					
C20	Importante					
C21	Importante					
C22	Adicional		Importante	Importante		
C23	Adicional					Importante
C24	Importante		Importante			
C25	Importante		Importante			
C26	Importante		Importante			
C27	Importante		Importante			
C28	Importante					
C29	Importante					
C30	Importante		Importante	Importante		
C31	Importante	Importante	Importante	Importante		

Ref.	Projeto de Arquitetura e Mobilidade	Projeto de Estruturas e Contenção	Projeto de Térmica, Acústica, Energia e Climatização	Projeto de Rede Elétrica, Gás, Comunicações e Outros Equipamentos	Projeto de Redes de Água Potável, Residual e Pluvial	Projeto de Segurança Contra Incêndios e Arranjos Exteriores
C32	Adicional					
C33	Adicional					
C34	Adicional				Adicional	Importante
C35	Importante					
C36	Importante		Importante	Importante	Importante	Importante
C37	Adicional			Importante		Importante
C38	Importante	Importante			Importante	Importante
C39	Importante		Importante	Importante		Importante
C40	Importante	Importante	Importante	Importante	Importante	Importante
C41	Importante		Importante	Importante	Adicional	Importante
C42	Importante			Importante	Adicional	
C43	Adicional	Adicional	Adicional	Adicional	Adicional	Adicional

A1.7. DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR NACHHALTIGES BAUEN – DGNB

Tabela A1.14 – Categorias, critérios, subcritérios e fatores de ponderação percentuais do sistema de avaliação DGNB para Construção Nova de Escritórios e Edifícios Administrativos (DGNB, 2012a)

Referência	Categorias, Critérios e Subcritérios	Fatores de Ponderação
ENV	Qualidade Ambiental	22,6%
ENV 1	Impactes Ambientais Locais e Globais	12,4%
ENV 1.1	Avaliação de impactes no ciclo de vida do edifício	7,9%
ENV 1.2	Impactes ambientais locais	3,4%
ENV 1.3	Seleção responsável de intervenientes da construção	1,1%
ENV 2	Consumo de Recursos e Geração de Resíduos	10,2%
ENV 2.1	Avaliação de consumo de energia primária no ciclo de vida do edifício	5,6%
ENV 2.2	Procura de água potável e volume de água desperdiçada	2,3%
ENV 2.3	Utilização do solo	2,3%
ECO	Qualidade Económica	22,4%
ECO 1	Custos de Ciclo de Vida	9,6%
ECO 1.1	Custos de ciclo de vida	9,6%
ECO 2	Performance Financeira	12,8%
ECO 2.1	Flexibilidade e adaptabilidade	9,6%

Referência	Categorias, Critérios e Subcritérios	Fatores de Ponderação
ECO 2.2	Viabilidade comercial	3,2%
SOC	Qualidade Funcional e Sociocultural	22,5%
SOC 1	Saúde, Conforto e Convivência	13,9%
SOC 1.1	Conforto térmico	4,3%
SOC 1.2	Qualidade do ar interior	2,6%
SOC 1.3	Conforto acústico	0,9%
SOC 1.4	Conforto visual	2,6%
SOC 1.5	Controlo da ocupação	1,7%
SOC 1.6	Qualidade de espaços exteriores	0,9%
SOC 1.7	Segurança e proteção	0,9%
SOC 2	Funcionalidade	4,2%
SOC 2.1	Acesso para todos	1,7%
SOC 2.2	Acesso público	1,6%
SOC 2.3	Infraestruturas para ciclistas	0,9%
SOC 3	Qualidade Estética	4,4%
SOC 3.1	Qualidade urbana e qualidade de conceção	2,6%
SOC 3.2	Integração de estruturas públicas	0,9%
SOC 3.3	Qualidade de disposição funcional	0,9%
TEC	Qualidade Técnica	22,5%
TEC 1	Qualidade de Implementação Técnica	22,5%
TEC 1.1	Prevenção contra incêndio	4,1%
TEC 1.2	Proteção contra ruído	4,1%
TEC 1.3	Qualidade de estanquidade do edifício	4,1%
TEC 1.4	Adaptação de sistemas técnicos	2,0%
TEC 1.5	Facilidade de limpeza e manutenção	4,1%
TEC 1.6	Facilidade de desconstrução e desmontagem	4,1%
TEC 1.7	Emissões de som	0,0%
PRO	Qualidade de Processos	10,0%
PRO 1	Qualidade de Planeamento	6,2%
PRO 1.1	Resumo de projeto compreensível	1,4%
PRO 1.2	Conceção integrada	1,4%
PRO 1.3	Conceção de design	1,4%
PRO 1.4	Aspetos sustentáveis na fase de concurso	1,0%
PRO 1.5	Documentação para gestão das instalações	1,0%
PRO 2	Qualidade da Construção	3,8%
PRO 2.1	Impactes ambientais da construção	1,0%

Referência	Categorias, Critérios e Subcritérios	Fatores de Ponderação
PRO 2.2	Garantia de construção de qualidade	1,4%
PRO 2.3	Inspeção sistemática	1,4%
Total Global		100,0%
SITE	Qualidade do Local	0,0%
SITE 1	Qualidade do Local	0,0%
SITE 1.1	Ambiente local	0,0%
SITE 1.2	Imagem pública e condições sociais	0,0%
SITE 1.3	Acesso a transportes públicos	0,0%
SITE 1.4	Acesso a comodidades	0,0%

Tabela A1.15 – Categorias, critérios, subcritérios e fatores de ponderação percentuais do sistema de avaliação DGNB para Construção Nova de Zonas Urbanas (DGNB, 2012b)

Referência	Categorias, Critérios e Subcritérios	Fatores de Ponderação
ENV	Qualidade Ambiental	22,5%
ENV 1	Impactes Ambientais Locais e Globais	10,8%
ENV 1.1	Avaliação de ciclo de vida	2,7%
ENV 1.2	Proteção do solo e recursos hídricos	1,8%
ENV 1.3	Alteração do microclima urbano	2,7%
ENV 1.4	Biodiversidade e interligação de habitats	1,8%
ENV 1.5	Consideração de impactes possíveis no ambiente	1,8%
ENV 2	Consumo de Recursos e Geração de Resíduos	11,7%
ENV 2.1	Utilização de solo	2,7%
ENV 2.2	Procura total de energia primária e partilha de energia primária renovável	2,7%
ENV 2.3	Desenvolvimento de disposição urbana com eficiência energética	1,8%
ENV 2.4	Infraestruturas eficientes no consumo de recursos e operações de gestão	1,8%
ENV 2.5	Produção local de alimentos	0,9%
ENV 2.6	Sistemas de circulação de águas	1,8%
ECO	Qualidade Económica	22,6%
ECO 1	Custos de Ciclo de Vida	11,3%
ECO 1.1	Custos de ciclo de vida	6,8%
ECO 1.2	Efeitos fiscais no Município	4,5%
ECO 2	Valor de Desenvolvimento	11,3%
ECO 2.1	Estabilidade de valor	4,5%
ECO 2.2	Utilização eficiente dos solos	6,8%

Referência	Categorias, Critérios e Subcritérios	Fatores de Ponderação
SOC	Qualidade Funcional e Sociocultural	22,5%
SOC 1	Qualidades Sociais	3,6%
SOC 1.1	Integração de vertentes sociais e funcionais	1,8%
SOC 1.2	Infraestruturas sociais e comerciais	1,8%
SOC 2	Saúde, Conforto e Convivência	5,4%
SOC 2.1	Proteção objetiva e subjetiva	1,8%
SOC 2.2	Valor da amenidade de espaços públicos	1,8%
SOC 2.3	Proteção contra ruído e isolamento sonoro	1,8%
SOC 3	Funcionalidade	6,3%
SOC 3.1	Oferta de espaços abertos	2,7%
SOC 3.2	Acesso inclusivo	1,8%
SOC 3.3	Desenvolvimento da disposição urbana e flexibilidade de utilização	1,8%
SOC 4	Qualidade Estética	7,2%
SOC 4.1	Integração urbana	2,7%
SOC 4.2	Design urbano	1,8%
SOC 4.3	Utilização de estruturas existentes	1,8%
SOC 4.4	Estruturas artísticas em espaços públicos	0,9%
TEC	Qualidade Técnica	22,4%
TEC 1	Infraestrutura Técnica	10,5%
TEC 1.1	Tecnologia energética	2,6%
TEC 1.2	Eficiência na gestão de resíduos	2,6%
TEC 1.3	Gestão de águas pluviais	4,0%
TEC 1.4	Gestão de informação e telecomunicações	1,3%
TEC 2	Qualidade Técnica	2,6%
TEC 2.1	Gestão, manutenção e limpeza	2,6%
TEC 3	Transporte e Mobilidade	9,3%
TEC 3.1	Qualidade de sistema de transportes	4,0%
TEC 3.2	Qualidade de infraestruturas de transporte motorizado	1,3%
TEC 3.3	Qualidade de infraestruturas de transporte público	1,3%
TEC 3.4	Qualidade de infraestruturas para ciclismo	1,3%
TEC 3.5	Qualidade de infraestruturas pedonais	1,3%
PRO	Qualidade de Processos	10,0%
PRO 1	Participação	1,7%
PRO 1.1	Participação	1,7%
PRO 2	Qualidade de Planeamento	3,9%

Referência	Categorias, Critérios e Subcritérios	Fatores de Ponderação
PRO 2.1	Processo de desenvolvimento da conceção	1,1%
PRO 2.2	Planeamento integrado	1,7%
PRO 2.3	Envolvimento municipal	1,1%
PRO 3	Qualidade da Gestão e Construção	4,4%
PRO 3.1	Gestão	1,1%
PRO 3.2	Estaleiro e processo de construção	1,1%
PRO 3.3	Marketing	1,1%
PRO 3.4	Garantia de qualidade e monitorização	1,1%
Total Global		100,0%

A1.8. SUSTAINABLE BUILDING TOOL PORTUGAL – SBTOOL^{PT}

Tabela A1.16 – Dimensões, categorias, parâmetros e pesos percentuais do sistema de avaliação português SBTool^{PT}-H (Mateus, R., 2009)

Referência	Dimensões, Categorias e Parâmetros	Pesos Percentuais
DA	Dimensão Ambiental	40%
C1	Alterações Climáticas e Qualidade do Ar Exterior	13%
P1	Valor agregado das categorias de impacte ambiental do ciclo de vida do edifício por m ² de área útil de pavimento e por ano	13%
C2	Uso do Solo e Biodiversidade	20%
P2	Percentagem utilizada do índice de utilização líquido disponível	8%
P3	Índice de impermeabilização	1%
P4	Percentagem de área de intervenção previamente contaminada ou edificada	3%
P5	Percentagem de áreas verdes ocupadas por plantas autóctones	4%
P6	Percentagem de área em planta com refletância igual ou superior a 60%	4%
C3	Energia	32%
P7	Consumo de energia primária não renovável na fase de utilização	16%
P8	Quantidade de energia que é produzida no edifício através de fontes renováveis	16%
C4	Materiais e Resíduos Sólidos	29%
P9	Percentagem em custo de materiais reutilizados	9%
P10	Percentagem em peso do conteúdo reciclado do edifício	9%
P11	Percentagem em custo de produtos de base	7%

Referência	Dimensões, Categorias e Parâmetros	Pesos Percentuais
	orgânica que são certificados	
P12	Percentagem em massa de materiais substitutos do cimento no betão	3%
P13	Potencial das condições do edifício para a promoção da separação de resíduos sólidos	1%
C5	Água	6%
P14	Volume anual de água consumido <i>per capita</i> no interior do edifício	3%
P15	Percentagem de redução do consumo de água	3%
DS	Dimensão Social	30%
C6	Conforto e Saúde dos Utilizadores	60%
P16	Potencial de ventilação natural	7%
P17	Percentagem em peso de materiais de acabamento com baixo conteúdo de COV's	7%
P18	Nível de conforto térmico médio anual	19%
P19	Média do fator de luz do dia médio	15%
P20	Nível médio de isolamento acústico	12%
C7	Acessibilidade	30%
P21	Índice de acessibilidade a transportes públicos	17%
P22	Índice de acessibilidade a amenidades	13%
C8	Sensibilização e Educação para a Sustentabilidade	10%
P23	Disponibilidade e conteúdo do Manual do Utilizador do Edifício	10%
DE	Dimensão Económica	30%
C9	Custos de Ciclo de Vida	100%
P24	Valor do custo de investimento inicial por m ² de área útil de pavimento	50%
P25	Valor atual dos custos de utilização inicial por m ² de área útil de pavimento	50%
	Total Global	100%

Tabela A1.17 – Operações de medição e quantificação, e valores de referência do sistema português SBTTool^{PT}-H (Mateus, R., 2009)

Ref.	Operações de Medição e Quantificação	Valores de Referência
P1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Listagem de todos os elementos construtivos e respetivas quantidades; ▪ Quantificação dos impactes ambientais nas fases de montagem e desmantelamento do edifício, através da base de dados ACV associada; ▪ Quantificação da contribuição da fase 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Práticas Correntes: impactes ambientais estabelecidos associados às soluções construtivas inseridas em piso térreo, pisos elevados, paredes exteriores e interiores, cobertura e estrutura, e dos impactes

Ref.	Operações de Medição e Quantificação	Valores de Referência
	<ul style="list-style-type: none"> de utilização para os impactes do edifício; Quantificação do valor total de ciclo de vida dos impactes ambientais do edifício; Quantificação dos impactes ambientais de referência; Normalização e agregação dos impactes ambientais. 	<p>ambientais associados às necessidades globais de energia útil;</p> <ul style="list-style-type: none"> Melhores Práticas Atuais: 25% dos valores de práticas correntes.
P2	<ul style="list-style-type: none"> Cálculo do índice de utilização líquido do edifício; Identificação do índice de utilização líquido máximo disposto no respetivo PDM; Determinação da percentagem utilizada do índice de utilização líquido disponível. 	<ul style="list-style-type: none"> Práticas Correntes: percentagem utilizada do índice de utilização líquido disponível igual a 50%; Melhores Práticas Atuais: percentagem utilizada do índice de utilização líquido disponível igual a 90%.
P3	<ul style="list-style-type: none"> Determinação da área total do terreno, em projeção horizontal; Determinação da área do terreno impermeabilizada, em projeção horizontal; Cálculo do índice de impermeabilização. 	<ul style="list-style-type: none"> Práticas Correntes: índice de impermeabilização de 60%; Melhores Práticas Atuais: índice de impermeabilização de 30%.
P4	<ul style="list-style-type: none"> Determinação da área total de intervenção; Somatório das áreas previamente contaminadas ou edificadas contidas na área de intervenção; Cálculo da percentagem de área previamente contaminada ou edificada na área de intervenção. 	<ul style="list-style-type: none"> Práticas Correntes: percentagem de área previamente contaminada ou edificada da área de intervenção igual a 0%; Melhores Práticas Atuais: percentagem de área previamente contaminada ou edificada na área de intervenção igual a 90%.
P5	<ul style="list-style-type: none"> Somatório das áreas destinadas a espaços verdes; Somatório das áreas destinadas a plantas autóctones; Cálculo da percentagem de área ocupada por plantas autóctones nas áreas de espaços verde. 	<ul style="list-style-type: none"> Práticas Correntes: percentagem de área ocupada por plantas autóctones nas áreas de espaços verdes igual a 30%; Melhores Práticas Atuais: percentagem de área ocupada por plantas autóctones nas áreas de espaço verde igual a 90%.
P6	<ul style="list-style-type: none"> Determinação da área total do terreno, em projeção horizontal; Somatório das áreas destinadas espaços verdes em projeção horizontal; Determinação da área construída em projeção horizontal com refletância igual ou superior a 60%; Cálculo da percentagem de área de espaços verdes e construída com refletância igual ou superior a 60% na 	<ul style="list-style-type: none"> Práticas Correntes: percentagem de 40% de área de espaços verdes e de área construída com refletância igual ou superior a 60% na área total em planta; Melhores Práticas Atuais: percentagem de 90% de área de espaços verdes e de área construída com refletância igual ou superior a 60% na área total

Ref.	Operações de Medição e Quantificação	Valores de Referência
	área total do terreno em planta.	em planta.
P7	<ul style="list-style-type: none"> Obtenção do valor das necessidades anuais globais de energia primária para climatização e preparação de AQS; Obtenção do valor máximo regulamentar para as necessidades globais de energia primária para climatização e preparação de AQS. 	<ul style="list-style-type: none"> Práticas Correntes: valor máximo regulamentar para as necessidades anuais globais de energia primária para a climatização e AQS, Nt, de acordo com RCCTE; Melhores Práticas Atuais: 25% do valor de práticas correntes.
P8	<ul style="list-style-type: none"> Obtenção do valor da contribuição de sistemas de coletores solares para a preparação de AQS; Obtenção do valor da contribuição de quaisquer outras formas de energias renováveis ou de quaisquer formas de recuperação de calor de equipamentos ou fluidos residuais; Determinação da área útil de pavimento; Estimativa da quantidade de energia produzida anualmente no edifício através de fontes renováveis; Obtenção do valor da energia útil dispendida com sistemas convencionais de preparação de AQS; Obtenção do valor da eficiência de conversão do sistema convencional de preparação de AQS utilizado; Cálculo da energia útil dispendida com sistemas convencionais de preparação de AQS; Obtenção dos valores das necessidades nominais de energia útil para aquecimento e arrefecimento; Determinação da energia primária equivalente a 30% das necessidades anuais nominais globais estimadas de energia primária; Conversão do último valor determinado de energia primária para energia elétrica equivalente. 	<ul style="list-style-type: none"> Práticas Correntes: produção de energias renováveis igual à energia primária equivalente a 30% das necessidades anuais nominais globais de energia primária do edifício analisado e convertida em kWh/(m².ano); Melhores Práticas Atuais: produção de energias renováveis igual a valor de práticas correntes adicionado a 50% da energia útil dispendida com sistemas convencionais de preparação de AQS, em kWh/(m².ano).
P9	<ul style="list-style-type: none"> Obtenção do custo total dos materiais de construção utilizados; Somatório do custo de materiais e elementos construtivos que serão reutilizados; Cálculo da percentagem do custo de materiais e produtos que serão reutilizados no custo total dos materiais de construção utilizados. 	<ul style="list-style-type: none"> Práticas Correntes: percentagem de custos de materiais reutilizados no custo total do edifício igual a 0%; Melhores Práticas Atuais: percentagem de custos de materiais reutilizados no custo total do edifício igual a 15%.
P10	<ul style="list-style-type: none"> Identificação dos materiais de construção a considerar; Quantificação da massa utilizada de cada um dos materiais considerados; 	<ul style="list-style-type: none"> Práticas Correntes: valores de referência estabelecidos para a percentagem corrente do conteúdo reciclado em massa

Ref.	Operações de Medição e Quantificação	Valores de Referência
	<ul style="list-style-type: none"> Determinação do conteúdo reciclado de cada um dos materiais considerados; Normalização e agregação dos resultados normalizados em função das quantidades utilizadas. 	<p>dos materiais de construção;</p> <ul style="list-style-type: none"> Melhores Práticas Atuais: valores de referência estabelecidos para a melhor percentagem atual do conteúdo reciclado em massa dos materiais de construção.
P11	<ul style="list-style-type: none"> Determinação do custo total dos produtos de madeira e de base orgânica utilizados; Determinação do custo total de produtos certificados de madeira ou de base orgânica; Cálculo da percentagem dos custos de produtos certificados de madeira ou de base orgânica no custo total de produtos de madeira e base orgânica. 	<ul style="list-style-type: none"> Práticas Correntes: percentagem de 0% do custo de produtos certificados de madeira ou base orgânica no custo total de produtos de madeira e base orgânica; Melhores Práticas Atuais: percentagem de 5% do custo de produtos certificados de madeira ou base orgânica no custo total de produtos de madeira e base orgânica.
P12	<ul style="list-style-type: none"> Determinação da massa total de ligantes utilizados na produção de betões; Determinação da massa de ligantes substitutos do cimento na produção de betões; Cálculo da percentagem da massa de ligantes substitutos do cimento na massa total de ligantes utilizados na produção de betões. 	<ul style="list-style-type: none"> Práticas Correntes: percentagem de 0% da massa de ligantes substitutos do cimento na massa total de ligantes utilizados no fabrico de betões; Melhores Práticas Atuais: percentagem de 60% da massa de ligantes substitutos do cimento na massa total de ligantes utilizados no fabrico de betões.
P13	<ul style="list-style-type: none"> Atribuição de créditos para a determinação do valor do potencial das condições do edifício para a promoção da separação de resíduos sólidos. 	<ul style="list-style-type: none"> Práticas Correntes: 10 créditos de potencial das condições do edifício para a promoção da separação de resíduos sólidos; Melhores Práticas Atuais: 50 créditos de potencial das condições do edifício para a promoção da separação de resíduos sólidos.
P14	<ul style="list-style-type: none"> Previsão do consumo do volume de água <i>per capita</i> no interior do edifício. 	<ul style="list-style-type: none"> Práticas Correntes: consumo do volume de água <i>per capita</i> no interior do edifício de 44 m³/(hab.ano); Melhores Práticas Atuais: consumo de volume de água <i>per capita</i> no interior do edifício de 22 m³/(hab.ano).
P15	<ul style="list-style-type: none"> Previsão do consumo anual de água <i>per capita</i> nas bacias de retrete; Previsão do consumo de volume de água <i>per capita</i> no interior do edifício; Determinação do valor de referência associado às melhores prática atuais; Estimativa do número de ocupantes; 	<ul style="list-style-type: none"> Práticas Correntes: percentagem de 0% de redução do consumo de água potável pela reutilização de águas cinzentas e/ou utilização de águas pluviais; Melhores Práticas Atuais: percentagem a determinar do

Ref.	Operações de Medição e Quantificação	Valores de Referência
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Obtenção do coeficiente de perdas nos dispositivos de utilização e no sistema de reutilização utilizado; ▪ Somatório da capitação anual <i>per capita</i> nos dispositivos de utilização que drenam para o sistema de reciclagem; ▪ Cálculo do volume médio de águas cinzentas reutilizadas anualmente no edifício; ▪ Quantificação do consumo médio diário dos dispositivos de utilização no interior ligados ao sistema de utilização de águas pluviais; ▪ Determinação da área total drenante do sistema; ▪ Determinação do volume total do tanque de armazenamento; ▪ Obtenção do valor da precipitação média diária mensal normal no local de implantação do edifício; ▪ Determinação do coeficiente de satisfação do sistema de utilização de águas pluviais, utilizando uma ferramenta informática adequada; ▪ Somatório do consumo total anual estimado dos dispositivos interiores e exteriores abastecidos pelo sistema de utilização de águas pluviais; ▪ Determinação do volume de água que é satisfeito pelo sistema de utilização de águas pluviais; ▪ Cálculo da percentagem de redução do consumo de água potável do edifício, com recurso à reutilização de águas cinzentas e/ou utilização de águas pluviais. 	<p>consumo anual de água <i>per capita</i> nas bacias de retrete no consumo total anual de água <i>per capita</i> do interior do edifício.</p>
P16	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atribuição de créditos para a determinação do valor do potencial de ventilação natural. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pré-requisito: requisito legal de taxa de renovação mínima de 0,6 renovações por hora, de acordo com RCCTE; ▪ Práticas Correntes: 30 créditos de potencial de ventilação natural; ▪ Melhores Práticas Atuais: 60 créditos de potencial de ventilação natural.
P17	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinação da massa de todos os materiais de acabamentos previstos suscetíveis de libertar COV's; ▪ Determinação da massa de tintas, vernizes e compostos à base de madeira selecionados com o propósito de apresentarem baixo conteúdo de COV's; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Práticas Correntes: percentagem de 0% em massa de tintas, vernizes e compostos de madeira com baixo conteúdo de COV's na massa total dos produtos com conteúdo de COV's; ▪ Melhores Práticas Atuais:

Ref.	Operações de Medição e Quantificação	Valores de Referência
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cálculo da percentagem de tintas, vernizes e compostos de madeira, em massa, com baixo conteúdo de COV's na massa total dos produtos com conteúdo de COV's. 	<p>percentagem de 90% em massa de tintas, vernizes e compostos de madeira com baixo conteúdo de COV's na massa total dos produtos com conteúdo de COV's.</p>
P18	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Obtenção da temperatura operativa mínima, através da utilização de uma ferramenta de simulação dinâmica; ▪ Determinação do nível de conforto térmico durante a estação de aquecimento; ▪ Determinação da temperatura média exterior cumulativa, para cada um dos dias da estação de arrefecimento e com uma base de dados das condições climáticas locais; ▪ Determinação da respetiva temperatura operativa ótima, para cada um dos dias da estação de arrefecimentos; ▪ Importação da temperatura operativa correspondente a cada uma das horas da estação de arrefecimento, dos resultados obtidos da ferramenta de simulação dinâmica; ▪ Determinação, da diferença de temperatura entre a temperatura operativa e temperatura operativa ótima, para cada uma das horas da estação de arrefecimento; ▪ Identificação da diferença de temperatura que não é excedida em pelo menos 95% das horas analisadas; ▪ Determinação do valor do nível de conforto térmico durante a estação de arrefecimento; ▪ Identificação da duração da estação de aquecimento correspondente ao concelho onde será realizada a intervenção; ▪ Determinação do nível de conforto médio anual. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Práticas Correntes: para a estação de aquecimento, a temperatura excedida em pelo menos 95% das horas é de 18°C; para a estação de arrefecimento, a diferença de temperatura que não é excedida em pelo menos 95% das horas analisadas é de 4°C; ▪ Melhores Práticas Atuais: para a estação de aquecimento, a temperatura excedida em pelo menos 95% das horas é de 21°C; para a estação de arrefecimento, a diferença de temperatura que não é excedida em pelo menos 95% das horas analisadas é de 2°C.
P19	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificação dos compartimentos a proceder a verificação; ▪ Determinação dos respetivos Fatores de Luz do Dia Médio (FLDM's), para cada um dos compartimentos a verificar; ▪ Normalização dos valores de FLDM de cada compartimento; ▪ Determinação da média ponderada do valor normalizado do fator de luz do dia médio. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Práticas Correntes: Fator de Luz do Dia Médio (FLDM) de 2,0% para cozinhas, de 1,0% para salas de estar, salas de jantar e escritórios, e de 0,5% para quartos; ▪ Melhores Práticas Atuais: FLDM de 3,0% para todos os compartimentos.

Ref.	Operações de Medição e Quantificação	Valores de Referência
P20	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quantificação de índices de isolamento a sons de condução aérea do elemento de separação mais desfavorável entre o exterior e compartimentos principais, entre outro fogo e compartimentos principais, entre locais de circulação comum e compartimentos principais, entre locais de comércio, serviço, indústria ou diversão, e compartimentos principais; ▪ Quantificação de índices de isolamento a sons de percussão do elemento de separação mais desfavorável entre um pavimento de um fogo ou locais de circulação comum, e compartimentos principais, e entre locais de comércio, serviço, indústria ou diversão, e compartimentos principais; ▪ Quantificação de ruído mais desfavorável de equipamentos coletivos; ▪ Agregação de valores normalizados determinados. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Práticas Correntes: índices de isolamento a sons de condução aérea e de percussão dos respetivos elementos de separação mais desfavoráveis; ruído mais desfavorável de equipamentos coletivos; ▪ Melhores Práticas Atuais: índices de isolamento a sons de condução aérea e de percussão dos respetivos elementos de separação mais desfavoráveis; ruído mais desfavorável de equipamentos coletivos.
P21	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificação do tipo de zona urbana onde se insere a operação urbanística; ▪ Determinação da distância em planta desde a entrada principal do edifício até cada uma das paragens servidas por comboios, metro, autocarros e elétricos; ▪ Cálculo do tempo de percurso até cada paragem de transporte público; ▪ Determinação do número de serviços que partem ou chegam durante as horas de ponta dos dias úteis, para cada uma das paragens a considerar; ▪ Cálculo do tempo de espera, para cada linha de transporte público; ▪ Cálculo do tempo total de acesso, para cada linha de transporte público; ▪ Determinação da frequência equivalente à entrada do edifício, para cada linha de transporte público; ▪ Cálculo do índice de acessibilidade, para cada tipo de transporte público; ▪ Determinação do índice de acessibilidade a transportes públicos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Práticas Correntes: índices de acessibilidade a transportes públicos para 4 diferentes zonas possíveis com maior ou menor densidade urbana; ▪ Melhores Práticas Atuais: índices de acessibilidade a transportes públicos para 4 diferentes zonas possíveis com maior ou menor densidade urbana.
P22	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Medição da distância entre a entrada principal do edifício e todas as amenidades relevantes; ▪ Identificação das amenidades consideradas situadas a uma distância máxima de 2500 metros da entrada principal do edifício; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Práticas Correntes: 15 créditos do índice de acessibilidade a amenidades; ▪ Melhores Práticas Atuais: 30 créditos do índice de acessibilidade a amenidades.

Ref.	Operações de Medição e Quantificação	Valores de Referência
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atribuição de créditos a cada amenidade, de acordo com as suas distâncias ao edifício, para o cálculo do valor do índice de acessibilidade a amenidades. 	
P23	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificação de conteúdos relevantes no manual do utilizador do edifício; ▪ Atribuição de créditos para a determinação do valor do índice associado à disponibilização de informação para o utilizador. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pré-requisito: Ficha Técnica da Habitação disponível e de acordo com o modelo proposto na Portaria nº 817/2004; ▪ Práticas Correntes: 15 créditos do índice associado à disponibilização de informação para o utilizador; ▪ Melhores Práticas Atuais: 75 créditos do índice associado à disponibilização de informação para o utilizador.
P24	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quantificação do valor do custo de investimento inicial referente à melhor prática atual, com base no Inquérito à Avaliação Bancária na Habitação publicado trimestralmente pelo INE ou num estudo a edifícios semelhantes da envolvente; ▪ Quantificação do valor do custo de investimento inicial referente à prática corrente, com base no Inquérito à Avaliação Bancária na Habitação publicado trimestralmente pelo INE ou num estudo a edifícios semelhantes da envolvente; ▪ Consulta do valor do custo de investimento inicial da solução em estudo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Práticas Correntes: valor médio do custo por m² de área útil habitacional publicado em documentação recente do INE ou estudo do custo de investimento inicial de 10 edifícios semelhantes da envolvente, com média dos custos por m²; ▪ Melhores Práticas Atuais: valor médio do custo por m² de área útil habitacional referente apenas ao quartil com mais baixo custo publicado em documentação recente do INE ou estudo do custo de investimento inicial de 10 edifícios semelhantes da envolvente, com média dos custos por m² dos 3 edifícios de mais baixo custo.
P25	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Consulta dos valores máximos regulamentares das necessidades globais de energia primária para climatização e preparação de AQS; ▪ Determinação do custo energético anual associado ao consumo convencional; ▪ Cálculo do valor do custo anual do consumo energético correspondente à melhor prática atual; ▪ Consulta do consumo anual de água correspondente à melhor prática atual; ▪ Consulta da percentagem de redução do consumo de água potável correspondente à melhor prática atual; ▪ Cálculo do volume anual total de água potável consumida por área útil de pavimento para correspondente às melhores práticas atuais; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Práticas Correntes: custo anual do consumo energético e do consumo de água potável e produção de águas residuais e resíduos sólidos urbanos; custo atual de utilização; ▪ Melhores Práticas Atuais: custo anual do consumo energético e do consumo de água potável e produção de águas residuais e resíduos sólidos urbanos; custo atual de utilização.

Ref.	Operações de Medição e Quantificação	Valores de Referência
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cálculo do custo anual do consumo de água potável e da produção de águas residuais e resíduos sólidos urbanos referentes às melhores práticas atuais; ▪ Consulta da duração prevista para o ciclo de vida do edifício; ▪ Consulta da taxa Euribor a 12 meses em vigor no momento da avaliação; ▪ Determinação do valor atual dos custos de utilização referentes à melhor prática atual; ▪ Determinação do custo anual do consumo energético correspondente à prática corrente; ▪ Consulta do consumo anual de água referente à prática corrente; ▪ Consulta da percentagem de redução do consumo de água potável correspondente à prática corrente; ▪ Cálculo do volume anual total de água potável consumida por área útil de pavimento correspondente à prática corrente; ▪ Cálculo do custo anual do consumo de água potável e da produção de águas residuais e resíduos sólidos urbanos referentes às práticas correntes; ▪ Determinação do valor atual dos custos de utilização referentes à prática corrente; ▪ Consulta dos valores das necessidades globais de energia primária para climatização e preparação de AQS; ▪ Determinação do custo energético anual associado ao consumo da solução analisada; ▪ Determinação do custo anual do consumo energético referente à solução em estudo; ▪ Consulta do consumo anual de água referente à solução analisada; ▪ Consulta da percentagem de redução do consumo de água potável correspondente à solução analisada; ▪ Cálculo do volume anual total de água potável consumida por área útil de pavimento correspondente à solução analisada; ▪ Cálculo do custo anual do consumo de água potável e da produção de águas residuais, e resíduos sólidos urbanos referentes à solução analisada; ▪ Determinação do valor atual dos custos de utilização referentes à solução analisada. 	

Tabela A1.18 – Elementos de informação necessários para os procedimentos operados no âmbito da avaliação pelo sistema português SBTToolPT-H (adaptado de Mateus, R. (2009))

Ref.	Projeto de Arquitetura, Mobilidade e/ou Implantação	Caderno de Encargos, Mapa de Orçamentos e Quantidades, e/ou Manual de Utilização	Projeto de Térmica, Acústica, Energia e/ou Climatização	Projeto de Rede Elétrica, Gás, Comunicações e/ou Outros Equipamentos	Projeto de Redes de Água Potável, Residual e/ou Pluvial
P1	Necessário	Necessário	Necessário		
P2	Necessário				
P3	Necessário				
P4	Necessário				
P5	Necessário				
P6	Necessário				
P7			Necessário		
P8			Necessário	Necessário	
P9		Necessário			
P10	Necessário	Necessário			
P11		Necessário			
P12		Necessário			
P13	Necessário	Necessário			
P14					Necessário
P15					Necessário
P16	Necessário		Necessário		
P17		Necessário			
P18	Necessário				
P19	Necessário				
P20			Necessário		
P21	Necessário				
P22	Necessário				
P23		Necessário			
P24	Necessário				
P25	Necessário		Necessário	Necessário	Necessário

ANEXO 2

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS MASC PORTUGUESES LIDERA E SBTOOL^{PT}

Tabela A2.1 – Comparações entre os critérios LiderA e os parâmetros SBTool^{PT}-H

LiderA			SBTOOL ^{PT} -H		
Ref.	Critérios	Elementos Analisados	Elementos Analisados	Parâmetros	Ref.
Comparação 1 – Construção em Áreas Previamente Contaminadas ou Edificadas					
C1	Valorização Territorial	<p>Área de intervenção previamente degradada ou contaminada;</p> <p>Rede de infraestruturas preexistente da envolvente;</p> <p>Restrições impostas por PDM;</p> <p>Áreas de implantação de estaleiro em zonas previamente impermeáveis.</p>	Área de intervenção previamente contaminada ou edificada.	Percentagem de Área de Intervenção Previamente Contaminada ou Edificada	P4
Comparação 2 – Utilização de Solo e Impermeabilização					
C2	Otimização Ambiental	<p>Área de implantação;</p> <p>Área impermeabilizada por construção.</p>	Índice de utilização do edificado;	Percentagem Utilizada do Índice de Utilização Líquido Disponível	P2
			Índice de utilização máximo em PDM.		
			Área impermeabilizada por construção.	Índice de Impermeabilização	P3

LiderA			SBTOOL ^{P1} -H		
Ref.	Crítérios	Elementos Analisados	Elementos Analisados	Parâmetros	Ref.
Comparação 3 – Espécies Autóctones					
C3	Valorização Ecológica	Área de espaços verdes; Fauna e flora preexistente e inserida; Área ocupada por plantas autóctones.	Área ocupada por plantas autóctones.	Percentagem de Áreas Verdes Ocupadas por Plantas Autóctones	P5
Comparação 4 - Energia					
C7	Eficiência nos Consumos e Certificação Energética	Consumos energéticos em fase de utilização; Cumprimento da certificação energética SCE, em conformidade com RCCTE.	Necessidades anuais globais de energia primária do edifício para climatização e preparação de AQS, de acordo com RCCTE; Necessidades anuais globais máximas de energia primária para climatização e preparação de AQS, de acordo com RCCTE.	Consumo de Energia Primária Não Renovável na Fase de Utilização	P7
C8	Desenho Passivo	Gastos energéticos provenientes do desempenho solar passivo; Medidas tomadas.			
C9	Intensidade em Carbono	Quantidade de energias renováveis produzidas no edifício e redução equivalente de emissão de GEE; Caracterização energética dos equipamentos existentes.	Contribuição energética dos sistemas de coletores solares para a preparação de AQS; Contribuição energética de outras fontes de energia renovável.	Quantidade de Energia que é Produzida no Edifício através de Fontes Renováveis	P8
Comparação 5 – Água					
C10	Consumo de Água Potável	Consumos de água potável interiores e exteriores;	Consumo de volume de água <i>per capita</i> no interior do edifício.	Volume Anual de Água Consumido <i>Per Capita</i> no Interior do Edifício	P14
		Águas pluviais utilizadas para consumo secundário;	Redução do consumo de água	Percentagem de Redução do	P15

LiderA			SBTOOL ^{PI} -H		
Ref.	Critérios	Elementos Analisados	Elementos Analisados	Parâmetros	Ref.
C17	Caudal de Reutilização de Águas Usadas	Distribuição de água potável pelo edifício.	potável do edifício por utilização de águas pluviais;	Consumo de Água	
		Caudal de reutilização de águas residuais tratadas.	Redução do consumo de água potável do edifício por reutilização de águas cinzentas.		
Comparação 6 – Materiais de Construção					
C14	Materiais de Baixo Impacte	Quantidade de materiais com certificação ambiental;	Impactes ambientais totais do ciclo de vida do edifício.	Valor Agregado das Categorias de Impacte Ambiental do Ciclo de Vida do Edifício por m ² de Área Útil de Pavimento e por Ano	P1
		Quantidade de materiais de baixo impacte;	Custo total dos materiais reutilizados.	Percentagem em Custo Materiais Reutilizados	P9
		Quantidade de materiais renováveis;	Conteúdo reciclado dos materiais incorporados na construção.	Percentagem em Peso do Conteúdo Reciclado do Edifício	P10
		Quantidade de materiais reciclados.	Custo de produtos certificados de madeira ou de base orgânica.	Percentagem em Custo de Produtos de Base Orgânica que São Certificados	P11
Comparação 7 – Gestão de Resíduos					
C19	Produção de Resíduos	Produção de resíduos sólidos urbanos.	Condições que incentivam a separação de resíduos.	Potencial das Condições do Edifício para a Promoção da Separação de Resíduos Sólidos	P13
C20	Gestão de Resíduos Perigosos	Produção de resíduos sólidos urbanos perigosos;			
		Tratamento de resíduos sólidos urbanos perigosos;			
C21	Valorização de Resíduos	Locais de deposição de resíduos sólidos urbanos perigosos.			
		Reciclagem de resíduos.			

LiderA			SBTOOL ^{P1} -H		
Ref.	Critérios	Elementos Analisados	Elementos Analisados	Parâmetros	Ref.
Comparação 8 – Conforto Acústico					
C22	Fontes de Ruído para o Exterior	Níveis de ruído exterior do edifício provenientes do seu interior; Localização de equipamentos ruidosos.	Índices de isolamento a sons de condução aérea dos elementos de separação; Índices de isolamento a sons de percussão dos elementos de separação; Ruído de equipamentos coletivos.	Nível Médio de Isolamento Acústico	P20
C27	Conforto Sonoro	Níveis de ruído nas áreas interiores principais.			
Comparação 9 – Efeito “Ilha de Calor”					
C23	Poluição Ilumino-térmica	Efeito “ilha de calor”; Utilização de vegetação; Cores presentes no exterior.	Área construída em projeção horizontal com refletância igual ou superior a 60%; Área de espaços verdes	Percentagem de Área em Planta com Refletância Igual ou Superior a 60%	P6
Comparação 10 – Qualidade do Ar Interior e Ventilação					
C24	Níveis de Qualidade do Ar	Taxa de ventilação interior; Materiais com conteúdo de COV's;	Taxa de ventilação; Condição para a potencialização da ventilação natural.	Potencial de Ventilação Natural	P16
		Concentração dos diversos poluentes contaminantes no ar interior e exterior.	Materiais de acabamento suscetíveis de libertar COV's; Materiais de acabamento com baixo conteúdo de COV's.	Percentagem em Peso de Materiais de Acabamento com Baixo Conteúdo de COV's	P17
Comparação 11 – Conforto Térmico					
C25	Conforto Térmico	Níveis de temperatura; Níveis de humidade relativa; Níveis de	Nível de conforto térmico durante estação de aquecimento; Nível de conforto térmico durante	Nível de Conforto Térmico Médio Anual	P18

LiderA			SBTOOL ^{PI} -H		
Ref.	Critérios	Elementos Analisados	Elementos Analisados	Parâmetros	Ref.
		velocidade do ar; Satisfação térmica dos ocupantes.	estação de arrefecimento; Nível de conforto médio anual.		
Comparação 12 – Iluminação					
C26	Níveis de Iluminação	Níveis de iluminação em áreas principais e secundárias; Principais atividades humanas e naturais, e respetivos níveis de iluminação no exterior.	FLDM's de cozinhas, salas de estar, salas de jantar e escritórios.	Média do Fator de Luz do Dia Médio	P19
Comparação 13 – Acessibilidade a Transportes Públicos					
C28	Acesso aos Transportes Públicos	Número de transportes públicos e respetivas distâncias; Rede de transportes; Frequência dos transportes.	Número de transportes públicos e respetivas distâncias; Tempos totais de acesso; Frequência dos transportes.	Índice de Acessibilidade a Transportes Públicos	P21
Comparação 14 – Acessibilidade a Amenidades Locais					
C34	Amenidades Locais	Amenidades existentes na envolvente; Distância de percursos pedonais.	Amenidades existentes na envolvente; Distância de percursos pedonais.	Índice de Acessibilidade a Amenidades	P22
Comparação 15 – Custos de Ciclo de Vida					
C40	Custos no Ciclo de Vida	Custo de equipamentos e soluções incorporadas;	Custo de investimento inicial.	Valor do Custo de Investimento Inicial por m ² de Área Útil de Pavimento	P24
		Custos na construção; Custos de operação e manutenção; Encargos através da prescrição das	Custo do consumo anual de energia; Custo do consumo anual de água potável; Custo da	Valor Atual dos Custos de Utilização Inicial por m ² de Área Útil de Pavimento	P25

LiderA			SBTOOL ^{P1} -H		
Ref.	Critérios	Elementos Analisados	Elementos Analisados	Parâmetros	Ref.
		redes infraestruturais.	produção anual de águas residuais; Custo da produção anual de resíduos sólidos urbanos.		

Comparação 16 – Informação para Utilização

C41	Condições de Utilização Ambiental	Qualidade da informação disponibilizada para manutenção e utilização; Quantidade da informação disponibilizada para manutenção e utilização.	Conteúdos relevantes no manual do utilizador disponibilizado.	Disponibilidade e Conteúdo do Manual do Utilizador do Edifício	P23
-----	-----------------------------------	---	---	--	-----

Tabela A2.2 – Análise comparativa entre procedimentos de quantificação e verificação de resultados para a Comparação 1

Ref.	LiderA	SBTool ^{P1} -H	Ref.
Procedimentos de Quantificação e/ou Verificação			
C1	1.Nenhuma informação sobre solos previamente contaminados, logo, atribuição de 0 créditos; 2.Percentagem de zonas construídas = $(313/2682) \times 100\% = 11,7\% < 12,50\%$, logo, atribuição de 0 créditos; 3.Redes de infraestruturas preexistente, logo, atribuição de 1 crédito; 4.Construção multifuncional em zona de PDM de vocação multifuncional, logo, atribuição de 2 créditos. Total de créditos atribuídos = $1+2 = 3$	Percentagem de área previamente contaminada ou edificada = $(313/2682) \times 100\% = 12\%$	P4
Resultados Finais			
C1	Total de 3 créditos atribuídos, incluindo preocupações com PDM	Valor normalizado P4 = $(12-0)/(90-0) = 0,13$	P4
Níveis de Desempenho Atribuídos (*)			
C1	C Melhoria de 25% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	C Melhoria entre 10% a 40% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	P4

Ref.	LiderA	SBTool ^{PI} -H	Ref.
------	--------	-------------------------	------

(*) – Os níveis de desempenho atribuídos dizem respeito às escalas LiderA e SBTool^{PI}-H que não são equivalentes ou diretamente comparáveis.

Tabela A2.3 – Análise comparativa entre procedimentos de quantificação e verificação de resultados para a Comparação 2

Ref.	LiderA	SBTool ^{PI} -H	Ref.
------	--------	-------------------------	------

Procedimentos de Quantificação e/ou Verificação

C2	Percentagem de área permeável do solo face à área total do lote = $(296/2978) \times 100\% = 10\%$	Índice de Utilização Líquida = $5045/2978 = 1,69$	P2
		Percentagem utilizada do Índice de Utilização Líquida Máxima = $(1,69/1,70) = 99\%$	
		Percentagem de área impermeável do terreno face à área total do lote = $(2682/2978) \times 100\% = 90\%$	P3

Resultados Finais

C2	Percentagem de área permeável do solo de 10%	Valor normalizado P2 = $(99-50)/(90-50) = 1,225 = 1,20$ máximo	P2
		Valor normalizado P3 = $(90-60)/(30-60) = -1,00 = -0,20$ mínimo	P3

Níveis de Desempenho Atribuídos (*)

C2	F Abaixo do desempenho de práticas correntes ou de referência, com 89%	A ⁺ Desempenho superior aos valores de referência da melhor prática atual	P2
		E Desempenho inferior aos valores de referência das práticas correntes	P3

(*) – Os níveis de desempenho atribuídos dizem respeito às escalas LiderA e SBTool^{PI}-H que não são equivalentes ou diretamente comparáveis.

Tabela A2.4 – Metodologias adotadas, análise comparativa entre procedimentos de quantificação e verificação de resultados para a Comparação 3

Ref.	LiderA	SBTool ^{PI} -H	Ref.
------	--------	-------------------------	------

Metodologias Adotadas e, Procedimentos de Quantificação e/ou Verificação

C3	<p>1. Atribuição de 1 crédito pela existência de 1 espécie autóctone considerada.</p> <p>2. Percentagem da área ocupada por espécies autóctones nos espaços verdes = $704/1500 \times 100\% = 46,9\%$.</p> <p>Atribuição de 8 créditos pela existência de 40% de área ocupada por espécies autóctones nos espaços verdes.</p> <p>Total de créditos = $8+1 = 9$</p>	<p>Percentagem da área ocupada por espécies autóctones nos espaços verdes = $704/1500 \times 100\% = 47\%$</p>	P5
----	--	---	----

Ref.	LiderA	SBTool ^{P1} -H	Ref.
Resultados Finais			
C3	Total de 9 créditos, com mais de 40% de área ocupada por espécies autóctones	Valor normalizado P5 = $(47-30)/(90-30) = 0,28$	P5
Níveis de Desempenho Atribuídos (*)			
C3	A Melhoria de 50% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	C Melhoria entre 10% a 40% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	P5

(*) – Os níveis de desempenho atribuídos dizem respeito às escalas LiderA e SBTool^{P1}-H que não são equivalentes ou diretamente comparáveis.

Tabela A2.5 – Análise comparativa entre procedimentos de quantificação e verificação de resultados para a Comparação 4

Ref.	LiderA	SBTool ^{P1} -H	Ref.
Procedimentos de Quantificação e/ou Verificação			
C7	Certificação Energética de A ⁺ . Necessidades globais de energia primária de climatização e águas quentes sanitárias, Ntc = 1,50 kgep/(m ² .ano) Necessidades máximas globais de energia primária de climatização e águas quentes sanitárias, Nt = 6,45 kgep/(m ² .ano) R = $1,50/6,45 = 23,28\%$		
C8.i	1. Atribuição de 1 crédito por não existir nenhuma referência a elementos urbanos que obstruam radiação sobre envidraçados. 2. Atribuição de 3 créditos devido a 66,67% dos compartimentos principais estarem orientados para Sul. 3. Atribuição de 1 crédito devido a Fator de Forma de 0,57, ser inferior a 1,21. 4. Atribuição de 0 créditos ao nível de isolamentos devido à não existência de paredes exteriores duplas com pelo menos 6 cm de espessura isolamento térmico ou de isolamento na cobertura. 5. Atribuição de 1 crédito por a inércia térmica da fração ser forte. 6. Vãos: a. Atribuição de 1 crédito por nenhum envidraçado a Sul possuir qualquer	Necessidades globais de energia primária de climatização e águas quentes sanitárias, Ntc = 1,50 kgep/(m ² .ano) Necessidades máximas globais de energia primária de climatização e águas quentes sanitárias, Nt = 6,45 kgep/(m ² .ano) Valor de prática convencional P7 = 6,45 kgep/(m ² .ano) Valor da melhor prática P7 = $0,25 \times 6,45 = 1,61$ kgep/(m ² .ano)	P7

Ref.	LiderA	SBTool ^{PI} -H	Ref.
	<p>tipo de sombreamento, ou seja, 0%.</p> <p>b. Atribuição de 1 crédito pela existência de vidros duplos de coeficiente de transmissão térmica inferior a valores de referência em RCCTE.</p> <p>c. Atribuição de 1 crédito por existência de caixilharia de classe 2.</p> <p>d. Atribuição de 0 créditos devido a uma fenestração desadequada, com uma área diminuta de envidraçados, seguindo referência de RCCTE.</p> <p>7. Atribuição de 1 crédito por existência de isolamento térmico em pontes térmicas.</p> <p>8. Atribuição de 0 créditos por inexistência de potencial para ventilação natural cruzada, com pé-direito de 2,4 m e distância entre aberturas de fachadas opostas superior a 12 m.</p> <p>9. Atribuição de 0 créditos por não existir nenhuma informação sobre sistemas passivos, em qualquer compartimento principal.</p> <p>Total de créditos atribuídos = = 1+3+1+1+1+1+1+1 = 10</p>		
C8.ii	<p>Necessidades nominais de energia útil de aquecimento, $N_{ic} = 41,27$ kWh/(m².ano)</p> <p>Necessidades nominais de energia útil de arrefecimento, $N_{vc} = 3,06$ kWh/(m².ano)</p> <p>Valor máximo regulamentar das necessidades nominais de energia útil de aquecimento, $N_i = 75,00$ kWh/(m².ano)</p> <p>Valor máximo regulamentar das necessidades nominais de energia útil de arrefecimento, $N_v = 16,00$ kWh/(m².ano)</p> <p>Relação entre necessidades nominais de energia útil de climatização e valores máximos regulamentares = $(41,27+3,06)/(75,00+16,00) = 0,49$</p>	<p>Contribuição de sistemas coletores de preparação de AQS (E_{solar}) = 1721,42 kWh/ano</p> <p>Contribuição de outras formas de energias renováveis para preparação AQS ou recuperação de calor de equipamentos e fluidos residuais (E_{ren}) = 0 kWh/ano</p> <p>Área de Pavimento Útil = 85,06 m²</p> <p>Energia renovável produzida anualmente = $1721,42/85,06 = 20,24$ kWh/(m².ano)</p> <p>Energia útil despendida com sistemas convencionais de preparação de AQS (Q_a) = 2292,38 kWh/ano</p> <p>Eficiência de conversão do sistema convencional de preparação de AQS (η) = 0,82</p>	P8
C9	<p>Sem informação sobre emissões de CO₂ e certificação energética de equipamentos domésticos.</p> <p>Produção de fontes de energia</p>	<p>Energia útil despendida com sistemas convencionais de preparação AQS por m² = $2292,38/(0,82 \times 85,06) = 32,87$ kWh/(m².ano)</p>	

Ref.	LiderA	SBTool ^{PI} -H	Ref.
	<p>renováveis = 1721,42 kWh/ano</p> <p>Com base em dados de 2010 do Anuário Estatístico de Portugal, publicado pelo INE, o consumo energético doméstico da Região Norte é igual a 1368,00 kWh/(ano.habitante), logo, o consumo energético estimado = 1368,00x3 = 4104,00 kWh/ano</p> <p>Percentagem de energias renováveis no consumo energético total = $(1721,42/4104,00) \times 100\% = 41,94\%$</p>	<p>Necessidades nominais de energia útil de aquecimento (Nic) = 41,27 kWh/(m².ano)</p> <p>Necessidades nominais de energia útil de arrefecimento (Nvc) = 3,06 kWh/(m².ano)</p> <p>Energia primária equivalente a 1,2 vezes as necessidades de energia primária globais anuais de climatização e AQS (Ntc') = $1,2 \times (0,1 \times (41,27/1) \times 0,290 + 0,1 \times (3,06/3) \times 0,290 + 2292,38 / (0,5 \times 85,06) \times 0,086) = 7,03$ kgep/(m².ano)</p> <p>Energia elétrica equivalente a 1,2 vezes as necessidades de energia primária globais anuais de climatização e AQS (Ntc'') = $7,03 / 0,290 = 24,26$ kWh/(m².ano)</p> <p>Valor de prática convencional P8 = $0,50 \times 32,87 = 16,44$ kWh/(m².ano)</p> <p>Valor da melhor prática P8 = $24,26 = 24,26$ kWh/(m².ano)</p>	
Resultados Finais			
C7	R = 23,28%	Valor normalizado P7 =	P7
C8.i	Total de 10 créditos atribuídos	$= (1,50 - 6,45) / (1,61 - 6,45) = 1,02$	
C8.ii	Relação entre necessidades nominais de energia útil de climatização e valores máximos regulamentares = 0,49	Valor normalizado P8 = $= (20,24 - 16,44) / (24,26 - 16,44) = 0,49$	P8
C9	Percentagem de energias renováveis no consumo energético total = 41,94%		
Níveis de Desempenho Atribuídos (*)			
C7	Melhoria de 75% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	A ⁺	
C8.i	Melhoria de 37,5% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	Desempenho superior aos valores de referência da melhor prática atual	P7
C8.ii	Melhoria de 37,5% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	B	
C9	Melhoria de 37,5% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	Melhoria entre 40% a 70% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	P8

(*) – Os níveis de desempenho atribuídos dizem respeito às escalas LiderA e SBTool^{PI}-H que não são equivalentes ou diretamente comparáveis.

Tabela A2.6 – Análise comparativa entre procedimentos de quantificação e verificação de resultados para a Comparação 7

Ref.	LiderA	SBTool ^{PT} -H	Ref.
Procedimentos de Quantificação e/ou Verificação			
C19	Produção estimada de resíduos indiferenciados durante utilização = 497 kg/hab.ano	Atribuição de 20 créditos pela existência de uma casa do lixo prevista no Mapa de Medições, com capacidade para a separação de resíduos domésticos recicláveis. Atribuição de 10 créditos pela existência de baldes individuais com um volume superior a 15 litros, totalizando um volume superior a 18 litros/habitante.	P13
C20	1. Atribuição de 0 créditos pela ausência de informação sobre possíveis medidas de eliminação de pesticidas ou semelhantes. 2. Atribuição de 0 créditos pela ausência de informação sobre locais para arrumação segura e adequada das embalagens de limpeza e manutenção. 3. Atribuição de 1 crédito devido à localização exterior de locais para colocação de pilhas.		
C21	1. Atribuição de 1 crédito pela existência de um local de deposição de resíduos recicláveis no empreendimento. 2. Atribuição de 0 créditos pela ausência de informação sobre locais para a deposição de resíduos orgânicos e compostagem. 3. Atribuição de 1 crédito pela existência de casa do lixo com capacidade para a separação de resíduos domésticos recicláveis na moradia. 4. Atribuição de 1 crédito pela existência de ecopontos do empreendimento até 100 metros da moradia. Total de créditos atribuídos = 1+1+1 = 3		
Resultados Finais			
C19	Produção de 497 quilogramas anuais de resíduos indiferenciados por habitante, durante a fase de utilização do edifício	Valor normalizado P13 = $= (70-10)/(50-10) = 1,50 = 1,20$ máximo	P13
C20	Total de créditos atribuídos = 1		
C21	Total de 3 créditos atribuídos, incluindo a existência de locais próximos para a deposição de resíduos recicláveis		
Níveis de Desempenho Atribuídos (*)			

Ref.	LiderA	SBTool ^{PI} -H	Ref.
C19	F Abaixo do desempenho de práticas correntes ou de referência, com 89%	A ⁺ Desempenho superior aos valores de referência da melhor prática atual	P13
C20	E Valor de desempenho igual ao das práticas correntes ou de referência		
C21	C Melhoria de 25% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência		

(*) – Os níveis de desempenho atribuídos dizem respeito às escalas LiderA e SBTool^{PI}-H que não são equivalentes ou diretamente comparáveis.

Tabela A2.7 – Metodologias adotadas, análise comparativa entre procedimentos de quantificação e verificação de resultados para a Comparação 8

Ref.	LiderA	SBTool ^{PI} -H	Ref.
Metodologias Adotadas e, Procedimentos de Quantificação e/ou Verificação			
C22	1.Equipamentos a.Atribuição 0 créditos devido à não aplicação deste ponto por falta de informação. b.Atribuição de 0 créditos devido à existência de equipamentos ruidosos exteriores (ventilação).	Valor de referência das práticas convencionais para o nível de conforto acústico a sons de condução aérea entre o exterior e os compartimentos interiores de um edifício escolar, em zona mista, $D_{2m,nT,w} = 33$ dB	P20
	2.Atribuição de 0 créditos devido á inexistência de pavimentos silenciosos exteriores	Valor de referência das melhores práticas para o nível de conforto acústico a sons de condução aérea entre o exterior e os compartimentos interiores de um edifício escolar, em zona mista, $D_{2m,nT,w} = 39$ dB	
	3.Atribuição de 2 créditos devido à existência de equipamentos ruidosos exteriores criteriosamente escolhidos e, como tal, com elementos de redução de ruído incorporados.	Valor de referência das práticas convencionais para o nível de conforto acústico a sons de condução aérea entre salas de aula, $D_{nT,w} = 45$ dB	
	4.Atribuição de 2 créditos, considerando-se que, pela localização da escola, a colocação de equipamentos ruidosos exteriores foi devidamente acautelada.	Valor de referência das melhores práticas para o nível de conforto acústico a sons de condução aérea entre salas de aula, $D_{nT,w} = 48$ dB	
	5. Atribuição 0 créditos devido à não aplicação deste ponto por falta de informação.	Valor de referência das práticas convencionais para o nível de conforto acústico a sons de condução aérea entre corredores de grande circulação e salas de aula, $D_{nT,w} = 30$ dB	
	6. Atribuição 0 créditos devido à não aplicação deste ponto por falta de informação.	Valor de referência das melhores práticas para o nível de conforto acústico a sons de condução aérea entre corredores de grande circulação e salas de aula, $D_{nT,w} = 33$ dB	
C27	1.Atribuição de 0 créditos devido à construção localizar-se numa zona cujo ruído ambiente exterior excede os 55 dB(A).	Valor de referência das práticas convencionais para o nível de conforto acústico a sons de percussão entre pavimentos de salas de aula, $L'_{nT,w} = 65$	
	2.Atribuição de 2 créditos devido à não		

Ref.	LiderA	SBTool ^{PI} -H	Ref.
	<p>existência de condicionalismos prementes a considerar, ao nível de potenciais conflitos com a organização espacial.</p> <p>3. Isolamento Acústico:</p> <p>a. Atribuição de 0 crédito pelo não cumprimento dos requisitos legais do RRAE, ao nível das paredes exteriores.</p> <p>b. Atribuição de 0 créditos pelo não cumprimento de requisitos legais do RRAE, ao nível das paredes de compartimentação.</p> <p>c. Atribuição de 1 crédito pelo cumprimento de requisitos legais do RRAE, ao nível dos pavimentos.</p> <p>d. Atribuição de 1 crédito devido à existência de isolamento acústico adequado em teto falso.</p> <p>e. Atribuição de 0 créditos devido à não existência de isolamento acústico adequado em sistema de ventilação.</p> <p>4. Atribuição de 1 crédito devido à existência de caixilharia devidamente tratada, existindo em alguns vãos envidraçados caixilharia dupla.</p> <p>5. Atribuição de 1 crédito devido à existência de vidro duplo na maioria dos vãos envidraçados.</p> <p>6. Atribuição de 0 créditos devido à não aplicação do ponto respeitante a apoios anti-vibratórios.</p>	<p>dB</p> <p>Valor de referência das melhores práticas para o nível de conforto acústico a sons de percussão entre pavimentos de salas de aula, $L'_{nT,w} = 59$ dB</p> <p>Valor de referência das práticas convencionais para o nível de conforto acústico a ruídos de equipamentos de funcionamento contínuo, $L_{AR,nT} = 35$ dB</p> <p>Valor de referência das melhores práticas para o nível de conforto acústico a ruídos de equipamentos, $L_{AR,nT} = 32$ dB</p> <p>Valor normalizado para o nível de conforto acústico a sons de condução aérea entre exterior e compartimentos interiores de um edifício escolar, em zona mista = $(31-33)/(39-33) = -0,33 = -0,20$ mínimo</p> <p>Valor normalizado para o nível de conforto acústico a sons de condução aérea entre salas de aula = $(46-45)/(48-45) = 0,33$</p> <p>Valor normalizado para o nível de conforto acústico a sons de condução aérea entre locais de circulação e salas de aula = $(27-30)/(33-30) = -1 = -0,20$ mínimo</p> <p>Valor normalizado para o nível de conforto acústico a sons de percussão entre pavimentos de salas de aula = $(60-65)/(59-65) = 0,83$</p> <p>Valor normalizado para o nível de conforto acústico a ruídos de equipamentos = $(37,7-35)/(32-35) = -0,90 = -0,20$ mínimo</p> <p>Cada elemento e respetiva característica, com valor normalizado, possuem apenas um requisito, perfazendo um total de 5 requisitos.</p>	
Resultados Finais			
C22	Número de créditos total = = 2+2= 4	Valor normalizado do nível de conforto acústico do edifício escolar =	P20
C27	Número de créditos total = = 2+1+1+1+1 = 6	= $(-0,2 \times 1 + 0,33 \times 1 - 0,2 \times 1 + 0,83 \times 1 - 0,2 \times 1) / 5 =$ = 0,11	

Ref.	LiderA	SBTool ^{PI} -H	Ref.
Níveis de Desempenho Atribuídos (*)			
C22	C Melhoria de 25% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	C Melhoria entre 10% a 40% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	P20
C27	B Melhoria de 37,5% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência		

(*) – Os níveis de desempenho atribuídos dizem respeito às escalas LiderA e SBTool^{PI}-H que não são equivalentes ou diretamente comparáveis.

Tabela A2.8 – Análise comparativa entre procedimentos de quantificação e verificação de resultados para a Comparação 10

Ref.	LiderA	SBTool ^{PI} -H	Ref.
Procedimentos de Quantificação e/ou Verificação			
C24	<p>1. Atribuição de 2 créditos devido ao cumprimento da taxa de ventilação natural mínima.</p> <p>2. Atribuição de 0 créditos por inexistência de potencial para ventilação natural cruzada em nenhuma área considerada, com pé-direito de 2,4 m e distância entre aberturas de fachadas superior a 12 m.</p> <p>3. Atribuição de 0 créditos pela ausência de informação sobre medidas que visem a eliminação de potenciais emissões de contaminantes.</p> <p>4. Atribuição de 0 créditos por mais de 15% dos materiais de revestimento possuírem COV's.</p>	<p>Cumprimento de pré-requisito relacionado com a taxa de renovação nominal de 0,7 renovações por hora.</p> <p>Atribuição de 10 créditos pela ventilação mecânica existente na fração autónoma ser desprezável, considerando-se apenas a ventilação natural.</p> <p>Existência de distância entre envidraçados de paredes opostas é superior a 12 metros, com um pé-direito de 2,4 metros, não apresentando condições para ventilação cruzada. Nos compartimentos com envidraçados, as disposições estabelecidas para ventilação natural também não são respeitadas devido à profundidade dos compartimentos ser superior a 4,8 metros. Assim, valor máximo atribuído para o potencial de ventilação natural é de 0 créditos.</p>	P16
	<p>5. Atribuição de 0 créditos devido à ausência de informação sobre a existência de um plano de monitorização de controlo de COV's.</p> <p>6. Atribuição de 0 créditos devido à ausência de informação sobre sumidouros naturais existentes na envolvente da fração.</p>	<p>Superfície aplicada de primários = $85,06 + 2,4 \times (2,2 + 3 + 4,6 + 8 + 12 + 3,5 + 3,5 + 2 + 1,3 + 4 + 1,5 + 2,5 + 1,7) - 8,68 = 191,10 \text{ m}^2$</p> <p>Número de demãos de primário = 1</p> <p>Rendimento de primário = $10 \text{ m}^2/\text{litro}$</p> <p>Densidade de primário = 1,45</p> <p>Massa de primário = $(191,1 \times 1/10) \times 1,45 = 27,71 \text{ kg}$</p> <p>Superfície aplicada de tinta = $85,06 + 2,4 \times (2,2 + 3 + 4,6 + 8 + 12 + 3,5 + 3,5 + 2 + 1,3 + 4 + 1,5 + 2,5 + 1,7) - 8,68 = 191,10 \text{ m}^2$</p>		P17

Ref.	LiderA	SBTool ^{P1} -H	Ref.
		<p>Número de demãos de tinta = 3</p> <p>Rendimento de tinta = 10 m²/litro</p> <p>Densidade de tinta = 1,29</p> <p>Massa de tinta = (191,1x3/10)x1,29 = = 73,96 kg</p> <p>Superfície aplicada de pavimento flutuante de madeira = = 85,06-1,7x0,8-2,5x4-1,7x2 = 70,3 m²</p> <p>Massa de madeira aplicada = 70,3x8 = = 562,4 m²</p> <p>Superfície aplicada de verniz = = 1,8x2,4+1,6x2,4+0,9x2,4+ + 0,9x2,4x2x2+0,8x2,4x3x2+ + 0,6x2,4x2x2 = 36,24 m²</p> <p>Número de demãos de verniz = 2</p> <p>Rendimento de verniz = 10 m²/litro</p> <p>Densidade de verniz = 0,93</p> <p>Massa de verniz = (36,24x2/10)x0,93 = = 6,74 kg</p> <p>Massa total de materiais com COV's = = 27,71+73,96+562,4+6,74 = 670,81 kg</p> <p>Massa total de materiais com COV's de baixa concentração, sendo o verniz o único material a não cumprir disposições máximas = 27,71+73,96+562,4 = = 664,07 kg</p> <p>Percentagem de materiais de revestimento de baixa toxicidade de COV's = (664,07/670,81)x100% = 99%</p>	
Resultados Finais			
C24	Total de créditos atribuídos = 2	<p>Valor normalizado P16 = (0-30)/(60-30) = = -1,00 = -0,20 mínimo</p>	P16
		<p>Valor normalizado P17 = (99-0)/(90-0) = = 1,10</p>	P17
Níveis de Desempenho Atribuídos (*)			
C24	D Melhoria de 12,5% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	E Desempenho inferior aos valores de referência das práticas correntes	P16
		A ⁺ Desempenho superior aos valores de referência da melhor prática atual	P17

(*) – Os níveis de desempenho atribuídos dizem respeito às escalas LiderA e SBTool^{P1}-H que não são equivalentes ou diretamente comparáveis.

Tabela A2.9 – Metodologias adotadas, análise comparativa entre procedimentos de quantificação e verificação de resultados para a Comparação 13

Ref.	LiderA	SBTool ^{PT} -H	Ref.
Metodologias Adotadas e, Procedimentos de Quantificação e/ou Verificação			
C28	<p>Dos tipos de transportes públicos a considerar, metro, elétrico e autocarro, este último é o único presente no caso de estudo.</p> <p>Existem 6 linhas de autocarro bidirecionais a menos de 1.000 metros, estando 4 delas a menos de 500 metros da entrada principal da escola tratada.</p> <p>Todas as linhas de autocarro referidas possuem uma frequência superior a uma hora, em horário escolar.</p> <p>Não existe nenhum nó de transportes públicos a menos de 1.000 metros, todavia, as linhas de autocarro existentes possuem ligações a nós de transportes públicos.</p>	<p>Dada a localização da escola tratada, a zona admitir é de tipo 2, uma área não central da capital de distrito.</p> <p>Após operações de verificação, conclui-se que são duas as paragens de autocarro a considerar a menos de 500 metros de distância e com 4 linhas de autocarro diferentes.</p> <p>As 4 linhas de transporte público designadas são a 200 e 204, e a 203 e 207, integradas, respetivamente, nas paragens Universidade Católica e Praça do Império.</p> <p>Distância até à paragem Universidade Católica = 350 m</p> <p>Distância até à paragem Praça do Império = 98 m</p> <p>Tempo de percursos até à paragem Universidade Católica = $350/80 = 4,4$ minutos = 4 minutos 24 segundos</p> <p>Tempo de percursos até à paragem Praça do Império = $98/80 = 1,2$ minutos = 1 minutos 12 segundos</p> <p>Número de serviços que parte ou chega à paragem Universidade Católica em hora de ponta para a linha 200 = 24</p> <p>Número de serviços que parte ou chega à paragem Universidade Católica em hora de ponta para a linha 204 = 22</p> <p>Número de serviços que parte ou chega à paragem Praça do Império em hora de ponta para a linha 203 = 14</p> <p>Número de serviços que parte ou chega à paragem Praça do Império em hora de ponta para a linha 207 = 21</p> <p>Tempo de espera da linha 200 na paragem Universidade Católica = $0,5 \times 60 / (24/4) = 5,0$ minutos</p> <p>Tempo de espera da linha 204 na paragem Universidade Católica = $0,5 \times 60 / (22/4) = 5,5$ minutos = 5 minutos 30 segundos</p> <p>Tempo de espera da linha 203 na paragem Praça do Império = $0,5 \times 60 / (14/4) = 8,6$ minutos =</p>	P21

Ref.	LiderA	SBTool ^{PI} -H	Ref.
		<p>= 8 minutos 36 segundos</p> <p>Tempo de espera da linha 207 na paragem Praça do Império = $0,5 \times 60 / (21/4) = 5,7$ minutos = 5 minutos 42 segundos</p> <p>Tempo de atraso para autocarros = 2 minutos</p> <p>Tempo total de acesso da linha 200 na paragem Universidade Católica = $4,4 + 5,0 + 2,0 = 11,4$ minutos = 11 minutos 24 segundos</p> <p>Tempo total de acesso da linha 204 na paragem Universidade Católica = $4,4 + 5,5 + 2,0 = 11,9$ minutos = 11 minutos 54 segundos</p> <p>Tempo total de acesso da linha 203 na paragem Praça do Império = $1,2 + 8,6 + 2,0 = 11,8$ minutos = 11 minutos 48 segundos</p> <p>Tempo total de acesso da linha 207 na paragem Praça do Império = $1,2 + 5,7 + 2,0 = 8,9$ minutos = 8 minutos 54 segundos</p> <p>Frequência Equivalente à Entrada do Edifício (FEEE) da linha 200 = $30 / 11,4 = 2,63$</p> <p>Frequência Equivalente à Entrada do Edifício (FEEE) da linha 204 = $30 / 11,9 = 2,52$</p> <p>Frequência Equivalente à Entrada do Edifício (FEEE) da linha 203 = $30 / 11,8 = 2,54$</p> <p>Frequência Equivalente à Entrada do Edifício (FEEE) da linha 207 = $30 / 8,9 = 3,37$</p> <p>Índice de Acessibilidade (IA) para autocarros = $3,37 + 0,5 \times (2,63 + 2,52 + 2,54) = 7,22$</p>	
Resultados Finais			
C28	Existe apenas 1 meio de transporte público regular a menos de 500 metros da entrada principal da escola	Valor normalizado P21 = $(7,22 - 3,5) / (11 - 3,5) = 0,50$	P21

Ref.	LiderA	SBTool ^{PT} -H	Ref.
Níveis de Desempenho Atribuídos (*)			
C28	D Melhoria de 12,5% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	B Melhoria entre 40% a 70% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	P21
(*) – Os níveis de desempenho atribuídos dizem respeito às escalas LiderA e SBTool ^{PT} -H que não são equivalentes ou diretamente comparáveis.			

Tabela A2.10 – Metodologias adotadas, análise comparativa entre procedimentos de quantificação e verificação de resultados para a Comparação 14

Ref.	LiderA	SBTool ^{PT} -H	Ref.
Metodologias Adotadas e, Procedimentos de Quantificação e/ou Verificação			
C34	<p>Valor a introduzir para classificação, em meio urbano, A⁺⁺ referente ao número de indivíduos residentes entre os 5 e os 9 anos, num raio de 500 metros = 25 alunos por turma/turno = = 300</p> <p>Valor a introduzir para classificação, em meio urbano, A⁺ e A referente ao número de indivíduos residentes entre os 5 e os 9 anos, num raio de 500 metros = 20 alunos por turma/turno = = 240</p> <p>Valor a introduzir para classificação, em meio urbano, B, C, D e E referente ao número de indivíduos residentes entre os 5 e os 9 anos, num raio de 1000 metros = 20 alunos por turma/turno = 240</p> <p>Para classificação, em meio urbano, A⁺⁺ é imposta a inserção da escola em avaliação em agrupamento vertical de escolas, com todos os graus de ensino público, num raio de 500 metros.</p> <p>Para classificação, em meio urbano, A⁺ é imposta a inserção da escola em avaliação em agrupamento vertical de escolas, com todos os graus de ensino público, num raio de 1.000 metros.</p> <p>Para classificação, em meio urbano, A é imposta a inserção da escola em avaliação em agrupamento vertical de escolas, com todos os graus de ensino público, num raio de 1.500 metros.</p> <p>Para classificação, em meio urbano, B, C, D e E é imposta a inserção da escola em avaliação em agrupamento de escolas, com alguns graus de</p>	<p>A classe 1 de amenidades engloba escolas de ensino complementar (integração em agrupamento escolar), centro médico e centros de atividade de tempos livres.</p> <p>A classe 2 de amenidades engloba bibliotecas públicas, museus, livrarias e papelarias, farmácias, parques naturais públicos e esquadras de polícia.</p> <p>A classe 3 de amenidades engloba quartéis de bombeiros, locais de desporto, locais de trabalho e associações desportivas e recreativas.</p> <p>Como já foi mencionado, as disposições referentes a distâncias pedonais, atribuição de créditos e valores de referência, ao nível das amenidades, mantêm-se inalteradas.</p> <p>População residente, entre os 5 e os 9 anos, num raio de 500 = 316</p> <p>Número de alunos da escola avaliada = = 266</p> <p>Taxa de ocupação = $(266/316) \times 100\% = 84,2\% \approx 85\%$</p> <p>Para o novo valor normalizado relativo à população residente, entre os 5 e os 9 anos, num raio de 500 metros, valor de referência convencional = $(20 \times 12) / 0,85 = 282$</p> <p>Para o novo valor normalizado relativo à população residente, entre os 5 e os 9 anos, num raio de 500 metros, valor de referência da melhor prática = $(25 \times 12) / 0,85 = 353$</p> <p>Atribuição de 18 créditos por proximidade</p>	P22

Ref.	LiderA	SBTool ^{PI} -H	Ref.
	<p>ensino público.</p> <p>As disposições de meio urbano a cumprir, para classificação A⁺⁺, passam pela inserção da em agrupamento de escolas vertical, com todos os graus de ensino público, num raio de 500 metros e existência de, pelo menos, 300 indivíduos residentes, entre os 5 e os 9 anos, num raio de 500 metros, e de, 5 amenidades humanas, incluindo de natureza escolar e desportiva, e 3 amenidades naturais, num raio de 500 metros percorridos a pé.</p> <p>As disposições de meio urbano a cumprir, para classificação A⁺, passam pela inserção da em agrupamento de escolas vertical, com todos os graus de ensino público, num raio de 1.000 metros e existência de, pelo menos, 240 indivíduos residentes, entre os 5 e os 9 anos, num raio de 500 metros, e de, 5 amenidades humanas, incluindo de natureza escolar e desportiva, e 2 amenidades naturais, num raio de 500 metros percorridos a pé.</p> <p>As disposições de meio urbano a cumprir, para classificação A, passam pela inserção da em agrupamento de escolas vertical, com todos os graus de ensino público, num raio de 1.500 metros e existência de, pelo menos, 240 indivíduos residentes, entre os 5 e os 9 anos, num raio de 500 metros, e de 3 a 5 amenidades humanas, incluindo de natureza escolar e desportiva, e pelo menos 1 amenidade natural, num raio de 500 metros percorridos a pé.</p> <p>As disposições de meio urbano a cumprir, para classificação B, passam pela inserção da em agrupamento de escolas, com alguns graus de ensino público, e existência de, pelo menos, 240 indivíduos residentes, entre os 5 e os 9 anos, num raio de 1.000 metros, e de 3 amenidades humanas, incluindo de natureza escolar, e pelo menos 1 amenidade natural, num raio de 1.000 metros percorridos a pé.</p> <p>As disposições de meio urbano a cumprir, para classificação C, passam pela inserção da em agrupamento de escolas, com alguns graus de ensino</p>	<p>de amenidades de classe 1.</p> <p>Atribuição de 27 créditos por proximidade de amenidades de classe 2.</p> <p>Atribuição de 8 créditos por proximidade de amenidades de classe 3.</p> <p>Total de créditos atribuídos = 18+27+8 = 53</p> <p>Valor normalizado para amenidades envolventes = $(53-15)/(30-15) = 2,53 = 1,20$ máximo</p> <p>Valor normalizado relativo à população residente, entre os 5 e os 9 anos, num raio de 500 metros = $(316-282)/(353-282) = 0,48$</p>	

Ref.	LiderA	SBTool ^{PI} -H	Ref.
	<p>público, e existência de, pelo menos, 240 indivíduos residentes, entre os 5 e os 9 anos, num raio de 1.000 metros, e de 3 amenidades humanas e pelo menos 1 amenidade natural, num raio de 1.000 metros percorridos a pé.</p> <p>As disposições de meio urbano a cumprir, para classificação D, passam pela inserção da em agrupamento de escolas, com alguns graus de ensino público, e existência de, pelo menos, 240 indivíduos residentes, entre os 5 e os 9 anos, num raio de 1.000 metros, e de, 3 amenidades humanas ou naturais, num raio de 500 metros percorridos a pé.</p> <p>As disposições de meio urbano a cumprir, para classificação E, passam pela inserção da em agrupamento de escolas, com alguns graus de ensino público, e existência de, pelo menos, 240 indivíduos residentes, entre os 5 e os 9 anos, num raio de 1.000 metros, e de 3 amenidades humanas ou naturais, num raio de 1.000 metros percorridos a pé.</p> <p>As disposições de meio urbano a cumprir para classificação F passam pela inexistência de amenidades humanas ou naturais, num raio de 500 metros percorridos a pé.</p> <p>As disposições de meio urbano a cumprir para classificação G passam pela inexistência de amenidades humanas ou naturais, num raio de 1.000 metros percorridos a pé.</p> <p>O agrupamento onde a escola está inserida possui jardim de infância, ensino básico de 2.º e 3.º Ciclo e ensino secundário num raio de 1.500 metros.</p> <p>População residente, entre os 5 e os 9 anos, num raio de 500 metros = 316</p> <p>O edifício escolar possui 3 amenidades humanas, incluindo de natureza escolar e desportiva, e 1 amenidade natural, a 500 metros percorridos a pé.</p>		
Resultados Finais			
C34	Inserção da escola em avaliação em agrupamento vertical de escolas, com todos os graus de ensino público, num	Valor normalizado final P22 = $= (1,20+0,48)/2 = 0,84$	P22

Ref.	LiderA	SBTool ^{PI} -H	Ref.
	raio de 1.500 metros, população residente, num raio de 500 metros, pertencente à faixa etária, entre os 5 e os 9 anos, de 316 indivíduos, com 3 amenidades humanas, incluindo de natureza escolar, e 1 amenidade natural, a 500 metros percorridos a pé		
Níveis de Desempenho Atribuídos (*)			
C34	A Melhoria de 50% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	A Melhoria entre 70% a 100% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	P22

(*) – Os níveis de desempenho atribuídos dizem respeito às escalas LiderA e SBTool^{PI}-H que não são equivalentes ou diretamente comparáveis.

Tabela A2.11 – Análise comparativa entre procedimentos de quantificação e verificação de resultados para a Comparação 16

Ref.	LiderA	SBTool ^{PI} -H	Ref.
Procedimentos de Quantificação e/ou Verificação			
C41	<p>1. Atribuição de 1 crédito pela existência de plantas apenas para uma moradia.</p> <p>2. Atribuição de 2 créditos pela existência generalizada de manuais de funcionamento de equipamentos de uma moradia.</p> <p>3. Atribuição de 0 créditos pela inexistência de equipamentos comuns.</p> <p>4. Atribuição de 2 créditos pela existência de indicações para a manutenção e rentabilização de elementos não estruturais de uma moradia.</p> <p>5. Atribuição de 0 crédito devido à inexistência de informação sobre a manutenção de elementos estruturais de uma moradia.</p> <p>6. Atribuição de 0 crédito devido à inexistência de qualquer indicação sobre a desativação e revalorização de equipamentos ou materiais de uma moradia.</p> <p>7. Atribuição de 1 crédito pela existência de informação de sensibilização para a redução do consumo de recursos e produção de cargas de uma moradia.</p> <p>8. Atribuição de 0 créditos pela</p>	<p>Cumprimento do pré-requisito associado à existência de Ficha Técnica de Habitação de acordo com disposições regulamentares.</p> <p>Atribuição de 0 créditos pela não comunicação de eventuais medidas de projeto implementadas no âmbito da sustentabilidade do edifício.</p> <p>Atribuição de 25 créditos pela existência de informação sobre a correta utilização de equipamentos fixos do edifício e respetiva eficiência de consumos, com instruções específicas para produção de energias renováveis, iluminação artificial e aparelhos eletrodomésticos.</p> <p>Atribuição de 20 créditos pela existência de informação de sensibilização dos utilizadores para a redução dos consumos de água e de informação sobre a eficiência dos sistemas que consomem água.</p> <p>Atribuição de 0 créditos pela inexistência de informação sobre os sistemas de separação e recolha de resíduos.</p> <p>Atribuição de 5 créditos pela disponibilização de informação sobre as medidas ao nível da sustentabilidade, a ter em consideração, nas operações de manutenção e remodelação.</p> <p>Atribuição de 0 créditos pela inexistência</p>	P23

Ref.	LiderA	SBTool ^{PI} -H	Ref.
	inexistência de informação sobre sistemas de alarme, incêndio ou evacuação.	<p>de informação sobre os locais de deposição de resíduos não abrangidos pelo sistema de recolha.</p> <p>Atribuição de 0 créditos pela inexistência de informação sobre meios de transportes públicos alternativos.</p> <p>Atribuição de 0 créditos pela ausência de informação sobre as amenidades locais.</p> <p>Atribuição de 0 créditos pelo não cumprimento da maioria das disposições impostas, no âmbito do consumo de recursos sustentável.</p> <p>Atribuição de 0 créditos devido à ausência de informação sobre a localização e contacto de postos de serviço de emergência.</p> <p>Total de créditos = 25+20+5 = 50</p>	
Resultados Finais			
C41	Total de créditos atribuídos = = 1+2+2+1 = 6	Valor normalizado P23 = = (50-15)/(75-15) = 0,58	P23
Níveis de Desempenho Atribuídos (*)			
C41	C Melhoria de 25% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	B Melhoria entre 40% a 70% face ao desempenho de práticas correntes ou de referência	P23

(*) – Os níveis de desempenho atribuídos dizem respeito às escalas LiderA e SBTool^{PI}-H que não são equivalentes ou diretamente comparáveis.

ANEXO 3

SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS REFERENTES À ANÁLISE EFETUADA AOS MASC PORTUGUESES ESTUDADOS

Tabela A3.1 – Resumo das conclusões resultantes das análises realizadas

LiderA			SBTool ^{PT} -H		
Comparação 1					
Comentários Gerais					
O sistema LiderA apresenta uma maior envolvimento de aspetos pertinentes a avaliar, todavia, os elementos base verificados são semelhantes.					
Ref.	Fragilidades	Efeitos	Efeitos	Fragilidades	Ref.
C1	Falta de especificação quanto ao conceito de “potenciação da vocação definida em PDM”	Subjetividade	Potencial para limitação de resultados	Abordagem pouco abrangente quanto aos aspetos verificados	P4
Comparação 2					
Comentários Gerais					
Os elementos base verificados nos dois métodos são semelhantes, com a exceção de o sistema SBTool ^{PT} -H incluir, adicionalmente, a valorização de um parâmetro passível de discussão.					
Ref.	Fragilidades	Efeitos	Efeitos	Fragilidades	Ref.
			-	-	P2
C2	-	-	Potencial para distorção de resultados	Possibilidade de originar um efeito contraproducente	P3
Comparação 3					
Comentários Gerais					
O método LiderA demonstra uma abordagem mais abrangente, com valorização da diversidade de espécies autóctones e de espécies previamente existentes.					
Ambos os sistemas apresentam uma excelente adaptabilidade para a aplicação avaliativa a					

LiderA			SBTool ^{PI} -H		
edifícios escolares.					
Ref.	Fragilidades	Efeitos	Efeitos	Fragilidades	Ref.
C3	Valorização da inexistência de espécies autóctones	Potencial para distorção de resultados	Potencial para limitação de resultados	Abordagem pouco abrangente na ótica da biodiversidade	P5

Comparação 4

Comentários Gerais

Os elementos base verificados pelos dois sistemas são semelhantes, enquadrando, de uma forma geral, a classificação energética dos edifícios.

O sistema LiderA avalia diretamente o desenho passivo dos edifícios.

Comprova-se que, relativamente ao Critério 8 do sistema LiderA, a abordagem mais fiável assenta na C8ii, apresentando uma verificação mais simples de resultados obtidos no âmbito da aplicação do RCCTE, através de cálculos prévios mais rigorosos.

Ref.	Fragilidades	Efeitos	Efeitos	Fragilidades	Ref.
C7	-	-			
	Falta de especificação técnica quanto à organização favorável dos edifícios face a outros corpos naturais ou artificiais	Subjetividade			
	Fator de Forma máximo excessivo	Potencial para distorção de resultados	-	-	P7
	Valorização de isolamento térmico consagra apenas espessuras, desprezando resistências térmicas	Potencial para distorção de resultados			
C8i	Valorização de isolamento térmico não prevê uma diferenciação entre zonas climáticas	Potencial para distorção de resultados			
	Valorização da inexistência de vãos envidraçados orientados a sul, de sombreamentos exteriores nos vãos envidraçados e de sistemas passivos	Potencial para distorção de resultados	Potencial para distorção de resultados	Utilização, passível de discussão, de energias primárias como consumos energéticos	P8
	Falta de especificação técnica quanto à fenestração seletiva adequada e às	Subjetividade			

LiderA		SBTool ^{PT} -H	
condições favoráveis para a ventilação natural cruzada			
C8ii	Junção discutível das relações Nic/Ni e Nvc/Nv	Potencial para distorção de resultados	
C9	Ausência de especificação quanto ao valor de referência a considerar, nas avaliações em fase de projeto	Subjetividade	

Comparação 7

Comentários Gerais

O sistema LiderA possui uma maior envolvimento, valorizando, além da reciclagem de resíduos domésticos, a redução da produção de resíduos e gestão de resíduos tóxicos.

Nos pontos de verificação comuns, os processos de avaliação são diferentes, existindo particularidades vantajosas distintas entre ambos os métodos.

Ref.	Fragilidades	Efeitos	Efeitos	Fragilidades	Ref.
C19	Difícil exequibilidade dos procedimentos de medição	Potencial para limitação de resultados			
C20	Critério com aspetos pouco significativos para o contexto residencial urbano	Potencial para distorção de resultados	Potencial para limitação de resultados	Abordagem pouco abrangente quanto aos aspetos verificados	P13
C21	Valorização da inexistência de fogos habitacionais com locais próprios para deposição de resíduos recicláveis	Potencial para distorção de resultados			

Comparação 8

Comentários Gerais

O sistema LiderA inclui a valorização da redução de transmissão do ruído, eventualmente, produzido no interior do edifício para o exterior, ao contrário do sistema SBTool^{PT}-H.

Relativamente ao método LiderA, existe uma fácil adaptação para a avaliação de edifícios escolares, devido à falta de especificação técnica inerente. Já no método SBTool^{PT}-H, é necessário um esforço para ajustar os valores de referência para o contexto escolar, mantendo, no entanto, um elevado grau de flexibilidade metodológica.

Ref.	Fragilidades	Efeitos	Efeitos	Fragilidades	Ref.
C22	Avaliação desadequada de paredes, adequadamente, isoladas na envolvente de equipamentos	Potencial para distorção de resultados	-	-	P20

LiderA		SBTool ^{PT} -H
	ruidosos	
	Falta de especificação técnica quanto ao isolamento adequado de paredes envolventes de equipamentos ruidosos e à localização adequada de equipamentos ruidosos	Subjetividade
	Falta de especificação técnica quanto à organização espacial adequada de elementos favoráveis à transmissão de ruído	Subjetividade
C27	Falta de especificação técnica quanto ao isolamento acústico adequado em elementos construtivos de separação verticais e horizontais	Subjetividade

Comparação 10

Comentários Gerais

O único critério LiderA associado ao tema envolve os aspetos considerados pelos dois parâmetros SBTool^{PT}-H comparáveis.

Constata-se uma grande diferença nas metodologias de avaliação utilizadas pelos dois métodos.

Ref.	Fragilidades	Efeitos	Efeitos	Fragilidades	Ref.
	Falta de especificação técnica quanto às condições favoráveis para a ventilação natural cruzada	Subjetividade	-	-	P16
C24	Ausência de especificação relativa às unidades de referência a utilizar para a percentagem máxima de materiais contendo COV's	Subjetividade	Potencial para distorção de resultados	Uniformização de materiais distintos por unidade de massa	P17
	Falta de especificação quanto aos tipos de materiais a considerar na percentagem máxima de materiais contendo COV's	Subjetividade			

LiderA	SBTool ^{PT} -H
Comparação 13	

Comentários Gerais

Os aspetos verificados são comuns aos dois métodos.

O sistema SBTool^{PT}-H apresenta-se mais complexo, demonstrando, contudo, ser esta característica vantajosa pela maior fiabilidade de resultados que acarreta.

Os indicadores possuem um elevado grau de flexibilidade para adaptação a estabelecimentos de ensino, desconsiderando-se, apenas, a inclusão de táxis e comboios como transportes públicos válidos.

Ref.	Fragilidades	Efeitos	Efeitos	Fragilidades	Ref.
C28	Mera consideração da quantidade de meios de transporte existentes em detrimento de frequências de transporte elevadas e redes de transporte densas, com boa cobertura da zona urbana em que o edifício se insere	Potencial para distorção de resultados	-	-	P21

Comparação 14

Comentários Gerais

Ambos os métodos apresentam estruturas metodológicas simples.

São necessárias grandes adaptações metodológicas para ajustar os indicadores visados ao contexto dos edifícios escolares e necessidades inerentes.

Ref.	Fragilidades	Efeitos	Efeitos	Fragilidades	Ref.
C34	Ausência de especificação quanto ao conceito de "meio rural"	Subjetividade	Potencial para distorção de resultados	Valorização pontual de possíveis elementos que não correspondem a mais-valias para o edifício	P22

Comparação 16

Comentários Gerais

O método LiderA valoriza a quantidade de informação distribuída por fogos do mesmo empreendimento, enquanto o método SBTool^{PT}-H especifica detalhadamente o tipo de informação que deve existir.

Ref.	Fragilidades	Efeitos	Efeitos	Fragilidades	Ref.
C41	Existência de uma disposição com enquadramento não aplicável a todos os tipos de construções habitacionais	Potencial para distorção de resultados	Potencial para distorção de resultados	Ausência de especificação quanto aos procedimentos a tomar em caso de não cumprimento de algumas disposições agrupadas num só aspeto a valorizar	P23

