

# **METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE APLICADAS A INTERVENÇÕES DE REABILITAÇÃO**

Casos De Estudo

**JOSÉ JOÃO CARDOSO SUBIDA**

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



---

Orientador: Doutora Maria Helena Póvoas Corvacho

JULHO DE 2020

## **MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2019/2020**

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ [miec@fe.up.pt](mailto: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](mailto: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 - 2019/2020 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2020.*

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.

Aos meus Pais, Professores, Amigos e colegas de curso.

*"Mesmo desacreditado e ignorado por todos, não posso desistir, pois para mim, vencer é nunca desistir."*

Albert Einstein



## **AGRADECIMENTOS**

Eu sempre admirei a capacidade de compreender o construído. Por esse motivo, decidi fazer o curso de engenharia civil, e quero agradecer a todos, que me ajudaram, de alguma maneira, a ultrapassar as dificuldades e a percorrer todo este caminho académico, até à conclusão desta dissertação.

Aos meus pais por todo o apoio que me prestaram, naquilo que puderam, durante este longo período académico de estudos, assim como em toda a minha vida.

À minha ex-namorada Sandra e aos pais dela, que foram os principais motivadores para que eu decidisse fazer engenharia civil.

À FEUP e a todos os professores do departamento de engenharia civil, que tive o orgulho de conhecer, e que me ajudaram a compreender a engenharia civil. Quero destacar toda a seção de matemática, do departamento de engenharia civil, por todo o apoio e disponibilidade, que me prestaram nos primeiros anos FEUP, que são sempre difíceis.

Queria agradecer em específico ao Gabriel Marchi e ao António Morgado, meus colegas de curso, que se tornaram amigos, pelo companheirismo e ajuda que me prestaram várias vezes, durante estes últimos anos, permitindo-me compreender e ultrapassar dúvidas, de alguns aspetos complexos da engenharia civil.

À Professora Doutora Maria Helena Póvoas Corvacho, pela orientação e disponibilidade para me ajudar, na organização das ideias e transmissão de sugestões sempre muito pertinentes, para que este trabalho fosse avançando até à sua conclusão.

A todos:  
Que Deus os “recompense”



## **RESUMO**

A sustentabilidade dos edifícios não é um tema novo, pois há décadas que tem sido promovido o seu desenvolvimento, no entanto, muitas vezes através de pressupostos errados, cujo intuito é o marketing fácil. O tema da construção sustentável não é um tema fácil, devido à sua complexidade, o que leva muitas vezes a conceitos dúbios, do que realmente é a construção sustentável. Logo, houve a necessidade de criar métodos avaliativos, que pudessem combater a complexidade da construção sustentável, de forma que foram aparecendo inúmeros Métodos de Avaliação da Sustentabilidade da Construção (MASC), que procuram avaliar e promover o desenvolvimento sustentável deste setor económico.

No entanto, a utilização dos MASC, no setor da construção, em Portugal, tem sido vista com ceticismo. A ideia que é transmitida, pelo setor da construção é que em Portugal basta uma habitação ter uma boa classificação energética, ter sistemas de aproveitamento de energias renováveis, para ser “chamada” de habitação sustentável ou ecológica. E questões como a utilização de materiais, cuja matéria prima é o petróleo, a capacidade de o edifício responder passivamente às exigências funcionais e energéticas não são tidas em conta. Por conseguinte, dada a complexidade do conceito construção sustentável, só um MASC abrangente, flexível e capaz de se adaptar à realidade de cada local é que poderá ter êxito em Portugal.

Depois, nestes últimos anos o setor da construção civil voltou-se para a reabilitação de edifícios, portanto, a reabilitação tem assumido uma percentagem considerável na construção, logo, torna-se importante a introdução e análise dos MASC na reabilitação. Por isso, o objetivo desta dissertação, passa pela aplicação em casos de estudo, de um MASC, que incorpore ao mesmo tempo Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e que considere os pressupostos, de sustentabilidade, que esta dissertação pretende seguir, num contexto, de reabilitação e em diferentes ambientes climáticos, como é o caso do litoral e do interior, de Portugal.

Por fim, a análise dos resultados da aplicação do MASC, para a formulação de ilações, conclusões, desenvolvimentos de melhorias e aperfeiçoamentos futuros, para a valorização da utilização dos Métodos de Avaliação da Sustentabilidade das Construções e da ACV, em Portugal.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sustentabilidade, Reabilitação, Construção Sustentável, Avaliação da Sustentabilidade, Metodologias de Avaliação, Avaliação do Ciclo de Vida, Casos de Estudo.



## **ABSTRACT**

The sustainability of buildings is not a new theme, as its development has been promoted for decades, however, many times often through wrong assumptions, whose purpose is easy marketing. The theme of sustainable construction is not an easy one, due to its complexity, which often leads to dubious concepts of what sustainable construction really is. Therefore, there was a need to create evaluation methods that could combat the complexity of sustainable construction, so that countless Methods of Assessment of Construction Sustainability (MASC) appeared, which seek to evaluate and promote the sustainable development of this economic sector.

However, the use of MASCs in the construction sector in Portugal has been viewed with skepticism. What happens in Portugal is that it is enough for a house to have a good energy classification, to have systems for harnessing renewable energy, to be called sustainable or ecological housing. And issues such as the use of materials, the raw material of which is oil, the building's ability to passively respond to functional and energy requirements are not taken into account. Therefore, given the complexity of the sustainable construction concept, only a comprehensive, flexible MASC capable of adapting to the reality of each location can be successful in Portugal.

Then, in the last few years, the civil construction sector has turned to building rehabilitation, soon, rehabilitation has assumed a considerable percentage in construction, therefore, it is important to introduce and analyze MASCs in rehabilitation. For this reason, the objective of this dissertation, is to apply in case studies, a MASC, which incorporates Life Cycle Assessment (LCA) at the same time, and that considers the assumptions, of sustainability, that this dissertation intends to follow, in a context, of rehabilitation and in different environments climatic conditions, such as the coast and the interior, of Portugal.

Finally, the analysis of the results and application of MASC, for the formulation of conclusions, conclusions, developments of improvements and future improvements, for the valorization of the use of the Sustainability Assessment Methods of Constructions and LCA, in Portugal.

**KEYWORDS:** Renovation, Sustainable Construction, Sustainability Assessment, Evaluation Methodologies, Life Cycle Assessment, Case Studies.



## ÍNDICE GERAL

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	I
<b>RESUMO</b> .....	III
<b>ABSTRACT</b> .....	V
<b>ÍNDICE GERAL</b> .....	VII
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	XVIII
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	XXII
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1. ENQUADRAMENTO E PROBLEMÁTICA .....	1
1.2. MOTIVAÇÃO .....	2
1.3. OBJETIVOS .....	2
1.4. METODOLOGIA .....	3
1.5. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO .....	3
<b>2 CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL</b> .....	5
2.1. CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL NO CONTEXTO GLOBAL .....	5
2.1.1. BONS EXEMPLOS DE CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS .....	6
2.1.2. CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL EM PORTUGAL .....	7
2.1.3. BONS EXEMPLOS DE REABILITAÇÕES SUSTENTÁVEIS .....	7
2.2. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES .....	8
2.2.1. BREEAM .....	9
2.2.2. LEED .....	11
2.2.3. LIDERAR PELO AMBIENTE - LIDERA .....	13
2.2.4. SBTOOL <sup>PT</sup> - SUSTAINABLE BUILDING TOOL .....	16
2.2.4.1. METODOLOGIA .....	16
2.2.4.2. MÉTODO DE AVALIAÇÃO .....	17
2.2.5. AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA .....	20
2.2.5.1. OBJETIVOS .....	20
2.2.5.2. BASE ACV .....	21
2.3. CONCLUSÃO SOBRE OS MASC ANALISADOS .....	24
2.3.1. ASPETOS FAVORÁVEIS E DESFAVORÁVEIS DOS MASC ANALISADOS .....	25
<b>3 MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES</b> .....	27

<b>3.1. ESCOLHA DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL</b> .....	27
3.1.1. PRESSUPOSTOS DE UMA REABILITAÇÃO DOMÉSTICA BREEAM .....	27
3.1.2. PRINCÍPIOS DE REABILITAÇÃO RESIDENCIAL DO BREEAM .....	28
3.1.3. COMO SE ENVOLVER COM O ESQUEMA DE REABILITAÇÃO DOMÉSTICA BREEAM .....	28
3.1.3.1. ESTRUTURA DO ESQUEMA DE AVALIAÇÃO REABILITAÇÃO DOMÉSTICA BREEAM .....	28
3.1.4. ÂMBITO DA REABILITAÇÃO DOMÉSTICA DO BREEAM .....	29
3.1.5. PONTUAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO .....	29
3.1.5.1. PADRÕES MÍNIMOS .....	30
3.1.5.2. NORMAS MÍNIMAS PARA EDIFÍCIOS CLASSIFICADOS E EDIFÍCIOS NUMA ZONA HISTÓRICA .....	30
3.1.5.3. PONDERAÇÃO AMBIENTAL .....	31
3.1.5.4. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO BREEAM E ATRIBUIÇÃO DE CRÉDITOS .....	31
3.1.5.5. ATRIBUIÇÃO DOS "CRÉDITOS" À INOVAÇÃO .....	32
3.1.5.6. CÁLCULO DA CLASSIFICAÇÃO BREEAM DE UM EDIFÍCIO .....	32
3.2. ESQUEMA DE AVALIAÇÃO PROPOSTO APLICADO AOS CASOS DE ESTUDO .....	33
3.2.1. TEMAS BREEAM READAPTADOS NA SUA GÉNESE INICIAL .....	35
3.2.1.1. CRITÉRIOS SUJEITOS A MUDANÇA DE DESIGNAÇÃO .....	35
3.2.1.2. CRITÉRIOS SUJEITOS A MUDANÇA NA SUA GÉNESE INICIAL .....	36
<b>4 APRESENTAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS CASOS DE ESTUDO</b> .....	39
<b>4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	39
4.1.1. APRESENTAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO CASO I .....	39
4.1.1.1. IDENTIFICAÇÃO DO EDIFÍCIO .....	39
4.1.1.2. LOCAL .....	39
4.1.1.3. ACESSOS .....	39
4.1.1.4. DATA DE CONSTRUÇÃO .....	40
4.1.1.5. CARACTERIZAÇÃO CONSTRUTIVA .....	40
4.1.1.6. TOPOGRAFIA .....	41
4.1.1.7. CLIMA .....	41
4.1.1.8. RECURSOS NATURAIS .....	41
4.1.1.9. ARQUITETURA .....	41
4.1.1.10. LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO .....	45
4.1.1.11. DESCRIÇÃO DA REABILITAÇÃO .....	47
4.1.2. APRESENTAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO CASO II .....	47
4.1.2.1. IDENTIFICAÇÃO DO EDIFÍCIO .....	47
4.1.2.2. LOCAL .....	47
4.1.2.3. ACESSOS .....	47

4.1.2.4. DATA DE CONSTRUÇÃO.....	47
4.1.2.5. CARACTERIZAÇÃO CONSTRUTIVA .....	47
4.1.2.6. TOPOGRAFIA .....	48
4.1.2.7. CLIMA .....	48
4.1.2.8. RECURSOS NATURAIS.....	48
4.1.2.9. ARQUITETURA.....	49
4.1.3. APRESENTAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO CASO III .....	54
4.1.3.1. IDENTIFICAÇÃO DO EDIFÍCIO.....	54
4.1.3.2. LOCAL.....	54
4.1.3.3. ACESSOS .....	54
4.1.3.4. DATA DE CONSTRUÇÃO.....	54
4.1.3.5. CARACTERIZAÇÃO CONSTRUTIVA .....	54
4.1.3.6. TOPOGRAFIA .....	55
4.1.3.7. CLIMA .....	56
4.1.3.8. RECURSOS NATURAIS.....	56
4.1.3.9. ARQUITETURA.....	56
4.1.3.10. LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO.....	61
4.1.3.11. DESCRIÇÃO DA REABILITAÇÃO .....	63

## **5 APLICAÇÃO DO MÉTODO.....**

<b>5.1. CATEGORIA GESTÃO .....</b>	<b>75</b>
5.1.1. CRITÉRIO: MAN 01 – MANUAL DA HABITAÇÃO DOMÉSTICA .....	65
5.1.1.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	65
5.1.1.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	65
5.1.1.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	66
5.1.1.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO....	66
5.1.1.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	66
5.1.2. CRITÉRIO: MAN 02 - PRÁTICAS RESPONSÁVEIS DE CONSTRUÇÃO .....	67
5.1.2.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	67
5.1.2.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	67
5.1.2.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	67
5.1.2.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO....	68
5.1.2.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	68
5.1.3. CRITÉRIO: MAN 03 - IMPACTOS NO ESTALEIRO DE OBRA.....	68
5.1.3.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	68
5.1.3.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	68
5.1.3.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	69
5.1.3.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO....	69
5.1.3.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	70

5.1.4. CRITÉRIO: MAN 04 – SEGURANÇA CONTRA ROUBO.....	70
5.1.4.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	70
5.1.4.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	70
5.1.4.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	70
5.1.4.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO....	71
5.1.4.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	71
5.1.5. CRITÉRIO: MAN 05 - PROTEÇÃO E VALORIZAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS.....	71
5.1.5.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	71
5.1.5.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	71
5.1.5.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	72
5.1.5.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO....	72
5.1.5.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	72
5.1.6. CRITÉRIO: MAN 06 - GESTÃO DE PROJETOS .....	73
5.1.6.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	73
5.1.6.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	73
5.1.6.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	74
5.1.6.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO....	74
5.1.6.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	74
<b>5.2. CATEGORIA SAÚDE E BEM - ESTAR .....</b>	<b>75</b>
5.2.1. CRITÉRIO: HEA 01 - LUZ DO DIA.....	75
5.2.1.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	75
5.2.1.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	75
5.2.1.3. LEGISLAÇÃO E REGULAMENTOS .....	77
5.2.1.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO....	77
5.2.1.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	85
5.2.2. CRITÉRIO: HEA 02 - ISOLAMENTO ACÚSTICO.....	87
5.2.2.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	87
5.2.2.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	87
5.2.2.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	87
5.2.2.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO....	88
5.2.2.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	90
5.2.3. CRITÉRIO: HEA 03 - COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS.....	92
5.2.3.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	92
5.2.3.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	92
5.2.3.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	92
5.2.3.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO....	92
5.2.3.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	93

5.2.4. CRITÉRIO: HEA 04 - DESIGN INCLUSIVO .....	93
5.2.4.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	93
5.2.4.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	93
5.2.4.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	94
5.2.4.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO....	94
5.2.4.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	95
5.2.5. CRITÉRIO: HEA 05 - VENTILAÇÃO.....	95
5.2.5.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	95
5.2.5.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	95
5.2.5.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	96
5.2.5.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO....	96
5.2.5.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	96
5.2.6. CRITÉRIO: HEA 06 - SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS.....	97
5.2.6.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	97
5.2.6.2. PARÂMETRO DE AVALIAÇÃO .....	97
5.2.6.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	97
5.2.6.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO....	97
5.2.6.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	98
<b>5.3. ENERGIA .....</b>	<b>98</b>
5.3.1. CRITÉRIO: ENE 01 - MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA ATRAVÉS DE MÉTODOS PASSIVOS .	98
5.3.1.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	98
5.3.1.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	98
5.3.1.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	99
5.3.1.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO....	99
5.3.1.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	100
5.3.2 CRITÉRIO: ENE 02 – VERIFICAÇÃO REGULAMENTAR DO CRITÉRIO ENE 01.....	100
5.3.2.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	100
5.3.2.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	101
5.3.2.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	103
5.3.2.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO..	103
5.3.2.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	106
5.3.2 CRITÉRIO: ENE 03 NECESSIDADES DE ENERGIA PRIMÁRIA.....	106
5.3.2.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	106
5.3.2.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	106
5.3.2.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	107
5.3.2.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO..	107
5.3.2.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	108
5.3.4. CRITÉRIO: ENE 04 - TECNOLOGIAS RENOVÁVEIS.....	108
5.3.4.1 OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	108

5.3.4.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	108
5.3.4.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	108
5.3.4.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO..	109
5.3.4.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	109
5.3.5. CRITÉRIO: ENE 05 - DESEMPENHO ENERGÉTICO DE PRODUTOS DA LINHA BRANCA .....	109
5.3.5.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	109
5.3.5.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	110
5.3.5.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	110
5.3.5.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO..	110
5.3.5.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	110
5.3.6. CRITÉRIO: ENE 06 - ESPAÇO DE SECAR A ROUPA.....	111
5.3.6.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	111
5.3.6.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	111
5.3.6.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	111
5.3.6.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO..	111
5.3.6.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	111
5.3.7. CRITÉRIO: ENE 07 - ILUMINAÇÃO .....	112
5.3.7.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	112
5.3.7.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	112
5.3.7.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	112
5.3.7.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO..	112
5.3.7.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	113
5.3.8. CRITÉRIO: ENE 08 - DISPOSITIVOS DE LEITURA DO CONSUMO DE ENERGIA .....	113
5.3.8.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	113
5.3.8.2. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO .....	113
5.3.8.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	114
5.3.8.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO..	114
5.3.8.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	114
5.3.9. CRITÉRIO: ENE 09 - GARAGEM PARA BICICLETAS.....	115
5.3.9.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	115
5.3.9.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	115
5.3.9.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	115
5.3.9.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO..	115
5.3.9.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	116
5.3.10. CRITÉRIO: ENE 10 - ESCRITÓRIO EM CASA .....	116
5.3.10.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	116
5.3.10.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	116
5.3.10.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	117
5.3.10.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO	117

5.3.10.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	117
<b>5.4. ÁGUA</b> .....	<b>118</b>
5.4.1. CRITÉRIO: WAT 01 - USO INTERNO DA ÁGUA .....	118
5.4.1.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	118
5.4.1.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	118
5.4.1.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	120
5.4.1.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO..	120
5.4.1.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	121
5.4.2. CRITÉRIO: WAT 02 - USO EXTERNO DE ÁGUA .....	121
5.4.2.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	121
5.4.2.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	121
5.4.2.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	121
5.4.2.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO..	122
5.4.2.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	122
5.4.3. CRITÉRIO: WAT 03 – DISPOSITIVOS DE LEITURA DO CONSUMO DE ÁGUA .....	122
5.4.3.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	122
5.4.3.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	122
5.4.3.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	123
5.4.3.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO..	123
5.4.3.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	123
<b>5.5. MATERIAIS</b> .....	<b>124</b>
5.5.1. CRITÉRIO: MAT 01 - IMPACTE AMBIENTAL DOS MATERIAIS. ....	124
5.5.1.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	124
5.5.1.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	124
5.5.1.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	124
5.5.1.4. COBERTURA .....	126
A.1. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO (MORADIA AZURARA).....	126
A.2. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO (MORADIA AZURARA) .....	126
B.1. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO (MORADIA JUNQUEIRA).....	132
B.2. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO (MORADIA JUNQUEIRA).....	134
C.1. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO (MORADIA BENTO DE MOURA) .....	142
C.2. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO (MORADIA BENTO DE MOURA) .	144
5.5.1.5. PAREDE TIPO EXTERIOR .....	146
A.1. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO (MORADIA AZURARA).....	146
A.2. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO (MORADIA AZURARA) .....	146

B.1. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO (MORADIA JUNQUEIRA).....	152
B.2. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO (MORADIA JUNQUEIRA).....	155
C.1. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO (MORADIA BENTO DE MOURA) .....	157
C.2. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO (MORADIA BENTO DE MOURA) .	160
5.5.1.6. PAREDE TIPO INTERIOR .....	163
A.1. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO (MORADIA AZURARA).....	163
A.2. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO (MORADIA AZURARA) .....	163
B.1. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO (MORADIA JUNQUEIRA).....	169
B.2. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO (MORADIA JUNQUEIRA).....	171
C.1. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO (MORADIA BENTO DE MOURA) .....	173
C.2. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO (MORADIA BENTO DE MOURA) .	177
5.5.1.7. ACABAMENTO DA LAJE TÉRREA .....	179
A.1. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO (MORADIA AZURARA).....	179
A.2. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO (MORADIA AZURARA) .....	179
B.1. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO (MORADIA JUNQUEIRA).....	184
B.2. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO (MORADIA JUNQUEIRA).....	185
C.1. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO (MORADIA BENTO DE MOURA) .....	186
C.2. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO (MORADIA BENTO DE MOURA) .	189
5.5.6. JANELAS TIPO .....	189
A.1. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO (MORADIA AZURARA).....	189
A.2. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO (MORADIA AZURARA) .....	189
B.1. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO (MORADIA JUNQUEIRA).....	194
B.2. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO (MORADIA JUNQUEIRA).....	195
C.1. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO (MORADIA BENTO DE MOURA) .....	196
C.2. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO (MORADIA BENTO DE MOURA) .	197
5.5.2. CRITÉRIO: MAT 02 - FORNECIMENTO RESPONSÁVEL DE MATERIAIS.....	198
5.5.2.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	198
5.5.2.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	198
5.5.2.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	199
5.5.2.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO..	200
5.5.2.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	200

5.5.3. CRITÉRIO: MAT 03 - ISOLAMENTO .....	200
5.5.3.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	200
5.5.3.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	200
5.5.3.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	201
5.5.3.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO..	201
5.5.3.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	201
<b>5.6. RESÍDUOS .....</b>	<b>202</b>
5.6.1. CRITÉRIO: WAS 01 - RESÍDUOS DOMÉSTICOS.....	202
5.6.1.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	202
5.6.1.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	202
5.6.1.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	203
5.6.1.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO..	203
5.6.1.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	204
5.6.2. CRITÉRIO: WAS 02 – GESTÃO DE RESÍDUOS NO LOCAL DA REABILITAÇÃO .....	204
5.6.2.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	204
5.6.2.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	204
5.6.2.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAIS.....	208
5.6.2.4. ESTADO DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO.....	209
5.6.2.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	209
<b>5.7. POLUIÇÃO .....</b>	<b>209</b>
5.7.1. CRITÉRIO: POL 01 - EMISSÕES DE ÓXIDO DE AZOTO .....	209
5.7.1.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	209
5.7.1.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	210
5.7.1.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	210
5.7.1.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO..	210
5.7.1.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	210
5.7.2. CRITÉRIO: POL 02 - ESCOAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS.....	210
5.7.2.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	211
5.7.2.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	211
5.7.2.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	212
5.7.2.4. ESTADO DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO.....	212
5.7.2.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	212
5.7.3. CRITÉRIO: POL 03 - INUNDAÇÕES .....	212
5.7.3.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	213
5.7.3.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	213
5.7.3.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	213
5.7.3.4. ESTADO DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO.....	213
5.7.3.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	214
<b>5.8. INOVAÇÃO .....</b>	<b>214</b>

5.8.1. CRITÉRIO: INN 01 - INOVAÇÃO .....	214
5.8.1.1. OBJETIVO DO CRITÉRIO .....	214
5.8.1.2. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO .....	214
5.8.1.3. LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS.....	215
5.8.1.4. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO..	215
5.8.1.5. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	215
<b>5.9. SÚMULA DA ATRIBUIÇÃO DOS CRÉDITOS BREEAM .....</b>	<b>215</b>
5.9.1. PRINCIPAIS FATORES QUE CONDICIONAM A ATRIBUIÇÃO DE CRÉDITOS BREEAM.....	225
<b>5.10. PONTUAÇÃO BREEAM .....</b>	<b>226</b>
5.10.1. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO...	226
5.10.1. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO .....	228
5.10.1. CONSIDERAÇÕES GLOBAIS SOBRE OS RESULTADOS .....	231
<b>5.11. REABILITAÇÃO SUSTENTÁVEL NO LITORAL E NO INTERIOR DE PORTUGAL .....</b>	<b>231</b>
5.11.1. O ESQUEMA DE AVALIAÇÃO BREEAM APLICADO NO LITORAL E NO INTERIOR DE PORTUGAL	231
5.11.2. ASPETOS QUE PODERIAM TER SIDO LEVADOS EM CONSIDERAÇÃO NAS REABILITAÇÕES.....	231
.....231	
<b>5.12. ASPETOS QUE CONDICIONARAM A APLICAÇÃO DO ESQUEMA BREEAM .....</b>	<b>232</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>233</b>
6.1. CONCLUSÕES GERAIS .....	233
6.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS .....	234
REFERÊNCIAS .....	236
BIBLIOGRAFIA .....	237
SITES DE INTERNET .....	239
ANEXO.....	A-1



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Alojamento por forma de ocupação, 2011 (em %). Fonte: INE, Censos 2011.....	1
Figura 2: As três grandes áreas do desenvolvimento sustentável.....	5
Figura 3: Captação solar para os espaços interiores, através, da escada interior em espiral Fonte: site Arhchdaily, de Tonatiuh Ambrosetti. 26/05/2020.....	6
Figura 4: Perfeita inserção paisagística. Fonte: site Arhchdaily, de Tonatiuh Ambrosetti. 26/05/2020.....	6
Figura 5: Projeto casas em movimento, do arquiteto Manuel Vieira Lopes. Fonte: www.diarioimobiliario.pt. 26/05/2020.....	7
Figura 6: Casa tradicional, em terra, da região do Alentejo, que preservou a sua cultura arquitetónica. Fonte: arquitecturasdeterra.blogspot.com. 27/05/2020.....	8
Figura 7: Selo de certificação BREEAM. Fonte: www.breeam.com. 01/03/2020.....	10
Figura 8: Classificação LiderA. Fonte: lidera4all.com. 20/03/2020.....	13
Figura 9: Esquema de vertentes e áreas do Sistema LiderA. Fonte: lidera.info. 20/03/2020.....	14
Figura 10: Níveis de desempenho. Fonte: lidera.info. 20/03/2020.....	14
Figura 11: Ponderação (em percentagem) das 22 áreas do Sistema LiderA (V2.00). Fonte: lidera.info.20/03/2020.....	15
Figura 12: Estrutura da metodologia SBTool <sup>PT</sup> . Fonte: Maria Teresa Barbosa, 2019.....	16
Figura 13: Modelo do certificado de sustentabilidade SBTool <sup>PT</sup> Urban. Fonte: Bragança, 2017.....	20
Figura 14: Fases convencionais do ciclo de vida de um edifício e processos na base de dados ACV, de soluções construtivas. Fonte: Maria Teresa Barbosa, 2019.....	21
Figura 15: Estruturação da informação ambiental de uma solução construtiva, na base de dados de AICV. Fonte: Luís Bragança, 2011.....	23
Figura 16: Fachada principal da moradia Azurara.....	41
Figura 17: Fachada sul da moradia Azurara.....	42
Figura 18: Fachada norte da moradia Azurara.....	42
Figura 19: Fachada posterior da moradia Azurara.....	42
Figura 20: Corte AB da moradia Azurara.....	43
Figura 21: Planta da moradia Azurara.....	43
Figura 22: Esboço do pormenor construtivo da moradia Azurara, desenhado por José João Cardoso Subida. ...	44
Figura 23: Fachada sul da moradia Azurara.....	45
Figura 24: Fachada poente da moradia Azurara.....	45
Figura 25: Terreno da moradia Azurara.....	45
Figura 26: Poço da moradia Azurara.....	45
Figura 27: Casa de banho da moradia Azurara.....	45
Figura 28: Cozinha da moradia Azurara.....	45

Figura 29: Quarto sul da moradia Azurara.....	46
Figura 30: Quarto nascente da moradia Azurara.....	46
Figura 31: Sala da moradia Azurara.....	46
Figura 32: Quarto norte da moradia Azurara.....	46
Figura 33: Estrutura do telhado, em madeira de eucalipto.....	46
Figura 34: Corredor da moradia Azurara.....	46
Figura 35: Fachada norte da moradia Junqueira. Esquisso realizado por José João Cardoso Subida.....	49
Figura 36: Fachada nascente da moradia Junqueira. Esquisso realizado por José João Cardoso Subida.....	49
Figura 37: Fachada poente da moradia Junqueira. Esquisso realizado por José João Cardoso Subida.....	50
Figura 38: Fachada sul da moradia Junqueira. Esquisso realizado por José João Cardoso Subida.....	50
Figura 39: Planta da moradia Junqueira. Esquisso realizado por José João Cardoso Subida.....	51
Figura 40: Detalhe feito à mão da moradia Junqueira. Esquisso realizado por José João Cardoso Subida.....	51
Figura 41: Fachada nascente da moradia Junqueira.....	52
Figura 42: Fachada norte e poente da moradia Junqueira.....	52
Figura 43: Fachada sul da moradia Junqueira.....	52
Figura 44: Terreno poente da moradia Junqueira.....	52
Figura 45: Terreno lado nascente da moradia Junqueira.....	52
Figura 46: Sótão da moradia Junqueira.....	52
Figura 47: Cozinha da moradia Junqueira.....	53
Figura 48: Sala da moradia Junqueira.....	53
Figura 49: Corredor da moradia Junqueira.....	53
Figura 50: Quarto nascente da moradia Junqueira.....	53
Figura 51: Quarto norte da moradia Junqueira.....	53
Figura 52: Quarto poente da moradia Junqueira.....	53
Figura 53: Planta da moradia Bento de Moura, autoria do Arq. Tiago André Pereira de Abreu.....	56
Figura 54: Planta de cobertura da moradia Bento de Moura, da autoria do Arq. Tiago André Pereira de Abreu.....	57
Figura 55: Planta da cave da moradia Bento de Moura, da autoria do Arq. Tiago André Pereira de Abreu.....	57
Figura 56: Planta do rés-do-chão da moradia Bento de Moura, da autoria do Arq. Tiago André Pereira de Abreu.....	58
Figura 57: Alçado nascente da moradia Bento de Moura, da autoria do Arq. Tiago André Pereira de Abreu.....	58
Figura 58: Alçado poente da moradia Bento de Moura, da autoria do Arq. Tiago André Pereira de Abreu.....	58
Figura 59: Alçado posterior da moradia Bento de Moura, da autoria do Arq. Tiago André Pereira de Abreu.....	59
Figura 60: Alçado principal da moradia Bento de Moura, da autoria do Arq. Tiago André Pereira de Abreu.....	59
Figura 61: Corte 01 da moradia Bento de Moura, da autoria do Arq. Tiago André Pereira de Abreu.....	59

Figura 62: Corte 02 da moradia Bento de Moura, da autoria do Arq. Tiago André Pereira de Abreu. ....	60
Figura 63: Pormenor da moradia Bento de Moura, da autoria do Arq. Tiago André Pereira de Abreu. ....	60
Figura 64: Fachada sul da moradia Bento de Moura. ....	61
Figura 65: Fachada poente, enquadramento sul da moradia Bento de Moura. ....	61
Figura 66: Fachada norte da moradia Bento de Moura. ....	62
Figura 67: Fachada poente, enquadramento norte da moradia Bento de Moura. ....	62



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Classificação <i>benchmarks</i> BREEAM. Fonte: www.breeam.com. 01/03/2020.....	10
Tabela 2: Classificação LEED. Fonte: www.usgbc.org/leed.05/03/2020. ....	12
Tabela 3: Classificação e níveis de desempenho do sistema LiderA. Fonte: (Mota, 2017).....	15
Tabela 4: Lista de categorias e indicadores de sustentabilidade da metodologia SBTool <sup>pt</sup> . Fonte: Maria Teresa Barbosa, 2019.....	17
Tabela 5: Conversão dos valores normalizados quantitativos para uma escala qualitativa. Fonte: Maria Teresa Barbosa, 2019.....	18
Tabela 6: Com os fatores de cada dimensão de sustentabilidade da metodologia SBTool <sup>pt</sup> -H. Fonte: Maria Teresa Barbosa, 2019.....	19
Tabela 7: Método AICV e unidades utilizadas na quantificação de cada uma das categorias de impacte ambiental. Fonte: Luís Bragança, 2011.....	23
Tabela 8: Princípios para a quantificação dos impactes do ciclo de vida de um edifício. Fonte: Luís Bragança, 2011. ....	24
Tabela 9: Ponderação das categorias da reabilitação doméstica BREEAM. Fonte: Ltd, 2016.....	27
Tabela 10: <i>Benchmarks</i> de classificação BREEAM. Fonte: Ltd, 2016.....	29
Tabela 11: Padrões mínimos de reabilitação doméstica do BREEAM, por nível de classificação. Fonte: Ltd, 2016. ....	30
Tabela 12: Exemplo de cálculo da pontuação relativa a reabilitação doméstica BREEAM. Fonte: Ltd, 2016. ....	33
Tabela 13: Como obter uma classificação de “Muito bom” da reabilitação doméstica BREEAM. Fonte: Ltd, 2016. ....	33
Tabela 14: Diferenças substanciais da génese inicial de alguns critérios.....	36
Tabela 15: Tabela com a lista de verificação A-7. ....	76
Tabela 16: Requisitos de crédito para isolamento a sons aéreos.....	87
Tabela 17: Requisitos de crédito para isolamento a sons de percussão. ....	87
Tabela 18: Sistema de atribuição dos créditos. ....	99
Tabela 19: Atribuição dos créditos do Critério Ene 01 ao estado atual da moradia Junqueira. ....	99
Tabela 20: Atribuição dos créditos do Critério Ene 01 ao estado atual da moradia Bento de Moura. ....	100
Tabela 21: Valores máximos admissíveis para os coeficientes U’s de edifícios reabilitados. ....	101
Tabela 22: Valores máximos admissíveis para os fatores solares de envidraçados. ....	101
Tabela 23: Valores máximos admissíveis para os coeficientes U’s de edifícios novos. ....	102
Tabela 24: Avaliação, segundo os parâmetros propostos do Critério Ene 02, do estado atual da moradia Azurara. ....	103
Tabela 25: Avaliação, segundo os parâmetros propostos do Critério Ene 02, do estado atual da moradia Junqueira. ....	104

Tabela 26: Avaliação, segundo os parâmetros propostos do Critério Ene 02, do estado atual da moradia Bento de Moura.....	105
Tabela 27: Creditação segundo os parâmetros propostos. ....	118
Tabela 28: Padrões equivalentes de consumo dos pontos de utilização.....	120
Tabela 29: Número de créditos disponíveis por cada elemento. ....	124
Tabela 30: Diversas categorias de impacte ambiental analisadas na metodologia ACV. Fonte: Luís Bragança e Ricardo Mateus, 2011.....	125
Tabela 31: Exemplo de um material com 5 créditos. ....	126
Tabela 32: Exemplo de um material com 0 créditos. ....	126
Tabela 33: Impactes associados à pintura do teto da moradia Azurara (Proposta 1).....	127
Tabela 34: Impactes associados à pintura do teto moradia Azurara (Proposta 2).....	127
Tabela 35: Impactes associados à pintura do teto da moradia Azurara (Proposta 3).....	127
Tabela 36: Comparação dos impactes ambientais de cada uma das pinturas. ....	128
Tabela 37: Impactes associados ao isolamento do teto da moradia Azurara (Proposta 1). ....	128
Tabela 38: Impactes associados ao isolamento do teto da moradia Azurara (Proposta 2). ....	129
Tabela 39: Impactes associados ao isolamento do teto da moradia Azurara (proposta 3).....	129
Tabela 40: Comparação dos impactes de cada isolamento, para o teto da moradia Azurara. ....	130
Tabela 41: Pontuação do isolamento térmico para o teto da moradia Azurara. ....	130
Tabela 42: Total de impactes da proposta pintura de cal e isolamento com painéis de cortiça da moradia Azurara. ....	131
Tabela 43: Escala de avaliação dos 460kg com os índices de impacte por kg da moradia Azurara. ....	131
Tabela 44: Créditos da componente cobertura da moradia Azurara.....	132
Tabela 45: Impactes do poliestireno expandido do estado atual da moradia Junqueira.....	132
Tabela 46: Impactes do gesso cartonado do estado atual da moradia Junqueira. ....	132
Tabela 47: Impactes da estrutura em aço do estado atual da moradia Junqueira.....	133
Tabela 48: Impactes da tinta de base aquosa do estado atual da moradia Junqueira. ....	133
Tabela 49: Total de impactes do teto do estado atual da moradia Junqueira.....	133
Tabela 50: Total de impactes do teto do estado atual da moradia Junqueira, segundo a escala de avaliação adotada.....	134
Tabela 51: Créditos da componente cobertura do estado atual da moradia Junqueira.....	134
Tabela 52: Impactes associados do isolamento do teto da moradia Junqueira (proposta 1).....	134
Tabela 53: Impactes do teto falso da moradia Junqueira (proposta 1). ....	135
Tabela 54: Impactes do teto falso da moradia Junqueira (proposta 2). ....	135
Tabela 55: Comparação dos impactes de cada proposta do teto falso da moradia Junqueira.....	136

Tabela 56: Pontuação relativa ao sistema de avaliação adotado na comparação das propostas para a moradia Junqueira. ....	136
Tabela 57: Impactes da estrutura em alumínio da moradia Junqueira (proposta 1). ....	137
Tabela 58: Impactes da estrutura em madeira da moradia Junqueira (proposta 2). ....	137
Tabela 59: Comparação dos impactes de cada proposta da estrutura do teto da moradia da Junqueira. ....	138
Tabela 60: Pontuação relativa ao sistema de avaliação adotado na comparação das propostas (estrutura do teto da moradia Junqueira). ....	138
Tabela 61: Impactes da pintura do teto falso da moradia Junqueira (proposta 1). ....	139
Tabela 62: Impactes da pintura do teto falso da moradia Junqueira (proposta 2). ....	140
Tabela 63: Impactes da pintura do teto falso da moradia Junqueira (proposta 3). ....	140
Tabela 64: Comparação dos impactes entre as propostas de pintura do teto da moradia Junqueira. ....	140
Tabela 65: Total dos impactes da proposta final para o teto da moradia Junqueira. ....	141
Tabela 66: Total de impactes da componente cobertura, do estado atual da moradia Junqueira. ....	141
Tabela 67: Créditos da componente cobertura, do estado atual da moradia Junqueira. ....	141
Tabela 68: Impactes da argamassa de cimento, do estado atual da moradia Bento de Moura. ....	142
Tabela 69: Impactes do acabamento em estuque, do estado atual da moradia Bento de Moura. ....	142
Tabela 70: Impactes da pintura de base aquosa, do estado atual da moradia Bento de Moura. ....	143
Tabela 71: Impactes do Poliestireno expandido (EPS), do estado atual da moradia Bento de Moura. ....	143
Tabela 72: Total do impacto componente cobertura, do estado atual da moradia Bento de Moura. ....	143
Tabela 73: Índices de impacto por kg da escala de avaliação adotada, do estado atual da moradia Bento de Moura. ....	144
Tabela 74: Atribuição do crédito da componente cobertura, ao estado atual da moradia Bento de Moura. ....	144
Tabela 75: Impactes da pintura do teto proposta, para a moradia Bento de Moura. ....	144
Tabela 76: Impactes do isolamento térmico proposto, para a moradia Bento de Moura. ....	145
Tabela 77: Total de impactes de 3170,32kg da proposta da componente cobertura, da moradia Bento de Moura. ....	145
Tabela 78: Índices de impacto da proposta, por kg da escala de avaliação adotada, para a moradia Bento de Moura. ....	145
Tabela 79: Créditos atribuídos à proposta da cobertura, para a moradia Bento de Moura. ....	146
Tabela 80: Impactes do isolamento térmico para as paredes exteriores da moradia Azurara (proposta 1). ....	146
Tabela 81: Impactes do isolamento térmico, para as paredes exteriores da moradia Azurara (proposta 2). ....	147
Tabela 82: Impactes do isolamento térmico, para as paredes exteriores da moradia Azurara (proposta 3). ....	147
Tabela 83: Impactes do isolamento térmico, para as paredes exteriores da moradia Azurara (proposta 4). ....	147
Tabela 84: Comparação dos impactes de cada proposta de isolamento térmico, nas paredes exteriores da moradia Azurara. ....	148

Tabela 85: Pontuação relativa ao sistema de avaliação adotado para o isolamento da parede exterior da moradia Azurara. ....	149
Tabela 86: Impactes do perfil de alumínio do ETICS da moradia Azurara. ....	150
Tabela 87: Impactes da argamassa de revestimento da proposta de ETICS para a moradia Azurara.....	150
Tabela 88: Impactes da fibra de vidro da proposta de ETICS para a moradia Azurara. ....	150
Tabela 89: Impactes do acabamento mineral da proposta de ETICS, para a moradia Azurara. ....	151
Tabela 90: Impactes da argamassa de cal da proposta de ETICS, para a moradia Azurara. ....	151
Tabela 91: Impactes da proposta de ETICS para a moradia Azurara.....	151
Tabela 92: Impactes por kg dos indicadores referentes à escala de avaliação adotada, para a moradia Azurara (da proposta de ETICS). ....	152
Tabela 93: Créditos da proposta da componente parede exterior, para a moradia Azurara.....	152
Tabela 94: Impactes do perfil de alumínio do ETICS, da reabilitação da moradia Junqueira. ....	153
Tabela 95: Impactes do poliestireno expandido (EPS) do ETICS da moradia Junqueira. ....	153
Tabela 96: Impactes da argamassa de cola e de revestimento, do ETICS da moradia Junqueira. ....	153
Tabela 97: Impactes da fibra de vidro, do ETICS da moradia Junqueira. ....	153
Tabela 98: Impactes do acabamento mineral, do ETICS da moradia Junqueira. ....	154
Tabela 99: Impactes da pintura de base aquosa, do ETICS da moradia Junqueira. ....	154
Tabela 100: Impactes do ETICS com isolamento de poliestireno expandido, da moradia Junqueira.....	154
Tabela 101: Impactes por kg dos indicadores referentes à escala de avaliação adotada, para a moradia Junqueira (proposta de ETICS). ....	155
Tabela 102: Créditos da componente parede exterior, do estado atual da moradia Junqueira. ....	155
Tabela 103: Impactes do isolamento térmico da parede exterior, da moradia Junqueira (proposta).....	155
Tabela 104: Impactes da pintura da parede exterior, da moradia Junqueira (proposta).....	156
Tabela 105: Impactes da proposta de ETICS para a parede exterior da moradia Junqueira. ....	156
Tabela 106: Impactes por kg da escala de avaliação adotada, da proposta de ETICS da moradia Junqueira. ..	156
Tabela 107: Créditos da proposta da componente parede exterior, da moradia Junqueira.....	157
Tabela 108: Impactes da pintura de base aquosa, da moradia Bento de Moura. ....	157
Tabela 109: Impactes do gesso cartonado, da moradia Bento de Moura. ....	158
Tabela 110: Impactes da estrutura metálica, da moradia Bento de Moura. ....	158
Tabela 111: Impactes da lã de rocha, da moradia Bento de Moura.....	158
Tabela 112: Impactes de 2553,36kg segundo a escala de avaliação adotada, da parede exterior da moradia Bento de Moura.....	159
Tabela 113: Impactes das soleiras e peitoris, da moradia Bento de Moura.....	159
Tabela 114: Impactes de 3392,52kg da componente da parede exterior, da moradia Bento de Moura.....	159
Tabela 115: Impactes dos 3392kg relativos a escala de avaliação, da moradia Bento de Moura. ....	160

Tabela 116: Créditos da componente parede exterior da moradia Bento de Moura.....	160
Tabela 117: Impactes da pintura da parede exterior da moradia Bento de Moura (proposta).....	160
Tabela 118: Impactes da parede falsa, da moradia Bento de Moura (proposta).....	161
Tabela 119: Impactes da estrutura de madeira, da moradia Bento de Moura (proposta).....	161
Tabela 120: Impactes do isolamento térmico, da moradia Bento de Moura (proposta).....	161
Tabela 121: Impactes das soleiras e peitoris de granito, da moradia Bento de Moura (proposta).....	162
Tabela 122: Impactes da componente da parede exterior, da moradia Bento de Moura (proposta).....	162
Tabela 123: Impactes dos 4156,16kg relativos a escala de avaliação, da moradia Bento de Moura (proposta).....	162
Tabela 124: Créditos da componente parede exterior, da moradia Bento de Moura (proposta).....	163
Tabela 125: Impacte da cerâmica das paredes interiores, da moradia Azurara (proposta 1).....	163
Tabela 126: Impacte da junta e da argamassa de assentamento de revestimento cerâmico, da moradia Azurara (proposta 1).....	164
Tabela 127: Impacte de colocar cerâmica nas paredes da cozinha e casa de banho, da moradia Azurara (proposta 1).....	164
Tabela 128: Impactes da placa de pedra na casa de banho e cozinha, da moradia Azurara (proposta 2).....	164
Tabela 129: Impactes da placa de pedra, argamassa e juntas, da moradia Azurara (proposta 2).....	165
Tabela 130: Impactes da tinta de base sintética das paredes interiores, da moradia Azurara (proposta 3).....	165
Tabela 131: Comparação dos impactes de cada proposta, da moradia Azurara.....	165
Tabela 132: Impactes da pintura em argamassa de cal para as restantes paredes, da moradia Azurara (proposta).....	166
Tabela 133: Impactes das portas interiores de madeira, da moradia Azurara (proposta 1).....	166
Tabela 134: Impactes das portas interiores em aço, da moradia Azurara (proposta 2).....	167
Tabela 135: Impactes das portas interiores em PVC, da moradia Azurara (proposta 3).....	167
Tabela 136: Pontuação das portas interiores, da moradia Azurara, relativa ao sistema de avaliação adotado.....	167
Tabela 137: Impactes do total de massa de 177,15kg das paredes interiores, da moradia Azurara.....	168
Tabela 138: Impactes por kg das paredes interiores, da moradia Azurara segundo a escala de avaliação adotada.....	168
Tabela 139: Créditos da componente paredes interiores, da moradia Azurara.....	168
Tabela 140: Impactes da pintura de base aquosa, das paredes interiores, da moradia Junqueira.....	169
Tabela 141: Impactes do revestimento cerâmico, das paredes interiores, da moradia Junqueira.....	169
Tabela 142: Impactes da argamassa de assentamento e juntas, das paredes interiores, da moradia Junqueira.....	169
Tabela 143: Impactes das portas interiores de madeira, da moradia Junqueira.....	170
Tabela 144: Impactes da componente paredes interiores, da moradia Junqueira.....	170

Tabela 145: Impactes por kg da componente paredes interiores, da moradia Junqueira, segundo a escala de avaliação adotada.....	170
Tabela 146: Créditos da componente paredes interiores, da moradia Junqueira.....	171
Tabela 147: Impactes da pintura em argamassa de cal, das paredes interiores, da moradia Junqueira (proposta). .....	171
Tabela 148: Impactes do revestimento em tinta de base sintética, das paredes interiores, da moradia Junqueira (proposta). .....	171
Tabela 149: Impactes da componente paredes interiores, com 322kg de massa, da moradia Junqueira.....	172
Tabela 150: Impactes por kg, da componente paredes interiores, da moradia Junqueira, segundo a escala de avaliação adotada.....	172
Tabela 151: Créditos da componente paredes interiores, da moradia Junqueira.....	172
Tabela 152: Impactes do revestimento em chapisco e emboço, das paredes interiores, da moradia Bento de Moura. .....	173
Tabela 153: Impactes do estuque, das paredes interiores, da moradia Bento de Moura.....	173
Tabela 154: Impactes do reboco, das paredes interiores, da moradia Bento de Moura.....	173
Tabela 155: Impactes da cerâmica, das paredes interiores, da moradia Bento de Moura.....	174
Tabela 156: Impactes da argamassa de assentamento e juntas, da componente paredes interiores, da moradia Bento de Moura.....	174
Tabela 157: Impactes do revestimento cerâmico com a argamassa, da componente paredes interiores, da moradia Bento de Moura.....	174
Tabela 158: Impactes do tijolo cerâmico furado, das paredes interiores, da moradia Bento de Moura.....	175
Tabela 159: Impactes da argamassa de assentamento, das paredes interiores, da moradia Bento de Moura...	175
Tabela 160: Impactes das portas de madeira, da moradia Bento de Moura.....	175
Tabela 161: Impactes da massa de 23286,3kg, da componente paredes interiores, da moradia Bento de Moura. .....	176
Tabela 162: Impactes dos 23286,3kg, da componente paredes interiores, da moradia Bento de Moura, segundo a escala de avaliação adotada.....	176
Tabela 163: Créditos da componente paredes interiores, da moradia Bento de Moura.....	176
Tabela 164: Impactes do revestimento em gesso cartonado, das paredes interiores, da moradia Bento de Moura (proposta 1).....	177
Tabela 165: Tábuas de madeira maciça, das paredes interiores, da moradia Bento de Moura (proposta 2).....	177
Tabela 166: Comparação dos impactes de cada proposta, para o revestimento das paredes interiores, da moradia Bento de Moura.....	177
Tabela 167: Impactes de 20368,3kg de massa, da componente paredes interiores, da moradia Bento de Moura. .....	178
Tabela 168: Impactes por kg, da componente paredes interiores, da moradia Bento de Moura, segundo a escala de avaliação adotada.....	178

Tabela 169: Créditos da componente paredes interiores, da moradia Bento de Moura (proposta).....	179
Tabela 170: Impactes da cerâmica na laje térrea, da moradia Azurara (proposta 1).....	179
Tabela 171: Impactes da argamassa de assentamento e juntas, na laje térrea, da moradia Azurara (proposta 1). .....	180
Tabela 172: Impactes do revestimento cerâmico de 1015,5kg de massa, da moradia Azurara (proposta 1).....	180
Tabela 173: Impactes da placa de pedra da laje térrea, da moradia Azurara (proposta 2). ....	180
Tabela 174: Impactes do revestimento de pedra, da laje térrea, da moradia Azurara (proposta 2).....	181
Tabela 175: Impactes da madeira do soalho, da moradia Azurara (proposta 3). ....	181
Tabela 176: Impactes da tela de polietileno expandido do soalho, da moradia Azurara (proposta 3). ....	181
Tabela 177: Impactes do revestimento em soalho, da moradia Azurara (proposta).....	182
Tabela 178: Comparação dos impactes de cada proposta para revestimento da laje térrea, da moradia Azurara. .....	182
Tabela 179: Impactes da solução cerâmica para a laje térrea, da moradia Azurara. ....	183
Tabela 180: Impactes da componente laje térrea, da moradia Azurara.....	183
Tabela 181: Impactes por kg, da componente laje térrea, da moradia Azurara, segundo a escala de avaliação adotada.....	183
Tabela 182: Créditos da componente laje térrea, da moradia Azurara.....	183
Tabela 183: Impactes da cerâmica na laje térrea, da moradia Junqueira.....	184
Tabela 184: Impactes da argamassa de assentamento e juntas na laje térrea, da moradia Junqueira. ....	184
Tabela 185: Impactes do acabamento laje térrea em cerâmica, da moradia Junqueira.....	184
Tabela 186: Impactes por kg, da componente laje térrea, da moradia Junqueira, segundo a escala de avaliação adotada.....	185
Tabela 187: Créditos da componente laje térrea, da moradia Junqueira.....	185
Tabela 188: Impactes da betonilha de cimento, da moradia Bento de Moura. ....	186
Tabela 189: Impactes da cerâmica da laje térrea, da moradia Bento de Moura.....	186
Tabela 190: Impactes da argamassa de assentamento e juntas da laje térrea, da moradia Bento de Moura.....	186
Tabela 191: Impactes da cerâmica e da argamassa da laje térrea, da moradia Bento de Moura. ....	187
Tabela 192: Impactes da madeira da laje térrea, da moradia Bento de Moura. ....	187
Tabela 193: Impactes da tela de polietileno expandido da laje térrea, da moradia Bento de Moura. ....	187
Tabela 194: Impactes do pavimento flutuante, da moradia Bento de Moura. ....	188
Tabela 195: Impactes da componente laje térrea, da moradia Bento de Moura.....	188
Tabela 196: Impactes por kg, da componente laje térrea, da moradia Bento de Moura, segundo a escala de avaliação adotada.....	188
Tabela 197: Créditos da componente laje térrea, da moradia Bento de Moura.....	189
Tabela 198: Impactes das janelas com caixilharia em PVC (4/ 22/4mm). ....	190

Tabela 199: Impactes das janelas com caixilharia em PVC e vidro duplo (4/16/10mm).....	190
Tabela 200: Impactes das janelas com caixilharia em alumínio e vidro duplo (4/22/4mm).....	190
Tabela 201: Impactes das janelas com caixilharia em alumínio e vidro duplo (4/16/10mm).....	190
Tabela 202: Impactes das janelas com caixilharia em madeira e vidro duplo (4/10/4mm). ....	191
Tabela 203: Impactes das janelas com caixilharia em madeira e vidro duplo (4/6/10mm). ....	191
Tabela 204: Comparação dos impactes de cada proposta de janela. ....	191
Tabela 205: Pontuação das janelas.....	192
Tabela 206: Escala de referência com os piores índices de impacte das janelas, da moradia Azurara.....	193
Tabela 207: Índices de impacte de 7,78m <sup>2</sup> da moradia Azurara, tendo como referência a escala de avaliação adotada (proposta).....	193
Tabela 208: Créditos da componente janela, da moradia Azurara. ....	194
Tabela 209: Impactes da caixilharia em PVC (4/16/10mm), da moradia Junqueira.....	194
Tabela 210: Índices de impacte de 7,52m <sup>2</sup> da moradia Junqueira, tendo como referência a escala de avaliação adotada.....	194
Tabela 211: Créditos da componente janela, da moradia Junqueira. ....	195
Tabela 212: Impactes da janela com caixilharia em madeira e vidro duplo (4/10/4mm), da moradia Junqueira. ....	195
Tabela 213: Índices de impacte de 7,52m <sup>2</sup> da moradia Junqueira, tendo como referência a escala de avaliação adotada (proposta).....	195
Tabela 214: Créditos da componente janela, da moradia Junqueira. ....	196
Tabela 215: Impactes da caixilharia em PVC (4/16/10mm) da moradia Bento de Moura.....	196
Tabela 216: Índices de impacte de 17,215m <sup>2</sup> da moradia Bento de Moura, tendo como referência a escala de avaliação adotada.....	196
Tabela 217: Créditos da componente janela da moradia Bento de Moura. ....	197
Tabela 218: Impactes da caixilharia em madeira e vidro duplo (4/10/4mm) da moradia Bento de Moura.....	197
Tabela 219: Índices de impacte de 17,215m <sup>2</sup> da moradia Bento de Moura, tendo como referência a escala de avaliação adotada (proposta).....	197
Tabela 220: Créditos da componente janela da moradia Bento de Moura (proposta).....	198
Tabela 221: Número de créditos BREEAM são atribuídos da seguinte maneira. ....	199
Tabela 222: Requisitos de armazenamento de reciclagem. ....	202
Tabela 223: Indicações de referência de desvio de resíduos da reabilitação e demolição.....	206
Tabela 224: Eficiência na gestão de resíduos. ....	207
Tabela 225: Pontos de referência de desvio de resíduos da reabilitação e demolição.....	207
Tabela 226: Eficiência na gestão de resíduos. ....	208
Tabela 227: Exemplos de referência em reabilitação e demolição de resíduos. ....	208
Tabela 228: Análise da atribuição de créditos do critério: Man 01.....	215

Tabela 229: Análise da atribuição de créditos do critério: Man 02.....	216
Tabela 230: Análise da atribuição de créditos do critério: Man 03.....	216
Tabela 231: Análise da atribuição de créditos do critério: Man 04.....	216
Tabela 232: Análise da atribuição de créditos do critério: Man 05.....	216
Tabela 233: Análise da atribuição de créditos do critério: Man 06.....	217
Tabela 234: Análise da atribuição de créditos do critério: Hea 01.....	217
Tabela 235: Análise da atribuição de créditos do critério: Hea 02.....	217
Tabela 236: Análise da atribuição de créditos do critério: Hea 03.....	218
Tabela 237: Análise da atribuição de créditos do critério: Hea 04.....	218
Tabela 238: Análise da atribuição de créditos do critério: Hea 05.....	218
Tabela 239: Análise da atribuição de créditos do critério: Hea 06.....	219
Tabela 240: Análise da atribuição de créditos do critério: Ene 01.....	219
Tabela 241: Análise da atribuição de créditos do critério: Ene 02.....	219
Tabela 242: Análise da atribuição de créditos do critério: Ene 03.....	219
Tabela 243: Análise da atribuição de créditos do critério: Ene 04.....	220
Tabela 244: Análise da atribuição de créditos do critério: Ene 05.....	220
Tabela 245: Análise da atribuição de créditos do critério: Ene 06.....	220
Tabela 246: Análise da atribuição de créditos do critério: Ene 07.....	221
Tabela 247: Análise da atribuição de créditos do critério: Ene 08.....	221
Tabela 248: Análise da atribuição de créditos do critério: Ene 09.....	221
Tabela 249: Análise da atribuição de créditos do critério: Ene 10.....	221
Tabela 250: Análise da atribuição de créditos do critério: Wat 01.....	222
Tabela 251: Análise da atribuição de créditos do critério: Wat 02.....	222
Tabela 252: Análise da atribuição de créditos do critério: Wat 03.....	222
Tabela 253: Análise da atribuição de créditos do critério: Mat 01.....	223
Tabela 254: Análise da atribuição de créditos do critério: Mat 02.....	223
Tabela 255: Análise da atribuição de créditos do critério: Mat 03.....	223
Tabela 256: Análise da atribuição de créditos do critério: Was 01.....	224
Tabela 257: Análise da atribuição de créditos do critério: Was 02.....	224
Tabela 258: Análise da atribuição de créditos do critério: Pol 01.....	224
Tabela 259: Análise da atribuição de créditos do critério: Pol 02.....	225
Tabela 260: Análise da atribuição de créditos do critério: Pol 03.....	225
Tabela 261: Análise da atribuição de créditos do critério: Inn 01.....	225

Tabela 262: Cálculo da pontuação relativa à reabilitação doméstica BREEAM. ....	226
Tabela 263: Classificação “Bom” da reabilitação doméstica BREEAM.....	227
Tabela 264: Cálculo da pontuação relativa a reabilitação doméstica BREEAM. ....	227
Tabela 265: Classificação “Muito bom” da reabilitação doméstica BREEAM. ....	228
Tabela 266: Cálculo da pontuação relativa a reabilitação doméstica BREEAM. ....	228
Tabela 267: Classificação “Exceccional” da reabilitação doméstica BREEAM.....	229
Tabela 268: Cálculo da pontuação relativa a reabilitação doméstica BREEAM. ....	229
Tabela 269: Classificação “Exceccional” da reabilitação doméstica BREEAM.....	230
Tabela 270: Cálculo da pontuação relativa a reabilitação doméstica BREEAM. ....	230
Tabela 271: Classificação “Exceccional” da reabilitação doméstica BREEAM.....	230



## SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

€ - Euros

CO<sub>2</sub> - Dióxido de Carbono

dB - Decibéis

Kva - Kilovolt-ampere

kg<sub>ep</sub> – kg Equivalentes de Petróleo

L/min - Litros/minuto

L<sub>Ar</sub> - Nível de avaliação ou nível sonoro contínuo equivalente corrigido de acordo com as características tonais ou impulsivas do ruído particular

M - Metro

m<sup>2</sup> - Metros quadrados

mg/kWh - Miligramas por Quilowatt Hora

Nox - Óxidos de Azoto

ACV - Avaliação do ciclo de vida

ADENE - Agência para a Energia

ADP - Esgotamento de recursos abióticos

AI - *Accessibility Index*

AIA - *The American Institute of Architects*

AP - Acidificação do solo e dos recursos hídricos

ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

AVAC - Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

BIM - *Building Information Modelling*

BRE - *Building Research Establishment*

BREEAM - *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*

CE - Comunidade Europeia

CFC – Clorofluorcarbonetos

COV - Compostos Orgânicos Voláteis

ENR - Energia não renovável

EP - Eutrofização

ER - Energia renovável

GWP - Potencial de aquecimento global

ICV - Inventário do ciclo de vida

INE - Instituto nacional de estatística

ISO - *International Organization for Standardization*

LCA - *Life cycle assessment*

LCI - *Life cycle inventory*

LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design*

LER - Lista Europeia de Resíduos

LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil

MARS - Metodologia de Avaliação Relativa da Sustentabilidade

MASC - Métodos de Avaliação de Sustentabilidade nas Construções

Ntc – Necessidades globais de energia primária [kWhEP/m<sup>2</sup> .ano]

Nt – Valor máximo admissível de energia primária [kWhEP/m<sup>2</sup> .ano]

OSB - *Oriented Strand Board*

PIB - Produto interno bruto

POCP - Formação de ozono troposférico

Quercus - Associação Nacional de Conservação da Natureza

Cr - Crédito

Ene - Energy

Eng.º/Eng.ª - Engenheiro / Engenheira

Hea - Health and Wellbeing

Inn - Innovation

Man - Management

Mat - Materials

Pol - Pollution

Tra - Transport

Wat - Water

Wst - Was

## 1

## INTRODUÇÃO

## 1.1. ENQUADRAMENTO E PROBLEMÁTICA

A sustentabilidade está na moda. Atualmente as empresas de construção civil, principalmente as imobiliárias, usam o termo sustentabilidade como marketing, embora muitas vezes à custa da ideia, que se um edifício consome pouca energia é sustentável ou se um edifício tem um sistema de aproveitamento da energia renovável é por si só um edifício sustentável. Porém, a construção sustentável é um conceito muito mais abrangente. O conceito construção sustentável abarca a sustentabilidade da mão-de-obra, a utilização de recursos naturais renováveis, o desenvolvimento social e económico do local, a sustentabilidade económica do edifício, a economia de utilização, o ciclo de vida dos materiais utilizados, o ciclo de vida de utilização e de manutenção, como tantos outros fatores associados. Portanto, o conceito construção sustentável é demasiado complexo para ser utilizado como rótulo, que acaba por ser leviano. Com tantos e diversos requisitos, é fundamental métodos flexíveis que possam traduzir o real impacte ambiental de uma construção, tendo a consciência que não existe uma solução única (Bragança, 2005).

Segundo um estudo recente, de 2019 da OCDE, Portugal é um dos países da Europa com mais casas por habitante, e 12,5% das habitações, cerca de 735 mil, estão vazias. Desde 2011 que se notava essa tendência, em que o parque residencial era composto por 3,5 milhões de edifícios, sendo 5,9 milhões de alojamentos, dos quais 68,1% eram ocupados como residências habituais e os restantes 31,9% eram segundas residências ou estavam desocupados.

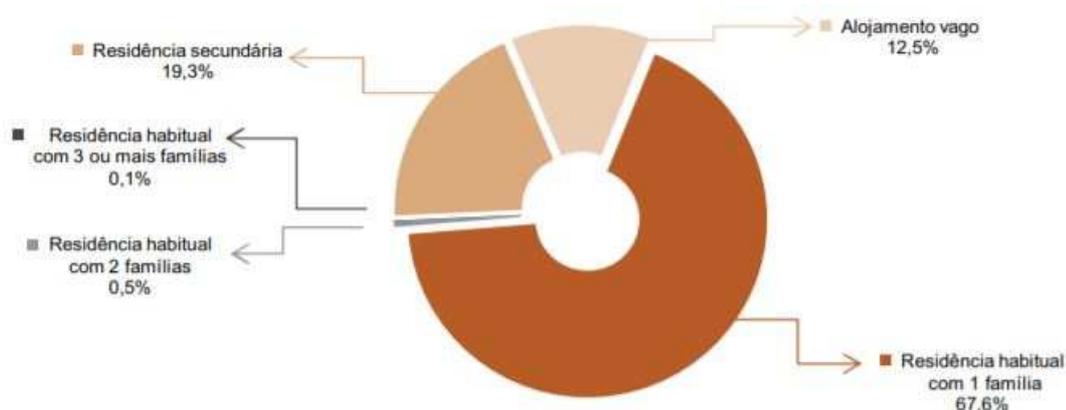


Figura 1: Alojamento por forma de ocupação, 2011 (em %). Fonte: INE, Censos 2011.

Por isso é que nestes últimos anos, as empresas de construção civil em Portugal têm-se voltado para a revitalização do parque habitacional existente. Em 2018 registou-se um acréscimo de 22,4% de licenciamentos para a reabilitação (dados do INE), principalmente por causa dos centros das grandes cidades estarem devolutos, por falta de manutenção dos edifícios existentes. Como em Portugal não existe uma cultura de manutenção dos edifícios, a intervenção nos edifícios existentes na maioria das vezes é a reabilitação.

Portanto, cada vez mais a reabilitação assume uma grande percentagem na construção civil, por isso é que se torna importante analisar o impacto ambiental, funcional e económico das reabilitações e os métodos disponíveis que fazem essa avaliação, assim como, perceber as tecnologias disponíveis que tornam os edifícios mais sustentáveis.

Por conseguinte, saber em que nível as reabilitações podem ser melhoradas a nível ambiental e o âmbito dos métodos disponíveis, de avaliação da sustentabilidade, ajuda a melhorar as reabilitações, ao nível da decisão na escolha das melhores soluções construtivas e na perceção dos pontos positivos e negativos de cada solução (Luís Bragança, 2017).

## **1.2. MOTIVAÇÃO**

Atualmente, as preocupações com o ambiente e as repercussões do ambiente na vida de todos os ecossistemas do planeta é um dado adquirido, pois já existe uma consciencialização da sociedade, em termos globais, para as questões ambientais. No entanto, continua a haver relutância na construção civil, em assimilar para si as melhores práticas ambientais.

Em Portugal, a Quercus estima que o setor dos edifícios é o terceiro maior consumidor de energia e que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pelas atividades humanas sejam provenientes do setor da construção, apesar de existirem políticas ambientais, organismos certificadores, legislação, normas, regulamentos, tecnologia e métodos avaliativos. Isso acontece porque os principais atores da construção civil, que na sua maioria são pequenos empreiteiros, com poucos recursos financeiros e técnicos, não estão sensibilizados da sua contribuição para um ambiente melhor. Para piorar a situação, o conceito Construção Sustentável é utilizado indevidamente pelo marketing imobiliário e pelos vários setores da construção, muitas vezes devido à falta de conhecimento das boas práticas de sustentabilidade na construção (Luís Bragança, 2006b).

Outro aspeto importante, está no facto da Europa já ter as suas principais infraestruturas construídas, as suas cidades construídas e estar envelhecida, e por isso, o setor da construção voltou-se para a reabilitação do parque habitacional existente. Torna-se, portanto, imperativo a adoção de métodos avaliativos de impacto ambiental que permitam avaliar a sustentabilidade das reabilitações (Maria Teresa Barbosa, 2019).

Por conseguinte, esta dissertação pretende analisar casos de estudos, que permitam realmente perceber quais os métodos avaliativos existentes mais adequados, assim como verificar a sua pertinência.

## **1.3. OBJETIVOS**

O objetivo desta dissertação passa pela aplicação de um Método de Avaliação de Sustentabilidade nas Construções (MASC), em casos de estudo.

Primeiro, vai ser necessário avaliar os principais MASC, de maneira a encontrar aquele que melhor se adapte às expectativas e aos casos de estudo.

Depois, através da aplicação do MASC e da ACV, perceber os principais aspetos que condicionam uma reabilitação sustentável, suas dificuldades de aplicação, saber as diferenças e particularidades entre uma reabilitação feita no litoral e no interior, condizentes com os parâmetros do método de avaliação escolhido, e saber o que deve ser feito em fase de projeto para que uma reabilitação seja o mais sustentável possível.

#### **1.4. METODOLOGIA**

A metodologia passa pelo estudo do Estado da Arte, para uma conscientização global do estado atual do tema da dissertação.

Pela escolha do Método de Avaliação de Sustentabilidade da Construção (MASC), que se adequa mais ao contexto português, pela sua facilidade de aplicação, amplitude e capacidade de introduzir a avaliação do ciclo de vida no seu esquema avaliativo.

Depois, a ideia passa por aplicar a metodologia em casos de estudo distintos para fazer a comparação entre realidades diferentes de reabilitações de habitações, por exemplo, ao nível do método construtivo ou contexto litoral versus interior português, em que se avalia o contexto atual de cada projeto, em termos de critérios do método escolhido, para depois apresentar propostas de maneira a chegar à pontuação máxima do método e, finalmente, retirar conclusões sobre a aplicabilidade do mesmo.

Por fim, apresentar soluções para desenvolvimentos futuros, de maneira a potencializar a metodologia.

#### **1.5. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO**

Esta dissertação é constituída por 6 capítulos. A sua estrutura pretende garantir que o leitor perceba os assuntos tratados, o seu desenvolvimento e as suas conclusões.

No primeiro capítulo, Introdução, apresenta-se o tema e faz-se uma descrição dos objetivos, das motivações e como está estruturada a dissertação.

No segundo capítulo, faz-se um enquadramento geral das boas práticas da construção sustentável e dos principais Métodos de Avaliação da Sustentabilidade das Construções (MASC). O objetivo é mostrar o conceito de sustentabilidade que esta tese pretende seguir, e de que forma se promove e avalia.

No terceiro capítulo, vai ser apresentado o Método de Avaliação da Sustentabilidade das Construções escolhido, assim como uma contextualização mais pormenorizada do método.

No quarto capítulo, são apresentados os casos de estudo que esta dissertação pretende analisar.

No quinto capítulo, o método vai ser aplicado aos casos de estudos.

Por fim, no sexto capítulo são apresentadas as conclusões gerais desta dissertação, assim como sugestões de desenvolvimento futuro.



# 2

## CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

### 2.1. CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL NO CONTEXTO GLOBAL

Quando pensamos em edifícios sustentáveis vem-nos à cabeça edifícios construídos com materiais renováveis que respeitam o meio ambiente. Pensamos em edifícios autónomos em termos energéticos, funcionais e com uma boa gestão dos seus resíduos. Este tipo de pensamento comum vai ao encontro da definição do relatório Brundtland, intitulado de “Nosso Futuro Comum” (*Our Common Future*), publicado em 1987, que define o desenvolvimento sustentável como: “O desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades.” É reconhecido que “Uma solução que apresente boa performance ambiental e ao mesmo tempo não cumpra as exigências funcionais mínimas, não pode ser considerada sustentável. Por outro lado, uma solução com bom desempenho ambiental e que cumpra todas as exigências funcionais, mas em que o custo de construção ultrapassa largamente o custo da solução construtiva convencional, não poderá ser considerada sustentável, pois o seu custo proibitivo constitui uma barreira à sua implementação” (Bragança, 2005) e que as suas grandes áreas de intervenção são o ambiente, sociedade e economia “Assim, a construção sustentável visa o equilíbrio adequado entre as três dimensões do desenvolvimento sustentável: ambiente, sociedade e economia.” (Maria Teresa Barbosa, 2019). Portanto, não basta um edifício ser autónomo energeticamente para ser chamado de edifício sustentável, como muitas vezes o setor imobiliário faz.

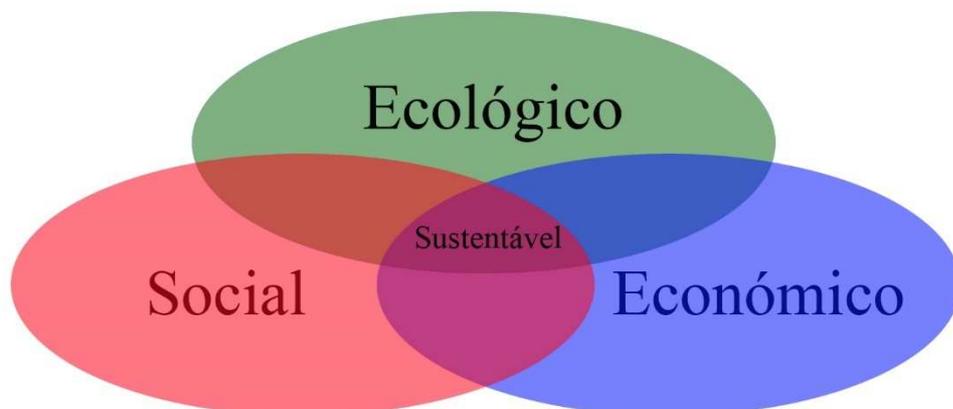


Figura 2: As três grandes áreas do desenvolvimento sustentável.

### 2.1.1. BONS EXEMPLOS DE CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Em termos de construção sustentável, um dos exemplos que segue os conceitos abordados do que é uma construção sustentável são os abrigos nas montanhas. Os abrigos nas montanhas estão sujeitos a fortes restrições, em que os edifícios são projetados para minimizar os seus impactos em todas as dimensões da sua construção, desde a sua função até ao seu fim de vida, mas também pela sua valorização ambiental, económica e social. Um bom exemplo do que deve preconizar um edifício sustentável é o abrigo de montanha Monte Rosa, localizado no glaciar do Gorner, na Suíça, e projetado pelo atelier Hut / Bearth & Deplazes Architekten, com a colaboração da *L'École Polytechnique Fédérale de Zurique*. Este está inserido numa paisagem e num ambiente natural protegido, a 2883m de altitude, portanto, de difícil acesso. Esta nova construção veio substituir uma história longa de um antigo abrigo, que começou em 1894, existindo, por isso, uma forte ligação social, cultural e económica ao local. Para fazer face à exigência da sustentabilidade, o edifício está bem inserido na paisagem, junto ao glaciar, mas protegido dele, cuja forma remete para mais um rochedo, que se ergue sobre a paisagem. O seu revestimento em alumínio, que reflete a paisagem, mas que ao mesmo tempo funciona como farol para os caminhantes das montanhas, consegue responder muito bem ao seu papel paisagístico. A sua construção foi pensada para minimizar os transportes aéreos, maximizando a mão de obra, diminuindo, assim, o tempo de execução. Os materiais utilizados são materiais recicláveis, que ao mesmo tempo respeitam a cultura da construção em madeira dos abrigos de montanha. É por isso que a sua estrutura é em madeira, em módulos pré-fabricados. Em termos de eficiência energética, o edifício é bem isolado e apresenta uma autonomia energética de cerca de 92%, através da utilização de energias renováveis, tendo sempre presente o conforto dos ocupantes, através de um ambiente agradável e duchas quentes. Os seus espaços interiores foram pensados para rentabilizar ao máximo as vistas sobre a paisagem e captação solar, através da escada interior em espiral, que se desenvolve em cascata, abrindo as vistas panorâmicas ao subir, que segue o curso do sol, capturando a radiação solar e distribuindo o calor do sol por todo o abrigo. As águas residuais são recicladas protegendo, assim, o meio envolvente da poluição. Podemos assim concluir que esta construção consegue fazer a conjugação perfeita, entre integração, conforto, ergonomia e respeito pela natureza (<https://www.yellowtrace.com.au/monte-rosa-hut-switzerland-bearth-deplazes-architekten/>, 26/05/2020).



Figura 4: Perfeita inserção paisagística. Fonte: site Arhchdaily, de Tonatiuh Ambrosetti. 26/05/2020.

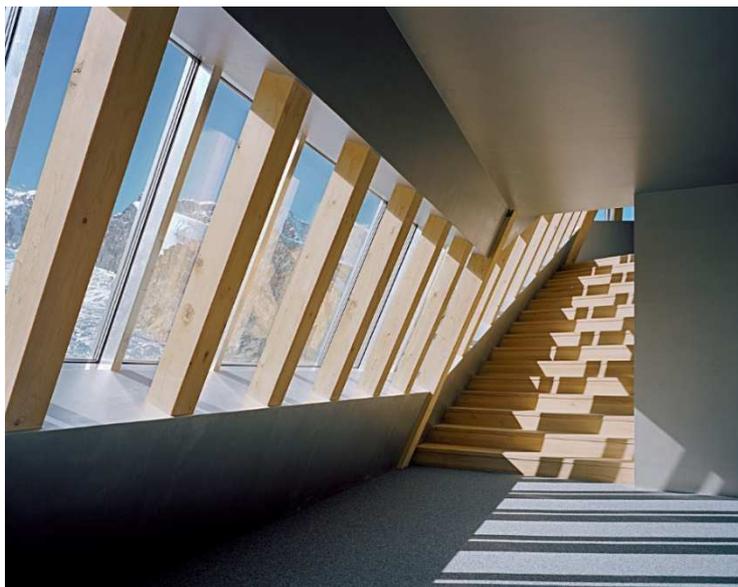


Figura 3: Captação solar para os espaços interiores, através, da escada interior em espiral. Fonte: site Arhchdaily, de Tonatiuh Ambrosetti. 26/05/2020.

### 2.1.2. CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL EM PORTUGAL

“Novas soluções autointitulam-se mais sustentáveis que as soluções convencionais” (Bragança, 2005), frase do doutor e professor da Universidade do Minho, Luís Bragança, que serve de ponto de partida para outra frase sua “Avaliação da sustentabilidade das construções ou das soluções construtivas de modo a identificar aquelas que realmente potenciam um futuro mais sustentável para a construção.” (Bragança, 2005), concluindo com “Para que os resultados sejam mais consensuais as metodologias de avaliação deverão evoluir no sentido da predefinição de uma lista para cada tipo de elemento construtivo” (Bragança, 2005). “Os instrumentos existentes evidenciam não serem definitivamente consistentes para responder às exigências.... Para se poderem definir estratégias de ação concretas são, no entanto, necessárias ferramentas que permitam às equipas projetistas identificar impactes e interações de dimensões sociais, económicas e ambientais e introduzi-los no processo criativo.” (Vasconcelos, 2014). Estes trechos servem para exemplificar o que não é feito na maior parte das construções que se autointitulam de sustentáveis em Portugal. Em Portugal, desde que um edifício tenha grande capacidade de aproveitamento das energias renováveis é designado de edifício sustentável ou ecológico. Características como uma arquitetura que dialogue com o local, em termos paisagísticos, históricos, energéticos, sociais e económicos, ou que tem uma boa ventilação natural, um bom comportamento do isolamento térmico ou que os materiais da construção têm uma génese natural, são fatores que pouco importam nessa designação, porém são características do conceito construção sustentável que esta dissertação gostaria de seguir. A má aplicação do conceito sustentável acontece muito por culpa de se achar que a expressão da classe energética do Ntc, que genericamente representa as necessidades anuais globais estimadas de energia primária para climatização, ventilação e águas quentes, sobre o Nt, que representa valor máximo admissível de energia primária, é suficiente para que um edifício seja classificado de sustentável (Letras, 2014). O problema é que o conceito de construção sustentável é demasiado complexo para ser representado numa simples expressão matemática.



Figura 5: Projeto casas em movimento, do arquiteto Manuel Vieira Lopes. Fonte: [www.diarioimobiliario.pt](http://www.diarioimobiliario.pt). 26/05/2020.

As Casas em Movimento, do arquiteto Manuel Vieira Lopes, no âmbito do projeto “Lidera”, em parceria com a Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto (P.B. Lourenço, 2013) são o paradigma do que é a cultura da construção sustentável em Portugal. Portanto, conseguimos perceber o contexto e a

pertinência da frase “Novas soluções autointitulam-se mais sustentáveis que as soluções convencionais” de Luís Bragança. Em suma, ficamos com a ideia de que talvez uma moradia alentejana construída em terra, que preservou toda a sua cultura arquitetónica, seja mais ecológica e sustentável que as novas soluções construtivas, que se autointitulam mais sustentáveis.



Figura 6: Casa tradicional, em terra, da região do Alentejo, que preservou a sua cultura arquitetónica. Fonte: [arquitecturasdeterra.blogspot.com](http://arquitecturasdeterra.blogspot.com). 27/05/2020.

## 2.2. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES

No sentido de colmatar a incapacidade dos projetistas em medir a sustentabilidade de uma construção e as exigências de uma construção sustentável, devido à sua complexidade, foram criados inúmeros Métodos de Avaliação da Sustentabilidade das Construções (MASC). “O cumprimento dos desígnios que materializam as construções sustentáveis implica uma visão estruturada e agregadora das diversas dimensões do desenvolvimento sustentável. Uma construção só pode ser considerada sustentável quando as diversas dimensões do desenvolvimento sustentável – ambiental, económica, social e funcional – são ponderadas durante a fase de projeto. No entanto, a abrangência e a transversalidade das dimensões da sustentabilidade vão desde o início da conceção até à fase de utilização, inclusive. Face ao exposto, torna-se necessária uma avaliação multidisciplinar e integrada das soluções construtivas em equação, de modo a selecionar a que melhor se ajusta ao uso e características da construção, função do seu comportamento e impactos/compromissos em termos das referidas dimensões da sustentabilidade. Surge então a Metodologia de Avaliação Relativa da Sustentabilidade de Soluções Construtivas (MARS-SC).” (Instituto da Construção (IC) - FEUP, 2019).

Os MARS-SC são definidos da seguinte maneira: “MARS-SC consiste na avaliação da sustentabilidade de uma solução construtiva de um determinado elemento, tendo como base de comparação uma outra. Essa metodologia é aplicada através de um conjunto de características (Parâmetros) de cada solução inseridos em três vetores de especificação (Indicadores) – Ambiental, Funcional e Económico. Os resultados da aplicação desta metodologia são apresentados em duas formas: Nota Sustentável (valor) e Perfil Sustentável (graficamente).” (Vasconcelos, 2014).

Apesar da diversidade de países que construíram os seus próprios MASC, globalmente, os MASC com maior reconhecimento internacional, que acabam também por serem os mais utilizados, apresentam

critérios de avaliação semelhantes e cobrem todas as áreas importantes de impacto. Por conseguinte, de seguida apresentam-se a título informativo quatro MASC, mais utilizados e reconhecidos a nível internacional (BREEAM e LEED) e nacional (LiderA e SB TOOL PT) (Mota, 2017).

### 2.2.1. BREEAM

“A primeira ferramenta a estar comercialmente disponível foi o BREEAM (*Building Research Establishment Assessment Method*), este método foi desenvolvido no reino unido em 1990 e, juntamente com outros dois sistemas de classificação e certificação – o SBTool (*Sustainable Building Tool*), desenvolvido através do trabalho colaborativo de representantes de 20 países; e o LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), desenvolvido nos EUA –, fornece a base para as outras abordagens utilizadas em todo o mundo. Em geral, estes métodos se caracterizam pela avaliação de uma série de características parciais da construção e agregação destes resultados numa avaliação ambiental ou classificação de sustentabilidade (asseFa et al., 2010).” (Maria Teresa Barbosa, 2019).

A base da seguinte informação sobre o esquema da avaliação BREEAM foi retirado do site oficial da BREEAM ([www.breeam.com](http://www.breeam.com). 01/03/2020.).

O BREEAM é o líder mundial e o mais utilizado método de avaliação ambiental de edifícios. Apesar de ser uma ferramenta criada no Reino Unido, tem uma grande abrangência e é bastante flexível, podendo assim ser adaptada ao contexto de vários países (à data 86 países).

Apresenta vários guias de avaliação técnica:

- O guia BREEAM *Infrastructure*, para projetos de construção de novas infraestruturas;
- O guia BREEAM *Communities International*, para o desenvolvimento de empreendimentos, espaços urbanos e bairros de média a grande escala (macroplaneamento).
- O guia BREEAM *International New construction*, para edifícios residenciais de construção nova (somente internacional) e não residenciais;
- O guia *Home Qualify Mark*, para edifícios residências de construção nova (somente no Reino Unido);
- O guia BREEAM *In-Use International*, para edifícios existentes;
- O guia BREEAM *International Refurbishment and Fit-Out*, para reabilitação de edifícios.

Todos os esquemas BREEAM são desenvolvidos e operados, de acordo com esquemas de avaliação padronizados para um ambiente construído sustentável. Cada esquema de avaliação tem vários regulamentos associados a códigos e estes correspondem a um conjunto de princípios e requisitos estratégicos que definem uma abordagem integrada para o design, gestão, avaliação e certificação dos impactos ambientais, sociais e económicos do ambiente construído.

O código é interpretado através do Processo Básico do BREEAM em conjugação com as Normas Técnicas. Os documentos que são vinculados estabelecem os requisitos que um esquema compatível deve atender para ser afiliado ao Código. As Normas garantem que uma base científica e de desempenho comum seja usada por todos os esquemas compatíveis operados pelos avaliadores BREEAM, garantindo que sejam relevantes para as necessidades, normas e práticas locais.

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

A avaliação do BREEAM envolve a verificação, por especialistas imparciais, da avaliação de um edifício ou projeto por um Assessor BREEAM qualificado e licenciado para garantir que a avaliação atende aos padrões de qualidade e desempenho do esquema BREEAM.

O principal de uma avaliação BREEAM certificada é a sua classificação. Uma classificação certificada reflete o desempenho alcançado por um projeto e seus investidores, conforme medido em relação ao padrão e seus *benchmarks*.

A classificação permite a comparabilidade entre os projetos e fornece garantias aos clientes e usuários, sustentando a qualidade e o valor do ativo.

As classificações da BREEAM variam de Aceitável, Aprovado, Bom, Muito bom, Excelente a Excepcional e é refletido numa série de estrelas no certificado BREEAM.

Os esquemas BREEAM foram pensados e funcionam segundo um código para um ambiente construído sustentável.

Às construções validadas pelo sistema de reconhecimento BREEAM é-lhes atribuído o selo oficial (Figura 7), que assegura que a construção foi submetida a uma avaliação completa e satisfatória, feita por avaliador certificado pelo BRE. A avaliação deve ser feita por um avaliador certificado pela BRE que é quem assegura que a avaliação é certificada.



Figura 7: Selo de certificação BREEAM. Fonte: www.breeam.com. 01/03/2020.

A classificação BREEAM avalia vários parâmetros individuais com critérios associados, que se dividem em 10 categorias: Gestão; Saúde e Bem-Estar; Energia; Transportes; Água; Materiais; Resíduos; Uso do Solo e Ecologia; Poluição e Inovação (critério complementar de excelência). Cada categoria assume uma percentagem da avaliação final e divide-se em critérios, com um determinado número de créditos disponíveis, que obedecem a subcritérios.

A avaliação final, que deve respeitar critérios de cumprimento obrigatório, corresponde ao desempenho ponderado global da obtenção de créditos das diversas categorias e critérios, cuja classificação final é classificada segundo a Tabela 1 *benchmarks* de classificação BREEAM (Ltd, 2016).

Tabela 1: Classificação *benchmarks* BREEAM. Fonte: www.breeam.com. 01/03/2020.

Classificação BREEAM	Pontuação
Excepcional	$\geq 85$
Excelente	$\geq 70$
Muito Bom	$\geq 55$

Bom	$\geq 45$
Aprovado	$\geq 30$
Não aprovado	$< 30$

Uma classificação BREEAM não aprovada representa um desempenho que não é compatível com o BREEAM, em termos de falha em atender aos padrões mínimos de desempenho do BREEAM para questões ambientais importantes ou à pontuação limite geral necessária para obter pelo menos uma classificação de aprovação.

### 2.2.2. LEED

“O LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) foi desenvolvido pelo U.S. Green Building Council (U.S. Green Building Council, 2001) e é um sistema de certificação que avalia o desempenho ambiental de um edifício em quatro categorias. A estimativa do desempenho ambiental de um edifício baseia-se no número total de pontos que o edifício reúne durante a avaliação dos vários critérios. Finalmente, o edifício obtém um rótulo de desempenho que varia de prata, a ouro ou platina, de acordo com a sua pontuação final. Embora o LEED seja bastante simples para ser aplicado pelo utilizador (lista de condições e requisitos cumpridos ou não), é baseado em um sistema complexo de regulamentos de construção norte-americana.” (Maria Teresa Barbosa, 2019).

O LEED é um sistema de classificação para todo o tipo de construção e para qualquer fase do ciclo de vida da construção. Os sistemas de classificação são adaptados à escala da construção e ao tipo de intervenção, o que permite uma melhor tomada de decisão final.

O sistema de classificação LEED apresenta vários modelos de avaliação adaptados a todo o tipo de intervenção ou produto de construção (Fonte: [www.usgbc.org/leed](http://www.usgbc.org/leed). 05/03/2020).

- LEED v4 BD+C (*Building Design + Construction*), que se aplica a intervenções de construção nova ou reabilitação completa de escolas, edifícios comerciais, centros de dados, armazéns e hospitais;
- LEED v4 ID+C (*Interior Design + Construction*), para projetos de reabilitação ou renovação de interiores, em edifícios comerciais, de retalho e hospitais;
- LEED v4 O+M (*Building Operations and Maintenance*), que se aplica a intervenções de pequeno impacto ou sem operações de construção em edifícios existentes, nomeadamente, escolas, edifícios de retalho, hospitais, centros de dados e armazéns;
- LEED v4 ND (*Neighborhood Development*), que avalia projetos de desenvolvimento ou reestruturação de áreas urbanas, desde a fase de conceção até à fase de construção;
- LEED v4 Homes, que se aplica a edifícios de habitação individuais e multifamiliares até 6 andares;
- LEED *Cities and Communities* avalia cidades ou partes de uma cidade. Os projetos LEED *Cities and Communities* podem medir e fazer a gestão do consumo de água, uso de energia, resíduos, transporte e experiência humana da cidade;
- LEED *Recertification* avalia ativos que já obtiveram a certificação LEED. A recertificação ajuda a manter e melhorar os edifícios, que já obtiveram a certificação LEED. Aplica-se a todos os projetos ocupados e em uso que obtiveram certificação anteriormente no LEED - incluindo BD + C e ID + C, independentemente do sistema ou versão inicial de classificação;

- LEED zero é para projetos com objetivos de zero carbono ou zero recursos. Destina-se para todos os projetos LEED certificados nos sistemas de classificação BD + C ou O + M ou registados para obter a certificação LEED O + M.

As avaliações LEED devem ser feitas por avaliadores membros do *Green Building Council* dos EUA. E os certificados têm de ser aprovados pela *Green Business Certifications Inc. (GBCI)*, principal organização independente que reconhece a excelência do setor da indústria verde no seu desempenho e na sua aplicação global, que garante a legitimidade das avaliações.

Todos os módulos de avaliação LEED têm os seguintes pressupostos durante todas as fases de projeto (Mota, 2017):

- Poupança no consumo de água, energia e outros recursos;
- Redução das emissões de Gases de Efeito de Estufa;
- Eficiência nos custos operacionais;
- Redução da produção de resíduos e sua eliminação em aterro;
- Condições de saúde e segurança dos ocupantes;
- Adequação do empreendimento aos requisitos legais, acesso a incentivos fiscais, etc.

As principais categorias de pré-requisitos e créditos a serem atendidas são: Sustentabilidade do lugar; Racionalização do Uso da Água; Eficiência Energética; Qualidade Ambiental Interior; Materiais e Recursos; Inovação e Processos de Projeto e Créditos Regionais.

O sistema de avaliação LEED fornece um sistema de pontos para pontuar o projeto e a construção de edifícios verdes. O sistema está classificado em cinco áreas básicas: Sustentabilidade do local; Eficiência da Água; Energia e Atmosfera; Materiais e Recursos e Qualidade Ambiental Interior (Mota, 2017).

A avaliação consiste no número total de pontos obtidos, que corresponde a uma das classificações apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Classificação LEED. Fonte: [www.usgbc.org/leed.05/03/2020](http://www.usgbc.org/leed.05/03/2020).

<b>Classificação LEED</b>	<b>Número de pontos necessários</b>
Platina	80 ou acima
Ouro	60 a 79 pontos
Prata	50 a 59 pontos
Certificada	40 a 49 pontos

### 2.2.3. LIDERAR PELO AMBIENTE - LIDERA

Segundo a informação disponibilizada pelos sites oficiais do LiderA ([lidera.info](http://lidera.info) e [lidera4all.com](http://lidera4all.com)), o sistema LiderA teve início no ano 2000 e foi apresentado em 2005, como MASC LiderA, e resulta do trabalho desenvolvido pelo professor Manuel Duarte Pinheiro, Doutorado em Engenharia do Ambiente com a tese sobre “Sistemas de Gestão Ambiental para Construção Sustentável”.

O sistema LiderA é um sistema voluntário, de marca registada nacional, que faz a Avaliação da Sustentabilidade, segundo níveis de desempenho ambiental sustentável, cujos desempenhos são classificados, entre A e G.

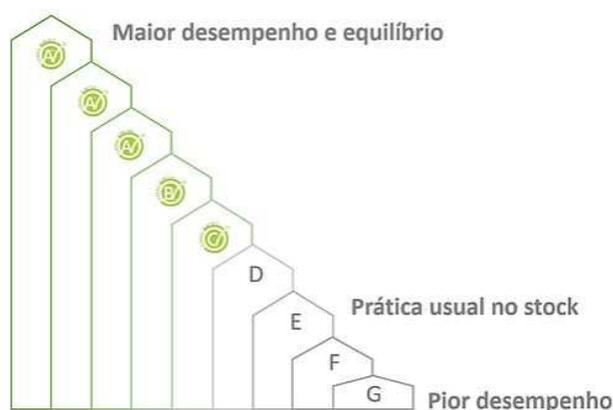


Figura 8: Classificação LiderA. Fonte: lidera4all.com. 20/03/2020.

Os pressupostos de todos os MASC tentam abordar e integrar da melhor maneira nos seus esquemas de avaliação aspetos ambientais, sociais e económicos, nas suas três etapas de abordagem: conceção e planeamento; projeto; e gestão de todo o ciclo de vida, cujos princípios sugeridos para a procura da sustentabilidade são os seguintes (Mota, 2017):

Princípio 1 – Valorizar e promover as dinâmicas locais e sua adequada integração;

Princípio 2 – Promover a eficiência no uso dos recursos;

Princípio 3 – Reduzir as quantidades e intensidades do impacte das cargas (quer em valor, quer em toxicidade);

Princípio 4 – Garantir o conforto e a qualidade do ambiente;

Princípio 5 – Potenciar as dinâmicas socioeconómicas sustentáveis;

Princípio 6 – Assegurar a melhor utilização sustentável dos ambientes construídos, através da gestão e inovação.

As grandes áreas de intervenção, subdividem-se em vinte e duas áreas:



Figura 9: Esquema de vertentes e áreas do Sistema LiderA. Fonte: lidera.info. 20/03/2020.

### Critérios e níveis de desempenho

Para avaliar as diferentes áreas sugere-se um conjunto de critérios, que estabelecem os requisitos mínimos, segundo pressupostos legais, incluindo a regulamentação aplicada aos edifícios. Os critérios têm diferentes níveis de desempenho, sendo-lhes atribuído uma classificação ambiental que abrange 10 níveis ou superior, desde G a A<sup>++</sup>, que evoluem com a tecnologia. Para cada tipologia de utilização e para cada critério, existem níveis de desempenho cujos limiares estão definidos a partir de três pontos de referência, e através da sua comparação é possível indicar se a solução é ou não sustentável. O primeiro ponto de referência é relativo ao desempenho tecnológico mais utilizado, pela prática construtiva existente, que é definida como nível usual (Classe E). O segundo nível é definido pelo desempenho decorrente da melhor prática construtiva viável à data (Classe C, B e A) e o terceiro nível é definido de sustentabilidade elevado. São estabelecidos para cada utilização os seguintes níveis de desempenho a serem atingidos. (Vanessa do Rocio Nahhas Scandelari, 2016):



Figura 10: Níveis de desempenho. Fonte: lidera.info. 20/03/2020.

“Os graus de sustentabilidade por área são medidos em classes de bom desempenho crescentes: a prática (E), a classe D (superior a 12,5% à prática), C (superior a 25% à prática), B (37,5%) e A (50% ou fator 2), associada a um fator de melhoria de 4, a classe A<sup>+</sup> e associada a um fator de melhoria de 10 face à situação inicial a classe A<sup>++</sup> e a classe A<sup>+++</sup> que categoriza uma situação regenerativa” (Vanessa do Rocio Nahhas Scandelari, 2016).

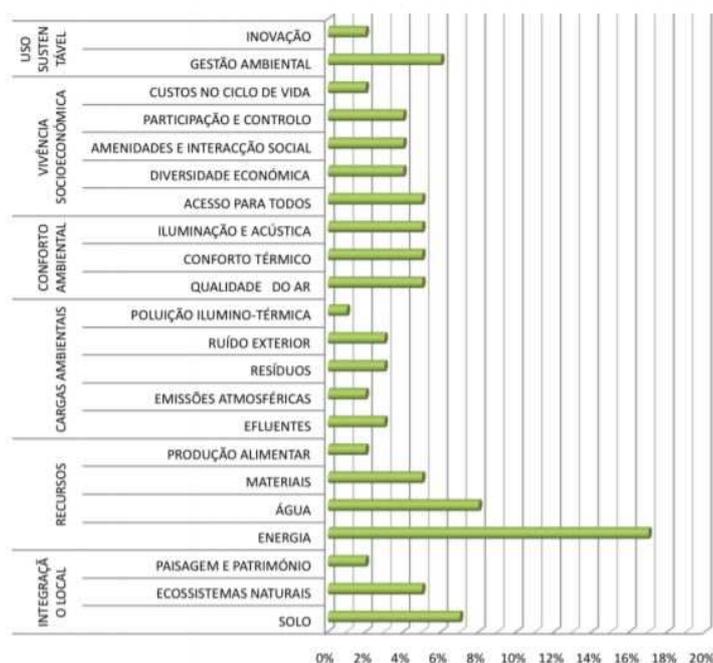


Figura 11: Ponderação (em percentagem) das 22 áreas do Sistema LiderA (V2.00). Fonte: lidera.info.20/03/2020.

A classificação e os níveis de desempenho do sistema LiderA estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Classificação e níveis de desempenho do sistema LiderA. Fonte: (Mota, 2017).

<b>Classificação LiderA</b> (% de melhoria face ao desempenho de práticas correntes ou de referência)	<b>Desempenho total ponderado</b>
<b>A ++</b> 90%	≥65%
<b>A +</b> 75%	30% a 65%
<b>A</b> 50%	18% a 30%
<b>B</b> 37,5%	14,5% a 18%
<b>C</b> 25%	12,2% a 14,5%
<b>D</b> 12,5%	10,7% a 12,2%
<b>E</b> 0% (igual)	9,5% a 10,7%
<b>F</b> <0%	8,5% a 9,5%
<b>G</b> <0%	<8,5%

Se o desempenho comprovado pela verificação do LiderA atingir uma avaliação final da sustentabilidade das classes C, B, A, A+ ou A++, são certificáveis como bom nível de sustentabilidade o edificado ou os ambientes construídos (Site: [www.lidera.info/](http://www.lidera.info/). 20/03/2020).

## 2.2.4. SBTOOL<sup>PT</sup> - SUSTAINABLE BUILDING TOOL

### 2.2.4.1. Metodologia

O SBTool é um método de avaliação de sustentabilidade de edifícios, desenvolvido pela colaboração de vários países, desde 1996, e pela Iniciativa Internacional para um Ambiente Construído Sustentável (iisbe). A ideia do envolvimento de vários países no seu desenvolvimento, foi de desenvolver uma metodologia que fosse capaz de se adaptar aos vários contextos ambientais, sociais, económicos e tecnológicos dos vários países.

Portugal desenvolveu a SBTool<sup>PT</sup>, através do iiSBE Portugal, com o apoio da Universidade do Minho e da empresa EcoChoice. Esta metodologia segue o padrão tradicional de explorar as três dimensões do desenvolvimento sustentável, cuja classificação final de um edifício resulta da comparação do seu desempenho com o *benchmark* da prática convencional e com o *benchmark* da melhor prática. Como os principais MASC, o SBTool<sup>PT</sup> possui vários módulos específicos para vários tipos de ocupação de edifícios. Porém, o módulo que interessa explorar nesta dissertação é o módulo dirigido para a avaliação de habitações (SBTool<sup>PT</sup>-H).

A metodologia analisa todo o ciclo de vida (desde o berço até ao túmulo) e inclui na sua fronteira física as suas fundações e até os trabalhos externos no local de construção. Por outro lado, o impacto urbano na vizinhança, a construção de redes de comunicação, energia e transporte, não estão no âmbito desta metodologia.

Dentro das três dimensões de sustentabilidade, a metodologia apresenta os indicadores globais ADP, GWP, OWP, AP, POCP, EP, NR e R, e analisa um total de nove categorias de sustentabilidade e vinte e cinco parâmetros de sustentabilidade (Maria Teresa Barbosa, 2019).

A metodologia tem os seguintes itens de avaliação:

1. Quantificação do desempenho do edifício ao nível de cada parâmetro de avaliação;
2. Normalização e integração de parâmetros;
3. Cálculo da classificação de sustentabilidade e avaliação global.

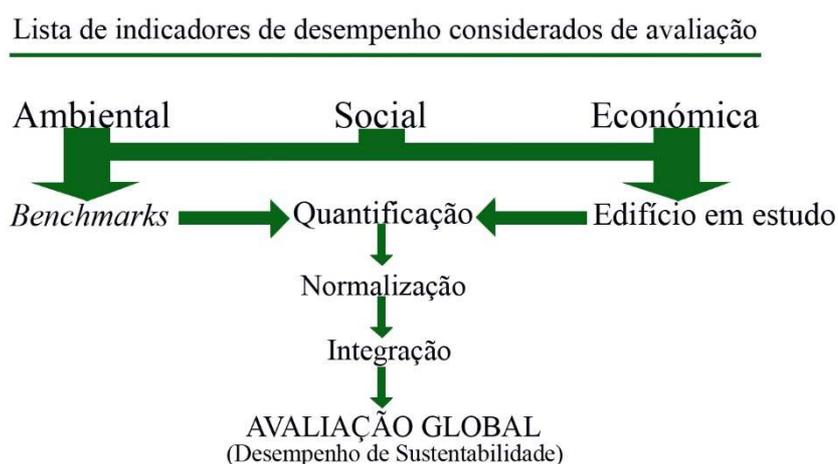


Figura 12: Estrutura da metodologia SBTool<sup>PT</sup>. Fonte: Maria Teresa Barbosa, 2019.

## 2.2.4.2. Método de avaliação

1. Quantificação: As Declarações Ambientais do Produto (DAP) servem de base para as categorias de impacto ambientais do SBTool<sup>pt</sup>, e para avaliar o impacto do seu ciclo de vida utiliza-se o parâmetro P1. Devido a limitação de DAPs disponíveis pode-se utilizar a base de dados de avaliação do impacto do ciclo de vida (AICV).

Os parâmetros utilizados para quantificar o nível do desempenho social são métodos analíticos. Por outro lado, a nível de desempenho económico, este método baseia-se no valor de mercado das habitações e nos custos de operação, como são os custos relacionados com a água e o consumo de energia. A Tabela 4 assim o demonstra (Maria Teresa Barbosa, 2019).

Tabela 4: Lista de categorias e indicadores de sustentabilidade da metodologia SBTool<sup>pt</sup>. Fonte: Maria Teresa Barbosa, 2019.

Dimensão	Categoria	Parâmetros de sustentabilidade
Ambiental	C1 – Alterações climáticas e qualidade do ar exterior	P1 - Valor agregado das categorias de impacto ambiental de ciclo de vida do edifício por m <sup>2</sup> de área útil de pavimento e por ano
	C2 – Uso do solo e biodiversidade	P2 - Percentagem utilizada do índice de utilização líquido disponível
		P3 - Índice de impermeabilização
		P4 - Percentagem da área de intervenção previamente contaminada ou edificada
		P5 - Percentagem de áreas verdes ocupadas por plantas autóctones
		P6 - Quantidade de área em planta com reflectância igual ou superior a 60%
	C3 – Energia	P7 - Quantidade de energia que é produzida no edifício através de fontes renováveis
		P8 - Energia produzida localmente a partir de fontes renováveis
	C4 – materiais e resíduos sólidos	P9 - Percentagem em custo de materiais reutilizados
		P10 - Percentagem em peso do conteúdo reciclado do edifício
		P11 - Percentagem em custo de produtos de base orgânica que são certificados
		P12 - Percentagem em massa de materiais substitutos do cimento no betão
		P13 - Potencial das condições do edifício para a promoção da separação de resíduos sólidos
	C5 - Água	P14 - Volume anual de água consumido per capita no interior do edifício
		P15 - Percentagem de redução do consumo de água potável
Social	C6 – Conforto e saúde dos utilizadores	P16 - Potencial de ventilação natural
		P17 - Percentagem em peso de materiais de acabamento com baixo conteúdo de Compostos Orgânicos Voláteis (COV)
		P18 - Nível de conforto térmico médio anual
		P19 - Média do Fator de Luz do Dia Médio
		P20 - Nível médio de isolamento acústico

	C7 - Acessibilidade	P21 - Índice de acessibilidade a transportes públicos
		P22 - Índice de acessibilidade a amenidades
	C8 – Sensibilização e educação para a sustentabilidade	P23 - Disponibilidade e conteúdo do Manual do Utilizador do Edifício
Economia	C9 – Custos de ciclo de vida	P24 - Valor do custo do investimento inicial por m <sup>2</sup> de área útil
		P25 – Valor atual dos custos de utilização por m <sup>2</sup> de área útil

2. Normalização e integração de parâmetros: O principal objetivo da normalização é evitar o efeito de escala que acontece quando se integram diferentes parâmetros de cada indicador, permitindo resolver problemas de comparação do tipo “maior” e “menor”. A normalização para além de tornar os valores adimensionais, integra-os entre a melhor prática e a prática convencional, numa escala entre 0 (pior valor) e 1 (melhor valor). A equação é válida para situações de comparação: quanto maior for o valor, melhor o desempenho; quanto menor o valor, pior o desempenho. Para a normalização dos parâmetros é utilizada a equação 1, que é designada por equação de Diaz-Balteiro (2004) (Maria Teresa Barbosa, 2019):

$$\bar{P}_i = \frac{P_i - P_{*i}}{P_i^* - P_{*i}}, \forall_i \quad (1)$$

O  $P_i$  é o valor do  $i$ -ésimo parâmetro.

$P_i^*$  e  $P_{*i}$  são o melhor e o pior valor do  $i$ -ésimo parâmetro de sustentabilidade. O melhor valor representa a melhor prática e o pior, a prática convencional ou o valor mínimo legal.

Para facilitar a interpretação dos resultados, os valores normalizados de cada parâmetro são convertidos para uma escala qualitativa, como a Tabela 5 o faz.

Tabela 5: Conversão dos valores normalizados quantitativos para uma escala qualitativa. Fonte: Maria Teresa Barbosa, 2019.

Nota	Valor
A + (acima da melhor prática)	$\bar{P}_i > 1,00$
A	$0,70 < \bar{P}_i \leq 1,00$
B	$0,40 < \bar{P}_i \leq 0,70$
C	$0,10 < \bar{P}_i \leq 0,40$
D (prática convencional)	$0,00 < \bar{P}_i \leq 0,10$
E (inferior à prática convencional)	$\bar{P}_i \leq 0,00$

O cálculo do comportamento médio ponderado ao nível das categorias e das dimensões é o que define a integração dos parâmetros e esta tem por base o desempenho obtido ao nível dos indicadores de cada categoria e ao nível das categorias. A equação 2 calcula o desempenho de cada uma das três dimensões de sustentabilidade (Maria Teresa Barbosa, 2019):

$$I_j = \sum_{i=1}^n W_i * \bar{P}_i \quad (2)$$

$I_j$  é o indicador que resulta da média ponderada de todos os parâmetros  $W_i$ .  $\bar{P}_i$  é o fator de ponderação do  $i$ -ésimo parâmetro. O somatório de todos os fatores deverá ser igual a 1.

A metodologia “TRACI do *Science Adisory Board* da Agência para a Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América (EPA) definem os fatores de ponderação para os indicadores ambientais e os fatores de ponderação dos aspetos sociais baseiam-se em estudos realizados na população portuguesa (Mateus; Bragança, 2011).” (Maria Teresa Barbosa, 2019).

Para se determinar o desempenho da solução ao nível de cada dimensão do desenvolvimento sustentável, as equações 3 a 6 apresentam o modo como se agregam os parâmetros dentro de cada indicador.

$$\text{Desempenho ambiental:} \quad I_A = \sum_{i=1}^n W_{Ai} * \overline{PAI} \quad (3)$$

$$\text{Desempenho funcional:} \quad I_F = \sum_{i=1}^n W_{Fi} * \overline{PFI} \quad (4)$$

$$\text{Com,} \quad \sum_{i=1}^m wA_i = \sum_{i=1}^n wF_i = 1 \quad (5)$$

“Na quantificação do desempenho económico, como se considera apenas um valor que resulta do somatório de todos os custos de ciclo de vida que é possível obter, o desempenho económico de cada solução assume o mesmo valor do parâmetro económico normalizado, tal como se apresenta na equação 6.” (Luís Bragança, 2006a).

$$\text{Desempenho económico:} \quad I_E = \overline{PE} \quad (6)$$

3. Avaliação global e qualificação: A avaliação global culmina na nota de sustentabilidade (NS). A NS é um índice único que representa o desempenho de sustentabilidade global do edifício, que é obtido pela seguinte equação 7:

$$NS = W_E \times I_E + W_i \times I_i + W_i \times W_i \quad (7)$$

“Nesta fórmula, a NS (nota sustentável) é o resultado da ponderação de cada indicador  $I_j$  com o respetivo peso ( $w_j$ ) na avaliação sustentabilidade. De modo a se obter uma nota sustentável entre 0 e 1, a soma dos pesos atribuídos aos três indicadores tem de ser igual a 1.” (Luís Bragança, 2006a).

A avaliação do desempenho global é feita pelos fatores de ponderação de cada dimensão de sustentabilidade que a Tabela 6 apresenta.

Tabela 6: Com os fatores de cada dimensão de sustentabilidade da metodologia SBToolpt-H. Fonte: Maria Teresa Barbosa, 2019.

Dimensão	Fator de ponderação (%)
Ambiental	40
Social	30
Económica	30

Apesar das diversas MASC com preponderância internacional apresentarem um único valor de classificação final, no método SBTool<sup>pt</sup>, o desempenho é apresentado para cada categoria, dimensão e avaliação global, e é utilizada uma escala de desempenho compreendida entre A<sup>+</sup> (mais sustentável) e E (menos sustentável). A estrutura do certificado SBTool<sup>pt</sup> encontra-se dividido em três itens (Maria Teresa Barbosa, 2019):

1. Identificação do edifício;
2. Etiqueta de sustentabilidade;
3. Desagregação do desempenho por cada categoria.

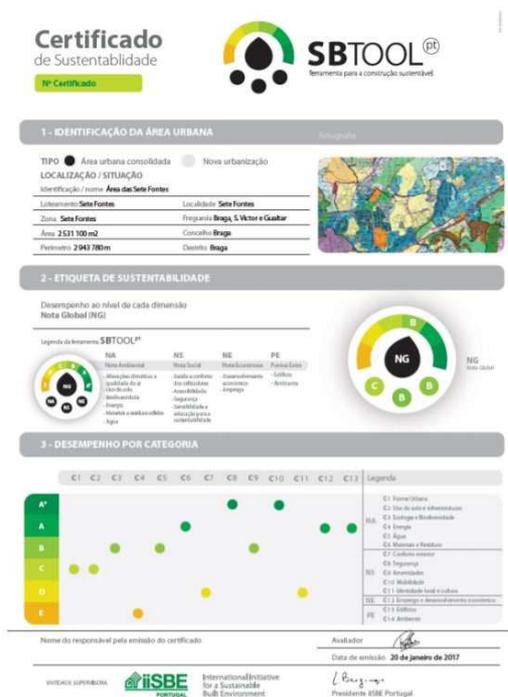


Figura 13: Modelo do certificado de sustentabilidade SBToolPT Urban. Fonte: Bragança, 2017.

## 2.2.5. AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA

“A Avaliação do Ciclo de Vida (Life Cycle Assessment - LCA) é um dos métodos utilizados para quantificar os impactos ambientais ao longo do tempo de vida total dos materiais, incluindo a extração, a manufatura, o transporte, a aplicação na obra, a utilização, a manutenção, a conservação e o desmantelamento ou a reutilização. A LCA pode ser aplicada ao produto final (edifício) ou a um elemento construtivo ou ao processo de execução. É necessariamente um processo complexo, no entanto, as Normas da série ISO 14 040 definem as metodologias e os protocolos a ter em consideração para a quantificação de LCA. Existem atualmente disponíveis no mercado alguns sistemas e ferramentas para a avaliação da sustentabilidade.” (Bragança, 2005).

### 2.2.5.1. Objetivos

Avaliar o ciclo de vida total dos materiais, para facilitar a avaliação do impacto ambiental dos mesmos, que está associada a duas fases do ciclo de vida (berço ao portão e fim de vida), de maneira a permitir que as equipas de projeto escolham as soluções de menor impacto ambiental.

Embora seja um método com grande potencial de ser introduzido como um mecanismo corrente nos projetos, este revela ser pouco utilizado, principalmente devido à grande variedade e quantidade de materiais e processos utilizados no ciclo de vida dos edifícios. Por outro lado, apesar dos sistemas de

avaliação da sustentabilidade serem mais utilizados, estes não têm por base um método de ACV e não têm um conjunto normalizado de categorias de impacto ambiental.

A publicação “Avaliação do Ciclo de Vida dos Edifícios – Impacto Ambiental de Soluções Construtivas” teve como objetivo a indicação e a quantificação das categorias de impacto ambiental, com base num método ACV normalizado:

**Impactos ambientais expressos em categorias de ACV:** Esgotamento de recursos abióticos (ADP); potencial de aquecimento global, expresso em termos de emissões de gases com efeito de estufa (GWP); destruição da camada de ozono estratosféricos (ODP); acidificação do solo e dos recursos hídricos (AP); formação de ozono troposférico, expresso em oxidantes fotoquímicos (POCP) e Eutrofização (EP).

**Impactos ambientais baseados em dados de inventários de ciclo de vida (LCI), mas não expressos em categorias de ACV:** Utilização de energia primária não renovável (ENR) e utilização de energia primária renovável (ER).

Desta forma, é possível estimar facilmente, sem necessidade de conhecimentos altamente especializados, o impacto ambiental do ciclo de vida dos edifícios em avaliação, através da importação direta da base de dados do valor das categorias de impacto ambiental de soluções construtivas definidas (Maria Teresa Barbosa, 2019).

#### 2.2.5.2. Base ACV

Atualmente, “a base de dados de avaliação do impacto do ciclo de vida (AICV) tem um total de 107 soluções construtivas (16 de pavimentos, 28 de paredes exteriores, 22 de paredes interiores, 23 de coberturas e 18 tipos de envidraçados), 47 produtos de construção e o impacto ambiental associado à utilização de 12 equipamentos de climatização e de aquecimento de água sanitária.” (Maria Teresa Barbosa, 2019).

O ciclo de vida de um edifício está descrito em três fases distintas: montagem, operação e fim de vida, conforme está descrito no esquema seguinte:

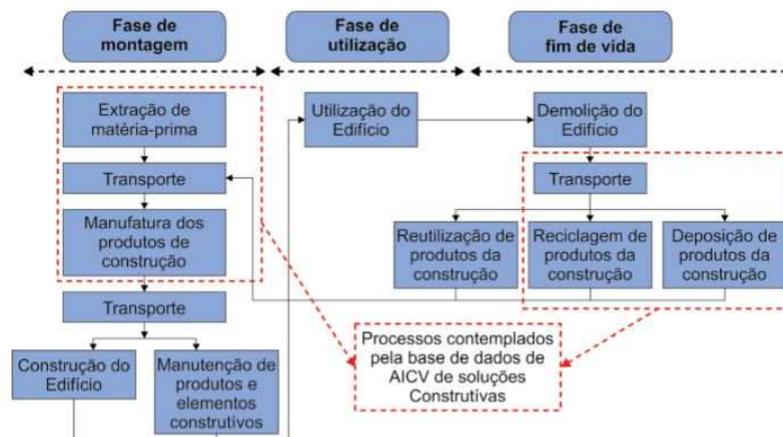


Figura 14: Fases convencionais do ciclo de vida de um edifício e processos na base de dados ACV, de soluções construtivas. Fonte: Maria Teresa Barbosa, 2019.

A base de dados AICV considera os impactes utilizados em cada solução, desde o berço ao portão da fábrica dos materiais ou produtos de construção (*cradle-to-gate*), e no de fim de vida. Embora a unidade

de impactes esteja associada à construção de  $1 m^2$  de solução construtivas, nos envidraçados os valores apresentados são relativos a dimensões correntes de  $1,48 \times 1,25 m^2$ .

Na base de dados não estão considerados os impactes relacionados com o transporte dos materiais e produtos de construção até ao estaleiro de construção; os impactes dos processos de construção em estaleiro; e os impactes de manutenção do ciclo de vida útil do edifício. Relativo à fase do fim de vida, não são considerados os impactes dos processos de desconstrução e demolição e os cenários de estudo pressupõem que a distância média de transporte dos resíduos de desconstrução e demolição até ao local de tratamento e de deposição é cerca de 50 km e que o veículo de transporte é um camião de média tonelagem. Pressupõe-se, também, que existem uma recuperação para reciclagem de cerca de 95% dos metais, que são ligados mecanicamente a outro tipo de material e que a deposição dos restantes resíduos é feita em aterro de inertes.

A base de dados dos produtos de construção é relativa somente à etapa do berço ao portão (*cradle-to-gate*), sendo a unidade dos impactes apresentados por 1 kg de material. Os processos considerados na quantificação dos impactes relacionados com a produção dos produtos de construção incluem a extração, o transporte das matérias-primas até ao local de processamento e o seu processamento. Então, através desta quantificação individualizada, é possível estimar, de uma forma expedita, o valor dos indicadores ambientais de soluções construtivas que não estejam contempladas pela base de dados das soluções construtivas.

Relativamente aos equipamentos de climatização e de aquecimento das águas sanitárias, a base de dados permite fornecer informações sobre os impactes relacionados com o consumo de energia durante a fase de funcionamento do edifício. Estes impactes estão quantificados por cada kW.h de energia calorífica produzida pelos equipamentos, sendo que não foram considerados os processos relacionados com a produção dos equipamentos e o seu transporte até ao local de construção (Maria Teresa Barbosa, 2019).

Inventário de ciclo de vida: A primeira etapa é o inventário de ciclo de vida (ICV), que passa pela quantificação de cada tipo de material utilizado por  $m^2$  de solução construtiva, utilizando fichas de rendimentos. As fichas de rendimento fornecem a informação sobre um conjunto de operações de construção, com a identificação da quantidade de materiais e de produtos de construção. Para a quantificação das entradas (matéria-prima, energia, etc.) e emissões (emissões para o ar, emissões para o solo, etc.), associadas à utilização dos materiais de construção contabilizados na primeira etapa, são essenciais a quantificação dos impactos ambientais. A base de dados das entradas e emissões médias (genéricas) são correspondentes ao contexto da Europa ocidental. “Esta solução se deve ao facto de que em Portugal não existem dados ICV para a generalidade dos materiais de construção e produtos produzidos.” (Maria Teresa Barbosa, 2019). Assim, na inexistência de valores ICV nacionais, os autores que desenvolveram o método, recorreram preferencialmente à utilização da base de dados Ecoivent v2.2 (SCLCI, 2010). (Maria Teresa Barbosa, 2019).

Quantificação das categorias de impacto ambiental: Para quantificar os indicadores ambientais, os autores do método utilizaram o programa informático SimaPro v7.2 (Pré-consultants, 2010). O SimaPro v7.2 integra as bases de dados ICV internacionais e vários métodos ACV, que permitem a conversão dos fluxos de materiais e respetivos valores de ICV internacionais em potenciais impactes ambientais.

“Na avaliação dos impactos ambientais de ciclo de vida (AICV), os autores, que desenvolveram o método, utilizaram três métodos intermédios de AICV: o método “CML 2 baseline 2000” (CML, 2001), o método “Cumulative Energy Demand” (FRISCHKNECHT et al., 2003) e o método “IPCC 2001 GWP” (CC, 2001)” (Maria Teresa Barbosa, 2019). A Tabela 7 faz referência ao método AICV e às unidades utilizadas na quantificação de cada uma das categorias de impacto ambiental.

Tabela 7: Método AICV e unidades utilizadas na quantificação de cada uma das categorias de impacto ambiental. Fonte: Luís Bragança, 2011.

Categorias de impacto ambiental	Acrónimo	Método de ACV	Unidade
Potencial de diminuição das reservas de recursos abióticos	ADP	CML 2 baseline 2000	Kg Sb eq
Alterações climáticas	GWP	IPCC 2001 GWP	Kg CO <sub>2</sub> eq
Potencial de destruição da camada de ozono	ODP	CML 2 baseline 2000	Kg CFC-11 eq
Potencial de acidificação	AP		Kg SO <sub>2</sub> eq
Potencial de formação de ozono troposférico	POCP		Kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq
Potencial de eutrofização	EP		Kg PO <sub>4</sub> eq
Energia não-renovável incorporada	ENR	Cumulative Energy Demand	MJ eq
Energia renovável incorporada	ER		MJ eq

### Estruturas e etapas para a utilização da base de dados de AICV

A informação, a título exemplificativo, de uma das soluções construtivas analisadas resultante da quantificação das categorias de impacto ambiental, está representada na figura seguinte:

Solução construtiva	Parede dupla de alvenaria de tijolo furado (15cm+11cm) com isolamento térmico em XPS na caixa-de-ar								Ref: PExt 12
Fase de ciclo de vida	Categorias de impacto ambiental de LCA							Energia incorporada	
	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER	
Cradle-to-gate	3.70E-01	9.53E+01	1.02E-04	1.91E-01	1.13E-02	2.54E-02	8.68E+02	1.01E+02	
Fim de vida	2.08E-01	3.17E+01	5.00E-06	1.42E-01	5.40E-03	2.95E-02	4.75E+02	2.83E+00	
Total	5.78E-01	1.27E+02	1.07E-04	3.33E-01	1.67E-02	5.49E-02	1.34E+03	1.04E+02	
Comentários:		Materiais Considerados: Tijolo furado, poliestireno expandido extrudado (isolamento térmico), argamassa de assentamento e reboco (revestimento)							
		Método(s) de LCA: CML 2 baseline 2000 versão 2.04 (para avaliar o Impacto ambiental) e Cumulative Energy Demand versão 1.04 (Para avaliar a energia)							
		Bibliotecas do LCI: Ecoinvent system process							

Figura 15: Estruturação da informação ambiental de uma solução construtiva, na base de dados de AICV. Fonte: Luís Bragança, 2011.

Os valores apresentados estão relacionados com a construção 1 m<sup>2</sup> de paredes dupla de alvenaria de tijolo vazado (15cm + 11cm) com isolamento térmico em EPS na caixa de ar. A base de dados desenvolvida possibilita quantificar o impacto ambiental de ciclo de vida de um edifício, através da soma do impacto ambiental de cada solução construtiva (incluindo impactos de manutenção e fim de vida), com o impacto reativo ao consumo de energia na fase de utilização. Através dessa informação, é possível calcular a primeira etapa, que corresponde às soluções construtivas utilizadas, com a quantificação total dos metros quadrados de cada solução construtiva e a sua multiplicação pelos impactos correspondentes a 1 m<sup>2</sup> de cada solução. Os impactos das operações de manutenção e o consumo de energia na fase de utilização, que correspondem à segunda etapa, são somados com os

impactes da etapa anterior (Maria Teresa Barbosa, 2019). A Tabela 8 representa o princípio a adotar para a quantificação dos impactes do ciclo de vida de um edifício.

Tabela 8: Princípios para a quantificação dos impactes do ciclo de vida de um edifício. Fonte: Luís Bragança, 2011.

Solução construtiva (Ci)	Área (m <sup>2</sup> )		Indicadores ambientais							
			ADP <sub>1</sub> /m <sup>2</sup>	GWP <sub>1</sub> /m <sup>2</sup>	ODP <sub>1</sub> /m <sup>2</sup>	AP <sub>1</sub> /m <sup>2</sup>	ρOCP <sub>1</sub> /m <sup>2</sup>	EP <sub>1</sub> /m <sup>2</sup>	NR <sub>1</sub> /m <sup>2</sup>	R <sub>1</sub> /m <sup>2</sup>
C <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	x								
			+	+	+	+	+	+	+	+
(-)	(-)	x	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
			+	+	+	+	+	+	+	+
C <sub>n</sub>	A <sub>n</sub>	x	ADP <sub>n</sub> /m <sup>2</sup>	GWP <sub>n</sub> /m <sup>2</sup>	ODP <sub>n</sub> /m <sup>2</sup>	AP <sub>n</sub> /m <sup>2</sup>	ρOCP <sub>n</sub> /m <sup>2</sup>	EP <sub>n</sub> /m <sup>2</sup>	NR <sub>n</sub> /m <sup>2</sup>	R <sub>n</sub> /m <sup>2</sup>
			+	+	+	+	+	+	+	+
Impacte ambiental do cenário de manutenção/m <sup>2</sup> .ano			ADP <sub>m</sub>	GWP <sub>m</sub>	ODP <sub>m</sub>	AP <sub>m</sub>	ρOCP <sub>m</sub>	EP <sub>m</sub>	NR <sub>m</sub>	R <sub>m</sub>
			=	=	=	=	=	=	=	=
Impacte ambiental incorporado no edifício			ADP' <sub>e</sub>	GWP' <sub>e</sub>	ODP' <sub>e</sub>	AP' <sub>e</sub>	ρOCP' <sub>e</sub>	EP' <sub>e</sub>	NR' <sub>e</sub>	R' <sub>e</sub>
			÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷
			Duração (em anos) do período de ciclo de vida em avaliação							
			÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷
			Área útil do edifício							
			=	=	=	=	=	=	=	=
Impacte ambiental incorporado no edifício/m <sup>2</sup> .ano			ADP <sub>e</sub>	GWP <sub>e</sub>	ODP <sub>e</sub>	AP <sub>e</sub>	ρOCP <sub>e</sub>	EP <sub>e</sub>	NR <sub>e</sub>	R <sub>e</sub>
			+	+	+	+	+	+	+	+
Impacte ambiental associado ao consumo energético para climatização e aquecimento de águas sanitárias/m <sup>2</sup> .ano			ADP <sub>0</sub>	GWP <sub>0</sub>	ODP <sub>0</sub>	AP <sub>0</sub>	ρOCP <sub>0</sub>	EP <sub>0</sub>	NR <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>
			=	=	=	=	=	=	=	=
<b>Impacte total de ciclo de vida do edifício/m<sup>2</sup>.ano</b>			<b>ADP</b>	<b>GWP</b>	<b>ODP</b>	<b>AP</b>	<b>ρOCP</b>	<b>EP</b>	<b>NR</b>	<b>R</b>

### 2.3. CONCLUSÃO SOBRE OS MASC ANALISADOS

Embora na sua génese global, todos os MASC foquem os três principais temas da sustentabilidade, que são a economia, a sociedade e a ecologia, o SB TOOL<sup>PT</sup> parece ser o mais pragmático devido à simplicidade dos seus objetivos, mas é o mais complexo em termos de aplicação. Por outro lado, a sua especificidade não faz dele um método intuitivo para ser aplicado por aqueles que não têm um grande domínio da metodologia SB TOOL<sup>PT</sup>. Este método também não disponibiliza muita informação ao público.

O sistema LiderA mostrou ser uma metodologia de aplicação geral, muito complexa, em que não existe uma especificidade vocacionada para a avaliação de reabilitações.

O sistema BREEAM e LEED são muito parecidos em termos de estrutura das categorias. No entanto, o BREEAM é aquele que disponibiliza uma maior e mais detalhada informação ao público, de maneira a ser possível aplicar, de forma rigorosa, a metodologia aos casos de estudo. Apesar de aparentemente complexa, a aplicação do BREEAM é bem mais intuitiva que a dos restantes MASCs. Tendo esta dissertação como objetivos, aplicar um MASC intuitivo, de fácil entendimento, de aplicação abrangente, flexível, multifacetado e adaptável ao contexto português, o BREEAM revelou ser aquele que preenche todos esses requisitos.

### **2.3.1. ASPETOS FAVORÁVEIS E DESFAVORÁVEIS DOS MASC ANALISADOS**

#### **2.3.1.1 Aspectos favoráveis**

Os MASC possibilitam a análise da sustentabilidade das construções. São ferramentas bastante úteis para determinar de uma forma mais precisa o impacto ambiental das construções.

#### **2.3.1.2. Aspectos desfavoráveis**

Apesar dos MASC terem de ser bastante abrangentes, de maneira a conseguirem traduzir o real impacto ambiental das construções, devido à sustentabilidade só por si ser um tema bastante complexo, estes não devem, contudo, ser demasiado vastos ao tentar abarcar temas ambientais que não estão diretamente relacionados com a construção, pois tal dificulta a sua aplicação e interpretação dos resultados. Por outro lado, os principais pilares da construção sustentável (energia, gestão e materiais), que têm um considerável impacto ambiental, acabam secundarizados pela complexidade do MASC, quando deveriam ser suficientes para refletir, em termos globais, o real impacto ambiental das construções.



## 3

## MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES

## 3.1. ESCOLHA DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL

De todos os métodos analisados, a avaliação BREEAM é aquela que apresenta maior amplitude de análise, maior adaptação para as diversas zonas climáticas e o acúmulo de pontos por meio de certificações locais. A capacidade de adaptação e a diversidade de critérios em avaliação é tal, que é proposto, no desenvolvimento do método, a introdução do ACV no critério BREEAM que avalia o impacto ambiental dos materiais.

## 3.1.1. PRESSUPOSTOS DE UMA REABILITAÇÃO DOMÉSTICA BREEAM

No âmbito do tema desta dissertação “Metodologias de Avaliação da Sustentabilidade Aplicadas a Intervenções de Reabilitação”, a base para aplicação do método BREEAM foi o manual “*BREEAM Domestic Refurbishment*”, disponibilizado pelo site oficial do BREEAM. O manual *BREEAM Domestic Refurbishment* é relativo a um método de avaliação baseado no desempenho e esquema de certificação para aplicação a edifícios residenciais em reabilitação. O principal objetivo é o melhoramento do meio ambiente e desempenho das habitações existentes, de maneira robusta e econômica, através da integração e uso de esquemas de avaliação pelos clientes e equipas de projeto nas principais etapas do processo de reabilitação. Isso permite ao cliente, através de pessoas qualificadas no âmbito do “*BREEAM Domestic Refurbishment*” e do processo de certificação *BREGlobal*, medir, avaliar e refletir o desempenho do seu projeto de reabilitação, em relação às melhores práticas existentes, de forma independente e de maneira robusta.

Esse desempenho é quantificado por várias medidas individuais e critérios associados, que se estendem por questões ambientais, conforme descrito na Tabela 9, que é finalmente expressa como uma única certificação BREEAM.

Tabela 9: Ponderação das categorias da reabilitação doméstica BREEAM. Fonte: Ltd, 2016.

Secção	Ponderação
Gestão	12%
Saúde e bem-estar	17%
Energia	43%
Água	11%
Materiais	8%
Resíduos	3%
Poluição	6%
<b>Total</b>	<b>100%</b>
Inovação (adicional)	10%

### 3.1.2. PRINCÍPIOS DE REABILITAÇÃO RESIDENCIAL DO BREEAM

Para além dos princípios gerais do BREEAM, o esquema de Reabilitação Doméstica BREEAM foi desenvolvido de acordo com o seguinte conjunto de princípios (Ltd, 2016):

- Promoção da reabilitação de baixo custo e sustentável;
- Reconhecimento das limitações dos edifícios existentes, incluindo sua forma e localização;
- Desenvolvimento do mercado da reabilitação, através da promoção das melhores práticas, e inovação na reabilitação de edifícios existentes;
- Fornecer uma avaliação ambiental holística que funcione efetivamente em diferentes tipos de construção e projeto;
- Reconhecer os diferentes materiais de construção existentes.

### 3.1.3. COMO SE ENVOLVER COM O ESQUEMA DE REABILITAÇÃO DOMÉSTICA BREEAM

As avaliações de reabilitação doméstica devem ser parte integrante do projeto e especificação do processo de reabilitação, pois isso garante que a reabilitação das habitações existentes resulte numa maior economia no uso de energia, na redução das emissões de carbono e na redução de impactos na água, resíduos, inundações, recursos e saúde.

Para o BREEAM, o envolvimento e o uso de um avaliador BREEAM licenciado, como o técnico responsável pela avaliação, é essencial para garantir a integração perfeita da metodologia no processo de reabilitação. Sem isso, a capacidade de otimizar economicamente o desempenho ambiental da habitação e atingir a classificação desejada ficará comprometida. Isso pode ser alcançado através de designers e gestores de residências, que se tornam assessores licenciados do BREEAM, ou através de um avaliador externo do BREEAM no início do projeto, o que ajudará a atingir a classificação alvo sem impactos indevidos na flexibilidade das decisões de projeto, orçamentos e soluções em potencial. Uma lista de avaliadores BREEAM licenciados encontra-se no *The Green Book Live* (Ltd, 2016).

#### 3.1.3.1. Estrutura do esquema de avaliação reabilitação doméstica BREEAM

Em cada edição do BREEAM, o esquema de avaliação está estruturado da seguinte forma (Ltd, 2016):

1. Informações sobre o problema: contém a referência, o título e o número de créditos disponíveis para atender ao nível de desempenho definido e se o problema faz parte dos padrões mínimos do BREEAM;
2. Objetivo: define globalmente o objetivo da questão e o impacto que ela pretende mitigar;
3. Critérios de avaliação: descrevem os critérios de referência, a nível de desempenho e de boas práticas;  
No esquema de avaliação reabilitação doméstica, algumas temáticas têm critérios de nível exemplar, que são atribuídos quando um edifício demonstra que atende a critérios de nível exemplar. Os critérios de nível exemplar atendem a requisitos, que vão para além das boas práticas correntes;
4. Procedimentos de avaliação: define as etapas e normas necessárias para validar e confirmar que os requisitos do critério estão a ser cumpridos;
5. Notas de conformidade: basicamente são especificações técnicas, de boas práticas, relativas aos critérios;
6. Cronograma de evidências: sinaliza o tipo de informação que deve ser fornecida e documentada para comprovar que a reabilitação segue as especificações técnicas exigidas pelos critérios;

7. Informações adicionais: contém informações que apoiam a aplicação dos critérios de avaliação, incluindo definições, procedimentos de cálculo, listas de verificação, tabelas e qualquer outra informação relevante.

### 3.1.4. ÂMBITO DA REABILITAÇÃO DOMÉSTICA DO BREEAM

O esquema “BREEAM *Domestic Refurbishment 2014*” pode ser usado para avaliar os impactos ambientais do ciclo de vida de projetos de reabilitação, incluindo habitações existentes que estão a ser reabilitadas, extensões, conversões domésticas e projetos de mudança, estes últimos de uso apenas no Reino Unido. Para os fins deste esquema, a “Reabilitação Doméstica” é classificada em duas categorias (Ltd, 2016):

- Categoria 1: alterações nas habitações existentes e extensões;
- Categoria 2: conversões domésticas e projetos de mudança de uso.

#### Tipo de edifícios que podem ser avaliados

Este modelo de avaliação de Reabilitação residencial BREEAM, destina-se a ser utilizado em (Ltd, 2016):

- Residências independentes que podem incluir uma única habitação ou várias habitações de uma rua ou bloco de apartamentos. Uma habitação independente é definida como uma unidade projetada para acomodar uma única família.

### 3.1.5. PONTUAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

Existem vários elementos que determinam o desempenho geral de um projeto de reabilitação residencial BREEAM (Ltd, 2016):

- O *benchmarks* do nível de classificação BREEAM;
- Os padrões mínimos do BREEAM;
- As ponderações da seção ambiental;
- Créditos atribuídos a cada critério da avaliação do BREEAM.

Os níveis de referência da classificação BREEAM, permitem que um cliente ou outra parte interessada compare o desempenho de um edifício individual com outros edifícios com classificação BREEAM e com o desempenho típico de sustentabilidade de edifícios domésticos reabilitados no Reino Unido.

Uma avaliação BREEAM não classificada, com menos de 30 pontos, representa um desempenho que não é compatível com os padrões mínimos de desempenho do BREEAM, isto é, com questões ambientais importantes ou com a pontuação limite geral exigida para a certificação formal do BREEAM. A Tabela 10 apresenta a classificação *benchmarks* BREEAM.

Tabela 10: *Benchmarks* de classificação BREEAM. Fonte: Ltd, 2016.

Avaliação BREEAM	Pontuação (%)
Excepcional	≥ 85
Excelente	≥ 70
Muito bom	≥ 55
Bom	≥ 45
Suficiente	≥ 30
Sem classificação	< 30

### 3.1.5.1. Padrões mínimos

Para manter um sistema flexível, o BREEAM adota uma abordagem de "*balanced scorecard*" para a avaliação e classificação de um edifício ou projeto. Isso significa que, para atingir um nível específico de desempenho, a maioria dos créditos BREEAM pode ser negociada, ou seja, um crédito que não foi atribuído numa determinada área pode ser compensado, através da obtenção de um crédito em outra área e isso permite que a classificação BREEAM desejada seja obtida.

No entanto, para garantir que o desempenho sobre questões ambientais fundamentais não seja negligenciado na busca de uma classificação específica, o BREEAM estabelece padrões mínimos de desempenho em áreas-chave, por exemplo, energia, água, ventilação, etc. É importante ter em mente que esses são níveis mínimos aceitáveis de desempenho e, nesse sentido, não devem necessariamente vistos como níveis representativos das melhores práticas para um nível de classificação BREEAM. O esquema de reabilitação residencial do BREEAM estabelece padrões mínimos que são considerados viáveis no contexto da tipologia, de habitações do Reino Unido e considerando a prática atual de reabilitação.

Os padrões mínimos de desempenho aplicam-se a todos os tipos de edifícios, incluindo edifícios classificados e edifícios dentro de uma zona histórica. No entanto, edifícios classificados e edifícios dentro de uma zona histórica devem-se referir às orientações adicionais fornecidas na seção de padrões mínimos para edifícios classificados e em zonas históricas, o que fornece flexibilidade para edifícios que têm restrições estatutárias que impedem que os edifícios atinjam os padrões mínimos.

Para atingir uma classificação BREEAM específica, a pontuação percentual geral mínima deve ser alcançada, mas também os padrões mínimos que estão detalhados na Tabela 11 abaixo, aplicáveis a esse nível de classificação (Ltd, 2016).

Tabela 11: Padrões mínimos de reabilitação doméstica do BREEAM, por nível de classificação. Fonte: Ltd, 2016.

Critérios BREEAM	Padrões mínimos <i>standards</i> por nível de classificação				
	Suficiente	Bom	Muito bom	Excelente	Excepcional
Ene 02 - Classificação de eficiência energética pós-reabilitação	0,5 créditos	1 crédito	2 créditos	2,5 créditos	3,5 créditos
Wat 01- Uso interno da água	-	-	1 crédito	2 créditos	3 créditos
Hea 05 - Ventilação	1 crédito	1 crédito	1 crédito	1 crédito	1 crédito
Hea 06 – Segurança	1 crédito	1 crédito	1 crédito	1 crédito	1 crédito
Pol 03 – Inundações	-	-	-	2 créditos	2 créditos
Mat 01 – Impacto ambiental dos materiais	Somente 1 critério	Somente 1 critério	Somente 1 critério	Somente 1 critério	Somente 1 critério

### 3.1.5.2. Normas mínimas para edifícios classificados e edifícios numa zona histórica

Há um reconhecimento das limitações dos edifícios que pertencem a uma zona histórica ou que são classificados, pelo que as entidades de fiscalização, controle e licenciamento dos edifícios estabelecem limitações que vão de encontro com esse status. É importante, por isso, que a equipa de projeto trabalhe

com as autoridades locais, responsáveis pela zona histórica, de maneira que elas possam fornecer os padrões mínimos, que sejam adequados entre o exigível pelas normas técnicas e os parâmetros a conservar. Para isso, é necessário que seja demonstrado, através da produção de um relatório com a confirmação de uma entidade oficial de conservação, ou de uma autoridade local, que o trabalho realizado é o mais prático possível dentro das restrições e dentro das obrigações estatutárias (Ltd, 2016).

#### 3.1.5.3. Ponderação ambiental

A ponderação ambiental é fundamental para qualquer método de avaliação ambiental de edifícios, pois fornece um meio de definir qual a importância do impacto ambiental, permitindo, assim, classificar esse impacto relativamente às principais questões ambientais. O BREEAM usa um sistema de ponderação explícito de uma combinação de ponderações, baseadas num consenso de classificação entre os especialistas da área da avaliação ambiental de edifícios. O resultado desta classificação é usado para determinar o valor relativo das categorias ambientais utilizadas no BREEAM e a sua contribuição para a pontuação geral do BREEAM.

Esse sistema de ponderação é definido com mais detalhes no Padrão Global de Processos BRE (BES 5301), que é suportado por documentos procedimentais, que fazem parte do padrão BREEAM abrangente e do Código para um ambiente construído sustentável. O mesmo ranking de impactos usado no BREEAM sustenta os mecanismos de pontuação no Guia Verde de Especificações do BRE e no Método de Perfil Ambiental do BRE para materiais de construção.

#### 3.1.5.4. Critérios de avaliação BREEAM e atribuição de créditos

A Reabilitação Doméstica do BREEAM consiste em 33 critérios de avaliação individuais, abrangendo as sete categorias ambientais, além de uma oitava categoria chamada “inovação” (descrita abaixo). Cada critério trata de um impacto ou problema ambiental específico do edifício e possui um número de créditos a serem atribuídos. Os "créditos BREEAM" são concedidos quando um edifício demonstra que atende aos níveis de desempenho de melhores práticas definidos para esse critério, ou seja, que atenuou um impacto ou, no caso da categoria saúde e bem-estar, que abordou uma questão específica relacionada aos ocupantes do edifício, por exemplo, um bom conforto térmico, luz do dia ou acústico.

O número de créditos disponíveis para um critério de avaliação individual, varia conforme a importância da mitigação do seu impacto. Na maioria dos casos, onde existem vários créditos disponíveis, o número concedido é baseado numa escala móvel ou referência, em que padrões progressivamente mais altos de desempenho de construção, são recompensados com um número maior de créditos.

Vale ressaltar que, além da importância ambiental, a pontuação geral da classificação BREEAM, permite avaliar o desempenho verificado em relação a outras questões de avaliação individual, o que fornece aos usuários um conjunto credível de indicadores-chave de desempenho dos edifícios, para uma variedade de impactos incorporados, operacionais e de construção. Nesse sentido, além de se poder usar o BREEAM para definir metas gerais, é possível usar o método para definir níveis de desempenho em apoio a objetivos específicos, de política organizacional, para questões ambientais individuais. Deve-se tomar cuidado ao definir metas de design usando os critérios individuais e os níveis de creditação, pois isso limita a flexibilidade do design e o seu impacto de custos do projeto (Ltd, 2016).

### 3.1.5.5. Atribuição dos "créditos" à inovação

É um dos objetivos do BREEAM apoiar a inovação na indústria da construção e da reabilitação. O BREEAM faz isso disponibilizando "créditos" adicionais para o reconhecimento de benefícios ou níveis de desempenho relacionados com a sustentabilidade, que atualmente não são reconhecidos pelas categorias e critérios padrão de avaliação do BREEAM. Ao fazer isso, o BREEAM recompensa edifícios que vão para além das melhores práticas, em termos da sustentabilidade, ou seja, para casos em que a construção, na sua melhoria demonstrou inovação.

A concessão de créditos para a inovação permite que clientes e equipas de projeto aumentem o desempenho da avaliação BREEAM do seu edifício. Além disso, é uma forma de apoiar e incentivar o mercado de novas tecnologias inovadoras e de práticas de design ou construção inovadoras.

Há duas maneiras pelas quais o BREEAM concede "créditos de inovação" para reconhecer a inovação na construção de projetos e compra de edifícios sustentáveis. A primeira é atender a critérios de desempenho exemplares definidos nas categorias existentes do BREEAM, ou seja, ir além dos critérios de avaliação padrão do BREEAM e, portanto, das melhores práticas. Verifica-se que nem todas as categorias de avaliação têm critérios de desempenho exemplares. A segunda maneira é quando um avaliador da BREEAM faz uma solicitação para a BRE Global em conexão com um projeto registado para a avaliação BREEAM, por ter uma tecnologia ou característica de construção específica, método de construção ou processo reconhecido como "inovador". Se a solicitação for aceite e a compilação de conformidades for verificada, um "crédito de inovação" poderá ser concedido.

Um adicional de 1% pode ser adicionado à pontuação geral de um edifício para cada "crédito de inovação" alcançado. O número máximo de "créditos de inovação" que podem ser concedidos para qualquer edifício é 10, portanto, a pontuação adicional máxima disponível para "inovação" é de 10%. Os créditos de inovação podem ser concedidos independentemente da classificação BREEAM final do edifício, ou seja, são atribuíveis em qualquer nível de classificação BREEAM (Ltd, 2016).

### 3.1.5.6. Cálculo da classificação BREEAM de um edifício

Um avaliador BREEAM deve determinar a classificação BREEAM usando as ferramentas e calculadoras apropriadas. Uma indicação de desempenho em relação ao esquema BREEAM também pode ser determinada usando um estimador de pré-avaliação BREEAM. O estimador de pré-avaliação está disponível no site do BREEAM ([www.breeam.org](http://www.breeam.org)). O processo de determinação de uma classificação BREEAM está descrito abaixo (Ltd, 2016):

- Para cada categoria ambiental, o número de créditos concedidos deve ser determinado pelo avaliador de acordo com os critérios de cada edição da avaliação (conforme detalhado nas seções técnicas de cada edição);
- A percentagem de créditos alcançados é calculada para cada categoria;
- A percentagem de créditos alcançados em cada categoria é multiplicada pela ponderação da categoria correspondente e isso fornece a pontuação geral da categoria ambiental;
- As pontuações de cada categoria são então somadas para obter a pontuação geral do BREEAM. A pontuação geral é então comparada aos níveis de referência da classificação BREEAM e, desde que todos os padrões mínimos sejam atendidos, a classificação BREEAM relevante é alcançada;
- Um adicional de 1% pode ser adicionado à pontuação final do BREEAM para cada "crédito de inovação" alcançado (até um máximo de 10%).

Um exemplo de cálculo está exemplificado na Tabela 12.

Tabela 12: Exemplo de cálculo da pontuação relativa a reabilitação doméstica BREEAM. Fonte: Ltd, 2016.

<b>Categorias</b>	<b>Créditos alcançados</b>	<b>Créditos acessíveis</b>	<b>% de créditos alcançados</b>	<b>Ponderação da categoria</b>	<b>Pontuação</b>
Gestão	9	11	81,8%	0,12	9,81
Saúde e bem-estar	8	12	66,7%	0,17	11,33
Energia	15	29	51,7%	0,43	22,24
Água	2	5	40%	0,11	4,40
Materiais	14	48	29,2%	0,08	2,33
Resíduos	3	5	60%	0,03	1,80
Poluição	4	8	50%	0,06	3,0
Inovação	2				2,0
<b>Pontuação final BREEAM</b>			54,9		
<b>Avaliação da reabilitação doméstica BREEAM</b>			Muito bom		

Para a obtenção de uma classificação “Muito bom”, para além da atribuição da pontuação relativa a cada critério, é ainda necessário o cumprimento dos parâmetros mínimos da classificação BREEAM, como a Tabela 13 o demonstra.

Tabela 13: Como obter uma classificação de “Muito bom” da reabilitação doméstica BREEAM. Fonte: Ltd, 2016.

<b>Padrões mínimos para a classificação BREEAM “Muito Bom”</b>	<b>Alcançado?</b>
Ene 02 – Classificação de eficiência energética pós-reforma	2 créditos Sim
Wat 01 – Uso interno de água	1 crédito Sim
Mat 02 – Fornecimento responsável	Critério 1 Sim
Hea 05 – Ventilação	1 crédito Sim
Hea 06 – Segurança	1 crédito Sim
Pol 03 – Inundação	0 créditos N/A

### 3.2. ESQUEMA DE AVALIAÇÃO APLICADO AOS CASOS DE ESTUDO

Em cada edição do BREEAM, o esquema de avaliação está estruturado da seguinte forma:

1. Informações sobre o problema: contém a referência, o título e o número de créditos disponíveis para atender ao nível de desempenho definido e se o problema faz parte dos padrões mínimos da BREEAM;
2. Objetivo: define globalmente o objetivo do critério e o impacto que ele pretende mitigar;

3. Critérios de avaliação: descrevem os critérios de referência, a nível de desempenho e de boas práticas.  
No esquema de avaliação reabilitação doméstica, algumas temáticas têm critérios de nível exemplar, que são atribuídos quando um edifício demonstra que atende a critérios de nível exemplar. Os critérios deste nível atendem a requisitos de boas práticas, que vão para além das mesmas;
4. Procedimentos de avaliação: define as etapas e normas necessárias para validar e confirmar que os requisitos do critério estão a ser cumpridos;
5. Notas de conformidade: basicamente são especificações técnicas de boas práticas, relativas aos critérios;
6. Cronograma de evidências: sinaliza o tipo de informação que deve ser fornecida e documentada, para comprovar que a reabilitação segue as especificações técnicas exigidas pelos critérios;
7. Informações adicionais: contém informações que apoiam a aplicação dos critérios de avaliação, incluindo definições, procedimentos de cálculo, listas de verificação, tabelas e qualquer outra informação relevante.

Portanto, o esquema de avaliação proposto será estruturado da seguinte maneira:

### **1. Critério: Referência - Título**

- Número de créditos, padrões mínimos da BREEAM.

### **2. Objetivo do critério**

- Definição global do objetivo do critério e o impacto que pretende minimizar.

### **3. Parâmetros de avaliação**

- **Crédito** – Identificação do tema do critério.

Descrição dos critérios de referência, a nível de desempenho e de boas práticas.

- **Crédito adicional de desempenho exemplar** - Identificação do tema do critério adicional.

Descrição do critério de nível exemplar, que atende a requisitos de boas práticas que vão para além das mesmas.

### **4,5,6 e 7. Legislação, regulamentos e normas**

Portugal é um país que exporta serviços, produtos e mão de obra, para os mais diversos países do mundo, cuja capacidade técnica e qualidade é inegável. Com a entrada de Portugal na União Europeia, o patamar de exigência de qualidade na construção civil e no ambiente está ao nível do melhor que existe. Por consequência, a nível comparativo, as exigências técnicas do BREEAM têm a mesma génese da legislação, regulamentos e normas europeias, estando Portugal salvaguardado em termos de legislação, regulamentos e normas que estabelecem as melhoras práticas em termos de construção e reabilitação.

Por conseguinte, a legislação, os regulamentos e normas são instrumentos de uso local (de aplicabilidade nacional), comparativos com os pontos 4,5,6 e 7 da estrutura BREEAM, pois são responsáveis pelos procedimentos de avaliação do âmbito da construção e da reabilitação que definem as etapas e normas necessárias para validar e confirmar que os requisitos do critério estão a ser cumpridos pelas

especificações técnicas de boas práticas locais, e que sinalizam o tipo de informação que deve ser fornecida e documentada para comprovar que a reabilitação segue as especificações técnicas exigidas pelos critérios. Assim como, definições, procedimentos de cálculo, listas de verificação, tabelas e qualquer outra informação relevante do âmbito da construção e reabilitação.

Assinala-se que esta dissertação pretende salientar o âmbito do tipo de leis, regulamentos e normas que poderão servir para responder aos critérios do BREEAM a nível local e não ser um documento que estabeleça com exatidão todas as leis, regulamentos e normas necessárias. Já que a amplitude legislativa, regulamentar e normativa da construção e da reabilitação é muito vasta e complexa, não é possível, no tempo de execução de uma dissertação que já faz a aplicação de um MASC e da ACV em três casos de estudos, introduzi-la com o grau de complexidade que ela exige.

Itens que avaliam e propõe alterações segundo os pressupostos dos critérios de avaliação BREEAM:

### **8. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério**

- Identificação do caso de estudo: apresentação do estado atual do caso de estudo, sob o ponto de vista dos critérios e dos créditos do BREEAM. Através das boas práticas que estão de acordo com a atribuição dos créditos e alicerçadas em legislação, regulamentos e normas, segundo o contexto local português, os créditos são atribuídos conforme o cumprimento das habitações.

No caso da moradia de Azurara, este item vai expor o estado atual da moradia considerando as especificações do critério e atribuir pontuação de maneira que se possa ter uma ideia dos critérios do BREEAM que realmente são influenciados pela reabilitação, sempre que for adequado e possível.

### **9. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo**

- Identificação do caso de estudo: apresentação de propostas para o caso de estudo, sob o ponto de vista dos critérios e dos créditos, de maneira que sejam demonstradas as possibilidades de como o caso de estudo poderia ter obtido todos os créditos do critério. Sendo que, as boas práticas se regem com as diretrizes dos critérios dos créditos, que são definidas e alicerçadas em legislação, regulamentos e normas, segundo o contexto local português, cujos créditos são atribuídos conforme a capacidade da proposta em cumprir as melhores práticas de construção.

#### **3.2.1. TEMAS BREEAM READAPTADOS NA SUA GÉNESE INICIAL**

##### **3.2.1.1. Critérios sujeitos a mudança de designação**

Procedeu-se a uma mudança de designação dos critérios abaixo devido aos nomes serem demasiado genéricos:

- Na Categoria Gestão, o critério Man 04 - Security (Segurança) foi renomeado por critério Man 04 - Segurança contra roubo;
- Na categoria Saúde e bem-estar, o Critério Hea 06 - Safety (Segurança) foi renomeado por critério Hea 06 - Segurança contra incêndio.

### 3.2.1.2. Critérios sujeitos a mudança na sua génese inicial

Alguns critérios, devido à sua complexidade e especificidade, não são fáceis de serem aplicados por qualquer projetista, conforme o esquema “BREEAM *Domestic Refurbishment* 2014” o explicita. Portanto, houve a necessidade de os reinterpretar, de maneira que fosse mais fácil a sua aplicação e avaliação, sem nunca descurar a essência e pertinência da génese inicial do critério. A Tabela 14 demonstra as diferenças de alguns critérios, entre a sua génese inicial BREEAM e a reinterpretação proposta dos critérios.

Tabela 14: Diferenças substanciais da génese inicial de alguns critérios.

<b>Génese inicial do critério</b>	<b>Alteração proposta do critério</b>
Critério: Ene 01	
<p>Designação: Ene 01 - Melhoria na classificação de eficiência energética.</p> <p>Pressupostos avaliativos: Os 6 créditos eram concedidos, conforme o <i>benchmarks</i> de melhoria da classificação de eficiência energética.</p>	<p>Designação: Ene 01 - Melhoria da eficiência energética através de métodos passivos.</p> <p>Pressupostos avaliativos: Quando a reabilitação resulta na melhoria da classificação de eficiência energética da habitação, através de práticas construtivas (métodos passivos) que asseguram a efetividade da melhoria. Os 6 créditos são concedidos conforme a percentagem de aplicação dos parâmetros considerados importantes, para garantir que há uma melhoria na eficiência energética da habitação: isolamento térmico na cobertura, isolamento térmico na laje térrea, isolamento térmico nas paredes exteriores, janelas com vidro duplo e a existência de elementos de sombreamento (palas ou árvores) nas janelas das fachadas expostas à luz direta do sol.</p>
Critério: Ene 02	
<p>Designação: Ene 02 - Classificação de eficiência energética pós-reforma.</p> <p>Pressupostos avaliativos: Os 4 créditos eram concedidos, conforme o <i>benchmarks</i> da classificação de eficiência energética, pós-reabilitação.</p>	<p>Designação: Ene 02 - Verificação regulamentar do critério Ene 01.</p> <p>Pressupostos avaliativos: A verificação da efetividade da melhoria da classificação de eficiência energética, pós-reabilitação, e a atribuição dos 4 créditos são atribuídos em proporção, conforme a efetividade dos parâmetros considerados no critério Ene 01 respeitem os mínimos dos regulamentos.</p>
Critério: Ene 03	
<p>Designação: Ene 03 - Necessidade de energia primária.</p> <p>Pressupostos avaliativos: Os 7 créditos são atribuídos segundo uma escala <i>benchmarks</i> de redução da energia primária, pós-reabilitação, cuja principal pretensão é a redução das emissões de CO<sub>2</sub>, dos custos operacionais e pobreza de combustível.</p>	<p>Designação: Ene 03 - Necessidades de energia primária.</p> <p>Pressupostos avaliativos: A redução das emissões de CO<sub>2</sub> dos custos operacionais e pobreza de combustível, é verificada através da utilização de sistemas que utilizam energias renováveis. Portanto, conforme a independência da habitação na utilização de combustíveis fósseis, os 7 créditos são atribuídos.</p>

Critério: Ene 04	
<p>Designação: Ene 04 - Tecnologias renováveis.</p> <p>Pressupostos avaliativos: Os 2 créditos são atribuídos segundo uma percentagem do consumo de energia proveniente de tecnologia renovável.</p>	<p>Designação: Ene 04 - Tecnologias renováveis.</p> <p>Pressupostos avaliativos: Os 2 créditos são atribuídos, conforme o número de sistemas de energia renovável nas necessidades consideradas essenciais.</p>
Critério: Mat 01	
<p>Designação: Mat 01 - Impacte ambiental dos materiais.</p> <p>Pressupostos em avaliação: Os créditos são concedidos de acordo com o impacte de novos materiais, conforme a classificação do Guia Verde e o impacte na melhoria do desempenho térmico da habitação.</p>	<p>Designação: Mat 01 - Impacte ambiental dos materiais.</p> <p>Pressupostos em avaliação: Os créditos são concedidos de acordo com o impacte ambiental dos novos materiais e é proposto que seja usada a metodologia da ACV.</p>



# 4

## APRESENTAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS CASOS DE ESTUDO

### 4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Foram tidos em conta três casos de estudo:

Caso I: Moradia não reabilitada, nem em fase de reabilitação.

Caso II: Moradia reabilitada, situada no litoral de Portugal.

Caso III: Moradia reabilitada, situada no interior de Portugal.

Esta dissertação pretende avaliar e comparar o impacte ambiental de várias intervenções de reabilitação (caso II e III), versus a própria ausência de reabilitação (caso I), avaliar a sensibilidade de quem “pega” numa habitação não reabilitada e, face ao BREEAM, sugere a sua reabilitação sustentável (caso I) e, por fim, comparar uma reabilitação do litoral de Portugal com uma reabilitação do interior (caso II e III).

#### 4.1.1. APRESENTAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO CASO I

##### 4.1.1.1. Identificação do edifício

Trata-se de uma moradia isolada, unifamiliar, inserida num lote e acessível por uma estrada paralela à fachada poente, onde se encontra a entrada principal. A moradia tem quatro frentes (norte, sul, nascente e poente) com terreno nas quatro frentes. Só tem o rés-do chão como piso habitável, embora o sótão tenha dimensões para isso. É ainda de assinalar uma entrada traseira na fachada nascente, que é feita pela cozinha.

##### 4.1.1.2. Local

Localiza-se no distrito do Porto, concelho de Vila do Conde, freguesia de Azurara, daí a designação “Moradia Azurara”. A freguesia de Azurara é uma freguesia que tem praia no seu território, portanto, a moradia localiza-se no litoral do território português. Em linha reta, a moradia está a mil metros da praia, 20 minutos a pé e 5 minutos de carro. Em termos de coordenadas geográficas, a moradia está a 32 metros acima do nível do mar, com uma latitude de 41,345508006604355 e longitude de -8.733841180801393.

##### 4.1.1.3. Acessos

Em termos de acessos, a moradia está bem localizada, pois está a 3 minutos de carro do centro de Vila do Conde e a 20 minutos do mesmo, a pé. Em termos de acessos aos transportes públicos, a moradia está a 2 minutos de carro e a 7 a pé, do metro e do autocarro. Ao nível dos grandes acessos rodoviários, a moradia está a 7 minutos da A28.

#### 4.1.1.4. Data de Construção

- Início do processo de licenciamento: 28/10/1972.
- Ano de construção: 1972.

#### 4.1.1.5. Caracterização Construtiva

A moradia foi construída utilizando métodos construtivos bastante simples, conforme a seguinte caracterização o revela:

- Fundações: base em perpianho; (\*)
- Estrutura: as paredes de tijolo da moradia são autoportantes e suportam o teto e a estrutura do telhado. O telhado tem uma estrutura de madeira de eucalipto; (\*)
- Panos opacos: parede exterior corresponde ao sistema de parede dupla (tijolo 15cm, 7cm), sem isolamento e revestidas a reboco; (\*)
- Cobertura, estrutura e revestimento: cobertura inclinada, de duas águas, constituída por uma estrutura típica de madeira de eucalipto, cujas telhas (telha lusa) pousam diretamente sobre a estrutura; (\*)
- Vãos, portas, janelas e divisórias: portas interiores de madeira de sucupira. Os aros, guarnições e rodapés são do mesmo tipo de madeira. Da mesma forma das portas, assim são também as tampas das caixas de estores. As portas de entrada são de madeira maciça de sucupira, envernizada. Interiormente, os peitoris dos vãos das janelas são guarnecidos com madeira de sucupira, igualmente envernizados. As caixilharias exteriores são de madeira maciça de sucupira, com vidro simples (3/4mm). As aberturas das janelas são em guilhotina. Os estores são embutidos na parede e as persianas são régua plásticas ocas; (\*)
- Revestimento dos pavimentos: mosaico (3cm) na cozinha e na casa de banho; na generalidade do rés-do-chão, é tijoleira (7mm). Os quartos são revestidos em taco, de madeira maciça de pinho; (\*)
- Revestimento das paredes: as paredes exteriores foram ceresitadas e rebocadas a areado fino e, posteriormente, pintadas com tinta de base aquosa; (\*)
- Revestimento dos tetos: os tetos interiores são pintados a cal. Os entablamentos das fachadas exteriores são em betão, revestidos a chapa e pintados com esmalte. Foi aplicada moldura de gesso no remate entre tetos e paredes; (\*)
- Sistema de abastecimento de águas e drenagens: o abastecimento da moradia é feito por um poço no terreno, com o auxílio de um depósito, embora o sistema de abastecimento de água esteja, também, ligado ao sistema de abastecimento público (nunca foi utilizado). A tubagem é em cobre (água quente) e aço (água fria). A drenagem das águas negras é feita para uma fossa que liga a rede de saneamento público; (\*)
- Abastecimento elétrico: rede de distribuição pública. Potência elétrica: monofásico (\*)
- Abastecimento de gás: não existe nenhuma rede de distribuição de abastecimento de gás canalizado, sendo a alimentação de gás feita por botija. As tubagens internas são em cobre; (\*)

- Fontes de aquecimento: o aquecimento das águas sanitárias é feito por um esquentador a gás. Existe um fogão a gás (botija);
- Fontes de arrefecimento: não existe nenhum equipamento de arrefecimento do ar interior;
- Caracterização funcional: moradia isolada, unifamiliar, de 1 piso e 3 quartos.

(\*) Segundo informação do proprietário.

#### 4.1.1.6. Topografia

A moradia encontra-se no topo de um pequeno relevo topográfico, em relação à sua envolvente próxima.

#### 4.1.1.7. Clima

Segundo a plataforma digital “*Weather Spark*”, o verão em Vila do Conde é agradável, seco e de céu quase sem nuvens. No inverno, é fresco, com precipitação e de céu parcialmente encoberto. Ao longo do ano, em geral, a temperatura varia de 7°C a 24°C e raramente é inferior a 2°C ou superior a 31°C. Em termos de pluviosidade média anual, é cerca de 1216mm. A zona é caracterizada por ventos característicos do litoral norte português.

#### 4.1.1.8. Recursos Naturais

Em termos de recursos naturais destaca-se o vento, a radiação solar e a água da chuva.

#### 4.1.1.9. Arquitetura

A moradia foi construída de raiz no ano de 1972. A sua arquitetura é de linhas simples, uma habitação típica das famílias da classe trabalhadora da época. É uma moradia pequena, com áreas mínimas. A cozinha tem cerca de 10,2m<sup>2</sup> de área, a casa de banho tem cerca de 2,9m<sup>2</sup>, a sala tem cerca de 13m<sup>2</sup> e o corredor tem cerca de 4,62m<sup>2</sup>. A moradia tem 3 quartos. O quarto norte tem cerca de 9,3m<sup>2</sup>, o quarto poente 10m<sup>2</sup> e o quarto sul tem 10m<sup>2</sup>.

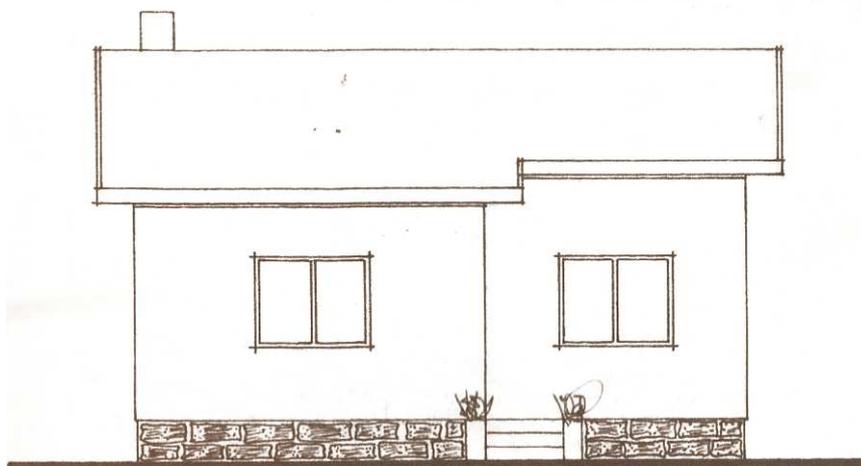


Figura 16: Fachada principal da moradia Azurara.

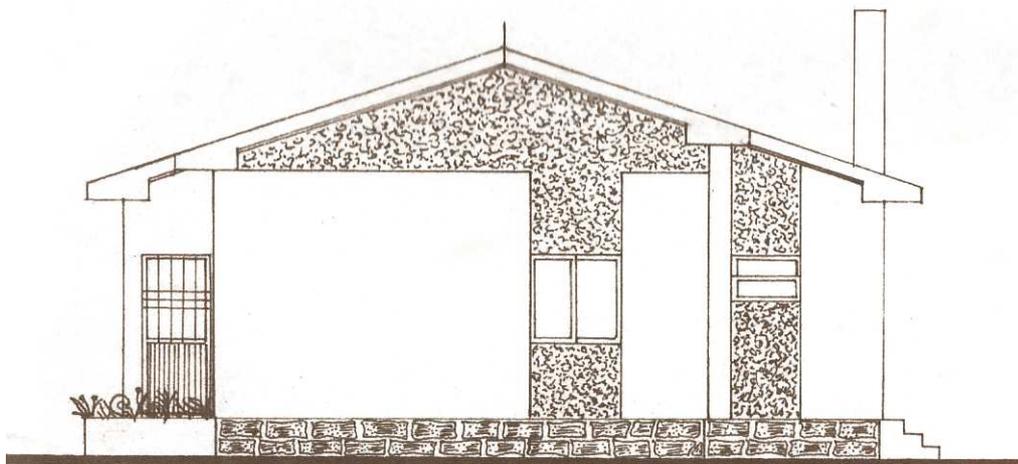


Figura 17: Fachada sul da moradia Azurara.

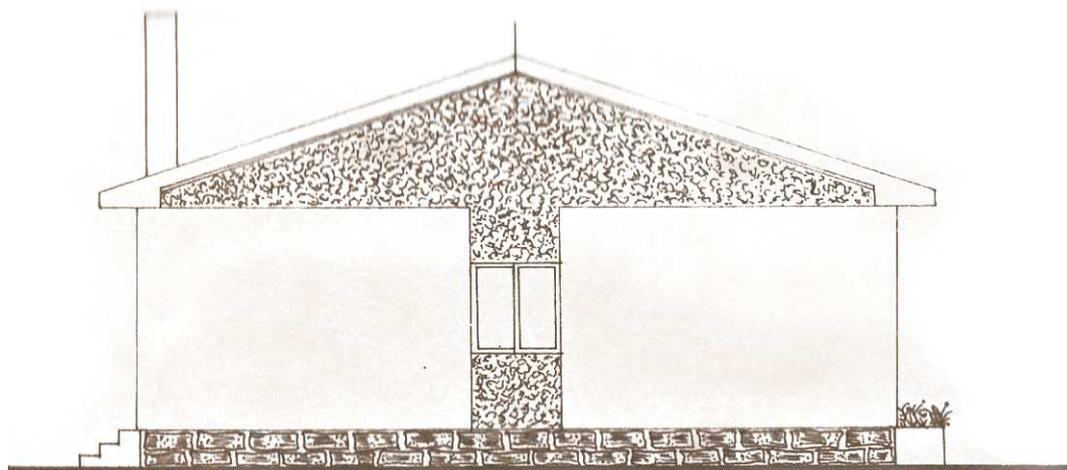


Figura 18: Fachada norte da moradia Azurara.

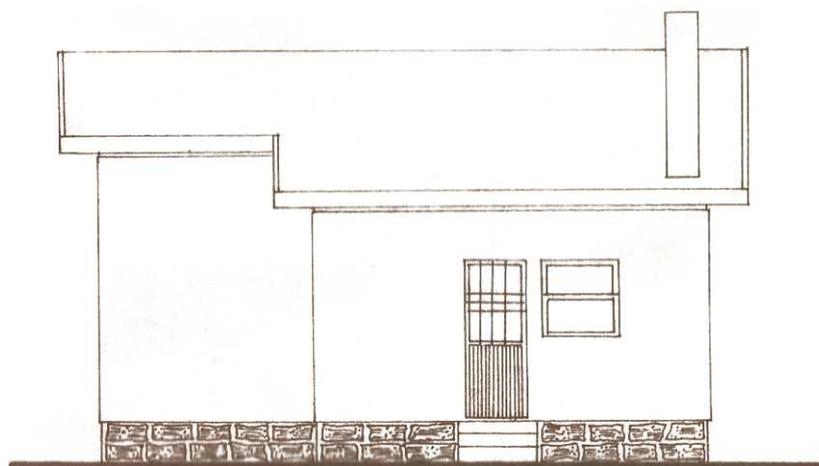


Figura 19: Fachada posterior da moradia Azurara.

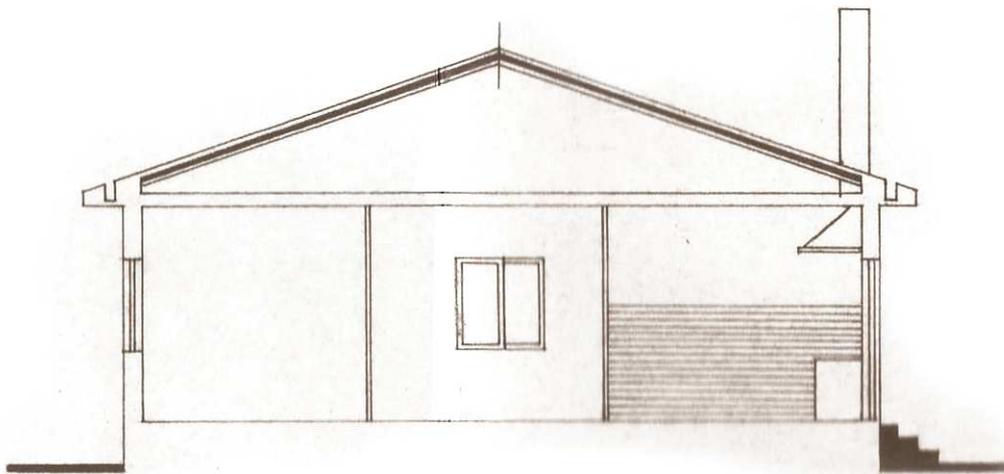


Figura 20: Corte AB da moradia Azurara.

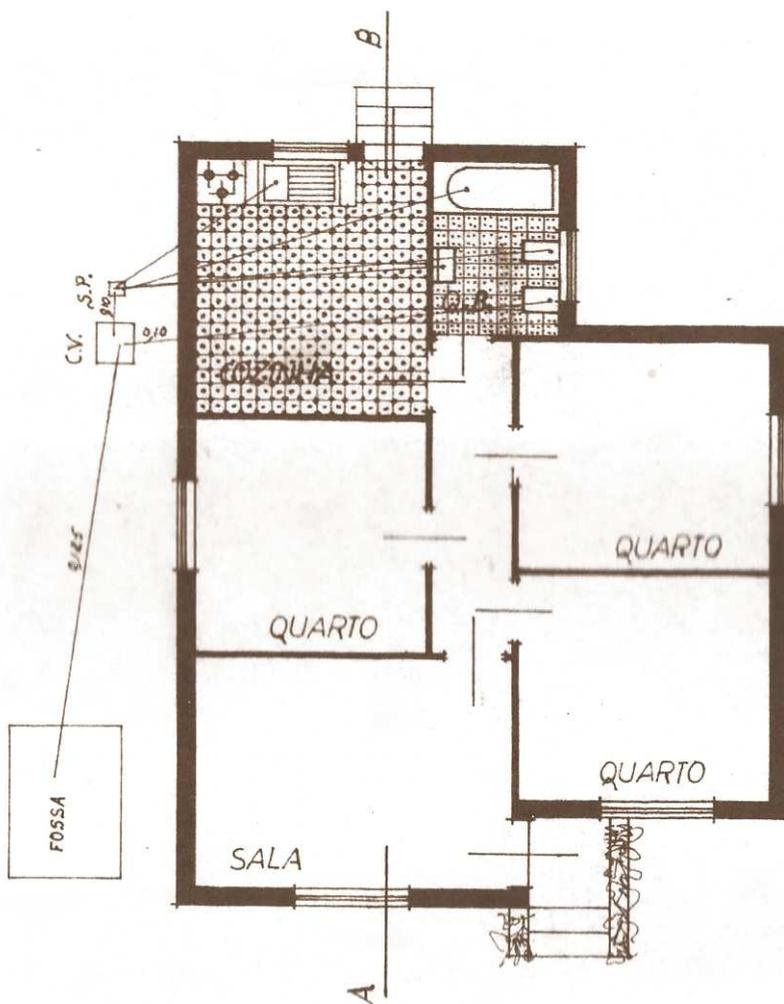


Figura 21: Planta da moradia Azurara.

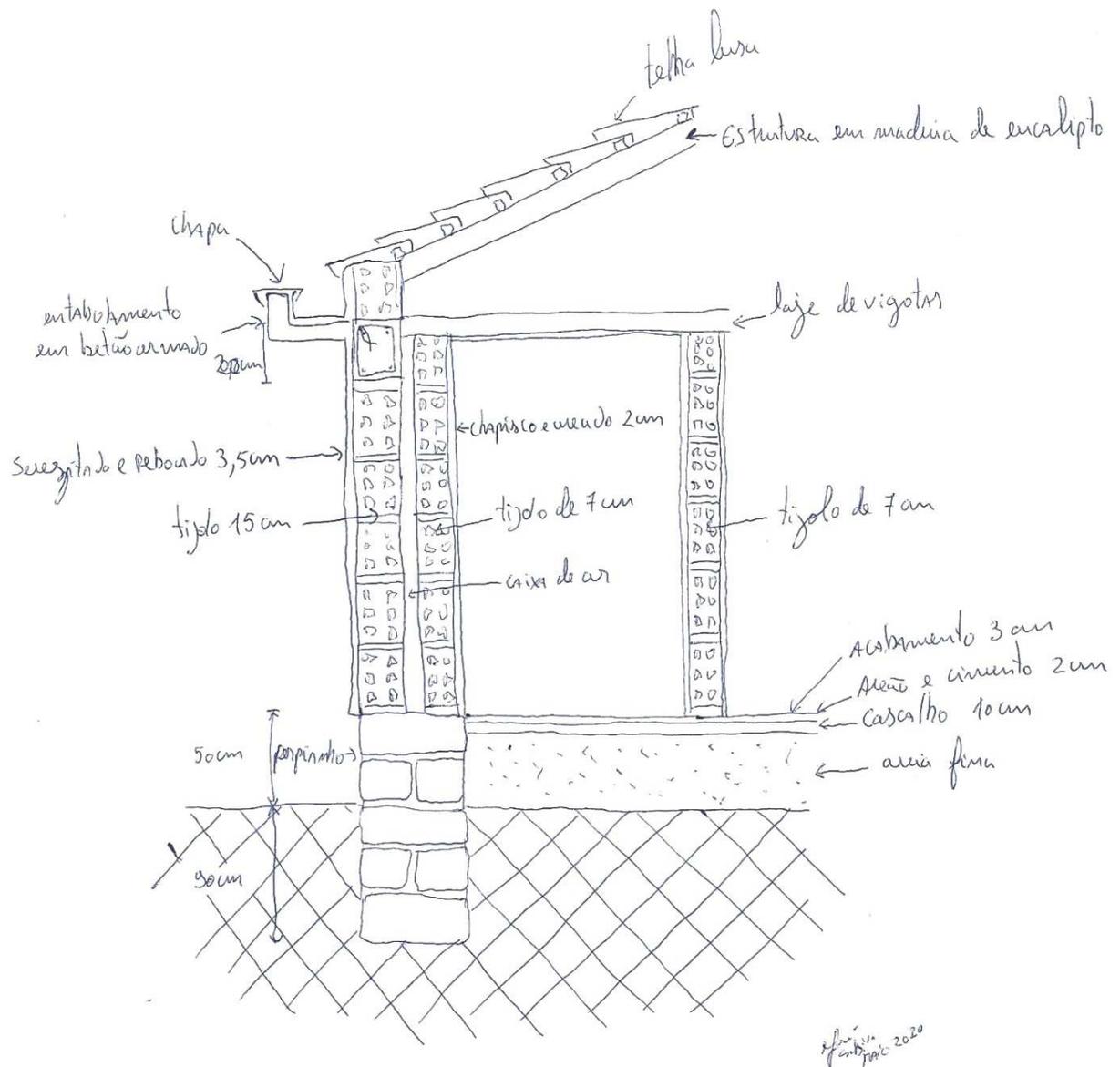


Figura 22: Esboço do pormenor construtivo da moradia Azurara, desenhado por José João Cardoso Subida.

#### 4.1.1.10. Levantamento fotográfico

Para mostrar o estado atual da moradia Azurara, foi feito o seguinte levantamento fotográfico:



Figura 23: Fachada sul da moradia Azurara.



Figura 24: Fachada poente da moradia Azurara.



Figura 25: Terreno da moradia Azurara.



Figura 26: Poço da moradia Azurara.



Figura 27: Casa de banho da moradia Azurara.



Figura 28: Cozinha da moradia Azurara.



Figura 29: Quarto sul da moradia Azurara.



Figura 30: Quarto nascente da moradia Azurara.



Figura 31: Sala da moradia Azurara.



Figura 32: Quarto norte da moradia Azurara.



Figura 33: Estrutura do telhado, em madeira de eucalipto.



Figura 34: Corredor da moradia Azurara.

#### 4.1.1.11. Descrição da reabilitação

Atualmente, a moradia Azurara está inabitada e sem um destino definido. Porém, esta dissertação pretende propor uma reabilitação de baixo custo e de baixo impacto ambiental, que mantenha a arquitetura atual e que explore os recursos da arquitetura passiva, assim como, os recursos provenientes das energias renováveis. Em suma, pretende avaliar a aplicabilidade do método BREEAM numa reabilitação de pequena escala e de poucos recursos económicos.

### **4.1.2. APRESENTAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO CASO II**

#### 4.1.2.1. Identificação do edifício

Trata-se de uma moradia isolada, unifamiliar, inserida num lote acessível por uma estrada paralela à fachada nascente, onde se encontra a entrada principal. A moradia tem quatro frentes (norte, sul, nascente e poente), com terreno na frente poente, sul e nascente. A frente norte faz fronteira com a rua. A moradia só tem o rés-do-chão como piso habitável, embora o sótão tenha dimensões para isso. A moradia tem duas entradas na fachada nascente, na cozinha e na sala.

#### 4.1.2.2. Local

Localiza-se no distrito do Porto, concelho de Vila do Conde e na freguesia da Junqueira, por isso a designação “Moradia Junqueira”. A freguesia da Junqueira encontra-se no interior do concelho de Vila do Conde, que é marcadamente agrícola, com muitas propriedades agrícolas, nomeadamente vacarias. No seu território tem o Rio Este e a Sul o Rio Ave e localiza-se a 13 minutos (de carro) da praia. Em termos de coordenadas geográficas, a moradia está a 63 metros acima do nível do mar, com uma latitude de 41,377130592501075 e longitude de -8,686435818672182.

#### 4.1.2.3. Acessos

Em termos de acessos, a moradia está a 10 minutos, de carro, do centro de Vila do Conde. Em termos de transportes públicos, está a 10 minutos, de carro, do metro, e a 2 minutos, a pé, da paragem de autocarro mais próxima. Ao nível dos grandes acessos rodoviários, está a cerca de 8 minutos da A28 e da A7.

#### 4.1.2.4. Data de Construção

- Início do processo de licenciamento: sem registos.
- Ano de construção: entre os anos 64/76 (sem uma informação fidedigna).

#### 4.1.2.5. Caracterização Construtiva

A moradia foi construída utilizando métodos construtivos bastante simples, conforme a seguinte caracterização o revela:

- Fundações: lintel de betão armado, em que parte assenta sobre as bases, em pedra de uma antiga construção; (\*)
- Estrutura: as paredes de bloco de betão da moradia são autoportantes e suportam o teto e a estrutura do telhado. O telhado tem uma estrutura de vigotas e abobadilhas de betão leve; (\*)
- Panos opacos: parede exterior corresponde ao sistema de parede dupla (exterior em bloco de 10cm e interior em tijolo de 7cm), sem isolamento, revestida a reboco; (\*)

- Cobertura, estrutura e revestimento: cobertura inclinada, de duas águas, constituída por uma estrutura de vigotas e abobadilhas de betão leve, que pousa sobre a parede mestra e paredes exteriores. As telhas são de betão e no futuro perspectiva-se a fixação, pelo lado interior, de placas de isolamento de poliestireno expandido de 6 cm; (\*)
- Vãos, portas, janelas e divisórias: portas interiores são de madeira de castanho. Os aros, guarnições e rodapés são do mesmo tipo de madeira. Da mesma forma das portas, assim são as tampas das caixas de estores. Portas de entrada são de PVC. As caixilharias exteriores são de PVC, com vidro duplo (4/16/10 mm). As janelas são oscilobatentes. Os estores são embutidos nas paredes exteriores e as persianas são réguas metálicas; (\*)
- Revestimento dos pavimentos: o pavimento do rés-do-chão é em tijoleira (7mm); (\*)
- Revestimento das paredes: as paredes exteriores foram ceresitadas e rebocadas a areado fino e, posteriormente, pintadas com tinta de base aquosa; (\*)
- Revestimento dos tetos: os tetos interiores são em gesso cartonado, sobre uma estrutura metálica, e pintados com tinta branca de base aquosa. Os entablamentos das fachadas exteriores são em betão, revestidos a chapa e pintados;
- Sistema de abastecimento de águas e drenagens: o abastecimento da água potável é feito pela rede de distribuição pública, embora a moradia tenha um poço no terreno. As tubagens são em PEAD. A drenagem das águas negras é feita para uma fossa, que é descarregada por uma cisterna;
- Abastecimento elétrico: rede de distribuição pública. Potência elétrica: Monofásico; (\*)
- Abastecimento de gás: não existe nenhuma rede de distribuição de abastecimento de gás canalizado, sendo a alimentação do esquentador a gás feita por botija. As tubagens internas são de PEAD; (\*)
- Fontes de aquecimento: o aquecimento das águas sanitárias é feito por um esquentador a gás. Os alimentos são confeccionados numa placa de indução;
- Fontes de arrefecimento: não existe nenhum equipamento de arrefecimento do ar interior;
- Caracterização funcional: moradia isolada, unifamiliar, de 1 piso e 3 quartos.

(\*) Segundo informação do proprietário.

#### 4.1.2.6. Topografia

A moradia encontra-se num pequeno relevo topográfico, relativamente à sua envolvente próxima. A rua adjacente e o terreno têm uma ligeira inclinação.

#### 4.1.2.7. Clima

A plataforma digital “*Weather Spark*” caracteriza o verão em Vila do Conde como agradável, seco e de céu quase sem nuvens. No inverno, o tempo caracteriza-se como fresco, com precipitação e céu parcialmente encoberto. Ao longo do ano, em geral, a temperatura varia de 7°C a 24°C e raramente é inferior a 2°C ou superior a 31°C. Em termos de pluviosidade média anual é cerca de 1216mm. A zona é caracterizada por ventos característicos do litoral norte português.

#### 4.1.2.8. Recursos Naturais

Em termos de recursos naturais destaca-se a radiação solar e a água da chuva.

#### 4.1.2.9. Arquitetura

A moradia foi construída sobre uma pequena casa existente de pedra, entre os anos de 64 e 76. A sua arquitetura é de linhas simples, uma habitação típica da família tradicional da época. É uma moradia pequena com áreas mínimas. A cozinha tem cerca de  $12m^2$ , a casa de banho tem cerca de  $4,98m^2$ , a sala tem cerca de  $11m^2$  e o corredor tem cerca de  $4m^2$ . A moradia tem 3 quartos. O quarto norte tem cerca de  $9m^2$ , o quarto poente  $9,6m^2$  e o quarto nascente tem  $12m^2$ .

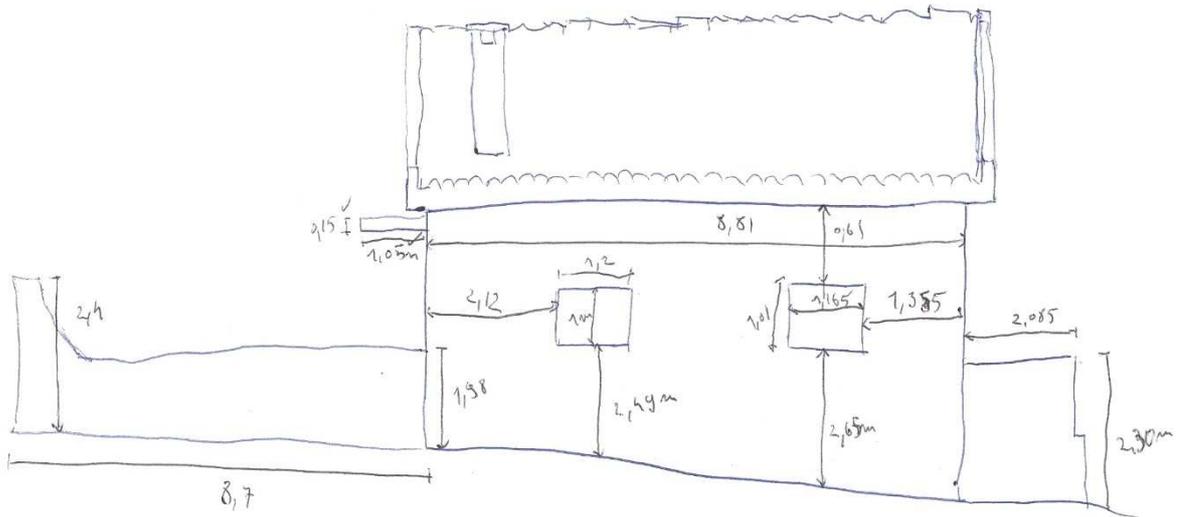


Figura 35: Fachada norte da moradia Junqueira. Esquisso realizado por José João Cardoso Subida.

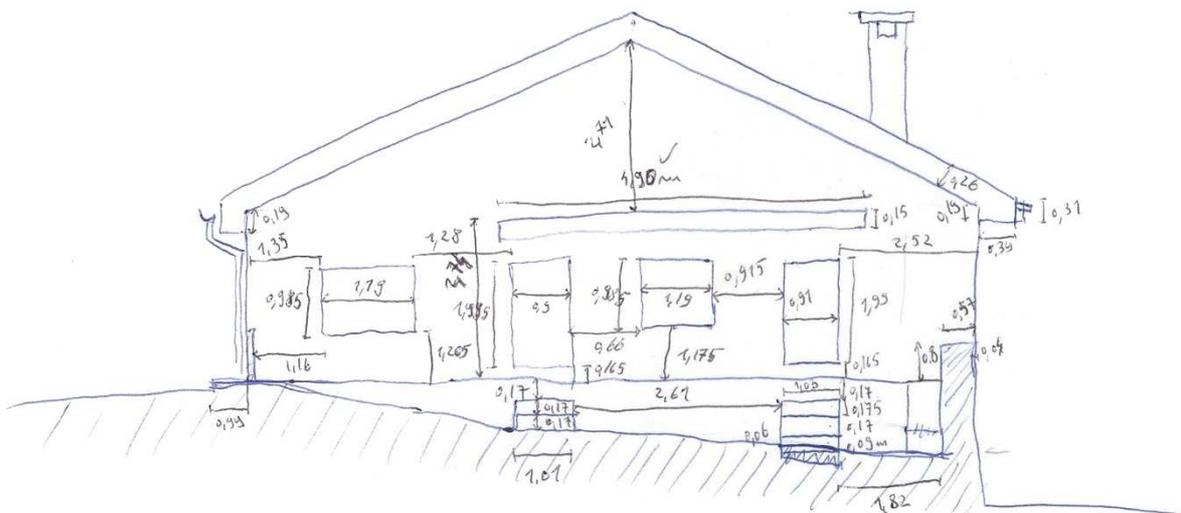


Figura 36: Fachada nascente da moradia Junqueira. Esquisso realizado por José João Cardoso Subida.

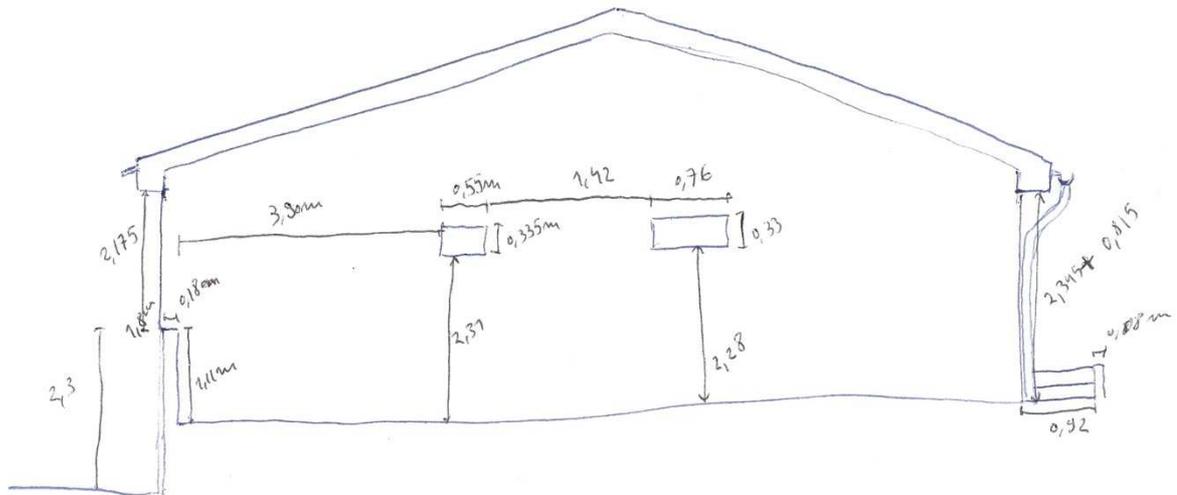


Figura 37: Fachada ponte da moradia Junqueira. Esquisso realizado por José João Cardoso Subida.

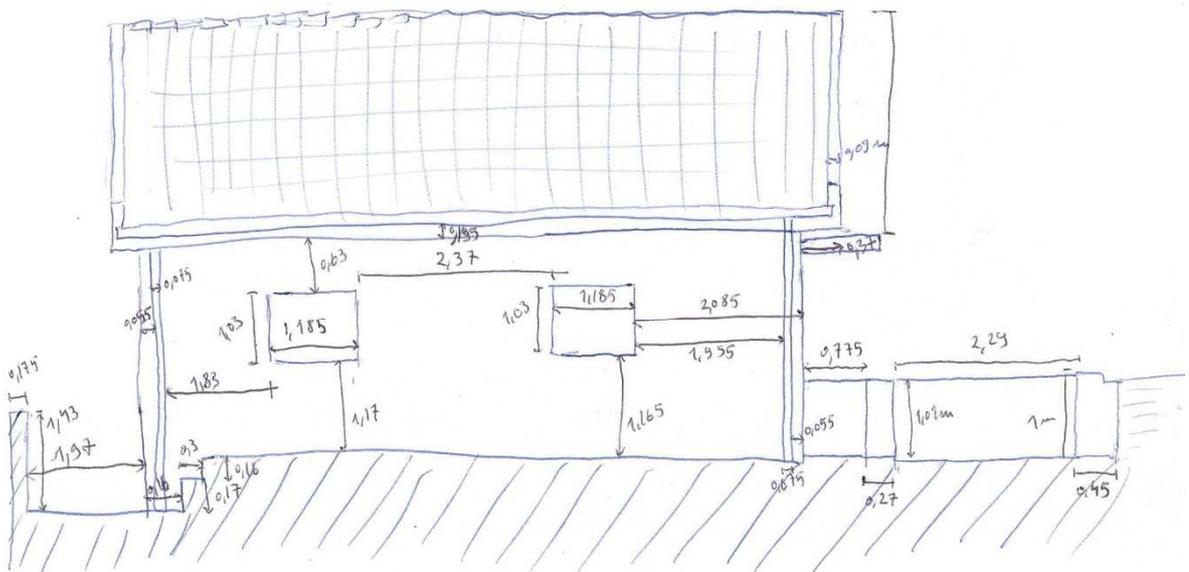


Figura 38: Fachada sul da moradia Junqueira. Esquisso realizado por José João Cardoso Subida.

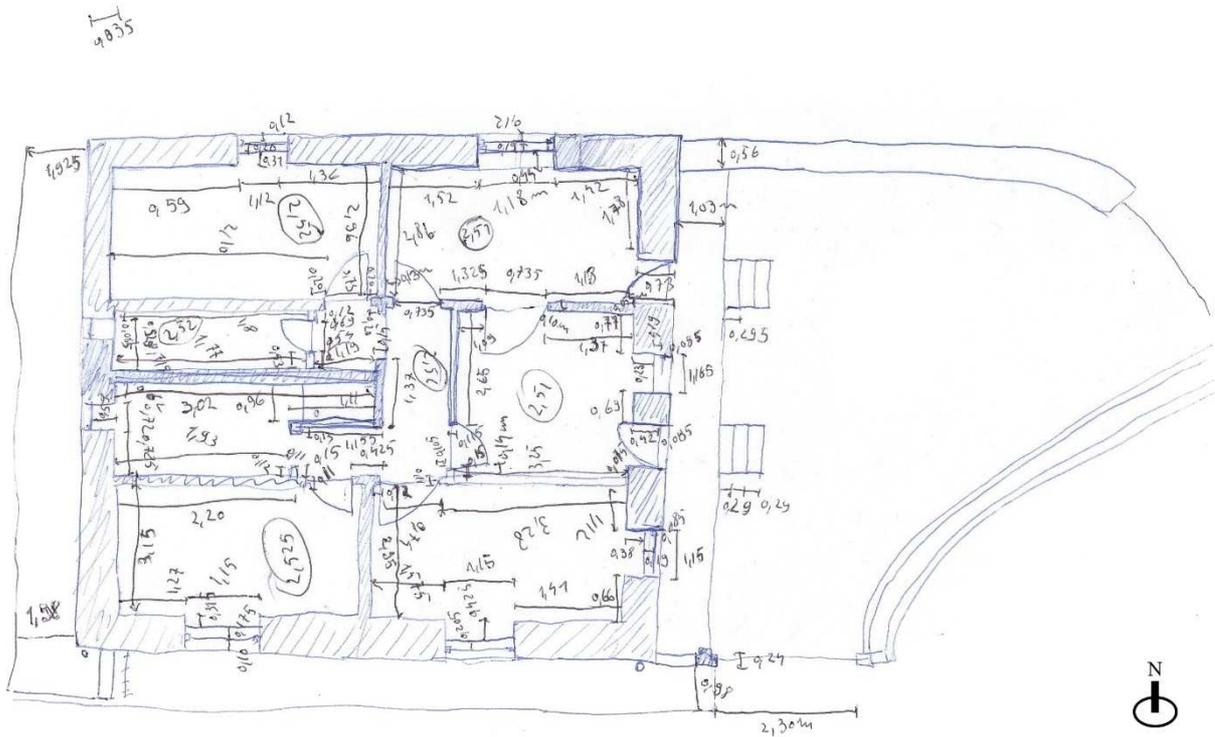


Figura 39: Planta da moradia Junqueira. Esquisso realizado por José João Cardoso Subida.

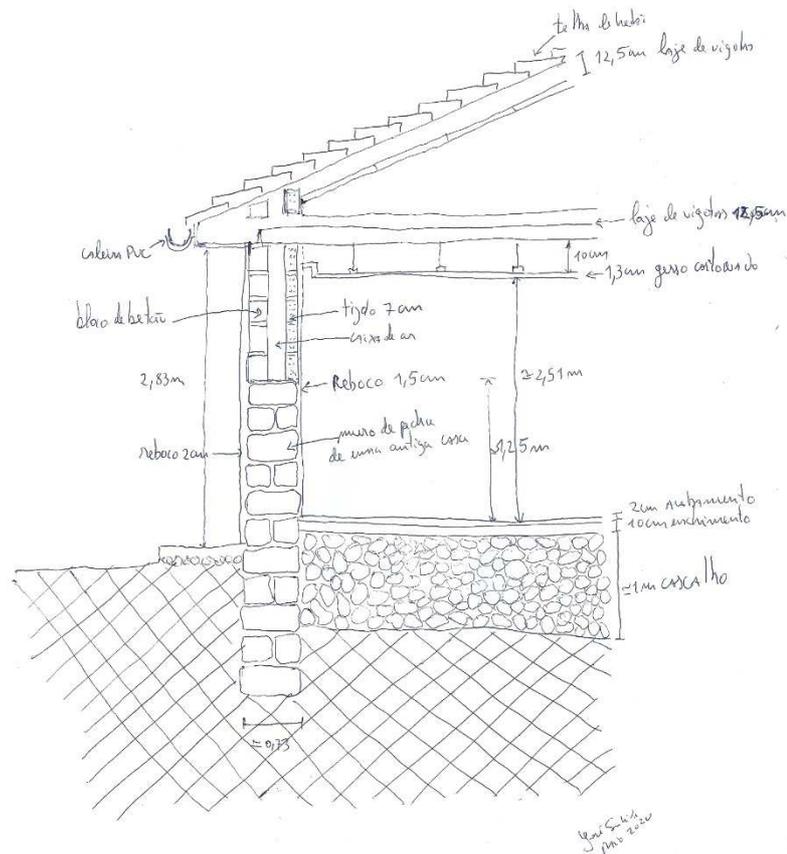


Figura 40: Detalhe feito à mão da moradia Junqueira. Esquisso realizado por José João Cardoso Subida.

#### 4.1.2.10. Levantamento fotográfico

Para mostrar o estado atual da moradia Junqueira, foi feito o seguinte levantamento fotográfico:



Figura 41: Fachada nascente da moradia Junqueira.



Figura 42: Fachada norte e poente da moradia Junqueira.



Figura 43: Fachada sul da moradia Junqueira.



Figura 44: Terreno poente da moradia Junqueira.



Figura 45: Terreno lado nascente da moradia Junqueira.



Figura 46: Sótão da moradia Junqueira.



Figura 47: Cozinha da moradia Junqueira.



Figura 48: Sala da moradia Junqueira.



Figura 49: Corredor da moradia Junqueira.



Figura 50: Quarto nascente da moradia Junqueira.



Figura 51: Quarto norte da moradia Junqueira.



Figura 52: Quarto poente da moradia Junqueira.

#### 4.1.2.11. Descrição da reabilitação

A reabilitação da moradia Junqueira é caracterizada por baixos recursos económicos, feita com mão de obra com baixos recursos técnicos e com materiais acessíveis economicamente, comparativamente com o que o mercado de materiais da construção disponibiliza. A pretensão dos donos é alugar a moradia, portanto, a ideia principal é fazer uma cosmética visual da moradia sem gastar muito dinheiro.

### **4.1.3. APRESENTAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO CASO III**

#### 4.1.3.1. Identificação do edifício

O terceiro caso é uma moradia com um valor cultural e histórico assinalável pois foi a casa do ilustre físico português e fidalgo cavaleiro da Casa Real, Bento de Moura. Entre os seus inúmeros trabalhos, destacam-se projetos de diques, uma roda hidráulica para enxugar terras alagadas, o aperfeiçoamento do mecanismo das azenhas, entre outros. A moradia é de tipologia isolada unifamiliar inserida num grande terreno. É acessível por uma estrada paralela à fachada sul onde se encontra a entrada principal. Tem quatro frentes (norte, sul, nascente e poente), com terreno na frente poente, nascente e norte. A frente sul faz fronteira com a rua. Tem o rés do chão e o 1º andar como pisos habitáveis e tem uma entrada na fachada norte, na cozinha/sala e outra entrada na fachada sul, pelo quarto sul.

#### 4.1.3.2. Local

Localiza-se no distrito da Guarda, concelho de Gouveia e na freguesia da Moimenta da Serra. Moimenta da Serra é uma freguesia que se encontra no interior de Portugal, marcadamente ligada à agricultura e à criação de gado. Em termos de coordenadas geográficas, a moradia está a 575m acima do nível do mar, com uma latitude de 40,47388523238109 e longitude de - 7,6327085499513.

#### 4.1.3.3. Acessos

Em termos de acessos, a moradia está a 12 minutos, de carro, do concelho e a 44 minutos do parque natural da Serra da Estrela. Em termos de acessos aos transportes públicos, a moradia só tem disponível uma paragem de autocarro. Ao nível dos grandes acessos rodoviários, está a cerca de 36 minutos da A25 e da A35.

#### 4.1.3.4. Data de Construção

- Ano de construção: 1672.

#### 4.1.3.5. Caracterização Construtiva

A moradia foi construída utilizando métodos construtivos bastante simples, conforme a seguinte caracterização o revela:

- Fundações: lintel em pedra; (\*)
- Estrutura: as paredes são em pedra maciça, autoportantes, e suportam o teto e a estrutura do telhado. O telhado é em betão armado; (\*)
- Panos opacos: a parede exterior é em perpianho, isolada e revestida pelo interior com gesso cartonado, estando este sobre uma estrutura metálica; (\*)

- Cobertura, estrutura e revestimento: cobertura inclinada, de quatro águas, constituída por uma estrutura de betão armado, que pousa sobre as paredes exteriores. As telhas são em telha lusa e pousam sobre o isolamento; (\*)
- Vãos, portas, janelas e divisórias: as portas interiores são de madeira de mogno. Os aros, guarnições e rodapés são do mesmo tipo de madeira. As caixilharias das janelas são de PVC, a imitar madeira, com vidro duplo (4/16/10mm); (\*)
- Revestimento dos pavimentos: o pavimento das casas de banho e da cozinha/sala é em tijoleira (7mm). As restantes divisões, nomeadamente os quartos, são em pavimento flutuante, de madeira de carvalho; (\*)
- Revestimento das paredes: as paredes exteriores das fachadas nascente e poente foram rebocadas a areado fino e, posteriormente, pintadas com tinta de base aquosa; (\*)
- Revestimento dos tetos: os tetos interiores são revestidos a estuque e pintados com tinta branca de base aquosa. Os entablamentos das fachadas exteriores são em betão, revestidos a chapa e pintados com esmalte;
- Sistema de abastecimento de águas e drenagens: o abastecimento da água potável é feito pela rede de distribuição pública, embora a moradia tenha um poço no terreno. As tubagens são em PEAD. A drenagem das águas negras é feita para uma fossa, que é descarregada para a rede pública;
- Abastecimento elétrico: rede de distribuição pública. Tem painéis fotovoltaicos que auxiliam no fornecimento de eletricidade. Potência elétrica: Monofásico; (\*)
- Abastecimento de gás: não existe nenhuma rede de distribuição de abastecimento de gás canalizado, portanto, a alimentação a gás é feita por botija. Tubagens internas PEAD; (\*)
- Fontes de aquecimento: no inverno, a habitação é aquecida por uma caldeira a pellets, que alimenta 8 radiadores e auxilia no aquecimento das águas sanitárias. Como dispositivo auxiliar, existe um esquentador a gás para AQS. No verão, as águas sanitárias são aquecidas por painéis solares. Para cozinhar os alimentos é utilizado um fogão a gás (botija);
- Fontes de arrefecimento: não existe nenhum equipamento de arrefecimento do ar interior;
- Caracterização funcional: moradia isolada, unifamiliar, de 2 pisos e 3 quartos.

(\*) Segundo informação do proprietário.

#### 4.1.3.6. Topografia

A moradia encontra-se na encosta do maior maciço montanhoso português continental: a Serra da Estrela.

#### 4.1.3.7. Clima

Segundo a plataforma digital “pt.climate-data.org”, a temperatura média anual em Gouveia é de 13.5 °C, com verões quentes e secos e invernos igualmente secos, mas frios, com uma pluviosidade média anual de 1125 mm.

#### 4.1.3.8. Recursos Naturais

Em termos de recursos naturais, destaca-se a radiação solar e a água da chuva.

#### 4.1.3.9. Arquitetura

A moradia foi construída nos finais do século XVII e na sua arquitetura ainda perduram os traços dessa época, embora já tenha sofrido algumas transformações ao longo do tempo. A fachada principal é ornamentada, mostrando que pertenceu a uma família importante. A moradia é grande, comparativamente à época em que foi construída, e com áreas exuberantes. A cozinha/sala tem cerca de 35,85m<sup>2</sup>, a casa de banho 4,98m<sup>2</sup>, a sala 11m<sup>2</sup>, o corredor 4m<sup>2</sup>, o quarto norte 13,35m<sup>2</sup>, o quarto sul 15m<sup>2</sup> e o quarto nascente 11,2m<sup>2</sup>.



Figura 53: Planta da moradia Bento de Moura, autoria do Arq. Tiago André Pereira de Abreu.

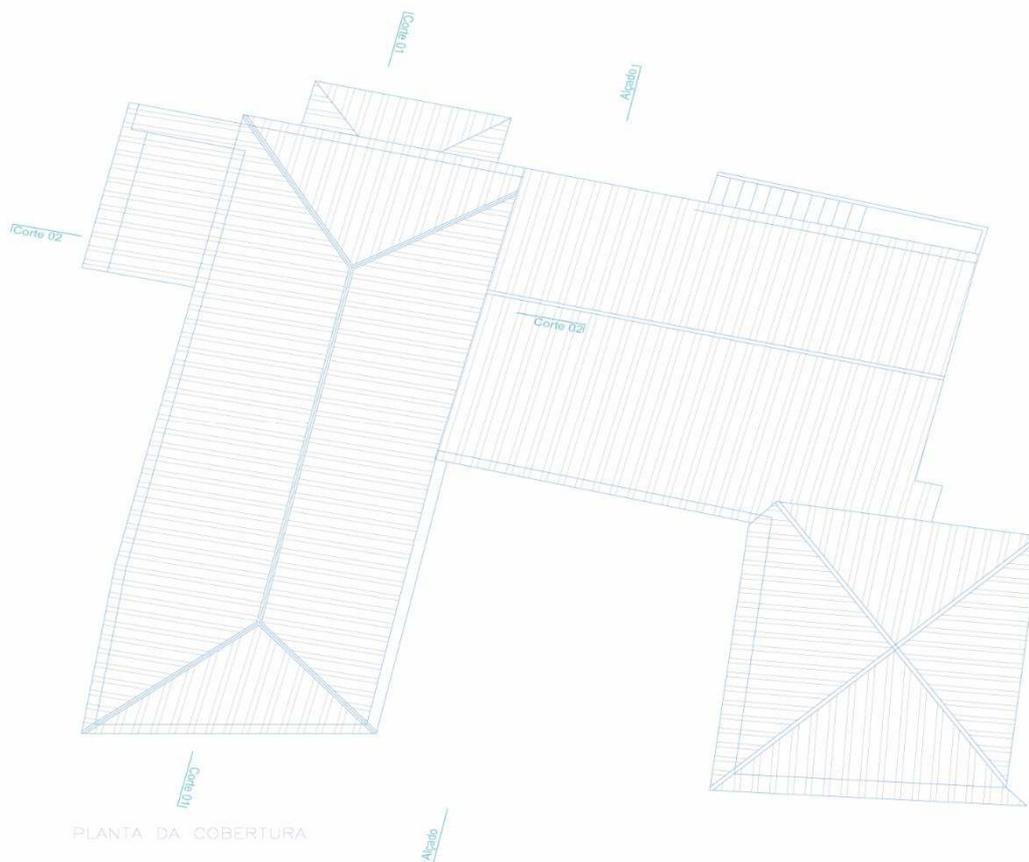


Figura 54: Planta de cobertura da moradia Bento de Moura, da autoria do Arq. Tiago André Pereira de Abreu.

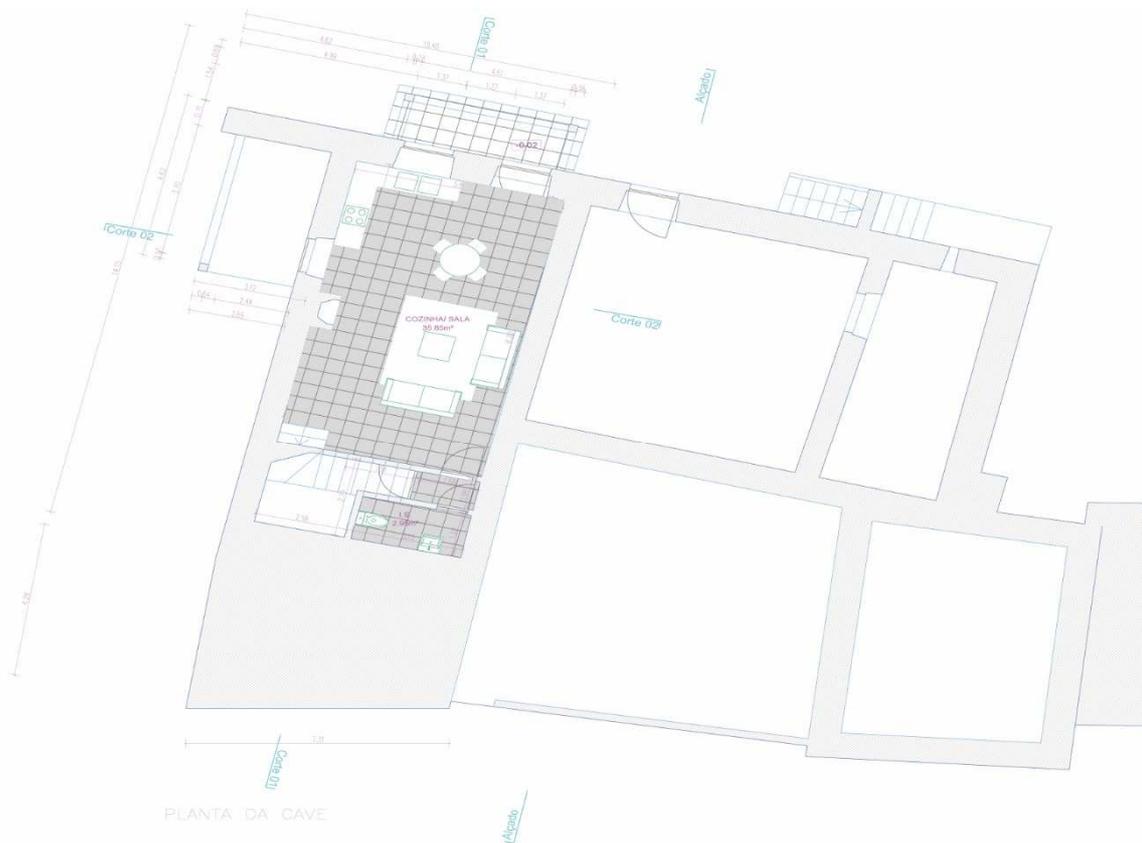


Figura 55: Planta da cave da moradia Bento de Moura, da autoria do Arq. Tiago André Pereira de Abreu.



Figura 56: Planta do rés-do-chão da moradia Bento de Moura, da autoria do Arq. Tiago André Pereira de Abreu.

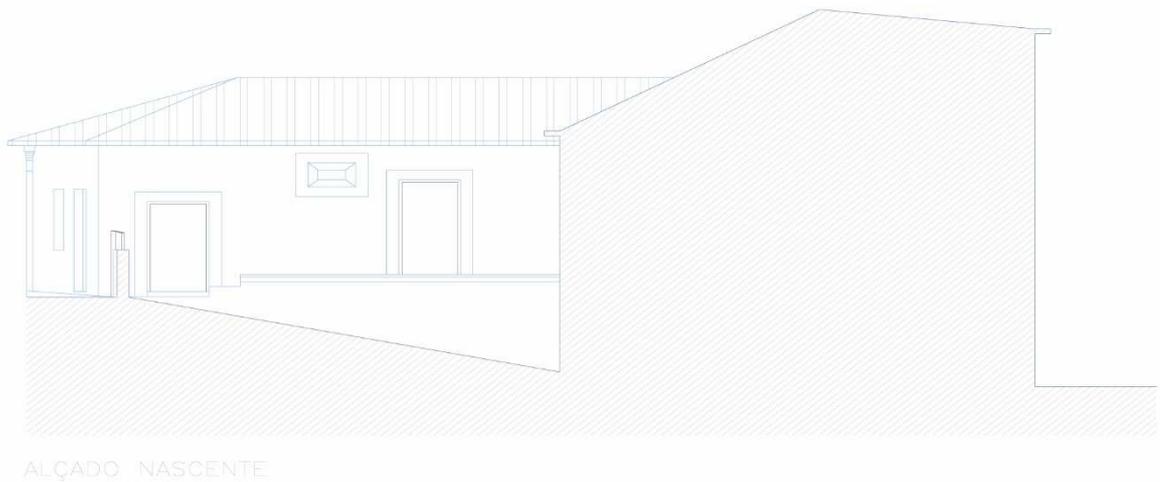


Figura 57: Alçado nascente da moradia Bento de Moura, da autoria do Arq. Tiago André Pereira de Abreu.

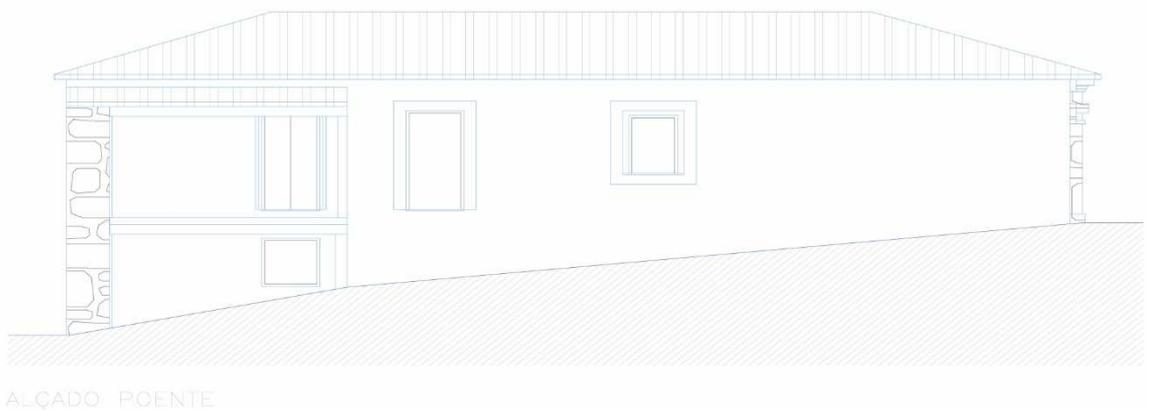


Figura 58: Alçado poente da moradia Bento de Moura, da autoria do Arq. Tiago André Pereira de Abreu.



ALÇADO POSTERIOR

Figura 59: Alçado posterior da moradia Bento de Moura, da autoria do Arq. Tiago André Pereira de Abreu.



ALÇADO PRINCIPAL

Figura 60: Alçado principal da moradia Bento de Moura, da autoria do Arq. Tiago André Pereira de Abreu.



Figura 61: Corte 01 da moradia Bento de Moura, da autoria do Arq. Tiago André Pereira de Abreu.



CORTE 02

Figura 62: Corte 02 da moradia Bento de Moura, da autoria do Arq. Tiago André Pereira de Abreu.

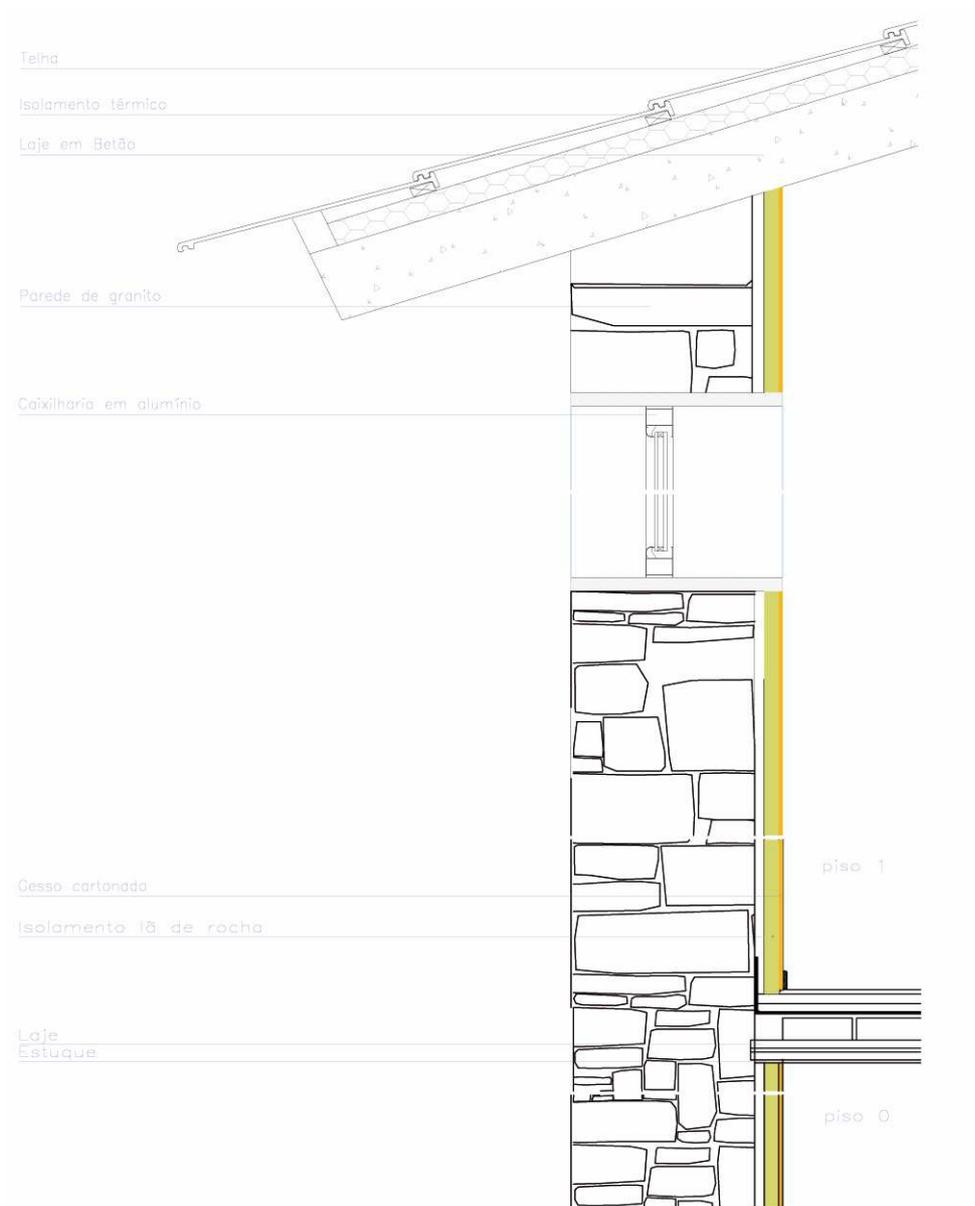


Figura 63: Pormenor da moradia Bento de Moura, da autoria do Arq. Tiago André Pereira de Abreu.

#### 4.1.3.10. Levantamento fotográfico

Para mostrar o estado atual da moradia Bento de Moura, foi feito o seguinte levantamento fotográfico:



Figura 64: Fachada sul da moradia Bento de Moura.



Figura 65: Fachada poente, enquadramento sul da moradia Bento de Moura.



Figura 64: Fachada norte da moradia Bento de Moura.



Figura 65: Fachada poente, enquadramento norte da moradia Bento de Moura.

#### 4.1.3.11. Descrição da reabilitação

A reabilitação da moradia Bento de Moura pretende preservar ao máximo o existente, no entanto, sem cair no pastiche. Apesar da moradia ter um reconhecimento histórico e cultural, por ter pertencido ao notável físico português Bento de Moura, a reabilitação pretende conjugar a preservação da arquitetura existente, conforto térmico, introdução de energias renováveis e a função de alojamento local.



# 5

## APLICAÇÃO DO MÉTODO

### 5.1. CATEGORIA GESTÃO

- Especificações da categoria: Ponderação da categoria é 12% e não tem padrões mínimos.

#### 5.1.1. CRITÉRIO: MAN 01 - MANUAL DA HABITAÇÃO DOMÉSTICA

- Especificações do critério: 3 créditos, sem padrões mínimos.

##### 5.1.1.1. Objetivo do critério

Reconhecer e incentivar o fornecimento de orientações para o proprietário ou inquilino da habitação, para que eles possam entender como utilizar a sua casa com eficiência e eficácia.

##### 5.1.1.2. Parâmetros de avaliação

- **Três créditos** - Fornecimento de um manual para o utilizador doméstico.

Na sua génese, o manual para o utilizador deve ajudá-lo a ter as melhores práticas de uso e de manutenção, nomeadamente:

1. Um conjunto adequado de instruções de operação e manutenção destinadas a obter economia no uso;
2. Um relatório de recomendações sobre como as casas podem ser melhoradas no futuro;
3. Informações sobre recursos e estratégias de eficiência energética relacionados à casa e uma visão geral dos motivos do seu uso, para uma melhor economia energética e ambiental;
4. Detalhes dos recursos de economia de água, seu uso e benefícios;
5. Detalhes de estacionamento para residentes e fornecimento de armazenamento de bicicletas e ciclovias na área, incluindo, se disponível, mapas de rede de ciclovias para toda a cidade ou área local, e informações sobre transporte público local, mapas e horários, quando relevante (isto é, pode não ser relevante para as casas existentes já ocupadas);
6. Informações sobre equipamentos elétricos, incluindo lâmpadas, sobre materiais e tratamento de resíduos;
7. Informações de emergência sobre detetores de fumo e monóxido de carbono e detalhes de contato para serviços de emergência, incluindo a localização de clínicas locais de ferimentos leves, polícia e bombeiros mais próximos;
8. Localização de lojas de alimentos, caixas de correio, lojas dos correios, bancos, caixas de multibanco, farmácias, escolas, centros médicos, centros de lazer, centros comunitários, locais

de culto, bares, áreas de recreação infantil, áreas públicas de acesso aberto ao ar livre, que sejam considerados relevantes para os ocupantes.

#### 5.1.1.3. Legislação, regulamentos e normas

- Decreto-Lei n.º 68/2004, de 25 de março, que criou a «Ficha Técnica da Habitação»;
- BRE *guidance on construction site communication*.

#### 5.1.1.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Morada Azurara: A habitação não possui nenhum manual que sirva de guia de boas práticas de utilização.

Morada Junqueira: A reabilitação foi feita sem o apoio de um técnico de construção qualificado, pelo que não foi redigido qualquer guia de boas práticas de uso ou de manutenção. Por conseguinte, nenhum crédito pode ser atribuído.

Morada Bento de Moura: A legislação portuguesa não obriga à existência de um manual ou guia de uso e manutenção das habitações, portanto, não existe nenhum documento desse âmbito, não podendo ser atribuído nenhum crédito.

#### 5.1.1.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Morada Azurara: Seria necessário que os técnicos responsáveis pelo projeto e construção, nomeadamente o arquiteto, engenheiros e técnicos envolvidos, elaborassem em conjunto um guia de boas práticas de utilização e manutenção, adequado ao edifício reabilitado. As exigências são facilmente atingíveis, assim sendo, poderão ser atribuídos 3 créditos.

Morada Junqueira: A existência de um arquiteto, de engenheiros e de técnicos especializados da construção, assume um papel indispensável para a atribuição dos 3 créditos, pois são estes que têm o conhecimento técnico que permite a elaboração de um guia de boas práticas de utilização e manutenção. É necessário dinheiro para fazer uma boa reabilitação, por outro lado os especialistas não podem ser vistos como um custo, mas como um investimento, que se vai refletir a longo prazo. A atribuição dos 3 créditos é um objetivo tangível.

Morada Bento de Moura: Apesar da reabilitação estar a ser acompanhada por um arquiteto, engenheiros e técnicos da construção, é importante que exista legislação que obrigue à existência de um manual ou guia de uso e manutenção das habitações. Os 3 créditos são facilmente alcançáveis.

### 5.1.2. CRITÉRIO: MAN 02 - PRÁTICAS RESPONSÁVEIS DE CONSTRUÇÃO

- Especificações do critério: 2 créditos, sem padrões mínimos.

#### 5.1.2.1. Objetivo do critério

Reconhecer e incentivar projetos de reabilitação administrados de maneira ambiental e socialmente responsável.

#### 5.1.2.2. Parâmetros de avaliação

Para este critério existe uma distinção de avaliação diferente para os projetos de grande escala e os de pequena escala (as moradias em estudo, segundo o BREEAM, enquadram-se em projetos de pequena escala).

Definição de projetos de pequena e grande escala:

1. Projetos de pequena escala:
  - 5 ou mais habitações com uma duração de obra, de 6 semanas ou menos;
  - Menos de 5 habitações com uma duração de obra, de mais de 6 semanas.
1. Projetos de grande escala:
  - 5 ou mais habitações com uma duração de obra, de mais de 6 semanas.
- **Até dois créditos** - projetos de pequena escala:
  1. Quando se verificam 50% de boas práticas um crédito pode ser concedido;
  2. Quando se verificam 80% de boas práticas dois créditos podem ser concedidos.
- **Um crédito adicional** - Projetos exemplares:
  1. Quando se verifica 100% de boas práticas.

#### 5.1.2.3. Legislação, regulamentos e normas

- Lei n.º 31/2009 de 3 de julho;
- Lei n.º 40/2015 de 1 de junho;
- Lei n.º 79/2019;
- Portaria n.º 701-H/2008 de 29 de julho;
- Decreto-Lei n.º 41821, de agosto de 1958;
- Decreto-Lei n.º 119/92, de 30 de junho;
- Decreto-Lei n.º 273/2003 de 29 de outubro;
- Decreto-Lei n.º 18/2008, de 29 de janeiro, artigo 46;
- Decreto-Lei n.º 73/2011;
- Decreto-Lei n.º 88/2015, de 28 de maio;
- Diretiva 92/57/CEE;
- Diretiva n.º 2008/98/CE, de 19 de novembro;

- Regime jurídico da urbanização e edificação, aprovado pelo Decreto-Lei, n.º 555/99, de 16 de dezembro, e após a alteração introduzida pela Lei n.º 60/2007;
- Norma NP EN ISO 14001:2012;
- Norma ISO 9001.

#### 5.1.2.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Morada Azurara: Na altura da construção não existia nenhuma legislação ou regulamento comparável aos parâmetros atuais de boas práticas de construção.

Morada Junqueira: Esta moradia está a ser reabilitada sem o acompanhamento de um técnico de construção que possa garantir que as melhores práticas estão a ser implementadas, portanto, nenhum crédito pode ser atribuído.

Morada Bento de Moura: A reabilitação desta moradia é acompanhada por profissionais da área da reabilitação, como arquitetos e engenheiros, para além da sua construção ser licenciada, assim, esta respeita os termos da lei que regem a reabilitação no seu âmbito de gestão social e ambiental. Por conseguinte, esta cumpre os critérios para a atribuição dos dois créditos deste critério.

#### 5.1.2.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Morada Azurara: Portugal e a União Europeia disponibilizam regulamentos de boas práticas de construção, logo, a atribuição da totalidade dos créditos passa pelo respeito das boas práticas existentes e os 3 créditos são alcançáveis.

Morada Junqueira: A aplicação deste critério está muito condicionada pela existência de um arquiteto, engenheiros e de técnicos da construção, no entanto, a aplicação de 3 créditos poderia ter sido alcançada.

Morada Bento de Moura: O critério adicional de uma reabilitação exemplar não é uma prática comum, pois os pressupostos habituais vão até aos parâmetros mínimos que a lei obriga. A atribuição do crédito adicional é alcançável, desde que os preceitos das boas práticas tenham uma aplicabilidade exemplar.

### **5.1.3. CRITÉRIO: MAN 03 - IMPACTOS NO ESTALEIRO DE OBRA**

- Especificações do critério: 1 créditos, sem padrões mínimos.

#### 5.1.3.1. Objetivo do critério

Reconhecer e incentivar os locais de reabilitação a serem geridos de maneira ambientalmente correta, em termos de uso de recursos, consumo de energia e poluição.

#### 5.1.3.2. Parâmetros de avaliação

Para esta questão, projetos de grande e pequena escala são avaliados sob diferentes critérios.

No entanto, como os casos de estudo são projetos de pequena escala, segundo o BREEAM, vão ser só focados estes.

É atribuído 1 crédito em projetos de pequena escala de acordo com o seguinte:

- **Um crédito** - Projetos de pequena escala:
  1. Se duas ou mais das seções a-d da lista de verificação A-5 do manual BREEAM *Refurbishment - Domestic Buildings* forem verificadas, é atribuído o crédito (Ltd, 2016). A lista de verificação A-5 não é mais do que uma lista que um profissional da área da gestão de uma obra tem obrigação de cumprir. Por exemplo, a lista pretende:
    - A implementação de medidas para reduzir a produção de CO<sub>2</sub> a partir da redução do uso de energia resultante de atividades da obra;
    - A implementação de medidas para reduzir o uso da água resultante das atividades da obra;
    - Existência de comprovativos ambientais dos materiais utilizados;
    - Que a madeira da construção seja recuperada, reutilizada ou que seja de origem ecológica.

#### 5.1.3.3. Legislação, regulamentos e normas

- Lei n.º 31/2009 de 3 de julho;
- Lei n.º 40/2015 de 1 de junho;
- Lei n.º 79/2019;
- Portaria n.º 701-H/2008 de 29 de julho;
- Decreto-Lei n.º 41821, de agosto de 1958;
- Decreto-Lei n.º 119/92, de 30 de junho;
- Decreto-Lei n.º 273/2003 de 29 de outubro;
- Decreto-Lei n.º 18/2008, de 29 de janeiro, artigo 46;
- Decreto-Lei n.º 73/2011;
- Decreto-Lei n.º 88/2015, de 28 de maio;
- Diretiva 92/57/CEE;
- Diretiva n.º 2008/98/CE, de 19 de novembro;
- Regime jurídico da urbanização e edificação, aprovado pelo Decreto-Lei, n.º 555/99, de 16 de dezembro, e após a alteração introduzida pela Lei n.º 60/2007;
- Norma NP EN ISO 14001:2012;
- Norma ISO 9001.

#### 5.1.3.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Morada Azurara: Contextualizando a moradia no âmbito das exigências do critério, na altura da construção não existia nenhuma legislação ou regulamento comparável aos parâmetros atuais de boas práticas de construção.

Morada Junqueira: Está a ser reabilitada sem o acompanhamento de um técnico de construção que possa garantir a implementação das melhores práticas, não podendo, assim, ser atribuído nenhum crédito.

Morada Bento de Moura: Os preceitos exigíveis deste critério são práticas comuns em obras, em que os profissionais da área da construção estão presentes. Portanto, como a reabilitação é licenciada com a presença de vários profissionais certificados, logo é admissível a atribuição do crédito.

#### 5.1.3.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Morada Azurara: Atualmente existem normas e regulamentos suficientes que garantem que os estaleiros de obra são geridos de maneira que haja respeito pelo uso de recursos e diminuição da poluição. Portanto, a atribuição deste crédito é possível, através do cumprimento das normas, regulamentos e da lei.

Morada Junqueira: A atribuição de 1 crédito não está condicionada por uma circunstância extraordinária, porém, era imperativo o acompanhamento de um técnico na área da construção e reabilitação.

Morada Bento de Moura: a reabilitação cumpre com as exigências deste critério.

#### **5.1.4. CRITÉRIO: MAN 04 - SEGURANÇA CONTRA ROUBO**

- Especificações do critério: 2 créditos, sem padrões mínimos.

##### 5.1.4.1. Objetivo do critério

Incentivar projetos de reabilitação doméstica em que as pessoas se sintam seguras e onde o crime e a desordem, ou o medo do crime, não prejudiquem a qualidade de vida ou a coesão da comunidade.

##### 5.1.4.2. Parâmetros de avaliação

- **Um crédito** - Janelas e portas seguras.
  1. Quando as janelas e portas são certificadas quanto à sua resistência e segurança.
- **Segundo crédito** - Conceitos de segurança aplicados no projeto.
  1. Quando um consultor de segurança ou especialista adequadamente qualificado, é consultado no estágio inicial do projeto e as suas recomendações são incorporadas no projeto de reabilitação.

##### 5.1.4.3. Legislação, regulamentos e normas

- NP EN 14351-1: 2008 + A1: 2011;
- EN 14609: 2004;
- EN 948: 1999;
- ISO 9001:2000.

#### 5.1.4.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Morada Azurara: As janelas e portas existentes são as mesmas desde que a casa foi habitada pela primeira vez, logo, apesar de serem de madeira e resistentes, estas não são certificadas segundo os parâmetros atuais de segurança.

Morada Junqueira: A reabilitação propõe janelas e portas novas e certificadas, porém, nenhum técnico em questões de segurança foi consultado, portanto, 1 crédito foi atribuído.

Morada Bento de Moura: A reabilitação propõe janelas e portas novas e certificadas, porém, nenhum técnico em questões de segurança foi consultado, portanto, 1 crédito foi atribuído.

#### 5.1.4.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Morada Azurara: Atualmente podem ser encontradas no mercado janelas e portas que são certificadas a nível de resistência e segurança. É com facilidade que a atribuição do primeiro crédito pode ser feita. A atribuição do segundo crédito requer a participação, em projeto, de um técnico especializado em segurança contra furto. Este tipo de especialista não é obrigatório em projetos de moradias pequenas. Também, os condicionalismos que este pode impor, podem não ser viabilizados pelo arquiteto. Nesse sentido, apesar de ser um crédito possível, é de difícil concretização.

Morada Junqueira: A escala da reabilitação não justifica o acompanhamento em projeto de um especialista contra furto, portanto, apesar de ser um crédito possível, é de difícil concretização.

Morada Bento de Moura: Esta moradia tem um valor patrimonial assinalável. Qualquer alteração da sua arquitetura, por questões de furto, é inviável. Assim sendo, a atribuição do segundo crédito não é sustentável, em termos de concretização.

### 5.1.5. CRITÉRIO: MAN 05 - PROTEÇÃO E VALORIZAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS

- Especificações do critério: 1 crédito, sem padrões mínimos.

#### 5.1.5.1. Objetivo do critério

Proteger os recursos ecológicos existentes contra danos substanciais durante a reabilitação e aumentar o valor ecológico do local.

#### 5.1.5.2. Parâmetros de avaliação

- **Um crédito** - Proteção das características ecológicas.
  1. Quando uma verificação é feita no local e realizada por um membro da equipe do projeto ou por um ecologista adequadamente qualificado, para determinar a presença de características ecológicas;

2. Quando as espécies protegidas forem identificadas como presentes no local, sendo a Organização de Conservação da Natureza notificada e as estas espécies forem adequadamente protegidas;
  3. Quando todas as características existentes de valor ecológico no local da reabilitação potencialmente afetadas pelas obras, são mantidas e adequadamente protegidas durante as obras de reabilitação.
- **Um crédito adicional de desempenho exemplar** - Melhoria ecológica do local.
    1. Quando um ecologista, devidamente qualificado, é indicado para recomendar recursos ecológicos apropriados, que melhorem positivamente a ecologia do local, sendo que, depois todas as recomendações ecológicas gerais e 30% das recomendações adicionais devem ser incorporadas no projeto pelo projetista.

#### 5.1.5.3. Legislação, regulamentos e normas

- Decreto-Lei n.º 73/2011;
- Diretiva n.º 2008/98/CE, de 19 de novembro;
- Norma NP EN ISO 14001:2012;
- Norma ISO 9001.

#### 5.1.5.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Moradia Azurara: À época da construção da habitação, o valor ecológico do local dependia da sensibilidade, do conhecimento dedutivo e da intuição dos construtores, portanto, as decisões tomadas estão longe dos preceitos atuais de proteção do valor ecológico.

Moradia Junqueira: Devido a esta reabilitação não ter qualquer apoio de um técnico especializado, não preenche os requisitos para que lhe seja atribuído qualquer crédito.

Moradia Bento de Moura: Como esta reabilitação é licenciada, todas as diretrizes de proteção ecológicas estão e foram tidas em conta na reabilitação. A moradia não se encontra numa zona de especial valor ecológico, portanto, nenhum ecologista devidamente qualificado fez parte da equipe de projeto. A reabilitação só preenche os requisitos para 1 crédito deste critério.

#### 5.1.5.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Moradia Azurara: Propõe-se com a reabilitação a conservação do estado ecológico do local, o que não levanta problemas na atribuição do crédito porque esta não se encontra numa área assinalada de valor ecológico especial. Atualmente, os regulamentos de construção e os respetivos técnicos possuem a informação necessária para que as reabilitações tenham um desempenho exemplar a nível da ecologia do local. Embora a escala da moradia não compense a participação de um ecologista devidamente qualificado, esta decisão é possível.

Moradia Junqueira: O sucesso para a atribuição dos créditos deste critério, passa pelo acompanhamento, da reabilitação por técnicos da construção qualificados. A reabilitação circunscreve-se ao existente, portanto, não há uma alteração do valor ecológico do local. Consequentemente, 1 crédito poderia ter

sido facilmente atribuído, bastando que tivesse existido um acompanhamento especializado. A escala do projeto e importância ecológica do local não justifica a participação de um ecologista no projeto, no entanto, o crédito adicional é um objetivo possível.

Morada Bento de Moura: A moradia tem um valor patrimonial cultural e histórico assinalável, o que poderia justificar a participação de um ecologista na elaboração do projeto de reabilitação e de estaleiro. O crédito adicional poderia ter sido alcançado, usando, por exemplo, a ajuda dos fundos europeus para a valorização do património cultural e histórico.

#### **5.1.6. CRITÉRIO: MAN 06 - GESTÃO DE PROJETOS**

- Especificações do critério: 2 créditos, sem padrões mínimos.

##### 5.1.6.1. Objetivo do critério

Garantir a entrega de uma reabilitação funcional e sustentável, projetada e construída de acordo com as expectativas de desempenho.

##### 5.1.6.2. Parâmetros de avaliação

- **Um crédito** - Funções e responsabilidades do projeto.

Envolvimento de todo o grupo de trabalho de projeto na tomada da decisão, onde existe uma partilha de responsabilidades:

1. Para projetos de pequena escala, o gestor de projeto especifica um plano de implementação e realiza uma reunião de iniciação para atribuir responsabilidades individuais e compartilhadas entre a equipa do projeto, incluindo todas as negociações feitas no local.
  2. Para projetos de grande escala, o gestor de projetos atribui responsabilidades individuais e compartilha a responsabilidade nos seguintes estágios principais de projeto e reabilitação:
    - a. Notificação de controle do planeamento e construção;
    - b. Projeto;
    - c. Remodelação;
    - d. Comissionamento e entrega;
    - e. Ocupação.
- **Segundo crédito** - Entrega e cuidados posteriores.
    1. Quando é organizada uma reunião de entrega;
    2. Quando é realizada uma inspeção no local três meses após a ocupação;
    3. Quando se realizam entrevistas pós-ocupação com os ocupantes do edifício e quando é feita uma pesquisa por telefone ou através de informações publicadas dentro de três meses após a ocupação;
    4. Após o término dos trabalhos, é estabelecida uma linha de apoio ou outro sistema apropriado para dar suporte aos usuários da habitação, pelo menos nos primeiros 12 meses de ocupação.

- **Um crédito adicional de desempenho exemplar** - Entrada no projeto de um profissional BREEAM.
  1. Quando um profissional credenciado da BREEAM é indicado para supervisionar os estágios-chave do projeto num estágio inicial, antes da produção de uma especificação de reabilitação. Ou para projetos de pequena escala em que um avaliador de acondicionamento doméstico BREEAM Professional ou BREEAM, é nomeado para supervisionar os estágios-chave do projeto num estágio inicial, antes da produção de uma especificação de acondicionamento.
  
- **Segundo crédito adicional de desempenho exemplar** - Levantamento termográfico e teste de estanqueidade.
  1. Quando são realizados nos estágios de pré-reabilitação e pós-reabilitação levantamentos termográficos e testes de estanqueidade.
  2. Quando os objetivos de estanqueidade ao ar definidos no projeto se verificam em testes após a reabilitação.

#### 5.1.6.3. Legislação, regulamentos e normas

- Diretiva n.º 85/337/CEE do Conselho, de 27 de junho de 1985;
- Decreto-Lei n.º 69/2000, de 3 de maio;
- Decreto-Lei n.º 73/2011;
- Diretiva n.º 2008/98/CE, de 19 de novembro;
- Norma NP EN ISO 14001:2012;
- Norma ISO 9001.

#### 5.1.6.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Morada Azurara: A moradia tem um projeto realizado por um técnico habilitado e de acordo com as exigências legais e regulamentares da época de construção (contexto da moradia no âmbito do critério). O técnico e o empreiteiro eram conhecidos do proprietário e dos agentes locais, logo havia estreita relação para o acompanhamento e para o apoio pós-construção do que foi construído.

Morada Junqueira: A reabilitação foi feita sem qualquer apoio de um projetista, por conseguinte, não preenche os requisitos, para que lhe seja atribuído qualquer crédito.

Morada Bento de Moura: O projeto de reabilitação foi atribuído a um gestor de projetos qualificado e foram assinados acordos sobre a responsabilidade de cada interveniente, que garantem o cumprimento das melhores práticas de construção e fiscalização. Nenhum técnico BREEAM vai acompanhar a reabilitação, nem vão ser realizados testes de estanqueidade, pelo que, só podem ser atribuídos 2 créditos.

#### 5.1.6.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Morada Azurara: A contratação de um arquiteto auxiliado de um engenheiro garante em termos do cumprimento da lei, que os requisitos exigíveis dos dois primeiros créditos são cumpridos. Os testes de

estanqueidade e levantamentos termográficos terão de ser realizados nos estágios de pré-reabilitação e pós-reabilitação, para a obtenção do segundo crédito adicional de exemplaridade. No entanto, a contratação de um profissional BREEAM não parece ser uma decisão sustentável, dada a pequena escala da moradia e o investimento necessário. Porém, os 3 créditos são exequíveis de obtenção.

Moradia Junqueira: O único critério, no contexto português e da escala da reabilitação, que não parece ser viável, é a contratação de um profissional BREEAM, portanto, 3 créditos poderiam ter sido atribuídos.

Moradia Bento de Moura: Para que a reabilitação garanta todos os critérios exigíveis, é necessário que se façam testes de estanqueidade e levantamentos termográficos nos estágios de pré-reabilitação e pós-reabilitação e que se contrate um profissional BREEAM. Dado o carácter histórico do edifício e seu valor patrimonial reconhecido, pode ser viável que este adquira um certificado especial BREEAM, portanto, 4 créditos poderão ter viabilidade para serem atribuídos.

## 5.2. CATEGORIA SAÚDE E BEM - ESTAR

- Especificações da categoria: Ponderação da categoria é 17%. Os padrões mínimos são o critério Hea 05 Ventilação e o Hea 06 Segurança contra incêndio.

### 5.2.1. CRITÉRIO: HEA 01 - LUZ DO DIA

- Especificações do critério: 2 créditos, sem padrões mínimos.

#### 5.2.1.1. Objetivo do critério

Melhorar a qualidade de vida nas residências, através do fornecimento de boa luz do dia e reduzir a necessidade de energia para iluminar a residência.

#### 5.2.1.2. Parâmetros de avaliação

- **Um crédito** – Manutenção da boa luz natural.

1. Para residências existentes e projetos de mudança de uso (por exemplo, conversões):

1.a A reabilitação resulta num impacto neutro nos níveis de iluminação natural das residências, na cozinha, sala de estar, sala de jantar e estudo, com nenhum "não" respondido a todas as perguntas da Lista de Verificação A-7: Fator de Luz do Dia, partes 1 e 2 (habitações) ou partes 3 e 4 (para mudança de uso, por exemplo, conversões).

A Tabela 15 expõe a lista de perguntas de verificação A-7 correspondente aos casos de estudo, isto é, relativa a reabilitações de impacto neutro nos níveis de iluminação natural.

Tabela 15: Tabela com a lista de verificação A-7.

Item	Fator	Questão	Antes da reabilitação	Depois da reabilitação
1	Transmitância	O fator de transmitância das janelas reduziu para menos do que um vidro transparente de baixa emissividade como resultado da reabilitação?	Fator de transmitância, por exemplo de 0,8 para vidros simples e transparentes.	Fator de transmitância, por exemplo de 0,68 para vidros duplos de baixa emissividade.
2	Área bruta do vidro (considerando a estrutura)	A área bruta dos vidros reduziu em mais de 10% como resultado de reabilitação?	Área líquida de envidraçamento (m <sup>2</sup> ).	Área líquida de envidraçamento (m <sup>2</sup> ).
3	Área das divisões	A área das divisões aumentou como resultado da reabilitação?	Área das divisões (m <sup>2</sup> ).	Área das divisões (m <sup>2</sup> ).
4	Reflectância	Os acabamentos da superfície das divisões são mais escuros, em média, como resultado da reabilitação?	Cor dos acabamentos (piso, paredes, teto) antes.	Cor dos acabamentos (piso, paredes, teto) após.
5	Ângulo do céu visível	Existem obstruções externas adicionais ou o ângulo do céu visível foi reduzido como resultado da reabilitação?	Ângulo do céu visível (por exemplo, 65 graus).	Ângulo do céu visível (por exemplo, 65 graus).

2. Onde a propriedade está sendo ampliada:

2.a Novos espaços atingem níveis mínimos de luz do dia. Ver na edição do Manual BREEAM *Domestic Refurbishment* 2014 (Ltd, 2016) a norma CN1, do critério: Hea 01 - Luz do dia.

2.b A extensão não reduz significativamente os níveis de luz do dia na cozinha, sala de estar, sala de jantar ou estudo de propriedades vizinhas. Ver na edição do Manual BREEAM *Domestic Refurbishment* 2014 (Ltd, 2016) a norma CN4, do critério: Hea 01 - Luz do dia.

- **Segundo crédito** - Quando a moradia atinge níveis mínimos de luz do dia na cozinha, sala de estar, sala de jantar e escritório:

- **Um crédito** - Novos espaços criados a partir de uma extensão.

1. Onde os novos espaços criados atendem a um fator médio mínimo de luz do dia, incluindo:

1a. Onde as cozinhas atingem um fator mínimo de luz do dia, de pelo menos 2%;

1b. Onde salas de estar, salas de jantar e estudos atingem um fator médio mínimo de luz do dia, de pelo menos 1,5%;

1c. Onde 80% do plano de trabalho em cada novo espaço, incluindo cozinhas, salas de estar, salas de jantar e estudos, recebe luz direta do dia.

2. Onde a habitação é prolongada (incluindo conversões no sótão), 80% do plano e trabalho em cada novo espaço criado, incluindo cozinha, sala de estar, sala de jantar e estudo, recebe luz direta do dia.

3. Há um impacto neutro nos espaços existentes como resultado de reabilitação, de acordo com o critério 1.

- **Um crédito** - Moradias existentes e habitações criadas a partir de uma mudança de uso (ou seja, conversões).

Um crédito é concedido quando a moradia atinge os seguintes critérios de luz do dia:

1. Quando as cozinhas atingem um fator mínimo de luz do dia de pelo menos 2%;
2. Quando as salas de estar, as salas de jantar e de estudos alcançam um fator médio mínimo de luz do dia de pelo menos 1,5%;
3. Quando 80% do plano de trabalho na cozinha, sala de estar, sala de jantar e estudo recebe luz direta do céu.

**Expressão de cálculo do Fator de Luz Médio de Dia:** Para se calcular o Fator de Luz Médio de Dia, recorreu-se à fórmula, conceitos e alguns valores dos apontamentos “Iluminação Natural de Edifícios – Conforto Visual e Introdução ao Projeto”, da disciplina de Física das Construções, do Instituto Superior Técnico, da autoria do Professor Doutor António Moret Rodrigues:

$$F_{\text{médio}} (\text{Fator de Luz Médio de Dia}) = \frac{(M \times \tau) \times A_w \times \theta}{A \times (1 - \rho^2)} (\%)$$

M - Fator de conservação dos envidraçados;

$\tau$  - Coeficiente de transmissão do vidro;

$A_w$  - Área dos envidraçados;

$\theta$  - Ângulo no plano vertical normal à janela entre o centro da janela e o céu visível;

A - Área total do envolvente interior;

$\rho$  - Coeficiente de reflexão médio do envolvente interior.

#### 5.2.1.3. Legislação e regulamentos

- Regulamento Geral das Edificações Urbanas;
- EN 410;
- EN 13363-1;
- EN 13363-2.

#### 5.2.1.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Moradia Azurara:

1. Sala:

$$M = 0,9$$

$$\tau = 0,8 \text{ (Recomendado pelo BREEAM para vidro simples)}$$

$$A_w = 2,25m^2$$

$$\theta = 65^\circ$$

$$A = 13m^2$$

$$\rho \text{ (Teto)} = 0,85$$

$$\rho \text{ (Paredes)} = 0,5$$

$$A \text{ (Paredes da sala)} = 36,54m^2$$

$$\rho \text{ (Pavimento)} = 0,5$$

$$\rho_{\text{médio}} = \frac{0,85 \cdot 13 + 0,3 \cdot 13 + 0,5 \cdot 36,54}{13 + 13 + 36,54} = 0,53$$

$$\text{DFmédio (Fator de Luz Médio de Dia)} = \frac{(M \times \tau) \times A_w \times \theta}{A \times (1 - \rho^2)} (\%) = \frac{(0,9 \times 0,8) \times 2,25 \times 65}{13 \times (1 - 0,53^2)} = 11,3\%$$

2. Quarto poente:

$$M = 0,9$$

$$\tau = 0,8 \text{ (Recomendado pelo BREEAM para vidro simples)}$$

$$A_w = 1,8m^2$$

$$\theta = 65^\circ$$

$$A = 10m^2$$

$$\rho \text{ (Teto)} = 0,85$$

$$\rho \text{ (Paredes)} = 0,5$$

$$A \text{ (Paredes do quarto poente)} = 33m^2$$

$$\rho \text{ (Pavimento)} = 0,5$$

$$\rho_{\text{médio}} = \frac{0,85 \cdot 13 + 0,3 \cdot 13 + 0,5 \cdot 33}{13 + 13 + 33} = 0,53$$

$$\text{DFmédio (Fator de Luz Médio de Dia)} = \frac{(M \times \tau) \times A_w \times \theta}{A \times (1 - \rho^2)} (\%) = \frac{(0,9 \times 0,8) \times 1,8 \times 65}{10 \times (1 - 0,53^2)} = 11,7\%$$

3. Quarto sul:

$$M = 0,9$$

$$\tau = 0,8 \text{ (Recomendado pelo BREEAM para vidro simples)}$$

$$A_w = 1,32m^2$$

$$\theta = 75^\circ$$

$$A = 10m^2$$

$$\rho \text{ (Teto)} = 0,85$$

$$\rho \text{ (Paredes)} = 0,5$$

$$A \text{ (Paredes do quarto sul)} = 31,35m^2$$

$$\rho \text{ (Pavimento)} = 0,5$$

$$\rho_{\text{médio}} = \frac{0,85 \cdot 13 + 0,3 \cdot 13 + 0,5 \cdot 31,35}{13 + 13 + 31,35} = 0,53$$

$$\text{DFmédio (Fator de Luz Médio de Dia)} = \frac{(M \times \tau) \times A_w \times \theta}{A \times (1 - \rho^2)} (\%) = \frac{(0,9 \times 0,8) \times 1,32 \times 75}{10 \times (1 - 0,53^2)} = 9,9\%$$

4. Quarto norte:

$$M = 0,9$$

$$\tau = 0,8 \text{ (Recomendado pelo BREEAM para vidro simples)}$$

$$A_w = 1,32m^2$$

$$\theta = 75^\circ$$

$$A = 9,3m^2$$

$$\rho \text{ (Teto)} = 0,85$$

$$\rho \text{ (Paredes)} = 0,5$$

$$A \text{ (Paredes do quarto norte)} = 29,73m^2$$

$$\rho \text{ (Pavimento)} = 0,5$$

$$\rho_{\text{médio}} = \frac{0,85 \cdot 9,3 + 0,3 \cdot 9,3 + 0,5 \cdot 29,73}{13 + 13 + 29,73} = 0,53$$

$$\text{DFmédio (Fator de Luz Médio de Dia)} = \frac{(M \times \tau) \times A_w \times \theta}{A \times (1 - \rho^2)} (\%) = \frac{(0,9 \times 0,8) \times 1,32 \times 75}{9,3 \times (1 - 0,53^2)} =$$

$$10,66\%$$

5. Cozinha:

$$M = 0,9$$

$$\tau = 0,8 \text{ (Recomendado pelo BREEAM para vidro simples)}$$

$$A_w = 1m^2$$

$$\theta = 65^\circ$$

$$A = 10,2m^2$$

$$\rho \text{ (Teto)} = 0,85$$

$$\rho \text{ (Paredes)} = 0,5$$

$$A \text{ (Paredes cozinha)} = 32,21m^2$$

$$\rho \text{ (Pavimento)} = 0,5$$

$$\rho_{\text{médio}} = \frac{0,85 \cdot 10,2 + 0,3 \cdot 10,2 + 0,5 \cdot 32,21}{13 + 13 + 32,21} = 0,53$$

$$\text{DFmédio (Fator de Luz Médio de Dia)} = \frac{(M \times \tau) \times A_w \times \theta}{A \times (1 - \rho^2)} (\%) = \frac{(0,9 \times 0,8) \times 1 \times 65}{10,2 \times (1 - 0,53^2)} = 6,4\%$$

6. Casa de banho:

$$M = 0,9$$

$$\tau = 0,8 \text{ (Recomendado pelo BREEAM para vidro simples)}$$

$$A_w = 0,54m^2$$

$$\theta = 75^\circ$$

$$A = 3,91m^2$$

$$\rho \text{ (Teto)} = 0,85$$

$$\rho \text{ (Paredes)} = 0,5$$

$$A \text{ (Casa de banho)} = 19,59m^2$$

$$\rho \text{ (Pavimento)} = 0,5$$

$$\rho_{\text{méd}} = \frac{0,85 \times 3,91 + 0,3 \times 3,91 + 0,5 \times 19,59}{3,91 + 3,91 + 19,59} = 0,53$$

$$DF_{\text{méd}} \text{ (Fator de Luz Médio de Dia)} = \frac{(M \times \tau) \times A_w \times \theta}{A \times (1 - \rho^2)} (\%) = \frac{(0,9 \times 0,8) \times 1 \times 75}{10,2 \times (1 - 0,53^2)} = 10,2\%$$

Comentário: As janelas cumprem com os mínimos estipulados pela avaliação BREEAM, portanto, o estado atual da moradia, já permite a atribuição dos 2 créditos neste critério.

Moradia Junqueira:

1. Sala:

$$M = 0,9$$

$$\tau = 0,68 \text{ (Recomendado pelo BREEAM para vidro duplo)}$$

$$A_w = 1,62m^2$$

$$\theta = 46^\circ$$

$$A = 11m^2$$

$$\rho \text{ (Teto)} = 0,85$$

$$\rho \text{ (Paredes)} = 0,5$$

$$A \text{ (Paredes da sala)} = 27,6m^2$$

$$\rho \text{ (Pavimento)} = 0,5$$

$$\rho_{\text{méd}} = \frac{0,85 \times 11 + 0,3 \times 11 + 0,5 \times 27,6}{11 + 11 + 27,6} = 0,53$$

$$DF_{\text{méd}} \text{ (Fator de Luz Médio de Dia)} = \frac{(M \times \tau) \times A_w \times \theta}{A \times (1 - \rho^2)} (\%) = \frac{(0,9 \times 0,68) \times 1,62 \times 46}{11 \times (1 - 0,53^2)} = 5,76\%$$

2. Quarto poente:

$$M = 0,9$$

$$\tau = 0,68 \text{ (Recomendado pelo BREEAM para vidro duplo)}$$

$$A_w = 1,185m^2$$

$$\theta = 68^\circ$$

$$A = 9,6m^2$$

$$\rho \text{ (Teto)} = 0,85$$

$$\rho \text{ (Paredes)} = 0,5$$

$$A \text{ (Paredes do quarto poente)} = 28,7m^2$$

$$\rho \text{ (Pavimento)} = 0,5$$

$$\rho_{\text{médio}} = \frac{0,85 \times 9,6 + 0,3 \times 9,6 + 0,5 \times 28,7}{9,6 + 9,6 + 28,7} = 0,53$$

$$DF_{\text{médio}} \text{ (Fator de Luz Médio de Dia)} = \frac{(M \times \tau) \times A_w \times \theta}{A \times (1 - \rho^2)} (\%) = \frac{(0,9 \times 0,68) \times 1,185 \times 68}{9,6 \times (1 - 0,53^2)} = 7\%$$

3. Quarto nascente:

$$M = 0,9$$

$$\tau = 0,68 \text{ (Recomendado pelo BREEAM para vidro duplo)}$$

$$A_w = 2,39m^2$$

$$\theta = 68^\circ$$

$$A = 12m^2$$

$$\rho \text{ (Teto)} = 0,85$$

$$\rho \text{ (Paredes)} = 0,5$$

$$A \text{ (Paredes do quarto nascente)} = 31,6 m^2$$

$$\rho \text{ (Pavimento)} = 0,5$$

$$\rho_{\text{médio}} = \frac{0,85 \times 12 + 0,3 \times 12 + 0,5 \times 31,6}{12 + 12 + 31,6} = 0,53$$

$$DF_{\text{médio}} \text{ (Fator de Luz Médio de Dia)} = \frac{(M \times \tau) \times A_w \times \theta}{A \times (1 - \rho^2)} (\%) = \frac{(0,9 \times 0,68) \times 2,39 \times 68}{12 \times (1 - 0,53^2)} = 11,5\%$$

4. Quarto norte:

$$M = 0,9$$

$$\tau = 0,68 \text{ (Recomendado pelo BREEAM para vidro duplo)}$$

$$A_w = 1,165 m^2$$

$$\theta = 68^\circ$$

$$A = 9 \text{ m}^2$$

$$\rho \text{ (Teto)} = 0,85$$

$$\rho \text{ (Paredes)} = 0,5$$

$$A \text{ (Paredes quarto norte)} = 27,37 \text{ m}^2$$

$$\rho \text{ (Pavimento)} = 0,5$$

$$\rho_{\text{médio}} = \frac{0,85 \times 9 + 0,3 \times 9 + 0,5 \times 27,37}{9 + 9 + 28,7} = 0,53$$

$$\text{DF}_{\text{médio}} \text{ (Fator de Luz Médio de Dia)} = \frac{(M \times \tau) \times A_w \times \theta}{A \times (1 - \rho^2)} (\%) = \frac{(0,9 \times 0,68) \times 1,165 \times 68}{9 \times (1 - 0,53^2)} = 7,51\%$$

#### 5. Cozinha:

$$M = 0,9$$

$$\tau = 0,68 \text{ (Recomendado pelo BREEAM para vidro duplo)}$$

$$A_w = 1,2 \text{ m}^2$$

$$\theta = 72^\circ$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\rho \text{ (Teto)} = 0,85$$

$$\rho \text{ (Paredes)} = 0,5$$

$$A \text{ (Paredes da cozinha)} = 29 \text{ m}^2$$

$$\rho \text{ (Pavimento)} = 0,5$$

$$\rho_{\text{médio}} = \frac{0,85 \times 12 + 0,3 \times 12 + 0,5 \times 29}{12 + 12 + 29} = 0,53$$

$$\text{DF}_{\text{médio}} \text{ (Fator de Luz Médio de Dia)} = \frac{(M \times \tau) \times A_w \times \theta}{A \times (1 - \rho^2)} (\%) = \frac{(0,9 \times 0,68) \times 1,2 \times 68}{12 \times (1 - 0,53^2)} = 5,8\%$$

#### 6. Casa de banho:

$$M = 0,9$$

$$\tau = 0,68 \text{ (Recomendado pelo BREEAM para vidro duplo)}$$

$$A_w = 0,25 \text{ m}^2$$

$$\theta = 72^\circ$$

$$A = 4,98 \text{ m}^2$$

$$\rho \text{ (Teto)} = 0,85$$

$$\rho \text{ (Paredes)} = 0,5$$

$$A \text{ (Parede da casa de banho)} = 21,4 \text{ m}^2$$

$$\rho \text{ (Pavimento)} = 0,5$$

$$\rho_{\text{médio}} = \frac{0,85 \times 4,98 + 0,3 \times 4,98 + 0,5 \times 21,4}{3,91 + 3,91 + 19,59} = 0,52$$

$$DF_{\text{médio}} (\text{Fator de Luz Médio de Dia}) = \frac{(M \times \tau) \times A_w \times \theta}{A \times (1 - \rho^2)} (\%) = \frac{(0,9 \times 0,68) \times 0,25 \times 72}{4,98 \times (1 - 0,53^2)} = 3\%$$

7. Lavandaria:

$$M = 0,9$$

$$\tau = 0,68 \text{ (Recomendado pelo BREEAM para vidro duplo)}$$

$$A_w = 0,18m^2$$

$$\theta = 72^\circ$$

$$A = 2,43m^2$$

$$\rho (\text{Teto}) = 0,85$$

$$\rho (\text{Paredes}) = 0,5$$

$$A (\text{Parede lavandaria}) = 14m^2$$

$$\rho (\text{Pavimento}) = 0,5$$

$$\rho_{\text{médio}} = \frac{0,85 \times 2,43 + 0,3 \times 2,43 + 0,5 \times 14}{2,43 + 2,43 + 14} = 0,52$$

$$DF_{\text{médio}} (\text{Fator de Luz Médio de Dia}) = \frac{(M \times \tau) \times A_w \times \theta}{A \times (1 - \rho^2)} (\%) = \frac{(0,9 \times 0,68) \times 0,18 \times 72}{2,43 \times (1 - 0,52^2)} = 4,5\%$$

Comentário: As janelas cumprem com os mínimos estipulados pela avaliação BREEAM, para a obtenção de 2 créditos neste critério.

Morada Bento de Moura:

1. Sala/cozinha:

$$M = 0,9$$

$$\tau = 0,68 \text{ (Recomendado pelo BREEAM para vidro duplo)}$$

$$A_w = 2,343m^2$$

$$\theta = 16^\circ$$

$$A = 35,85m^2$$

$$\rho (\text{Teto}) = 0,85$$

$$\rho (\text{Paredes}) = 0,5$$

$$A (\text{Paredes da sala/cozinha}) = 60m^2$$

$$\rho (\text{Pavimento}) = 0,5$$

$$\rho_{\text{médio}} = \frac{0,85 \times 35,85 + 0,3 \times 35,85 + 0,5 \times 60}{35,85 + 35,85 + 60} = 0,54$$

$$DF_{\text{médio}} (\text{Fator de Luz Médio de Dia}) = \frac{(M \times \tau) \times A_w \times \theta}{A \times (1 - \rho^2)} (\%) = \frac{(0,9 \times 0,68) \times 2,343 \times 16}{35,85 \times (1 - 0,54^2)} =$$

$$0,9\%$$

Comentário: As janelas da sala/cozinha não cumprem com os mínimos estipulados pela avaliação BREEAM, para a obtenção de 2 créditos neste critério. O ângulo no plano vertical normal à janela, entre o centro da janela e o céu visível ( $\theta$ ), é bastante baixo, comparativamente com as janelas de outras divisões, facto que condicionou bastante a obtenção da percentagem mínima para cozinha e sala.

2. Quarto norte:

$$M = 0,9$$

$$\tau = 0,68 \text{ (Recomendado pelo BREEAM para vidro duplo)}$$

$$A_w = 3,8m^2$$

$$\theta = 43^\circ$$

$$A = 13,35m^2$$

$$\rho \text{ (teto)} = 0,85$$

$$\rho \text{ (Paredes)} = 0,5$$

$$A \text{ (Paredes do quarto norte)} = 43,94m^2$$

$$\rho \text{ (Pavimento)} = 0,5$$

$$\rho_{\text{médio}} = \frac{0,85 \cdot 13,35 + 0,3 \cdot 13,35 + 0,5 \cdot 43,94}{13,35 + 13,35 + 43,94} = 0,53$$

$$DF_{\text{médio}} \text{ (Fator de Luz Médio de Dia)} = \frac{(M \times \tau) \times A_w \times \theta}{A \times (1 - \rho^2)} (\%) = \frac{(0,9 \times 0,8) \times 3,8 \times 43}{13,35 \times (1 - 0,53^2)} = 10,4\%$$

3. Quarto nascente:

$$M = 0,9$$

$$\tau = 0,68 \text{ (Recomendado pelo BREEAM para vidro duplo)}$$

$$A_w = 2,4m^2$$

$$\theta = 68^\circ$$

$$A = 11,2m^2$$

$$\rho \text{ (Teto)} = 0,85$$

$$\rho \text{ (Paredes)} = 0,5$$

$$A \text{ (Paredes do quarto nascente)} = 30,84m^2$$

$$\rho \text{ (Pavimento)} = 0,5$$

$$\rho_{\text{médio}} = \frac{0,85 \cdot 11,2 + 0,3 \cdot 11,2 + 0,5 \cdot 30,84}{11,2 + 11,2 + 30,84} = 0,53$$

$$DF_{\text{médio}} \text{ (Fator de Luz Médio de Dia)} = \frac{(M \times \tau) \times A_w \times \theta}{A \times (1 - \rho^2)} (\%) = \frac{(0,9 \times 0,68) \times 2,4 \times 68}{11,2 \times (1 - 0,53^2)} = 12,4\%$$

4. Quarto sul:

$$M = 0,9$$

$$\tau = 0,68 \text{ (Recomendado pelo BREEAM para vidro duplo)}$$

$$A_w = 3,46m^2$$

$$\theta = 70^\circ$$

$$A = 15m^2$$

$$\rho \text{ (Teto)} = 0,85$$

$$\rho \text{ (Paredes)} = 0,5$$

$$A \text{ (Paredes do quarto sul)} = 36,7m^2$$

$$\rho \text{ (Pavimento)} = 0,5$$

$$\rho_{\text{méd}} = \frac{0,85 \times 15 + 0,3 \times 15 + 0,5 \times 36,7}{15 + 15 + 36,7} = 0,53$$

$$DF_{\text{méd}} \text{ (Fator de Luz Médio de Dia)} = \frac{(M \times \tau) \times A_w \times \theta}{A \times (1 - \rho^2)} (\%) = \frac{(0,9 \times 0,68) \times 3,46 \times 70}{15 \times (1 - 0,53^2)} = 13,7\%$$

Comentário: As janelas cumprem com os mínimos estipulados pela avaliação BREEAM, para a obtenção de 2 créditos neste critério, exceto na sala/cozinha.

5.2.1.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Morada Azurara: A reabilitação proposta não prevê a alteração das dimensões das janelas, assim, é previsível que esta mantenha a avaliação de dois créditos deste critério, já que o único parâmetro que se altera, é o coeficiente de transmissão do vidro. A avaliação BREEAM, relativamente à luz natural, propõe que o coeficiente de transmissão do vidro duplo seja de 0,68 na avaliação da luz natural, logo, como seria de esperar, há menos transmissão de luz e o fator da luz do dia é baixo.

1. Sala:

$$DF_{\text{méd}} \text{ (Fator de Luz Médio de Dia)} = \frac{(M \times \tau) \times A_w \times \theta}{A \times (1 - \rho^2)} (\%) = \frac{(0,9 \times 0,68) \times 2,25 \times 65}{13 \times (1 - 0,53^2)} = 9,6\%$$

2. Quarto poente:

$$DF_{\text{méd}} \text{ (Fator de Luz Médio de Dia)} = \frac{(M \times \tau) \times A_w \times \theta}{A \times (1 - \rho^2)} (\%) = \frac{(0,9 \times 0,68) \times 1,8 \times 65}{10 \times (1 - 0,53^2)} = 9,9\%$$

3. Quarto sul:

$$DF_{\text{méd}} \text{ (Fator de Luz Médio de Dia)} = \frac{(M \times \tau) \times A_w \times \theta}{A \times (1 - \rho^2)} (\%) = \frac{(0,9 \times 0,68) \times 1,32 \times 75}{10 \times (1 - 0,53^2)} = 8,4\%$$

4. Quarto norte:

$$DF_{\text{médio}} (\text{Fator de Luz Médio de Dia}) = \frac{(M \times \tau) \times A_w \times \theta}{A \times (1 - \rho^2)} (\%) = \frac{(0,9 \times 0,68) \times 1,32 \times 75}{9,3 \times (1 - 0,53^2)} = 9,1\%$$

5. Cozinha:

$$DF_{\text{médio}} (\text{Fator de Luz Médio de Dia}) = \frac{(M \times \tau) \times A_w \times \theta}{A \times (1 - \rho^2)} (\%) = \frac{(0,9 \times 0,68) \times 1 \times 65}{10,2 \times (1 - 0,53^2)} = 5,4\%$$

6. Casa de banho:

$$DF_{\text{médio}} (\text{Fator de Luz Médio de Dia}) = \frac{(M \times \tau) \times A_w \times \theta}{A \times (1 - \rho^2)} (\%) = \frac{(0,9 \times 0,8) \times 1 \times 75}{10,2 \times (1 - 0,53^2)} = 6,3\%$$

Comentário: A alteração das janelas cumpre com os mínimos estipulados pela avaliação BREEAM, daí, a atribuição dos 2 créditos neste critério.

Morada Junqueira: A arquitetura das janelas cumpre com os mínimos estipulados pela avaliação BREEAM, para a obtenção dos 2 créditos deste critério.

Morada Bento de Moura:

1. Cozinha/sala: Dado o valor patrimonial, cultural e histórico da Moradia Bento de Moura, a sua arquitetura está condicionada ao existente. No entanto, propõe-se avaliar o impacto de retirar o alpendre, de madeira, da fachada norte, para a melhoria da luz natural da cozinha/sala. Ao retirar o alpendre, o ângulo do plano vertical normal à janela, entre o centro da janela e o céu visível ( $\theta$ ), aumenta e aumentando também a entrada de luz no interior da divisão da moradia.

$$M = 0,9$$

$$\tau = 0,68 \text{ (Recomendado pelo BREEAM para vidro duplo)}$$

$$A_w = 1,143m^2$$

$$\theta = 70^\circ$$

$$A = 35,85m^2$$

$$\rho (\text{Teto}) = 0,85$$

$$\rho (\text{Paredes}) = 0,5$$

$$A (\text{Paredes da cozinha/sala}) = 60m^2$$

$$\rho (\text{Pavimento}) = 0,5$$

$$\rho_{\text{médio}} = \frac{0,85 \times 35,85 + 0,3 \times 35,85 + 0,5 \times 60}{35,85 + 35,85 + 60} = 0,54$$

$$DF_{\text{médio}} (\text{Fator de Luz Médio de Dia}) = \frac{(M \times \tau) \times A_w \times \theta}{A \times (1 - \rho^2)} (\%) = \frac{(0,9 \times 0,68) \times 2,343 \times 47}{35,85 \times (1 - 0,54^2)} = 2,7\%$$

Comentário: Por hipótese, se o alpendre da fachada norte for retirado, é possível obter os 2 créditos, estipulados pela avaliação BREEAM, para este critério.

### 5.2.2. CRITÉRIO: HEA 02 - ISOLAMENTO ACÚSTICO

- Especificações do critério: 4 créditos, sem padrões mínimos.

#### 5.2.2.1. Objetivo do critério

Garantir os padrões aceitáveis de isolamento acústico e, assim, minimizar os problemas relacionados com o ruído.

#### 5.2.2.2. Parâmetros de avaliação

- **Até quatro créditos são concedidos** - alcançando e indo além das regulamentações nacionais.

Nos casos em que forem realizados testes sonoros e quando um profissional qualificado assegure que a residência atende ou ultrapassa os mínimos dos regulamentos, até quatro créditos podem ser concedidos de acordo com os requisitos dos créditos para isolamento acústico, conforme mostrado nas Tabelas 16 e Tabela 17. No total dos 4 créditos, 50% são do isolamento a sons aéreos e 50% de isolamento a sons de percussão.

Tabela 16: Requisitos de crédito para isolamento a sons aéreos.

Créditos	Legislação
	Valores de isolamento acústico no ar
2 créditos	Limite do regulamento
3 créditos	3dB abaixo do regulamento
4 créditos	5dB abaixo do regulamento

Tabela 17: Requisitos de crédito para isolamento a sons de percussão.

Créditos	Legislação
	Valores de isolamento acústico de impacto
2 créditos	Limite do regulamento
3 créditos	3dB abaixo do regulamento
4 créditos	5dB abaixo do regulamento

Quando o teste de som não é viável e quando a reabilitação é feita sem um profissional qualificado em acústica, dois créditos podem ser concedidos, desde que a construção siga os requisitos dos detalhes da boa construção.

#### 5.2.2.3. Legislação, regulamentos e normas

- Decreto-Lei n.º 9/2007 - Regulamento Geral do Ruído;
- Decreto-Lei n.º 96/2008 - Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios;
- Diretiva n.º 2002/49/CE;
- Decreto-lei n.º 146/2006, de 31 de julho;
- Decreto-lei n.º 129/2002.

#### 5.2.2.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

##### Moradia Azurara:

Cálculo da capacidade de redução sonora dos sons aéreos, da fachada paralela à rua:

A parede da fachada é uma parede dupla de tijolo de 15 e de 7cm, sem isolamento.

A janela tem uma caixilharia de madeira, de vidro simples.

$R_w$  parede dupla  $\approx R_w$  simples + (3 sem isolamento e 5 com isolamento tipo) dB

$R_w$  parede (Dupla 15, 7) = 48 + 3 = 51 dB ( $A=14,3m^2$ )

$R_w$  janela (Vidro simples de 4mm) = 19 dB ( $A=1,8m^2$ )

$R_w$  global =  $10 \log \left( \frac{\sum S_i}{\sum S_i \times 10^{-R_i/10}} \right)$

$D_{2m, n T, W}$  aproximado ao  $R_w$  global +  $10 \times \log \left( \frac{V}{6,25 \times S \times T_0} \right)$ , caso não haja informação do  $T_0$ , o  $10 \times \log \left( \frac{V}{6,25 \times S \times T_0} \right)$  pode ser aproximado a 2.

$R_w$  global =  $10 \log \left( \frac{16,1}{14,3 \times 10^{-5,1} + 1,8 \times 10^{-1,9}} \right) = 28,5dB$

$D_{2m, n T, W} \approx 28,5 + 2$

$D_{2m, n T, W} \approx 30$  dB

Segundo o artigo 5º do Decreto-lei n.º 129/2002, a habitação tem de ter um  $D$  (Índice 2 m, nT, w) igual ou maior que 33 dB. Como a moradia tem 30 dB, não cumpre com a legislação.

Em relação aos sons aéreos entre compartimentos da habitação, a lei não faz especificações. Sobre a laje do teto (sótão não habitável) vai ser colocado um isolamento térmico, que também vai funcionar como isolamento acústico, o que dará uma maior garantia do cumprimento do critério.

Cálculo, através do método simplificado, do índice de isolamento a sons de percussão, entre compartimentos interiores (Quartos):

A constituição das paredes interiores e as áreas dos compartimentos são todas similares. A área de cálculo é a média dos quartos, cerca de  $10m^2$ , com um volume total de  $27m^3$ . A parede interior considerada no cálculo é de tijolo de 7cm, revestida a reboco em ambos os lados, com uma massa total de  $102,78 kg/m^3$ . Para o pavimento foi considerado uma massa próxima dos  $600kg/m^3$ .

Aplicação da expressão do método simplificado:

$$L'_{n T, W} = L_n, w + K_{TM} - B = (164 - 35 \log (\text{Massa do pavimento}) - 10 \log \left( \frac{0,016 V}{T_0} \right) + K_{TM} = (164 - 35 \log(774) \times 10 \log \left( \frac{0,016 \times 27}{0,5} \right) + 2,5 = 66 \text{ dB} > 60 \text{ dB}.$$

O artigo 5º do Decreto-lei n.º129/2002 faz menção do seguinte: “No interior dos quartos ou zonas de estar dos fogos, como locais recetores, o índice de isolamento sonoro a sons de percussão,  $L'$  (índice nT, w), proveniente de uma percussão normalizada sobre pavimentos dos outros fogos ou de locais de circulação comum do edifício, como locais emissores, deve satisfazer o seguinte:  $L'$  (índice nT, w) igual ou menor que 60 dB”. Tendo por base o cálculo anterior, esta moradia não cumpre os requisitos mínimos para a atribuição de qualquer crédito, ao nível de isolamento acústico de percussão.

### Moradia Junqueira:

A parede da fachada é uma parede dupla de bloco de betão de 15cm e de tijolo de 7cm, revestida com o sistema ETICS. A janela tem uma caixilharia de PVC, de vidro duplo.

Cálculo do índice de isolamento a sons aéreos da fachada paralela à rua:

$$R_w \text{ parede (ETICS)} = 55 \text{ dB (A= } 6,57\text{m}^2\text{)}$$

$$R_w \text{ janela (Especificações técnicas)} = 32 \text{ dB (A= } 1,165\text{m}^2\text{)}$$

$$R_w \text{ global} = 10 \log \left( \frac{7,7}{6,57 \times 10^{-5,5} + 1,165 \times 10^{-3,2}} \right) = 40\text{dB}$$

$$D_{2m, nT, W} \approx 42 \text{ dB (Procedimento de cálculo segue a lógica anterior)}$$

Segundo o artigo 5º do Decreto-lei nº129/2002, a habitação tem de ter um D (Índice 2 m, nT, w) igual ou maior que 33 dB. Portanto, atualmente a habitação cumpre com a legislação, com uma diferença de 9dB. A moradia preenche os requisitos de creditação de sons aéreos para a obtenção de 4 créditos. Sobre a laje do teto (sótão não habitável) vai ser colocado um isolamento térmico, que também vai funcionar como isolamento acústico, e reforçar a confiança sobre os valores calculados para os sons aéreos na fachada crítica.

Cálculo, através do método simplificado, do índice de isolamento a sons de percussão, entre compartimentos interiores (Quartos):

A constituição das paredes interiores e as áreas dos compartimentos são todas similares. A área de cálculo é a média dos quartos, cerca de  $12\text{m}^2$ , com um volume total de  $30,6\text{m}^3$ . A parede interior considerada é de bloco de 10cm, revestido a reboco em ambos os lados, com uma massa total de  $256,6 \text{ kg/m}^3$ . Para o pavimento foi considerado uma massa próxima dos  $600\text{kg/m}^3$ .

Aplicação da expressão do método simplificado:

$$L'_{nT, W} = L_{n, w} + K_{TM} - B = (164 - 35 \log (\text{Massa do pavimento}) - 10 \log \left( \frac{0,016 V}{T_0} \right) + K_{TM} = (164 - 35 \log(600) \times 10 \log \left( \frac{0,016 \times 30,6}{0,5} \right) + 5 = 67 \text{ dB} > 60 \text{ dB}.$$

A lei define que o L' (Índice nT, w) tem de ser igual ou menor que 60 dB, portanto, a habitação não cumpre os requisitos mínimos para a atribuição de qualquer crédito, ao nível do isolamento acústico de percussão.

### Moradia Bento de Moura:

Cálculo do índice de isolamento a sons aéreos, da fachada paralela à rua:

$$R_w \text{ parede} = 70 \text{ dB (A= } 14,3 \text{ m}^2\text{)}$$

$$R_w \text{ janela} = 32 \text{ dB (A= } 1 \text{ m}^2\text{)}$$

$$R_w \text{ global} = 10 \log \left( \frac{15,3}{14,3 \times 10^{-7,0} + 1,0 \times 10^{-3,2}} \right) = 43,8\text{dB}$$

$$D_{2m, nT, W} \approx 45,8 \text{ dB}$$

Segundo o artigo 5º, do Decreto-lei nº129/2002, a habitação tem que ter um D (Índice 2 m, nT, w) igual ou maior que 33 dB. A habitação cumpre com a legislação, com uma diferença de 13,8 dB, logo a moradia preenche com os requisitos de creditação de sons aéreos para a obtenção de 4 créditos. A

cobertura é uma laje de betão armado, com isolamento, pelo exterior. É uma estrutura com bastante massa, que assegura que os parâmetros considerados na fachada se verifiquem na cobertura.

Cálculo, através do método simplificado, da capacidade de absorção dos sons de percussão, entre compartimentos interiores (quartos):

A constituição das paredes interiores e as áreas dos compartimentos são todas similares. A área de cálculo é a média dos quartos, cerca de  $13,2m^2$ , com um volume total de  $34,2m^3$ . A parede interior considerada é de tijolo de 7 cm, revestido a reboco em ambos os lados, com uma massa total de  $102,78 kg/m^3$ . Para o pavimento foi considerado uma massa próxima dos  $327 kg/m^3$ .

Aplicação da expressão do método simplificado:

$$L'_{nT, W} = L_n, w + K_{TM} - B = (164 - 35 \log(\text{Massa do pavimento}) - 10 \log\left(\frac{0,016 V}{T_0}\right) + K_{TM} = (164 - 35 \log(327) \times 10 \log\left(\frac{0,016 \times 34,2}{0,5}\right) + 2,5 = 80 \text{ dB} > 60 \text{ dB}.$$

A lei define que o  $L'$  (índice  $nT, w$ ) tem que ser igual ou menor que 60 dB, portanto, a habitação não cumpre os requisitos mínimos para a atribuição de qualquer crédito, ao nível do isolamento acústico de percussão.

#### 5.2.2.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

##### **Moradia Azurara:**

Para a reabilitação da fachada está prevista a aplicação dos sistemas ETICS e da substituição das janelas. Por essa via vai ser analisado se a proposta de intervenção se adequa com os valores de isolamento acústico no ar, previstos no Decreto-lei n.º 129/2002.

Cálculo do índice de isolamento a sons aéreos, da fachada paralela à rua:

$$R_w \text{ parede (ETICS)} = 55 \text{ dB (A= } 14,1m^2)$$

$$R_w \text{ janela (Especificações técnicas da janela)} = 32 \text{ dB (A= } 1,8m^2)$$

$$R_w \text{ global} = 10 \log\left(\frac{16,1}{14,1 \times 10^{-5,5} + 1,8 \times 10^{-3,2}}\right) = 41,3 \text{ dB}$$

$$D_{2m, nT, W} \approx 43 \text{ dB}$$

Segundo o artigo 5º do Decreto-lei n.º 129/2002, a habitação tem que ter um  $D$  (Índice 2 m,  $nT, w$ ) igual ou maior que 33 dB. A proposta faz com que a habitação cumpra com a legislação, com uma diferença de 10dB, logo são alcançáveis 4 créditos previstos para sons aéreos.

A nível de índice de isolamento a sons de percussão há três áreas genéricas de intervenção para controlar a transmissão de ruídos de percussão:

- Na Fonte:
  - Colocando a fonte de vibração afastada da área onde baixos níveis sonoros são desejados, o que para a situação não é possível;
  - Reduzindo a potência da fonte de vibração, o que para a situação não é possível;
  - Colocando camadas resilientes em superfícies sujeitas a impacto, o que para a situação é possível;
  - Reduzindo a velocidade das massas de impacto, o que para a situação não é possível;
  - Dando rigidez à estrutura nos pontos de excitação, o que para a situação não se adequa.
- No caminho de transmissão:

- Isolando o elemento de vibração de áreas onde são desejados baixos níveis sonoros através de descontinuidades estruturais, o que para a situação é o ideal;
- Através da separação dinâmica de componentes (por camada resiliente, ligação flexível, etc.), o que para a escala da reabilitação não é justificável;
- Aplicando um tratamento para o aumento de amortecimento na estrutura que transmite a vibração, o que para a situação é uma via que pode ajudar a minimizar.
- Perto do recetor:
  - Cobrir as superfícies radiantes (com teto suspenso resiliente, por exemplo), o que face ao contexto não resolve completamente o problema, já que o som provém do chão;
  - Reduzindo as vibrações de superfícies que radiam som, através da aplicação de capas amortecedoras, o que para a situação é possível.

As intervenções para resolver anomalias em reabilitações estão muito condicionadas pela preservação do existente, portanto, depois de analisar os vários mecanismos que minimizam o ruído de percussão, a proposta propõe a descontinuidade da superfície, que transmite a vibração para as paredes dos quartos, através do corte do pavimento até a camada de areia, juntos aos muros dos quartos, e o preenchimento do corte com um material que absorva os impactos, por exemplo, aglomerado de cortiça. Propõe-se o soalho, para pavimentar os quartos. Para absorver os choques de percussão, a aplicação do soalho pressupõe a colocação de uma tela de polietileno expandido e a descontinuidade do soalho com as paredes dos quartos. Assim sendo, a atribuição dos 4 créditos dos valores de isolamento acústico de percussão está condicionada por questões técnicas e não por questões de conceito. Por conseguinte, a nível técnico é possível minimizar os sons de percussão de tal maneira que os 4 créditos dos valores de isolamento acústico de percussão são alcançáveis.

### **Moradia Junqueira:**

A moradia da Junqueira e da Azurara são muito similares em termos de construção, portanto, as considerações feitas na proposta de resolução do ruído de percussão da moradia da Azurara, também servem para a moradia da Junqueira.

### **Moradia Bento de Moura:**

A laje da moradia de Gouveia é uma laje aligeirada de vigotas, embora o princípio de resolução do problema do ruído de percussão seja o mesmo. Propõe-se a descontinuidade da superfície que transmite a vibração para as paredes dos quartos e aplicar um tratamento para o aumento de amortecimento na estrutura que transmite a vibração, o que deve ser feito de maneira diferente. Porém, o corte que faz a descontinuidade entre o chão do corredor e as paredes dos quartos, é feito só na camada de enchimento. Para absorver os sons de percussão, propõe-se a mistura de aglomerado de cortiça no enchimento da laje. As indicações da proposta da moradia de Azurara são igualmente válidas para o revestimento nos quartos desta moradia.

### 5.2.3. CRITÉRIO: HEA 03 - COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS

- Especificações do Critério: 1 crédito, sem padrões mínimos.

#### 5.2.3.1. Objetivo do critério

Reconhecer e incentivar um ambiente interno saudável através da especificação de acabamentos e acessórios internos com baixas emissões de compostos orgânicos voláteis (COV).

#### 5.2.3.2. Parâmetros de avaliação

- **Um crédito** - Evitando o uso de COV.
  1. Todas as tintas e vernizes usadas, de caráter decorativo, atendem aos requisitos das normas europeias que se encontram resumidas na Tabela - 16: *VOC requirements by product type*, do manual *BREEAM Refurbishment - Domestic Buildings* (Ltd, 2016);
  2. Quando pelo menos cinco, das oito categorias listadas, dos produtos restantes, atenderem aos requisitos de teste e aos níveis de emissão de compostos orgânicos voláteis (COV) em relação aos padrões relevantes identificados na Tabela - 16: *VOC requirements by product type*, do manual *BREEAM Refurbishment - Domestic Buildings* (Ltd, 2016);
  3. Quando cinco ou menos produtos são especificados na reabilitação, todos devem atender aos requisitos para obter esse crédito.

#### 5.2.3.3. Legislação, regulamentos e normas

- Decreto-Lei n.º 181/2006;
- Diretiva n.º 2004/42/CE;
- EN 13986: 2004 (13);
- EN 14080: 2005 (14);
- EN 14342: 2005 (15);
- EN 14041: 2006 (16);
- EN 13964: 2004 (17);
- EN 13999 - 1: 2013 (18);
- EN 233: 1999 (19);
- EN 234: 1997 (20);
- EN 259: 2001 (21);
- EN 266: 1992 (22).

#### 5.2.3.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Morada Azurara: Na sua maioria as tintas e os vernizes foram aplicados há mais de 30 anos, quando os parâmetros atuais de restrição dos COV não existiam.

Moradia Junqueira: As tintas e vernizes aplicados na obra são produtos de marcas conceituadas e têm o selo CE nas suas embalagens, cumprindo, assim, as regras e limites de emissividade de Compostos Orgânicos Voláteis (COV), estabelecidas pela Diretiva Europeia 2004/42/CE.

Moradia Bento de Moura: As tintas e vernizes a aplicar na obra têm o selo CE, cumprindo com as regras e limites de emissividade de Compostos Orgânicos Voláteis (COV), estabelecidas pela Diretiva Europeia 2004/42/CE.

#### 5.2.3.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Moradia Azurara: Os COVs encontram-se, geralmente, nos ambientes internos das habitações, nomeadamente, no uso de tintas, vernizes e madeiras. Para garantir as exigências deste critério, é necessário a utilização de tintas e vernizes com a marca CE, que classificam e garantem que a emissão dos COV dos materiais, estão conforme os limites das normas europeias.

Moradia Junqueira: A reabilitação já cumpre com os requisitos deste critério.

Moradia Bento de Moura: A reabilitação já cumpre com os requisitos deste critério.

#### **5.2.4. CRITÉRIO: HEA 04 - DESIGN INCLUSIVO**

- Especificações do critério: 2 créditos, sem padrões mínimos.

##### 5.2.4.1. Objetivo do critério

Adoção de uma arquitetura inclusiva, para otimizar a acessibilidade da casa e sua futura adaptabilidade para lidar com as mudanças nas necessidades de uma família, como velhice, fragilidade, deficiência de curto ou longo prazo ou devido a doença condicionadora da mobilidade.

##### 5.2.4.2. Parâmetros de avaliação

- **Um crédito** - Acessibilidade mínima.
  1. Inclusão de um especialista em acessibilidades ou membro adequadamente qualificado na equipe de projeto, que assegura que as normas de acessibilidade são cumpridas.
  2. Critérios de acessibilidade mínima:
    - Garantidos meios de acesso à habitação;
    - Interruptores e tomadas acessíveis na habitação;
    - Existência de casa de banho de acesso à mobilidade reduzida;
    - Portas de entrada;
    - Paredes da casa de banho e WC;
    - Esquema da casa de banho de acesso à mobilidade reduzida;

- Controles, utensílios e acessórios, interruptores, tomadas, controles de ventilação e serviço devem estar a uma altura utilizável por todos (ou seja, entre 450 e 1200mm do chão).

- **Segundo crédito** - Acessibilidade avançada.

1. Critérios de acessibilidade avançada:

- Meios de acesso à habitação;
- Condicionamentos na aproximação à habitação;
- Acesso às portas exteriores;
- Circulação no andar de entrada e respetivas portas internas, corredores e passagens da habitação;
- Circulação vertical no andar de entrada;
- Elevadores de passageiros e escadas comuns em blocos de apartamentos;
- Existência de WC de mobilidade reduzida no andar de entrada do edifício.

- **Um critério adicional** - Para requisitos de desempenho exemplares.

1. Critérios de acessibilidade exemplar:

- Largura de acessibilidade ao estacionamento;
- A abordagem para todas as entradas deve ser nivelada ou levemente inclinada;
- Acessibilidade de escadas e elevadores comuns;
- Entradas e corredores;
- Acessibilidade para cadeiras de rodas;
- Acessibilidade da sala de estar;
- Quarto para pessoas de acessibilidade reduzida;
- Sanitários e chuveiros para pessoas de acessibilidade reduzida, ao nível do piso de entrada;
- Habitações com três ou mais quartos no mesmo nível, devem ter um WC totalmente acessível;
- Habitações com dois ou menos quartos devem estar preparadas com casas de banho acessíveis para as pessoas de mobilidade reduzida;
- Aplicabilidade para elevador de escada;
- Especificações da abertura das janelas.

#### 5.2.4.3. Legislação, regulamentos e normas

- Decreto-Lei n.º 163/2006 (Guia Acessibilidade e mobilidade para todos).

#### 5.2.4.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Morada Azurara: O projeto não incluiu um especialista em acessibilidades ou membro adequadamente qualificado, nem o projeto teve em consideração a regulamentação atual de acessibilidade para pessoas de mobilidade reduzida (Teles, 2007).

Morada Junqueira: A reabilitação não tem projeto, nem inclui um especialista em acessibilidades ou projetista adequadamente qualificado. Numa análise prévia da reabilitação é verificável que esta não

cumprir com os requisitos regulamentares de acessibilidade para pessoas de mobilidade reduzida (Teles, 2007). Por conseguinte, não foi atribuído qualquer crédito.

**Morada Bento de Moura:** O projeto foi elaborado por um arquiteto que cumpriu todas as diretrizes legais para a aprovação do projeto de arquitetura, nomeadamente, as de âmbito de acessibilidade para pessoas de mobilidade reduzida. No entanto, numa reabilitação deste tipo, que tenta preservar ao máximo a história do edifício, a lei permite que o regulamento de acessibilidades não seja cumprido na sua íntegra. Dado as condicionantes da legislação e das características do projeto, este cumpre no limite as condições exigidas pela lei, pelo que lhe foi atribuído 1 crédito.

#### 5.2.4.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

**Morada Azurara:** Apesar dos projetos de reabilitação, quando a sua arquitetura não é alterada, podem não respeitar os requisitos atuais de acessibilidade, as modificações que o critério exige podem facilmente ser realizadas e 3 créditos poderão ser atribuídos.

**Morada Junqueira:** O cumprimento deste critério passa pela modificação das aberturas e pontos de acesso, de maneira que uma cadeira de rodas não tenha a sua passagem impedida. Este tipo de exigência é viável, pelo que poderiam ter sido atribuídos 3 créditos.

**Morada Bento de Moura:** Dado o valor patrimonial da habitação de preservar as dimensões dos espaços, o regulamento de acessibilidade não pode ser cumprido. Só 1 crédito pode ser atribuído.

#### 5.2.5. CRITÉRIO: HEA 05 - VENTILAÇÃO

- Especificações do critério: 2 créditos, com padrões mínimos.

##### 5.2.5.1. Objetivo do critério

Reconhecer e incentivar um ambiente interno saudável, através do fornecimento de níveis de ventilação adequados para fornecer ar fresco, e evitar problemas associados ao acúmulo de poluentes e níveis de humidade, sem perda excessiva de calor.

##### 5.2.5.2. Parâmetros de avaliação

- **Um crédito** - Requisitos mínimos de ventilação.

##### 1. Critérios mínimos de ventilação:

- Nível mínimo de ventilação (com ventiladores ou outros meios de ventilação) para todas as salas, cozinhas, despensas e casas de banho, em conformidade com os regulamentos;
- Nível mínimo de ventilação de extração em todas as salas húmidas (por exemplo, cozinha e casas de banho), em conformidade com os regulamentos;
- O edifício enquadra-se na definição de edifício histórico.

- **Segundo crédito** - Requisitos de ventilação avançada.
  1. Critérios de ventilação avançada:
    - A habitação respeita na sua integralidade os requisitos dos regulamentos;
    - O edifício enquadra-se na definição de edifício histórico.

#### 5.2.5.3. Legislação, regulamentos e normas

- Portaria n.º 353-A/2013;
- NP 1037-1, 2015;
- NP 1037-2, 2009;
- NP 1037-3, 2002.

#### 5.2.5.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Morada Azurara: A maioria das moradias da época em que esta foi construída, são caracterizadas por serem bastante permeáveis ao ar, devido à permeabilidade das janelas, caixas de estore e telhado. Apesar das habitações serem ventiladas, estas não atendem aos requisitos mínimos de conforto e perdas de calor.

Morada Junqueira: A reabilitação vai no sentido de tornar a habitação hermética ao ar, através da colocação de portas e janelas estanques ao mesmo e sem qualquer dispositivo de regulação da ventilação. O único processo de ventilação é feito através da abertura voluntária das janelas, pelo morador. Por conseguinte, não será atribuído qualquer crédito.

Morada Bento de Moura: Devido ao valor patrimonial da habitação e da ausência de um regulamento de ventilação obrigatório, nenhum sistema de ventilação foi considerado no projeto da reabilitação. Portanto, a este nível não será atribuído qualquer crédito.

#### 5.2.5.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Morada Azurara: O cumprimento deste critério pode ser facilmente cumprido, através de aberturas de admissão de ar nas janelas, aberturas de passagem nas portas e armários e através de aberturas de extração de ar na cozinha e casa de banho, sendo os 2 créditos atingíveis.

Morada Junqueira: A parede exterior tem uma espessura entre os 30 e os 70 cm, estando, portanto, muito condicionada pela escolha do tipo de janelas. Para a admissão de ar, os caixilhos das janelas devem conter uma grelha autorregulável de admissão de ar. As portas ou paredes interiores podem conter uma grelha que permita a passagem de ar. A casa de banho deveria ter uma saída de extração a pelo menos 2,1m de altura e o mais afastado possível da porta. A conduta de extração da casa de banho deverá ser isolada e a boca de saída deverá estar pelo menos a 50cm acima da cumieira. Aparelhos a gás deverão estar em compartimentos auto ventilados. Na cozinha deverá existir uma abertura de saída de ar, que garanta a renovação de ar quando o exaustor está desligado. Para compensar o desequilíbrio entre as entradas e saídas de ar provocadas pelo exaustor, deverá existir uma grelha autorregulável na cozinha para o efeito. Por conseguinte, em termos gerais, os 2 créditos são atingíveis.

Morada Bento de Moura: A moradia tem um valor patrimonial reconhecido, portanto, qualquer sistema de ventilação adotado tem de ser camuflado na arquitetura existente. Apesar deste constrangimento, é um critério que poderia ter sido considerado, sendo os 2 créditos atingíveis.

#### 5.2.6. CRITÉRIO: HEA 06 - SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS

- Especificações do critério: 1 crédito, com padrões mínimos.

##### 5.2.6.1. Objetivo do critério

Reduzir o risco de vida, saúde e propriedade, resultantes de incêndio e exposição ao monóxido de carbono.

##### 5.2.6.2. Parâmetro de avaliação

- **Um crédito** - sistema de alarme e deteção de incêndio e monóxido de carbono (CO).
  1. A habitação tem um sistema de alarme e deteção de incêndio, em conformidade com especificações regulamentares contra incêndios;
  2. Quando a moradia é abastecida com gás na cozinha ou qualquer outra forma de combustível fóssil (por exemplo, carvão) ou biomassa, o edifício tem de ter um detetor de monóxido de carbono e um sistema de alarme, de acordo com as especificações técnicas exigidas.

##### 5.2.6.3. Legislação, regulamentos e normas

- Decreto-Lei n.º 23/2011, de 11.02;
- Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndios em Edifícios  
Lei n.º 123/2019;
- Operações de Reabilitação - Segurança Contra Incêndios em Edifícios  
Decreto-Lei n.º 95/2019;  
Relatório LNEC n.º 327/2019 - ARICA: 2019 - Método de avaliação da segurança ao incêndio em edifícios existente;
- Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios  
Portaria n.º 1532/2008.

##### 5.2.6.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Morada Azurara: À época da construção da moradia não existia em Portugal, qualquer regulamento contra incêndios.

Morada Junqueira: Nem a construção, nem a reabilitação da moradia, teve em atenção qualquer regulamento contra incêndios (Civil, 2009). Nessa medida não foi atribuído qualquer crédito.

Morada Bento de Moura: Nesta habitação foi previsto um sistema de alarme e de deteção contra incêndios, assim, foi atribuído 1 crédito.

#### 5.2.6.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Morada Azurara: Um sistema de alarme e deteção de incêndio e monóxido de carbono (CO) é de fácil implementação, portanto, 1 crédito pode ser facilmente atribuído.

Morada Junqueira: Embora não tenha sido considerado na reabilitação, um sistema de alarme e de deteção de incêndio e monóxido de carbono (CO), estes são acessíveis e de fácil implementação, podendo ser atribuído 1 crédito.

Morada Bento de Moura: A habitação cumpre com os requisitos deste critério.

### 5.3. ENERGIA

- Especificações da categoria: Ponderação da categoria é 43%. O padrão mínimo é o critério Ene 02 - Classificação de eficiência energética.

#### 5.3.1. CRITÉRIO: ENE 01 - MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA ATRAVÉS DE MÉTODOS PASSIVOS

- Especificações do critério: 6 créditos, sem padrões mínimos.

##### 5.3.1.1. Objetivo do critério

Reconhecer e incentivar a redução de emissões de CO<sub>2</sub>, por meio da melhoria da eficiência energética passiva da habitação e de seus serviços, como resultado da reabilitação.

##### 5.3.1.2. Parâmetros de avaliação

- **São concedidos até 6 créditos** - quando a reabilitação resulta numa melhoria na classificação de eficiência energética passiva da habitação.

Os parâmetros: As reabilitações têm bastantes condicionantes, já que estas tentam preservar ao máximo o existente, por várias questões, mas, principalmente, por questões económicas e ecológicas. Geralmente a melhoria energética, do ponto de vista passivo, é feita nas paredes exteriores e janelas, por isso, estas assumem a maior percentagem de melhoria dos sistemas passivos de eficiência energética.

A melhoria do elemento laje nas reabilitações correntes quase que nunca é feito, pois a introdução de um isolamento numa laje, implica muitas vezes a destruição de acabamentos existentes ou diminuição do pé direito do espaço.

Apesar do isolamento funcionar, tanto para o frio como para o calor, a existência de elementos de sombreamento nas janelas torna-se imprescindível no verão. Nessa medida, o arrefecimento da habitação no verão, através de sistemas passivos, passa, essencialmente, pela ventilação natural (aberturas das janelas ou grelhas) e por elementos de sombreamento, existentes nas janelas que recebem radiação solar direta.

A partir destes pressupostos, foi estipulada a Tabela 18 de atribuição de créditos.

Tabela 18: Sistema de atribuição dos créditos.

<b>Elementos</b>	<b>% sobre o total de créditos</b>
Existência ou melhoria do isolamento térmico da cobertura (quando aplicável).	15
Existência ou melhoria do isolamento térmico da laje térrea.	
Existência ou melhoria do isolamento térmico das paredes exteriores.	40
Janelas com vidro duplo.	40
Existência de elementos de sombreamento nas janelas das fachadas expostas (palas ou árvores).	5

## 5.3.1.3. Legislação, regulamentos e normas

- Lei n.º 58/2013;
- Portaria n.º 349-A/2013;
- Portaria n.º 349-B/2013;
- Portaria n.º 349-D/2013;
- Portaria n.º 66/2014;
- Portaria n.º 303/2019;
- Decreto-Lei n.º 118/2013;
- Diretiva n.º 2010/31/UE, de 19 de maio de 2010;
- Cálculos Regulamentares do Sistema de Certificação de Edifícios para o aproveitamento de Fontes de Energia Renovável em edifícios.

## 5.3.1.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Morada Azurara: Esta moradia não tem qualquer sistema passivo que permita a eficiência energética.

Morada Junqueira: A atribuição dos créditos está representada na Tabela 19.

Tabela 19: Atribuição dos créditos do Critério Ene 01 ao estado atual da moradia Junqueira.

<b>Elementos</b>	<b>Presença</b>	<b>% sobre o total de créditos</b>	<b>Créditos</b>
Existência ou melhoria do isolamento térmico da cobertura (quando aplicável).	Sim	15	0,45
Existência ou melhoria do isolamento térmico da laje térrea.	Não		
Existência ou melhoria do isolamento térmico das paredes exteriores.	Sim	40	2,4
Janelas com vidro duplo.	Sim	40	2,4
Existência de elementos de sombreamento nas janelas das fachadas expostas (palas ou árvores).	Sim	5	0,3

<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>5,55</b>
--------------	------------	-------------

Morada Bento de Moura: A fachada sul desta moradia tem edifícios próximos que oferecem sombreamento à habitação. As janelas da fachada poente são pequenas e as janelas maiores estão protegidas por um alpendre. A atribuição dos créditos está representada na Tabela 20.

Tabela 20: Atribuição dos créditos do Critério Ene 01 ao estado atual da moradia Bento de Moura.

<b>Elementos</b>	<b>Presença</b>	<b>% sobre o total de créditos</b>	<b>Créditos</b>
Existência ou melhoria do isolamento térmico da cobertura (quando aplicável).	Sim	15	0,9
Existência ou melhoria do isolamento térmico da laje térrea.	Sim		
Existência ou melhoria do isolamento térmico das paredes exteriores.	Sim	40	2,4
Janelas com vidro duplo.	Sim	40	2,4
Existência de elementos de sombreamento nas janelas das fachadas expostas (palas ou árvores).	Sim	5	0,3
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>6</b>

#### 5.3.1.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Morada Azurara: Em termos técnicos, é possível adaptar a reabilitação, de maneira a obter a creditação máxima deste critério, nomeadamente, no que respeita à colocação de isolamento e de janelas de vidro duplo.

Morada Junqueira: Em termos técnicos, seria possível colocar isolamento na laje térrea, portanto, a atribuição da totalidade dos créditos passa, sobretudo, pela sensibilidade do dono de obra e do empreiteiro para a importância da colocação de isolamento na laje térrea.

Morada Bento de Moura: A moradia Bento de Moura já cumpre os requisitos deste critério.

#### 5.3.2 CRITÉRIO: ENE 02 - VERIFICAÇÃO REGULAMENTAR DO CRITÉRIO ENE 01.

- Especificações do critério: 4 créditos e a atribuição de 0.5 créditos como padrão mínimo.

##### 5.3.2.1. Objetivo do critério

Incentivar altos níveis de eficiência energética nas residências reabilitadas, reduzindo, assim, as emissões de CO<sub>2</sub> e os custos de operação e de combustível.

### 5.3.2.2. Parâmetros de avaliação

Nota: A resposta técnica deste critério vem no seguimento do critério anterior. Este critério vai verificar se os parâmetros do critério anterior respeitam os regulamentos.

- Os parâmetros em avaliação:
  1. Coeficiente de transmissão térmica superficiais máximos admissíveis da cobertura ( $U=W/m^2.C$ );
  2. Coeficiente de transmissão térmica superficiais máximos admissíveis das paredes exteriores ( $U=W/m^2.C$ );
  3. Coeficiente de transmissão térmica superficiais máximos admissíveis da laje térrea ( $U=W/m^2.C$ );
  4. Coeficiente de transmissão térmica superficiais máximos admissíveis das janelas ( $U_{wdn}$ );
  5. Valores máximos admissíveis para os fatores solares de envidraçados.
  
- São concedidos até 4 créditos - quando haja a verificação regulamentar do critério Ene 01.

O total dos 4 créditos disponíveis neste critério só são atribuídos se todos os parâmetros da tabela padrão de avaliação forem verificados.

Os valores máximos admissíveis para edifícios reabilitados foram retirados da Portaria 297/2019, conforme a Tabela 21 e a Tabela 22.

Tabela 21: Valores máximos admissíveis para os coeficientes  $U$ 's de edifícios reabilitados.

Coeficientes de transmissão térmica superficiais máximos admissíveis $U_{max}$ ( $W/m^2.°C$ )				
Elemento exterior		$l_1$	$l_2$	$l_3$
Elementos opacos verticais – Paredes		1,70	1,50	1,40
Elementos opacos horizontais	Coberturas	0,80	0,70	0,60
	Pavimentos sobre o exterior (não se aplica em contato direto com o terreno)	1,00	0,90	0,80
Vãos envidraçados (portas e janelas) – $U_{wdn}$		4,50	4,00	4,00

Tabela 22: Valores máximos admissíveis para os fatores solares de envidraçados.

Valores máximos admissíveis de $g_{Tmax}$										
$V_1$										
$A_{env/pav}$	<5%	≥5% - <15%			≥15% - <25%			≥25%		
Inérc/Orient	E-S-O	N	E-S	O	N	E-S	O	N	E-S	O
Média	0,40	0,40	0,40	0,20	0,40	0,40	0,20	0,40	0,40	0,20
$V_3$										
$A_{env/pav}$	<5%	≥5% - <15%			≥15% - <25%			≥25%		
Inérc/Orient	E-S-O	N	E-S	O	N	E-S	O	N	E-S	O
Forte	0,60	0,60	0,35	0,30	0,60	0,35	0,30	0,60	0,40	0,25

Cálculo do fator solar (excerto da Portaria nº 349-B/2013):

- Vãos envidraçados:
  - 1- “Os envidraçados cujo somatório das áreas dos vãos envidraçados  $A_{env}$  seja superior a 5% da área de pavimento do compartimento servido por estes  $A_{pav}$  e desde que não orientados no quadrante Norte inclusive, devem apresentar um fator solar global do vão

envidraçado com os dispositivos de proteção 100% ativados ( $g_T$ ), que obedeça às seguintes condições”:

a) Se  $A_{env} \leq 15\% \cdot A_{pav}$

$$g_T \cdot F_0 \cdot F_f \leq g_{Tm\acute{a}x}$$

b) Se  $A_{env} > 15\% \cdot A_{pav}$

$$g_T \cdot F_0 \cdot F_f \leq g_{Tm\acute{a}x} \cdot \frac{0,15}{\left(\frac{A_{env}}{A_{pav}}\right)}$$

em que:

$g_T$  - Fator solar global do vão envidraçado, com todos os dispositivos de proteção solar, permanentes ou móveis, totalmente ativados;

$F_0$  - Fator de sombreamento por elementos horizontais sobrejacentes ao envidraçado, compreendendo palas e varandas;

$F_f$  - Fator de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao envidraçado, compreendendo palas verticais, outros corpos ou partes de um edifício;

$g_{Tm\acute{a}x}$  - Fator solar máximo admissível dos vãos envidraçados, obtidos na Tabela 1.06, da Portaria nº 349-B/2013;

$A_{env}$  - Soma das áreas dos vãos envidraçados que servem o compartimento ( $m^2$ );

$A_{pav}$  - Área de pavimento do compartimento servido pelo(s) vão(s) envidraçado(s) ( $m^2$ );

Considera-se que  $F_0 \cdot F_f \approx 0,9$ .

- **Dois créditos adicionais** - são atribuídos aquando do cumprimento do requisito de desempenho exemplar.

O requisito de desempenho exemplar tem em consideração as exigências mínimas para edifícios novos, que são mais exigentes e de difícil implementação em edifícios existentes. Os 2 créditos adicionais são atribuídos conforme a percentagem das conformidades do item créditos exemplares se verificar.

Os valores máximos admissíveis para os coeficientes  $U$ 's de edifícios novos foram retirados da Portaria 379-A/2015, conforme a Tabela 23.

Tabela 23: Valores máximos admissíveis para os coeficientes  $U$ 's de edifícios novos.

$U_{m\acute{a}x}$ [W/(m <sup>2</sup> . °C)]		Zona climática		
Portugal Continental				
Zona corrente da envolvente		A partir de 31 de dezembro 2015		
		I1	I2	I3
Em contacto com o exterior ou com espaços não úteis com coeficiente de redução de perdas $h_1 > 0,7$	Elementos opacos verticais	0,50	0,40	0,35
	Elementos opacos horizontais	0,40	0,35	0,30
Vãos envidraçados (portas e janelas) ( $U_{wdn}$ )		2,80	2,40	2,20

### 5.3.2.3. Legislação, regulamentos e normas

- Lei n.º 58/2013;
- Portaria n.º 349-A/2013;
- Portaria n.º 349-B/2013;
- Portaria n.º 349-D/2013;
- Portaria n.º 66/2014;
- Portaria 379-A/2015;
- Portaria 297/2019;
- Portaria n.º 303/2019;
- Decreto-Lei n.º 118/2013;
- Diretiva n.º 2010/31/UE, de 19 de maio de 2010;
- Cálculos Regulamentares do Sistema de Certificação de Edifícios para o aproveitamento de Fontes de Energia Renovável em edifícios;
- ITE 50 - Coeficientes de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios.

### 5.3.2.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Morada Azurara: A moradia Azurara não tem qualquer isolamento térmico, considerou-se que a moradia tem uma inércia térmica média. Com base no ANEXO III, do Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios - Zonamento climático, Vila do Conde está na zona climática de verão V<sub>1</sub> e zona climática de inverno II. A avaliação, segundo os parâmetros propostos, está apresentada na Tabela 24.

Tabela 24: Avaliação, segundo os parâmetros propostos do Critério Ene 02, do estado atual da moradia Azurara.

Parâmetro	Máximos admissíveis $U_{máx}$ (W/m <sup>2</sup> .°C) de I <sub>1</sub>	U (W/m <sup>2</sup> .°C) da habitação	Conformidade	
Isolamento na cobertura	0,8	2,8**	$U_{máx} < U$	
Isolamento nas paredes exteriores	1,7	1***	$U_{máx} \geq U$	
Isolamento na laje térrea	1	Não se aplica em contato direto com o terreno	-	
Isolamento da janela	4,5	2**	$U_{máx} \geq U$	
<b>Fator solar</b>				
Janela	$A_{env}/A_{pav}$ (%)	$g_{Tmáx}$	$g_{Thabitação}$	Conformidade
Janela da cozinha	10,2***	0,4	0,07**	$g_{máx} \geq g_{Thabitação}$
Janela da sala	17***	0,2	0,07**	$g_{máx} \geq g_{Thabitação}$
Janela do quarto poente	18***	0,2	0,07**	$g_{máx} \geq g_{Thabitação}$
Janela do quarto sul	13,2***	0,4	0,07**	$g_{máx} \geq g_{Thabitação}$
Janela do quarto norte	14***	0,4	0,07**	$g_{máx} \geq g_{Thabitação}$
<b>Créditos exemplares</b>				
Parâmetro	Máximos admissíveis $U_{máx}$ (W/m <sup>2</sup> .°C) de I <sub>1</sub>	U (W/m <sup>2</sup> .°C) da habitação	Conformidade	
Isolamento na cobertura	0,4	2,8**	*	
Isolamento nas paredes exteriores	0,5	1***	*	

Isolamento na laje térrea	0,4	Não se aplica em contato direto com o terreno	*
Isolamento da janela	2,8	2**	*
<b>Creditação conforme a % de conformidades</b>			<b>0</b>

\*A atribuição dos 2 créditos adicionais pressupõe que as conformidades anteriores tenham sido todas cumpridas.

\*\* Informação retirada do ITE 50.

\*\*\* Cálculo em Anexo.

Morada Junqueira: A reabilitação melhorou a performance energética da habitação, nomeadamente, através da colocação de ETICS de isolamento da cobertura, na substituição de portas e janelas. Considerou-se que a moradia tem uma inércia térmica média. Com base no ANEXO III do Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios - Zonamento climático, Vila do Conde está na zona climática de verão V<sub>1</sub> e zona climática de inverno II.

A avaliação, segundo os parâmetros propostos, é apresentada na Tabela 25.

Tabela 25: Avaliação, segundo os parâmetros propostos do Critério Ene 02, do estado atual da moradia Junqueira.

Parâmetro	Máximos admissíveis U <sub>máx</sub> (W/m <sup>2</sup> .°C) de I <sub>1</sub>	U (W/m <sup>2</sup> .°C) da habitação		Conformidade
Isolamento na cobertura	0,8	0,7 **		U <sub>máx</sub> ≥ U
Isolamento nas paredes exteriores	1,7	0,4 ***		U <sub>máx</sub> ≥ U
Isolamento na laje térrea	1	Não se aplica em contato direto com o terreno		-
Isolamento da janela	4,5	2**		U <sub>máx</sub> ≥ U
Fator solar				
Janela	A <sub>env</sub> /A <sub>pav</sub> (%)	g <sub>Tmáx</sub>	g <sub>Thabitação</sub>	Conformidade
Janela da cozinha	10***	0,4	0,036**	g <sub>máx</sub> ≥ g <sub>Thabitação</sub>
Janela da sala	15***	0,4	0,036**	g <sub>máx</sub> ≥ g <sub>Thabitação</sub>
Janela do quarto poente	12***	0,2	0,036**	g <sub>máx</sub> ≥ g <sub>Thabitação</sub>
Janela do quarto nascente	20***	0,4	0,036**	g <sub>máx</sub> ≥ g <sub>Thabitação</sub>
Janela do quarto norte	13***	0,4	0,036**	g <sub>máx</sub> ≥ g <sub>Thabitação</sub>
Créditos exemplares				
Parâmetro	Máximos admissíveis U <sub>máx</sub> (W/m <sup>2</sup> .°C) de I <sub>1</sub>	U (W/m <sup>2</sup> .°C) da habitação		Conformidade
Isolamento na cobertura	0,4	0,7 **		U <sub>máx</sub> < U
Isolamento nas paredes exteriores	0,5	0,4 ***		U <sub>máx</sub> ≥ U
Isolamento na laje térrea	0,4	Não se aplica em contato direto com o terreno		-
Isolamento da janela	2,8	2 **		U <sub>máx</sub> ≥ U
<b>Creditação conforme a % de conformidades</b>				<b>5,3</b>

\*A atribuição dos 2 créditos adicionais pressupõe que as conformidades anteriores tenham sido todas cumpridas.

\*\* Informação retirada do ITE 50.

\*\*\* Cálculo em Anexo.

Morada Bento de Moura: A reabilitação da moradia melhorou a sua capacidade de isolamento, através da colocação de isolamento nas paredes e cobertura e da colocação de janelas e portas. Considerou-se que a moradia tem uma inércia térmica forte. Com base no ANEXO III do Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios - Zonamento Climático, Gouveia está na zona climática de verão V<sub>3</sub> e zona climática de inverno I3. A avaliação, segundo os parâmetros propostos, é apresentada na Tabela 26.

Tabela 26: Avaliação, segundo os parâmetros propostos do Critério Ene 02, do estado atual da moradia Bento de Moura.

Parâmetro	Máximos admissíveis $U_{máx}$ (W/m <sup>2</sup> .°C) de I <sub>3</sub>	U (W/m <sup>2</sup> .°C) da habitação	Conformidade	
Isolamento na cobertura	0,6	0,56**	$U_{máx} \geq U$	
Isolamento nas paredes exteriores	1,4	1***	$U_{máx} \geq U$	
Isolamento na laje térrea	0,8	Não se aplica em contato direto com o terreno	-	
Isolamento da janela	4	2**	$U_{máx} \geq U$	
Fator solar				
Janela	$A_{env}/A_{pav}$ (%)	$g_{Tmáx}$	$g_{Thabitação}$	Conformidade
Janela da cozinha/sala	3,1***	0,6	0,36**	$g_{máx} \geq g_{Thabitação}$
Janela do quarto sul	16,4***	0,35	0,36**	$g_{máx} < g_{Thabitação}$
Janela do quarto nascente	21***	0,35	0,36**	$g_{máx} < g_{Thabitação}$
Janela do quarto norte	28***	0,6	0,36**	$g_{máx} \geq g_{Thabitação}$
Créditos exemplares				
Parâmetro	Máximos admissíveis $U_{máx}$ (W/m <sup>2</sup> .°C) de I <sub>3</sub>	U (W/m <sup>2</sup> .°C) da habitação	Conformidade	
Isolamento da cobertura	0,3	0,56**	*	
Isolamento nas paredes exteriores	0,35	1***	*	
Isolamento na laje térrea	0,3	Não se aplica em contato direto com o terreno	-	
Isolamento da janela	2,2	2**	*	
<b>Creditação conforme a % de conformidades</b>			<b>2,85</b>	

\*A atribuição dos 2 créditos adicionais pressupõe que as conformidades anteriores tenham sido todas cumpridas.

\*\* Informação retirada do ITE 50.

\*\*\* Cálculo em Anexo.

#### 5.3.2.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Morada Azurara: A nível técnico é possível a moradia obter os 4 créditos padrão do critério e os dois créditos de desempenho exemplar. Para isso, será necessário colocar isolamento, conforme as exigências dos edifícios novos.

Morada Junqueira: Para a atribuição total dos créditos de que este critério dispõe, seria necessário aumentar o desempenho do isolamento da cobertura.

Morada Bento de Moura: Para a obtenção total dos créditos deste critério seria necessário colocar palas retráteis nas janelas dos quartos sul e nascente (não estão orientados no quadrante Norte), de maneira a evitar o sobreaquecimento dos quartos durante o verão e colocar isolamento nas paredes exteriores e na cobertura, conforme as exigências dos edifícios novos. Porém, a nível técnico, existe o condicionalismo de preservar a fachada conforme o existente e o condicionalismo da redução do espaço interior com o aumento da espessura do isolamento das paredes exteriores.

#### 5.3.2 CRITÉRIO: ENE 03 - NECESSIDADES DE ENERGIA PRIMÁRIA

- Especificações do critério: 7 créditos, sem padrões mínimos.

##### 5.3.2.1. Objetivo do critério

Incentivar a redução da necessidade de energia primária de uma habitação, reduzindo, assim, as emissões de CO<sub>2</sub>, custos operacionais e a pobreza energética.

##### 5.3.2.2. Parâmetros de avaliação

- **Quatro créditos** - quando há redução de energia primária de origem fóssil.

A inexistência de combustíveis fósseis nas necessidades primárias de uma habitação, tem impacto direto na redução das emissões de CO<sub>2</sub>, dos custos operacionais e da pobreza energética.

Portanto, a atribuição dos 4 créditos pressupõe que não haja combustíveis fósseis nas necessidades consideradas essenciais, o que não acontece no fornecimento de energia elétrica, onde é necessário um sistema auxiliar de energia renovável. As necessidades consideradas essenciais são:

1. Aquecimento das águas sanitárias;
2. Climatização;
3. Aquecimento dos alimentos;
4. Fornecimento de energia elétrica, com um sistema auxiliar, de energia renovável.

- **Três créditos** - quando há redução significativa de energia primária.

A redução do consumo de combustíveis fósseis faz-se, também, através da conservação da energia, em particular do armazenamento da energia renovável, da seguinte forma:

1. Para além de ter que se verificar os critérios do crédito anterior, pressupõe-se:

- A existência de meios passivos de conservação da energia, nomeadamente, o isolamento da cobertura, das paredes exteriores e da laje térrea, bem como janelas de vidro duplo;
2. Existência de meios de conservação da energia (entre eles, as baterias, veículos elétricos).

#### 5.3.2.3. Legislação, regulamentos e normas

- Lei n.º 51/2008, DR n.º 165 SÉRIE I;
- Lei n.º 58/2013;
- Lei n.º 5/2019;
- Portaria n.º 349-A/2013;
- Portaria n.º 349-B/2013;
- Portaria n.º 349-D/2013;
- Portaria n.º 66/2014;
- Portaria 379-A/2015;
- Portaria 297/2019;
- Portaria n.º 303/2019;
- Decreto-Lei n.º 140/2010, de 29 de dezembro;
- Decreto-Lei n.º 118/2013;
- Decreto-Lei n.º 194/2015;
- Decreto-Lei n.º 60/2017;
- Diretiva n.º 2010/31/UE, de 19 de maio de 2010;
- Cálculos Regulamentares do Sistema de Certificação de Edifícios para o aproveitamento de Fontes de Energia Renovável em edifícios;
- ITE 50 - Coeficientes de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios.

#### 5.3.2.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Morada Azurara: Esta moradia tem um pequeno esquentador a gás para o aquecimento das águas sanitárias e um fogão a gás para cozinhar os alimentos, não preenchendo, por isso os requisitos do critério.

Morada Junqueira: A reabilitação melhorou a performance energética da habitação, nomeadamente, através da colocação de ETICS, da colocação de isolamento no telhado, da substituição de portas e janelas e da colocação de uma caldeira a pellets (climatização). No entanto, tem um pequeno esquentador a gás para o aquecimento das águas sanitárias. Daí a atribuição de 2 créditos.

Morada Bento de Moura: A reabilitação melhorou a performance energética desta moradia, ao se isolar paredes e cobertura, colocar janelas e portas com boa performance térmica, e ao usar energias renováveis, através dos painéis solares, dos painéis fotovoltaicos e de uma caldeira a pellets (AQS e climatização). No entanto, para o aquecimento da comida é utilizado um fogão a gás, só podendo, por isso, serem atribuídos 2 créditos.

#### 5.3.2.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Morada Azurara: A moradia oferece todas as condições técnicas para a colocação de isolamento na cobertura, nas paredes exteriores e na laje térrea, bem como, para a colocação de janelas duplas. As necessidades consideradas essenciais: aquecimento das águas sanitárias, climatização, aquecimento dos alimentos e fornecimento de energia elétrica, também podem ser facilmente asseguradas por sistemas que funcionam com energias renováveis, assim como podem ser instalados painéis fotovoltaicos. Igualmente, podemos recorrer ao mercado de veículos elétricos em ascensão (desde carros elétricos até às trotinetes elétricas), sendo os 7 créditos perfeitamente alcançáveis.

Morada Junqueira: O que foi referido para a moradia de Azurara é replicável para a moradia Junqueira.

Morada Bento de Moura: O que foi referido para a moradia de Azurara é replicável para a moradia Bento de Moura.

#### 5.3.4. CRITÉRIO: ENE 04 - TECNOLOGIAS RENOVÁVEIS

- Especificações do critério: 2 créditos, sem padrões mínimos.

##### 5.3.4.1 Objetivo do critério

Antes de se avançar para o uso de tecnologias renováveis, é importante começar por incentivar a geração local de energia, a partir de fontes renováveis, para suprir uma proporção significativa da necessidade de energia por parte das habitações, bem como incentivar a redução da necessidade total de energia.

##### 5.3.4.2. Parâmetros de avaliação

- **Um crédito** - quando se usam sistemas de energia renovável nos sistemas de aquecimento considerados essenciais, sendo estes o aquecimento das águas sanitárias e a climatização.
- **Segundo crédito** - quando se usam sistemas de energia renovável nos sistemas de fornecimento de energia elétrica.

##### 5.3.4.3. Legislação, regulamentos e normas

- Portaria n.º 279/2011, de 17 de outubro;
- Portaria n.º 119/2013, de 25 de março;
- Portaria n.º 237/2013, de 24 de julho;
- Portaria n.º 243/2013, de 2 de agosto;
- Decreto-Lei n.º 189/88. DR 123/88 SÉRIE I;
- Decreto-Lei n.º 168/99. DR 115/99 SÉRIE I-A;
- Decreto-Lei n.º 312/2001. DR 284 SÉRIE I-A;
- Decreto-Lei n.º 339-C/2001;
- Decreto-Lei n.º 33-A/2005;
- Decreto-Lei n.º 225/2007. DR 105 SÉRIE I;

- Decreto-Lei n.º 363/2007;
- Decreto-Lei n.º 118-A/2010, de 25 de outubro;
- Decreto-Lei n.º 25/2012, de 6 de fevereiro;
- Decreto-Lei n.º 35/2013, de 28 de fevereiro;
- Diretiva n.º 2001/77/CE;
- Diretiva 2009/28/EC;
- Diretiva n.º 6/2012, de 28 de janeiro;
- Cálculos Regulamentares do Sistema de Certificação de Edifícios.

#### 5.3.4.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Morada Azurara: O estado atual desta moradia não tem qualquer sistema de energia renovável, embora tenha uma boa exposição solar, em que as fachadas nascentes, sul e poente recebem a luz direta do sol.

Morada Junqueira: Apesar desta moradia ter uma caldeira a pellets, esta só funciona para a climatização e não para o aquecimento das águas sanitárias, não cumprindo, por isso, os requisitos mínimos para a atribuição de qualquer crédito.

Morada Bento de Moura: A reabilitação da moradia tem painéis solares, painéis fotovoltaicos e uma caldeira a pellets (AQS e climatização), portanto podem ser atribuídos dois créditos.

#### 5.3.4.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Morada Azurara: A moradia oferece todas as condições técnicas para a instalação de painéis solares, painéis fotovoltaicos, uma caldeira a pellets (AQS e climatização), uma bomba de calor, assim como para o aproveitamento da energia geotérmica, por conseguinte atribuição dos 2 créditos é alcançável.

Morada Junqueira: A moradia oferece todas as condições técnicas, para a instalação de painéis solares, painéis fotovoltaicos, uma caldeira a pellets (AQS e climatização), uma bomba de calor, assim como para o aproveitamento da energia geotérmica. Por conseguinte, é alcançável a atribuição dos 2 créditos.

Morada Bento de Moura: A moradia já cumpre com os requisitos deste critério.

### 5.3.5. CRITÉRIO: ENE 05 - DESEMPENHO ENERGÉTICO DE PRODUTOS DA LINHA BRANCA

- Especificações do critério: 2 créditos, sem padrões mínimos.

#### 5.3.5.1. Objetivo do critério

Incentivar o fornecimento ou compra de eletrodomésticos eficientes energeticamente, reduzindo, assim as emissões de CO<sub>2</sub> nas residências.

#### 5.3.5.2. Parâmetros de avaliação

- **Um crédito** - Classificação energética de frigoríficos e congeladores.
  1. Frigoríficos e congeladores ou frigoríficos combinados têm de ter uma classificação, pelo menos A<sup>+</sup>, no esquema de rotulagem da eficiência energética da EU;  
ou
  2. Quando não existem produtos de uso doméstico na habitação, mas a habitação é certificada segundo os pressupostos EU.
  
- **Dois créditos** - Classificação energética de máquinas de lavar a roupa, de lavar a louça e de secar a roupa.
  1. As máquinas de lavar a roupa têm de ter, pelo menos, a classificação A<sup>++</sup> no esquema de rotulagem da UE em eficiência energética;
  2. As máquinas de lavar a louça têm de ter, pelo menos, uma classificação A<sup>+</sup>, no esquema de rotulagem de eficiência energética da EU;
  3. As máquinas de lavar a roupa e de secar têm uma classificação A no esquema de rotulagem de eficiência energética da UE (quando se verifica o critério para a máquina de secar, não é necessário que o mesmo se verifique para a máquina de lavar);  
ou
  3. Quando não é fornecida uma máquina de lavar ou secar roupa, mas a habitação é certificada segundo os pressupostos EU.

#### 5.3.5.3. Legislação, regulamentos e normas

- Decreto-Lei n.º 214/98, de 16 de julho;
- Decreto Legislativo Regional n.º 27/2010/A, de 21 de outubro;
- Decreto-Lei n.º 63/2011, de 9 de maio.

#### 5.3.5.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Morada Azurara: Nenhum dos eletrodomésticos preenche os requisitos deste critério, nem a habitação é certificada a nível energético, não sendo, portanto, nenhum crédito atribuído.

Morada Junqueira: Os eletrodomésticos da cozinha são todos de classe A<sup>+</sup>, a máquina de lavar a roupa é de classe A<sup>++</sup> e a habitação tem um certificado energético, pelo que podem ser atribuídos dois créditos.

Morada Bento de Moura: Os eletrodomésticos são todos da classe A<sup>++</sup> e a habitação tem um certificado energético. Daí, serem atribuídos dois créditos.

#### 5.3.5.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Morada Azurara: Instalar eletrodomésticos de classe A<sup>++</sup> não é um custo, mas um investimento, não muito significativo. Por seu lado, os certificados energéticos também são de fácil obtenção, podendo-se atribuir os 2 créditos.

Morada Junqueira: A moradia já cumpre com os requisitos deste critério.

Moradia Bento de Moura: Também esta moradia já cumpre os requisitos deste critério.

### 5.3.6. CRITÉRIO: ENE 06 - ESPAÇO DE SECAR A ROUPA

- Especificações do critério: 1 crédito, sem padrões mínimos.

#### 5.3.6.1. Objetivo do critério

Fornecer um espaço para secar a roupa naturalmente, reduzindo a energia necessária para o efeito.

#### 5.3.6.2. Parâmetros de avaliação

- **Um crédito** - Um espaço interno ou externo, adequado e seguro, com postes e rodapés ou fixações para secar a roupa (com vista a reduzir o uso de energia primária para secar a roupa, está subentendido que a habitação tenha um espaço que permita a secagem da roupa durante todo o ano).
  - 1.a Até dois quartos, tem de ter uma linha de secagem com 4m;
  - 1.b Mais de 3 quartos, tem de ter uma linha de secagem com 6m.

#### 5.3.6.3. Legislação, regulamentos e normas

- Decreto-Lei n.º 177/2001 de 4 de junho.

#### 5.3.6.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Moradia Azurara: A habitação tem um alpendre exterior que permite a secagem da roupa durante todo o ano, portanto foi atribuído 1 crédito.

Moradia Junqueira: A habitação tem um anexo exterior que permite a secagem da roupa durante todo o ano, portanto foi atribuído 1 crédito.

Moradia Bento de Moura: A habitação tem um alpendre exterior que permite a secagem da roupa durante todo o ano, portanto foi atribuído 1 crédito.

#### 5.3.6.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Moradia Azurara: A habitação já cumpre com os requisitos.

Moradia Junqueira: A habitação já cumpre com os requisitos.

Moradia Bento de Moura: A habitação já cumpre com os requisitos.

### 5.3.7. CRITÉRIO: ENE 07 - ILUMINAÇÃO

Especificações do critério: 2 créditos, sem padrões mínimos.

#### 5.3.7.1. Objetivo do critério

Incentivar o fornecimento de iluminação eficiente em termos energéticos, reduzindo, assim, as emissões de CO<sub>2</sub> associadas à habitação.

#### 5.3.7.2. Parâmetros de avaliação

- **Um crédito** - Iluminação externa.
  1. Quando a iluminação dos espaços é eficiente a nível energético (incluindo a iluminação em áreas comuns) e a iluminação de segurança é eficiente energeticamente.  
ou
  2. Quando a iluminação dos espaços é eficiente a nível energético (incluindo a iluminação em áreas comuns) e nenhuma iluminação de segurança é fornecida.
  
- **Segundo crédito** - Iluminação interna.
  1. Um crédito é concedido quando a energia necessária para a iluminação interna é minimizada, através do fornecimento de uma potência média máxima em toda a área útil da habitação de 9 watts/m<sup>2</sup>.

#### 5.3.7.3. Legislação, regulamentos e normas

- Decreto-Lei n.º 108/2007, de 12 de abril;
- Portaria n.º 54/2008, de 18 de janeiro;
- Portaria n.º 63/2008, de 21 de janeiro.

#### 5.3.7.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Morada Azurara: A iluminação exterior é quase inexistente e as lâmpadas utilizadas não são eficientes energeticamente. Contudo, a média da potência em toda a área útil da habitação é cerca de 4 watts/m<sup>2</sup>, tendo, por isso, sido atribuído 1 crédito.

Morada Junqueira: Existe iluminação exterior, no entanto existem ainda áreas exteriores sem iluminação, por serem espaços secundários. As lâmpadas utilizadas são eficientes energeticamente, com uma média de potência em toda a área útil da habitação de cerca de 3 watts/m<sup>2</sup>, pelo que foi atribuído 1 crédito.

Morada Bento de Moura: A iluminação exterior está patente, as lâmpadas utilizadas são eficientes energeticamente, existe um projeto de iluminação exterior e a média da potência em toda a área útil da habitação é de cerca de 3 watts/m<sup>2</sup>, o que permite a atribuição dos 2 créditos.

#### 5.3.7.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Morada Azurara: O melhoramento da iluminação desta moradia é um investimento residual, comparado com o investimento global. A substituição da iluminação existente por lâmpadas de baixo consumo, é um requisito simples de cumprir. Com facilidade, é melhorada a arquitetura da iluminação exterior, através da instalação de novos focos de luz, por exemplo, leds. Nesta ordem de ideias é fácil a atribuição dos créditos.

Morada Junqueira: Com mais algum investimento, colocando mais focos nos espaços exteriores secundários, seria possível a habitação cumprir os requisitos para a atribuição dos 2 créditos deste critério.

Morada Bento de Moura: A moradia já cumpre com os requisitos do critério.

#### 5.3.8. CRITÉRIO: ENE 08 - DISPOSITIVOS DE LEITURA DO CONSUMO DE ENERGIA

- Especificações do critério: 2 créditos, sem padrões mínimos.

##### 5.3.8.1. Objetivo do critério

Incentivar o uso de equipamentos, que permitem a visualização dos consumos de energia, no sentido de incitar os ocupantes da residência a reduzir o uso da mesma.

##### 5.3.8.2. Critérios de avaliação

- **Um crédito** - Exibição dos consumos de eletricidade ou combustível primário.
  1. Os dados atuais de consumo de eletricidade ou combustível primário são exibidos aos residentes, por meio de um dispositivo que exhibe os consumos de energia, conforme as especificações exigidas.
    - 1.a Especificação do dispositivo:

O dispositivo de registo dos consumos deve registar os principais consumos de energia e transmitir os respetivos dados para uma unidade de exibição visual. No mínimo, o dispositivo de exibição visual deve ser capaz de mostrar as seguintes informações:

      - Hora do local;
      - O consumo de energia em tempo real (quilowatts e quilowatts-hora);
      - Mostrar as estimativas das emissões em tempo real (g/kg CO<sub>2</sub>);
      - Tarifa em tempo real;
      - Custo em tempo real (por hora);
      - Apresentação visual de dados não numéricos, para permitir que os consumidores identifiquem facilmente um alto e baixo nível de uso.
- **Dois créditos** - Exibição dos consumos de combustível da eletricidade e do aquecimento primário.

1. Quando os dados atuais dos consumos de combustível da eletricidade e do aquecimento primário, são exibidos aos residentes por um dispositivo de exibição conforme o especificado.

ou

2. Quando a eletricidade é o combustível de aquecimento primário e os dados atuais de consumo de eletricidade são exibidos aos residentes por um dispositivo de exibição de energia compatível ao especificado

#### 2.a Especificação do dispositivo:

Para além das características mencionadas anteriormente, o dispositivo tem de registar os históricos dos consumos os quais devem incluir dados cumulativos de consumo em todos os períodos de cobrança, sejam eles diários, semanais, mensais ou de outro tipo. Os dados devem ser armazenados internamente por um período mínimo de dois anos ou serem conectados a um dispositivo separado, com carregamento automático da informação do dispositivo de exibição de energia.

- **Um crédito** - De inovação na gestão dos registos dos consumos.

1. Quando os critérios 1 ou 2 forem verificados;
2. Quando qualquer dispositivo de exibição de energia, especificado, for capaz de registar dados de consumo.

#### 5.3.8.3. Legislação, regulamentos e normas

- Lei n.º 113/2017;
- Decreto-lei n.º 45/2017.

#### 5.3.8.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Morada Azurara: A habitação não possui um dispositivo de registos dos consumos, conforme o especificado, portanto, nenhum crédito foi atribuído.

Morada Junqueira: Apesar da habitação ter um dispositivo de registo da eletricidade, este não tem as especificações exigidas para a atribuição de qualquer crédito.

Morada Bento de Moura: Apesar da habitação ter um dispositivo de registo da eletricidade, este não tem as especificações exigidas para a atribuição de qualquer crédito.

#### 5.3.8.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Morada Azurara: No mercado das novas tecnologias e da sustentabilidade, já existem empresas, aplicativos, sistemas e aparelhos, que permitem ao utilizador saber em tempo real que quantidade de

energia está a gastar e o seu custo. Portanto, com um pequeno investimento, é possível serem atribuídos 3 créditos neste critério.

Morada Junqueira: Atualmente, com facilidade, é instalado um sistema de registo conforme os requisitos deste critério, logo 3 créditos poderiam ter sido atribuídos.

Morada Bento de Moura: Os pressupostos mencionados na moradia Junqueira repetem-se para a moradia Bento de Moura.

### **5.3.9. CRITÉRIO: ENE 09 - GARAGEM PARA BICICLETAS**

- Especificações do critério: 2 créditos, sem padrões mínimos.

#### 5.3.9.1. Objetivo do critério

Incentivar os ocupantes a pedalar, fornecendo instalações de armazenamento de bicicletas adequadas e seguras, reduzindo, assim, a necessidade de viagens curtas de carro.

#### 5.3.9.2. Parâmetros de avaliação

- **Um crédito** - Capacidade mínima de armazenamento de bicicletas.
  1. Estúdios ou habitações com 1 quarto - armazenamento para 1 bicicleta para cada duas habitações;
  2. Moradias com 2 e 3 quartos - armazenamento para 1 bicicleta por habitação;
  3. Com mais de 4 quartos - armazenamento de 2 bicicleta por habitação.
- **Dois créditos** - Capacidade avançada de armazenamento de bicicletas.
  1. Estúdios ou habitações com 1 quarto - armazenamento para 1 bicicleta por habitação;
  2. Moradias com 2 e 3 quartos - armazenamento para 2 ciclos por habitação;
  3. Com mais de 4 quartos - armazenamento para 4 bicicletas por habitação.

#### 5.3.9.3. Legislação, regulamentos e normas

- Decreto-Lei n.º 177/2001 de 4 de junho.

#### 5.3.9.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Morada Azurara: A habitação tem capacidade superior para o armazenamento de 4 bicicletas (Neufert, 2007), portanto 2 créditos foram atribuídos.

Morada Junqueira: A habitação cumpre com os critérios mínimos para serem atribuídos 2 créditos.

Morada Bento de Moura: A habitação tem espaço suficiente (Neufert, 2007) para cumprir com as exigências deste critério, por isso, foram atribuídos 2 créditos.

#### 5.3.9.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Morada Azurara: A habitação já cumpre com os requisitos deste critério.

Morada Junqueira: A habitação já cumpre com os requisitos deste critério.

Morada Bento de Moura: A habitação já cumpre com os requisitos deste critério.

### 5.3.10. CRITÉRIO: ENE 10 - ESCRITÓRIO EM CASA

- Especificações do critério: 1 crédito, sem padrões mínimos.

#### 5.3.10.1. Objetivo do critério

Reduzir a necessidade de sair para ir trabalhar, garantindo que os residentes tenham o espaço e os serviços necessários para poderem trabalhar em casa.

#### 5.3.10.2. Parâmetros de avaliação

**Um crédito** - Quando houver espaço e serviços suficientes, que permitam aos ocupantes criar um escritório em casa numa sala com ventilação adequada.

1. Requisitos do espaço: Para habitações com três ou mais quartos, considera-se ser uma sala adequada, um espaço que não seja a cozinha, sala de estar, quarto principal ou casa de banho. Para residências com um ou dois quartos ou estúdios, uma sala adequada não deve ser a cozinha, sala de estar ou banheiro, no entanto, pode ser dentro do quarto principal. Em todos os casos, a sala deve ser grande o suficiente para permitir o uso pretendido da mesma. Por exemplo, se for necessário instalar um escritório em casa no quarto principal, este poderá caber num móvel de uma cama de casal ou noutros móveis adequados para o efeito. Em estúdios onde a sala de estar, a cozinha ou ambas, partilham o mesmo espaço, o escritório em casa pode estar no quarto principal, conforme detalhado no ponto 3 abaixo;
2. Serviços suficientes: Os seguintes serviços devem ser fornecidos na sala destinada a um escritório em casa:
  - Duas tomadas duplas;
  - Ponto de telefone;
  - Janela (largura e altura não devem ser inferiores a 450mm);
  - Ventilação adequada (ver ponto 4 abaixo);
3. Espaço exigido: Deve existir um espaço de tamanho mínimo (1,8m de comprimento) para permitir a colocação de uma mesa, uma cadeira e um armário ou prateleira, com espaço para uma pessoa se movimentar pela frente e pela lateral da mesa, usar a cadeira adequadamente e operar o armário com segurança (o requisito de tamanho da parede de 1,8m pode, em algumas circunstâncias, ser alterado, se os desenhos puderem provar que uma mesa pode ser montada

em qualquer outro tipo de arranjo, ou seja, alcova ou similar, cumprindo todos os critérios acima);

4. Ventilação adequada: Em todos os casos, a sala deve ter uma janela que possa ser aberta ou ventilação alternativa, como uma pilha passiva, etc. Quando a sala depende de uma janela para ventilação, o caixilho mínimo que pode ser aberto deve ser de 0,5m<sup>2</sup>. Uma sala com apenas uma porta externa, não atende aos requisitos mínimos para ventilação adequada. Como alternativa, quando, pelo menos, um crédito for obtido no critério Hea 05 - Ventilação, considera-se que a sala atende aos requisitos de ventilação adequada.

#### 5.3.10.3. Legislação, regulamentos e normas

- Decreto-Lei n.º 177/2001 de 4 de junho;
- Portaria n.º 353-A/2013;
- NP 1037-1, 2015;
- NP 1037-2, 2009;
- NP 1037-3, 2002.

#### 5.3.10.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Morada Azurara: Atualmente, a moradia não tem nenhum compartimento que sirva de escritório.

Morada Junqueira: Esta moradia não tem, atualmente, nenhum compartimento que sirva de escritório. Apesar de o quarto maior ter espaço para ser colocada uma mesa de secretária (1,8m de comprimento), não cumpre com os requisitos de ventilação. Nesse sentido, não pode ser atribuído qualquer crédito.

Morada Bento de Moura: A moradia Bento de Moura não tem, atualmente, nenhum compartimento que sirva de escritório, apesar de o quarto maior ter espaço suficiente para a instalação de uma mesa de secretária (1,8m de comprimento). No entanto, este quarto não cumpre com os requisitos de ventilação do espaço, não podendo, por isso, ser atribuído nenhum crédito.

#### 5.3.10.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Morada Azurara: Nesta moradia é possível instalar uma mesa de escritório em dois quartos, conforme as recomendações. Do mesmo modo, a luz, ventilação e aparelhos necessários, são possíveis de serem instalados aquando da reabilitação da habitação. Assim sendo, o crédito é alcançável.

Morada Junqueira: Se a moradia cumprir com os requisitos de ventilação, isto é, se forem colocadas grelhas de admissão e extração do ar, conforme um projeto de ventilação o exige, é atribuído o crédito, não estando, portanto, dependente de nenhuma condição extraordinária que impeça a sua atribuição.

Morada Bento de Moura: Se esta moradia cumprir com os requisitos de ventilação, através da colocação de grelhas de admissão e extração do ar, conforme as exigências do projeto de ventilação, a atribuição do crédito não fica dependente de nenhuma condição extraordinária que impeça a sua atribuição, sendo facilmente atribuído.

## 5.4. ÁGUA

Especificações da categoria: Ponderação da categoria é 11%. O padrão mínimo é o critério Wat 01 - Uso interno da água.

### 5.4.1. CRITÉRIO: WAT 01 - USO INTERNO DA ÁGUA

- Especificações do critério: 3 créditos, com padrões mínimos.

#### 5.4.1.1. Objetivo do critério

Minimizar o consumo de água potável em aplicações sanitárias, incentivando o uso de acessórios para uso com pouca água e sistemas de reciclagem de água.

#### 5.4.1.2. Parâmetros de avaliação

Os créditos deste critério estão estabelecidos na Tabela 27.

Tabela 27: Creditação segundo os parâmetros propostos.

Créditos	Consumo calculado de água (litros / pessoa / dia)	Padrões equivalentes de pontos de utilização	Padrão mínimo
0	> 150	Padrão base de consumo	
0,5	De 140 < 150	- Todos os chuveiros com desempenho como "Bom" ou - Todas as torneiras e WCs com desempenho "Bom" ou - Acessórios de cozinha especificados como "Excelente"	
1	De 129 < 140 litros	- Todos os chuveiros especificados como "Excelente" ou - Todos os chuveiros e torneiras da casa de banho especificados como "Bom"	Classificação BREEAM Muito bom
		- Todos os acessórios da casa de banho e	

1,5	De 118 < 129	WC's especificados como "Bom" ou - Todos os acessórios da casa de banho especificados como "Excelente"	
2	De 107 < 118	- Todos os acessórios da casa de banho e WC's especificados como "Excelente" ou - Todos os acessórios da casa de banho especificados como "Excelente" e acessórios de WC's especificados como "Bom" ou - Todos os acessórios da casa de banho, cozinha e utilitários especificados como "Bom"	Classificação BREEAM Excelente
2,5	De 96 < 107	- Todos os acessórios de cozinha, casa de banho, despensa e WC's especificados como "Bom" ou - Todos as casas de banho, cozinhas e salas de serviço especificados como "Excelente"	
3	< 96	- Todos os acessórios da casa de banho especificados para "Excelente" e acessórios dos WC's, cozinha e despensa especificados como "Bom"	Classificação BREEAM Excepcional

- **Requisitos de desempenho exemplares:** Na Tabela 28 estão os critérios de nível exemplar, para obter um crédito de inovação, para esta edição do BREEAM.

1. O consumo de água da moradia, por meio de uma combinação de acessórios de baixo consumo de água, e o uso de águas de sabão, águas da chuva ou de ambos, atinge um valor para toda a casa inferior a 80 litros/pessoa/dia.

As classificações dos consumos dos pontos de utilização estão discriminadas na Tabela 28.

Tabela 28: Padrões equivalentes de consumo dos pontos de utilização.

<b>Apropriada</b>	<b>Padrão mínimo</b>	<b>Bom</b>	<b>Excelente</b>
Chuveiro	14 litros por minuto	8 litros por minuto ou menos	6 litros por minuto
Banheira	Capacidade de 200 litros	Capacidade de 140 litros ou menos	Capacidade de 140 litros ou menos
Bacia de retrete	Volume eficaz de descarga de 6 litros	4 litros de volume efetivo de lavagem ou menos	Volume de lavagem efetivo de 3 litros ou menos
Torneiras de banheiras e lavatórios	12 litros por minuto	5 litros por minuto ou menos	3 litros por minuto ou menos
Torneira da banca	12 litros por minuto	5 litros por minuto ou menos	5 litros por minuto ou menos
Máquina de lavar louça	17 litros por ciclo	13 litros por ciclo	12 litros por ciclo
Máquinas de lavar roupa	90 litros por uso	60 litros por uso	40 litros por uso

#### 5.4.1.3. Legislação, regulamentos e normas

- Decreto-lei n.º 226-A/2007, de 31 de maio;
- Decreto Regulamentar n.º 23/95;
- Regulamento n.º 53/2017;
- Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Abastecimento de Água e drenagem de águas residuais;
- Regulamento Municipal.

#### 5.4.1.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Moradia Azurara: Os caudais medidos nos pontos estão dentro do padrão base de consumo.

Morada Junqueira: Os caudais medidos nos pontos de utilização estão dentro do padrão base de consumo, portanto, nenhum crédito pode ser atribuído neste critério.

Morada Bento de Moura: Os caudais medidos nos pontos de utilização estão dentro do padrão base de consumo, portanto, nenhum crédito pode ser atribuído neste critério.

#### 5.4.1.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Morada Azurara: O mercado de eletrodomésticos, das novas tecnologias e da sustentabilidade, oferece torneiras, redutores, eletrodomésticos e sistemas de reaproveitamento da água que, conjugados com boas práticas dos utilizadores, vão ao encontro dos requisitos exigidos pela BREEAM neste critério. É, deste modo, um requisito bastante acessível de ser cumprido.

Morada Junqueira: O que foi enunciado para a moradia de Azurara também se aplica para a moradia da Junqueira. Os 4 créditos podem e poderiam ter sido tomados em consideração.

Morada Bento de Moura: O que foi enunciado para a moradia de Azurara também se aplica para a moradia Bento de Moura. Os 4 créditos podem e poderiam ter sido tomados em consideração.

### 5.4.2. CRITÉRIO: WAT 02 - USO EXTERNO DE ÁGUA

- Especificações do critério: 1 créditos, sem padrões mínimos.

#### 5.4.2.1. Objetivo do critério

Incentivar a reciclagem da água da chuva e reduzir a quantidade de água potável principal, usada para usos externos da água.

#### 5.4.2.2. Parâmetros de avaliação

- **Um crédito** - sistema de reciclagem da água.
  1. Quando um sistema de coleta de água da chuva, compatível para uso externo ou interno de irrigação, for fornecido às residências.
  - ou
  2. Quando as moradias não têm espaço individual ou comum para jardim.

#### 5.4.2.3. Legislação, regulamentos e normas

- Decreto-Lei n.º 119/2019  
Regras de dimensionamento dos sistemas prediais de distribuição de água e de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais;
- Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto.  
Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Abastecimento de Água e drenagem de águas residuais;

- Regulamento Municipal.

#### 5.4.2.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Morada Azurara: Nenhum sistema de reciclagem de água foi instalado ou previsto, portanto não foi atribuído qualquer crédito.

Morada Junqueira: Nenhum sistema de reciclagem de água se encontra em funcionamento, nem a reabilitação prevê a instalação de um sistema de reciclagem de água, por conseguinte não foi atribuído qualquer crédito.

Morada Bento de Moura: Nenhum sistema de reciclagem de água foi previsto para o projeto, logo não foi atribuído qualquer crédito.

#### 5.4.2.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Morada Azurara: A dificuldade para o cumprimento dos requisitos deste critério passa pela necessidade de espaço para a instalação de um reservatório de grandes dimensões. Contudo, esta moradia oferece espaço suficiente para a instalação de um sistema de aproveitamento da água das chuvas.

Morada Junqueira: O investimento para a instalação de um reservatório de mil litros está na ordem dos 360 euros, sendo, à partida, viável economicamente, um sistema de aproveitamento da água da chuva. A habitação dispõe de espaço para a instalação de um sistema desse tipo.

Morada Bento de Moura: Esta moradia tem um grande espaço exterior, o que permite instalar um sistema de aproveitamento de água da chuva, de maneira que seja respeitado o desenho arquitetónico de valor cultural.

### **5.4.3. CRITÉRIO: WAT 03 - DISPOSITIVOS DE LEITURA DO CONSUMO DE ÁGUA**

- Especificações do critério: 1 crédito, sem padrões mínimos.

#### 5.4.3.1. Objetivo do critério

Incentivar o uso de equipamentos para medir o consumo de água dos ocupantes das residências, incentivando-os a reduzir o uso da água.

#### 5.4.3.2. Parâmetros de avaliação

- **Um crédito** - Quando um medidor de consumo de água potável da rede tiver sido instalado nas residências, de acordo com as recomendações BREEAM.

##### **1. Recomendação BREEAM:**

1.a Deve existir um medidor que forneça uma exibição visível do consumo de água potável da rede para os ocupantes. O medidor deve estar permanentemente protegido dentro da casa, num local visível para os ocupantes (ou seja, não escondido dentro de um armário) e capaz de registar e exibir o consumo histórico de água, para permitir que o consumo de água seja monitorizado ao longo do tempo. O medidor deve ser capaz de exibir o consumo atual instantaneamente ou em intervalos de meia hora;

1.b. Nos locais em que existe um hidrômetro, é possível conceder um crédito, se atender aos requisitos anteriores.

#### 5.4.3.3. Legislação, regulamentos e normas

- Decreto-Lei n.º 45/2017

#### 5.4.3.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Morada Azurara: A habitação não possui contador de água, aliás, apesar de existir distribuição pública de água na rua, esta não está ligada à rede pública. O abastecimento de água está ligado a um poço.

Morada Junqueira: A habitação não tem serviço público de abastecimento de água nem de saneamento, e não possui qualquer medidor que obedeça às recomendações BREEAM. O abastecimento de água está ligado a um poço, não havendo, por isso, atribuição de créditos.

Morada Bento de Moura: O projeto para esta moradia não prevê qualquer sistema que permita a medição e visualização do consumo de água, que possa corresponder às recomendações BREEAM. Por isso, não são atribuídos créditos.

#### 5.4.3.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Morada Azurara: No mercado, existem aplicações e contadores de água que vão ao encontro das exigências deste critério. A instalação de um sistema destes está mais relacionada com a sensibilidade para a importância e necessidade da instalação de um sistema deste tipo, do que a dificuldades técnicas ou económicas.

Morada Junqueira: A dificuldade de instalação de um sistema que cumpra as exigências deste critério não é inviável, portanto, é um crédito que poderia ter sido atribuído.

Morada Bento de Moura: O recomendado para a moradia Junqueira repete-se aqui.

## 5.5. MATERIAIS

- Especificações da categoria: Ponderação da categoria é 8%. O padrão mínimo é o critério Mat 02 - Fornecimento responsável de materiais.

### 5.5.1. CRITÉRIO: MAT 01 - IMPACTE AMBIENTAL DOS MATERIAIS.

- Especificações do critério: 25 créditos, sem padrões mínimos.

#### 5.5.1.1. Objetivo do critério

Incentivar a reutilização e o melhoramento dos elementos existentes, e, caso seja necessário novos materiais estes têm que ter os menores impactes ambientais ao longo do seu ciclo de vida, otimizando o desempenho térmico dos principais elementos de construção.

#### 5.5.1.2. Parâmetros de avaliação

- **25 créditos** - Quando há capacidade de reutilizar, melhorar os elementos existentes e utilizar materiais novos sustentáveis.

1. Impacte na melhoria do desempenho térmico da habitação para os seguintes elementos:

- 1.a Cobertura;
- 1.b Paredes exteriores;
- 1.c Paredes interiores (incluindo paredes de separação);
- 1.d Pisos superior e térreo;
- 1.e Janelas.

2. Até um máximo de 25 créditos podem ser concedidos através da combinação de créditos disponíveis para cada elemento, conforme mostra a Tabela 29.

Tabela 29: Número de créditos disponíveis por cada elemento.

Elementos	Créditos de classificação disponíveis	Créditos de desempenho térmico*
Cobertura	5	3
Paredes exteriores	5	3,8
Paredes interiores	5	-
Piso superior e térreo	5	1,2
Janelas	5	2
* Os créditos de desempenho térmico estão disponíveis apenas para elementos reutilizados na reabilitação, para reconhecer melhorias térmicas feitas no elemento existente reutilizado.		

#### 5.5.1.3. Legislação, regulamentos e normas

- Portaria n.º 50/85;
- Decreto-Lei n.º 390/89;
- Decreto-Lei n.º 304/90;
- Decreto-Lei n.º 159/2002;
- Decreto-Lei n.º 28/2007;

- Declaração de Retificação n.º 97/2007;
- Decreto-Lei n.º 301/2007;
- Decreto-Lei n.º 390/2007;
- Decreto-Lei n.º 130/2013;
- Norma ISO 9001:2015;
- Norma ISO 14001.

Neste critério, os elementos são avaliados com base nos pressupostos BREEAM que não estão disponíveis ao público, logo, para contornar essa situação, é proposto que seja usada a metodologia da ACV. Diversas categorias de impacto ambiental analisadas na metodologia ACV estão representadas na Tabela 30.

Tabela 30: Diversas categorias de impacto ambiental analisadas na metodologia ACV. Fonte: Luís Bragança e Ricardo Mateus, 2011

<b>Categorias de impacto ambiental</b>	<b>Acrónimo</b>	<b>Método ACV</b>	<b>Unidade</b>
Potencial de diminuição dos recursos abióticos	ADP	CML 2 baseline 2000	kg Sb eq
Alterações climáticas	GWP	IPCC 2001 GWP	Kg CO <sub>2</sub> eq
Potencial de destruição da camada de ozono	ODP	CML 2 baseline 2000	Kg CFC-11 eq
Potencial de acidificação	AP		Kg SO <sub>2</sub> eq
Potencial de formação de azoto troposférico	POCP		Kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq
Potencial de eutrofização	EP		Kg PO <sub>4</sub> eq
Energia não renovável incorporada	ENR	Cumulative Energy Demand	MJ eq
Energia renovável incorporada	ER		MJ eq

Utilizando a metodologia ACV, este critério tem a intenção de calcular os impactos ambientais das soluções construtivas e materiais utilizados.

A ideia passa, por através dos m<sup>2</sup> das soluções construtivas e materiais utilizados na reabilitação, medir o seu impacto ambiental utilizando uma Base de Dados com essa informação tabelada.

Quando a Base de Dados utilizada não tiver a solução construtiva adotada, o valor será estimado através dos materiais da Base de Dados do ACV.

Para que todos os casos de estudo tenham o mesmo princípio de análise e, por simplificação, a análise toma em consideração os principais elementos construtivos de uma habitação:

- Cobertura;
- Parede tipo exterior;
- Parede tipo interior;
- Revestimento da laje térrea;
- Janela.

Para a atribuição dos créditos, decidiu-se elaborar uma escala que pudesse situar os índices de impacto, de cada sistema construtivo, de maneira a introduzir a metodologia ACV no sistema de créditos

BREEAM. Para isso, utilizou-se a Base de Dados de ACV, desenvolvida por Ricardo Mateus e Luís Bragança e publicada no livro “Avaliação do Ciclo de Vida dos Edifícios: Impacte Ambiental de Soluções Construtivas” (Luís Bragança, 2011). Definiu-se que seriam atribuídos 5 créditos BREEAM às soluções com os menores valores dos impactes ambientais e 0 créditos àquelas que apresentassem os piores índices de cada indicador de impacte da tabela. Isso é possível porque temos garantido que cada parâmetro da tabela avalia, de igual, forma todos os materiais por kg. Como exemplo, vejam-se as Tabelas 31 e 32, que enquadram a escala de atribuição de créditos.

Tabela 31: Exemplo de um material com 5 créditos.

Melhores índices	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	0
GWP (kg CO2 eq)	0
ODP (kg CFC-11 eq)	0
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0
ENR (MJ eq)	0
ER (MJ eq)	0

Tabela 32: Exemplo de um material com 0 créditos.

Piores índices	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	175
GWP (kg CO2 eq)	19,7
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00000184
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,196
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,00742
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	65300
ENR (MJ eq)	225
ER (MJ eq)	0,00041

#### 5.5.1.4. COBERTURA

a.1. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério (moradia Azurara)

Moradia Azurara: A moradia tem o teto pintado com cal. Área pintada com cal: 10,2m<sup>2</sup> (cozinha), 3,91m<sup>2</sup> (casa de banho), 9,3m<sup>2</sup> (quarto norte), 10m<sup>2</sup> (quarto poente), 10m<sup>2</sup> (quarto sul), 13m<sup>2</sup> (sala), 4,62m<sup>2</sup> (corredor), total de 61m<sup>2</sup>.

a.2. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo (moradia Azurara)

Moradia Azurara: A proposta passa por manter o teto e adotar a mesma solução de pintar o teto com um material com base de cal. No entanto, vão ser analisadas alternativas que sejam coerentes com a escala da reabilitação e práticas construtivas correntes.

Pintura do teto:

Proposta 1: Para 61m<sup>2</sup> e considerando um rendimento de 0,16 kg/m<sup>2</sup>, são necessários 9,76kg de argamassa de cal, logo, para 4 demãos são necessários 39kg de argamassa de cal. Os impactes associados estão na Tabela 33.

Tabela 33: Impactes associados à pintura do teto da moradia Azurara (Proposta 1).

<b>Argamassa de Cal</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,053485
GWP (kg CO2 eq)	23,8144
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000001
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,033731
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,001526
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,000511
ENR (MJ eq)	127,2704
ER (MJ eq)	12,76608

Proposta 2: Tinta de base aquosa considerando um rendimento de 10m<sup>2</sup>/litro/demão, uma densidade 1,46 e 3 demãos (incluído o primário), perfaz uma massa de tinta necessária de cerca de 26kg, cujos impactes associados estão na Tabela 34.

Tabela 34: Impactes associados à pintura do teto moradia Azurara (Proposta 2).

<b>Tinta de base aquosa</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,6162
GWP (kg CO2 eq)	63,96
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00001
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,4394
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,02007
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,10998
ENR (MJ eq)	1242,8
ER (MJ eq)	86,58

Proposta 3: Tinta de base sintética considerando um rendimento de 15m<sup>2</sup>/litro/demão, uma densidade de 1,25 e 3 demãos (incluído o primário), o que perfaz uma massa de tinta necessária de cerca de 15,25kg, cujos impactes associados estão na Tabela 35.

Tabela 35: Impactes associados à pintura do teto da moradia Azurara (Proposta 3).

<b>Tinta de base sintética</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,52003
GWP (kg CO2 eq)	38,2775
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00001
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,30805
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,01444
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,08342
ENR (MJ eq)	1090,375
ER (MJ eq)	68,015

Na Tabela 36 faz-se a comparação dos impactes ambientais de cada uma das pinturas.

Tabela 36: Comparação dos impactes ambientais de cada uma das pinturas.

Indicador de impacte	Percentagem do impacte		
	Argamassa de Cal	Tinta de base aquosa	Tinta de base sintética
ADP (kg Sb eq)	0,053485	0,6162	0,52003
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	23,8144	63,96	38,2775
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000001	0,00001	0,00001
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,033731	0,4394	0,30805
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,001526	0,02007	0,01444
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,000511	0,10998	0,08342
ENR (MJ eq)	127,2704	1242,8	1090,375
ER (MJ eq)	12,76608	86,58	68,015
ENR + ER (MJ eq)	140,036480	1329,38	1158,39
ER/(ER+ENR) (MJ eq)	0,09116253	0,065128105	0,058715113

Legenda: Cor verde - menor impacte ambiental; Cor vermelha - maior impacte ambiental.

Comentário: Conclui-se que a melhor solução para pintar os tetos é usar argamassa de cal. A argamassa de cal apresenta os melhores índices dos indicadores com grande margem, portanto, não vai ser necessário realizar outro sistema de avaliação.

Isolamento térmico do teto:

Para reforçar o isolamento térmico, de maneira a manter a estrutura do telhado de madeira, que se encontra em bom estado e manter a ventilação do telhado, sem lhe aplicar uma sobrecarga, propõe-se a aplicação de um isolamento sobre a laje de betão.

Tendo em consideração que as novas coberturas convencionais portuguesas costumam aplicar como isolamento o poliestireno extrudido de 6cm de espessura, com um coeficiente de condutibilidade 0,035W/m.C., são apresentadas as seguintes alternativas:

Proposta 1: A alternativa passa por colocar painéis de lã de rocha, não revestidos, de 1200mm por 600mm, com uma espessura de 60mm, uma densidade de 123kg/m<sup>3</sup> (densidade externa de 150 kg/m<sup>3</sup> e uma densidade interna de 95kg/m<sup>3</sup>) e uma condutibilidade térmica de 0,037W/m.C. No total, para aproximadamente 61m<sup>2</sup>, temos 450kg de massa de lã de rocha.

De acordo com a Tabela 37 de materiais, do livro que nos fornece os impactes por kg, podemos obter, então, os seguintes valores finais de impacte:

Tabela 37: Impactes associados ao isolamento do teto da moradia Azurara (Proposta 1).

Lã de rocha	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	4,725
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	657
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00003
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	3,744

POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,4176
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,2007
ENR (MJ eq)	9720
ER (MJ eq)	440,55

Proposta 2: A segunda alternativa passa por colocar painéis de lã de vidro, com dimensões de 1350mm por 600mm e 70mm de espessura, uma condutibilidade térmica de 0,034W/m.C e com uma densidade de 75 kg/m<sup>3</sup>. No total, temos 320kg de massa de lã de vidro. Os impactes associados estão na Tabela 38.

Tabela 38: Impactes associados ao isolamento do teto da moradia Azurara (Proposta 2).

Lã de vidro	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	4,576
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	480
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00007
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	2,0544
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,17824
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,3776
ENR (MJ eq)	14400
ER (MJ eq)	1324,8

Proposta 3: A última alternativa passa por colocar painéis de aglomerado de cortiça, de dimensões 1000mm por 500mm, com uma espessura de 60mm, uma condutibilidade térmica de 0,037W/m.C e uma densidade de 115kg/m<sup>3</sup>. No total, temos 421kg de massa. Os impactes associados resumem-se na Tabela 39.

Tabela 39: Impactes associados ao isolamento do teto da moradia Azurara (proposta 3).

Painéis de cortiça	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	4,3784
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	-275,334
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00004
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	2,26919
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,19156
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,27702
ENR (MJ eq)	10567,1
ER (MJ eq)	11451,2

Houve a necessidade de introduzir mais dois itens para a comparação das propostas: o ENR + ER e o ER/(ENR + ER) porque a quantidade total de energia necessária para produzir um material é um fator penalizador de impacte ambiental, seja por causa da utilização de energias não renováveis, ou da utilização de energias renováveis (ENR + ER). Por outro lado, para beneficiar os materiais que utilizam maior percentagem de energias renováveis na sua produção, foi adicionado o item ER/(ENR + ER).

Na Tabela 40 faz-se a comparação dos impactes ambientais de cada isolamento.

Tabela 40: Comparação dos impactos de cada isolamento, para o teto da moradia Azurara.

Indicador de impacte	Valor respetivo		
	Lã de rocha	Lã de vidro	Painéis de cortiça
ADP (kg Sb eq)	4,725	4,576	4,3784
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	657	480	-275,334
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00003	0,00007	0,00004
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	3,744	2,05440	2,26919
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,41760	0,17824	0,19156
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,2007	0,3776	0,27702
ENR (MJ eq)	9720	14400	10567,1
ER (MJ eq)	440,55	1324,8	11451,2
ENR + ER (MJ eq)	10160,55	15724,8	22018,3
ER/(ENR + ER) (MJ eq)	0,043358873	0,084249084	0,520076482

Legenda: Cor verde - menor impacte ambiental; Cor vermelha - maior impacte ambiental.

Como existe uma distribuição de impactos positivos e negativos por todos os materiais, foi necessário verificar os máximos e os mínimos de cada parâmetro e implementou-se um sistema de avaliação, que considerasse a escala de variação de cada material por parâmetro. Atribuiu-se a cotação máxima (100%) para o material com impacte mínimo e a cotação mínima para o material com o maior impacte (0%). Assim, todos os materiais são tidos em conta na avaliação, em proporção com o seu grau de impacte, comparativamente ao grau de impacte dos restantes materiais envolvidos na avaliação, isto é, temos uma pontuação que toma em consideração as diferenças de escalas dos valores de cada impacte, mas, também, a escala de afastamento dos valores em cada impacte de cada material. A Tabela 41 apresenta a pontuação, conforme o sistema de avaliação adotado.

Tabela 41: Pontuação do isolamento térmico para o teto da moradia Azurara.

Indicador de impacte	Valores de posição na escala percentual adotada		
	Lã de rocha	Lã de vidro	Painéis de cortiça
ADP	0	42,99	100
GWP	0	18,98	100
ODP	100	0	75,00
AP	0	100	87,29
POCP	0	100	94,44
EP	100	0	56,86

ENR	100	0	81,9
ER	100	91,97	0
ENR + ER	100	53,07	0
ER/(ENR + ER)	0	8,57	100
Total de pontuação	500	415,59	695,49

Legenda: Cor verde - menor impacte ambiental; Cor vermelha - maior impacte ambiental.

Comentário: Conclui-se que a solução de isolamento de painéis de cortiça, segundo a avaliação proposta, é aquela que apresenta, em termos gerais, menores impactes negativos. Verifica-se que, apesar de não ser o isolamento com maior número de situações mínimas de impacte, é o isolamento que é mais regular.

O total de impactes relativos a esta proposta, de pintura de cal e isolamento com painéis de cortiça, para uma massa total de 460kg, estão na Tabela 42.

Tabela 42: Total de impactes da proposta pintura de cal e isolamento com painéis de cortiça da moradia Azurara.

Total de impactes	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	4,43183
GWP (kg CO2 eq)	-251,544
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00004
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	2,302886
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,193080
EP (kg PO4 eq)	0,277529
ENR (MJ eq)	10694,24
ER (MJ eq)	11463,953

Se os 460kg fossem constituídos com os índices de impacte por kg da escala de avaliação, os impactes seriam conforme a Tabela 43.

Tabela 43: Escala de avaliação dos 460kg com os índices de impacte por kg da moradia Azurara.

Escala de avaliação	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	80500
GWP (kg CO2 eq)	9062
ODP (kg CFC-11 eq)	0,0008464
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	90,16
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	3,4132
EP (kg PO4 eq)	30038
ENR (MJ eq)	103500
ER (MJ eq)	12512

A creditação relativa à componente cobertura, para uma massa total de 460kg, é conforme a Tabela 44.

Tabela 44: Créditos da componente cobertura da moradia Azurara.

<b>Total reabilitação componente cobertura</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Atribuição de créditos</b>
ADP	4,999724731
GWP	5,138790554
ODP	4,763705104
AP	4,872288931
POCP	4,71715692
EP	4,999999954
ENR	4,483370048
ER	0,418816736
<b>Crédito final</b>	<b>4,299231622</b>

b.1. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério (moradia Junqueira)

Morada Junqueira: Para melhorar o comportamento térmico desta moradia, a reabilitação prevê a colagem de placa de poliestireno expandido pelo lado interior da cobertura. Para cobrir a cobertura inclinada com isolamento, são necessários cerca de  $113m^2$  de placas de poliestireno expandido, com 6 cm de espessura. Portanto, considerando uma massa do poliestireno expandido com uma condutibilidade térmica de  $0,036 W/m.C$  e com uma densidade de  $32g/m^3$ , totaliza-se 216,96kg de massa de poliestireno expandido, cujos impactes estão resumidos na Tabela 45.

Tabela 45: Impactes do poliestireno expandido do estado atual da moradia Junqueira.

<b>Poliestireno expandido</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	10,04525
GWP (kg CO2 eq)	898,2144
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00002
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	3,2327
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	1,46448
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,26903
ENR (MJ eq)	22780,8
ER (MJ eq)	219,1296

Área de teto:  $12m^2$  (cozinha),  $5m^2$  (casa de banho),  $9m^2$  (quarto norte),  $9,6m^2$  (quarto poente),  $12m^2$  (quarto nascente),  $11m^2$  (sala),  $4m^2$  (corredor),  $2,43m^2$  (lavandaria), o que perfaz um total de  $65m^2$ .

A espessura de cada placa é de 13mm, em que cada placa de gesso cartonado tem  $2,4m^2$  de área e uma massa de 22kg, o que corresponde a uma massa de 596kg. Os impactes associados estão na Tabela 46.

Tabela 46: Impactes do gesso cartonado do estado atual da moradia Junqueira.

<b>Gesso cartonado</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	1,47808
GWP (kg CO2 eq)	208,6
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000023184
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,64964
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,0279524
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,103108
ENR (MJ eq)	3421,04
ER (MJ eq)	191,316

Para a fixação do gesso cartonado, considerando uma estrutura quadriculada de perfis metálicos de aço, com espaçamentos de 0,5m por 0,5m, em que cada perfil metálico utilizado tem 2m de comprimento e peso de 1kg, estima-se uma massa total de 97,5kg de perfis metálicos do teto reabilitado. Os impactos estão apresentados na Tabela 47.

Tabela 47: Impactes da estrutura em aço do estado atual da moradia Junqueira.

<b>Estrutura em aço</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,44265
GWP (kg CO2 eq)	55,6725
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000005265
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,2964
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,0180375
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,047385
ENR (MJ eq)	844,35
ER (MJ eq)	11,31

Para pintar 65m<sup>2</sup> com tinta de base aquosa, considerando um rendimento de 10m<sup>2</sup>/litro/demão e uma densidade de 1,46, é estimada cerca de 28,47kg de massa (3 demãos, incluído o primário), cujos impactos associados estão na Tabela 48.

Tabela 48: Impactes da tinta de base aquosa do estado atual da moradia Junqueira.

<b>Tinta de base aquosa</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,67474
GWP (kg CO2 eq)	70,0362
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00001
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,48114
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,02198
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,12043
ENR (MJ eq)	1360,866
ER (MJ eq)	94,8051

Total de impactos do isolamento (poliestireno), pintura, estrutura metálica e painéis de gesso cartonado, de uma massa total de 938,93kg, conforme a Tabela 49.

Tabela 49: Total de impactos do teto do estado atual da moradia Junqueira.

<b>Total de impactos da solução</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	12,64072
GWP (kg CO2 eq)	1232,5231
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00006
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	4,65989
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	1,51447
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,53995
ENR (MJ eq)	28407,056
ER (MJ eq)	516,5607

Se os 938,93kg fossem constituídos com os índices de impacte por kg da escala de avaliação adotada, os impactos seriam conforme a Tabela 50.

Tabela 50: Total de impactes do teto do estado atual da moradia Junqueira, segundo a escala de avaliação adotada.

<b>Escala de avaliação</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	164312,75
GWP (kg CO2 eq)	18496,921
ODP (kg CFC-11 eq)	0,001727631
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	184,03028
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	6,9668606
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	61312129
ENR (MJ eq)	211259,25
ER (MJ eq)	25538,896

A creditação relativa à componente cobertura, para uma massa total de 721,97kg, é conforme a Tabela 51.

Tabela 51: Créditos da componente cobertura do estado atual da moradia Junqueira.

<b>Total reabilitação componente cobertura</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	4,999615346
GWP (kg CO2 eq)	4,666830198
ODP (kg CFC-11 eq)	4,818189119
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	4,873393471
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	3,913092883
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	4,999999956
ENR (MJ eq)	4,327673084
ER (MJ eq)	4,898867848
<b>Crédito</b>	<b>4,68</b>

## b.2. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo (moradia Junqueira)

Isolamento térmico do teto:

Proposta 1: Tendo por base o estudo da avaliação anterior da moradia de Azurara, chegou-se a conclusão que, para substituir 113m<sup>2</sup> de isolamento de poliestireno, a melhor proposta são os painéis de aglomerado de cortiça, de dimensões 1000mm por 500mm, com uma espessura de 60mm, uma condutibilidade térmica de 0,037W/m.C e uma densidade de 115kg/m<sup>3</sup>, o que perfaz um total de 780kg de massa. Os impactes associados resumem-se na Tabela 52.

Tabela 52: Impactes associados do isolamento do teto da moradia Junqueira (proposta 1).

<b>Painéis de cortiça</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	8,112
GWP (kg CO2 eq)	-510,12
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00007
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	4,2042
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,3549
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,51324
ENR (MJ eq)	19578
ER (MJ eq)	21216

Teto falso:

Os princípios determinantes na escolha do teto falso foram: as luzes serem embutidas, a possibilidade de diferenças de pé-direito e permitir a passagem da cablagem. Partindo desse princípio, apresenta-se como proposta um teto falso em OSB (*Oriented Strand Board*), pintado a branco e uma outra proposta de teto em madeira maciça de pinho, também pintado de branco.

Proposta 1: A área total de placa de OSB necessária para cobrir o teto é de 65m<sup>2</sup>. Considerou-se uma placa com uma espessura de 22mm, de dimensão 2400mm por 1200mm e com uma densidade média de 640Kg/m<sup>3</sup>, perfazendo uma massa aproximada de 40,6kg por placa, que corresponde a uma massa total aproximada de 916,32kg.

De acordo com a tabela de materiais do livro “Avaliação do Ciclo de Vida dos Edifícios: Impacte Ambiental de Soluções Construtivas” (Luís Bragança, 2011), que nos fornece os impactes por kg, podemos obter então os seguintes valores finais de impacte, conforme a Tabela 53.

Tabela 53: Impactes do teto falso da moradia Junqueira (proposta 1).

Painéis em OSB	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	4,8839856
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	-832,93488
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000019701
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	2,1625152
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,274896
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,32162832
ENR (MJ eq)	9896,256
ER (MJ eq)	19884,144

Proposta 2: Considerou-se um forro de tábuas, com encaixe macho-fêmea, de madeira maciça, de pinho bravo, com 15mm de espessura e uma massa específica de pinho, que varia entre os 500 e 600kg/m<sup>3</sup>, cujo valor, de cálculo escolhido são os 600kg/m<sup>3</sup>. Então, para uma área total de teto de 65m<sup>2</sup>, contabilizou-se 585kg de massa de madeira maciça, cujos impactes estão representados na Tabela 54.

Tabela 54: Impactes do teto falso da moradia Junqueira (proposta 2).

Tábuas de madeira maciça	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	0,5967
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	-702
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00001
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,47093
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,04265
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,07547
ENR (MJ eq)	1158,3
ER (MJ eq)	9243

Comparam-se os impactes de cada proposta na Tabela 55.

Tabela 55: Comparação dos impactos de cada proposta do teto falso da moradia Junqueira.

Indicador de impacto	Valor respetivo		
	Painéis de OSB	Painéis de gesso cartonado	Tábuas de madeira maciça
ADP (kg Sb eq)	4,8839856	1,47808	0,5967
GWP (kg CO2 eq)	-832,93488	208,6	-702
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000019701	0,000023184	0,00001
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	2,1625152	0,64964	0,47093
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,274896	0,0279524	0,04265
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,32162832	0,103108	0,07547
ENR (MJ eq)	9896,256	3421,04	1158,3
ER (MJ eq)	19884,144	191,316	9243
ENR + ER (MJ eq)	29780,4	3612,356	10401,3
ER/(ENR + ER) (MJ eq)	0,667692308	0,052961557	0,88863892

Legenda: Cor verde - menor impacto ambiental; Cor vermelha - maior impacto ambiental.

Comentário: Como existe uma distribuição homogénea de impactos positivos e negativos por todos os materiais, foi necessário verificar os máximos e os mínimos de cada parâmetro e implementou-se um sistema de avaliação que considerasse a escala de variação de cada material por parâmetro, explicitado na Tabela 56.

Tabela 56: Pontuação relativa ao sistema de avaliação adotado na comparação das propostas para a moradia Junqueira.

Indicador de impacto	Valores de posição na escala percentual adotada		
	Painéis de OSB	Painéis de gesso cartonado	Tábuas de madeira maciça
ADP	0	79,44	100
GWP	100	0	87,43
ODP	26,42	0	100
AP	0	89,44	100
POCP	0	100	94,05
EP	0	88,77	100
ENR	0	74,10	100
ER	0	100	54,04

ENR + ER	0	100	74,06
ER/(ENR + ER)	73,56077575	0	100
Total de pontuação	199,980776	631,75	909,58

Legenda: Cor verde - menor impacto ambiental; Cor vermelha - maior impacto ambiental.

Comentário: A proposta de um teto falso em tábuas de madeira maciça é a solução mais favorável, a nível de impacto ambiental, segundo os critérios de avaliação propostos.

Estrutura do teto falso:

Proposta 1: Como possível alternativa para a fixação do gesso cartonado, estipulou-se a mesma estrutura quadriculada, com espaçamentos de 0,5m por 0,5m, constituída por perfis de alumínio. Em termos gerais, considerou-se 184m de comprimento de perfil, cujo perfil tipo tem cerca de 90mm de largura, 1,58mm de espessura e uma densidade 2700kg/m<sup>3</sup>. Portanto, estima-se uma massa total de 70,6kg de perfis de alumínio para o teto. Considerando que o alumínio utilizado é 50% reciclável, chega-se aos valores de impactos representados na Tabela 57.

Tabela 57: Impactes da estrutura em alumínio da moradia Junqueira (proposta 1).

Estrutura em alumínio	
Indicador de impacto	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	1,99092
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	302,168
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00013
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	2,6828
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,157438
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,085426
ENR (MJ eq)	4814,92
ER (MJ eq)	0

Proposta 2: Para a estrutura ser em madeira foi considerada uma viga de suporte espaçada a cada 2,4m, com uma altura de 0,08m, para obter um rebaixamento do teto de cerca de 0,1m. Para permitir que duas placas pousem e se fixem à estrutura, esta terá de ter uma espessura de 0,06m. Portanto, foram estimados 83m de viga de madeira de pinho bravo e considerou-se uma massa específica de pinho, entre os 500 e 600kg/m<sup>3</sup>, cujo valor aceite foram os 600kg/m<sup>3</sup>, o que perfaz 239kg de massa de madeira maciça. Na quantificação considerou-se desprezível o impacto do aparafusamento metálico da madeira.

Os resultados dos impactos estão representados na Tabela 58.

Tabela 58: Impactes da estrutura em madeira da moradia Junqueira (proposta 2).

Estrutura em madeira	
Indicador de impacto	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	0,24378
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	-286,8
ODP (kg CFC-11 eq)	0.000003059
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,192395
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,0174231
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,030831
ENR (MJ eq)	473,22
ER (MJ eq)	3776,2

São comparados os impactos de cada proposta na Tabela 59.

Tabela 59: Comparação dos impactos de cada proposta da estrutura do teto da moradia da Junqueira.

Indicador de impacto	Valor respetivo		
	Estrutura em aço	Estrutura em alumínio	Estrutura em madeira
ADP (kg Sb eq)	0,44265	1,99092	0,24378
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	55,6725	302,168	-286,8
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000005265	0,00013	0,000003059
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,2964	2,6828	0,192395
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,0180375	0,157438	0,0174231
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,047385	0,085426	0,030831
ENR (MJ eq)	844,35	4814,92	473,22
ER (MJ eq)	11,31	0	3776,2
ENR + ER (MJ eq)	855,66	4814,92	4249,42
ER/(ENR + ER) (MJ eq)	0,013217867	0	0,88863892

Legenda: Cor verde - menor impacto ambiental; Cor vermelha - maior impacto ambiental.

Comentário: Apesar da estrutura de madeira ter maior número de parâmetros com menores impactos, é necessário garantir que estes se sobreponham sobre o parâmetro de maior impacto. Como existe uma distribuição de impactos positivos e negativos por todos os materiais, foi necessário verificar os máximos e os mínimos de cada parâmetro e implementou-se um sistema de avaliação que considerasse a escala de variação de cada material por parâmetro, conforme explicitado na Tabela 60.

Tabela 60: Pontuação relativa ao sistema de avaliação adotado na comparação das propostas (estrutura do teto da moradia Junqueira).

Indicador de impacto	Valores de posição na escala percentual adotada		
	Estrutura em aço	Estrutura em alumínio	Estrutura em madeira
ADP	88,62	0	100
GWP	41,85	0	100
ODP	98,26	0	100
AP	95,82	0	100
POCP	99,56	0	100

EP	69,68	0	100
ENR	91,45	0	100
ER	99,7	100	0
ENR + ER	100	0	14,28
ER/(ENR + ER)	1,487428325	0	100
Total de pontuação	786,42	100	814,28

Legenda: Cor verde - menor impacte ambiental; Cor vermelha - maior impacte ambiental.

Comentário: A estrutura de madeira é a proposta com melhor pontuação em termos de impactes ambientais. Apesar de não ser a solução mais usual, em termos de estrutura para tetos falsos, é uma solução a ter em conta, sobretudo considerando os impactes ambientais. Porém, como a proposta de estrutura em aço está muito próxima da pontuação da estrutura de madeira e é a mais utilizada, na prática será a solução mais indicada.

#### Pintura do teto falso:

Para tornar os painéis OSB brancos propõe-se a utilização da argamassa de cal, tinta de base aquosa e a tinta de base sintética. Salienta-se que a aplicação da argamassa de cal vai necessitar de mais demãos para o recobrimento, já que o material OSB, onde vai ser aplicada a argamassa de cal, é virgem e não é branco. A cal não tem a capacidade de recobrimento das tintas comerciais, por isso vão ser necessárias 5 demãos sobre um material que é virgem e de OSB.

Proposta 1: Para pintar 65m<sup>2</sup> de OSB com argamassa de cal e, considerando um rendimento de 0,16 kg/m<sup>2</sup>, são necessários 10,4kg de argamassa de cal, logo, para 5 demãos são necessários 52kg de argamassa de cal. Os impactes associados estão na Tabela 61.

Tabela 61: Impactes da pintura do teto falso da moradia Junqueira (proposta 1).

Argamassa de Cal	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	0,07124
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	31,72
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000001
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,044928
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,002033
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,000681
ENR (MJ eq)	169,52
ER (MJ eq)	17

Proposta 2: Tinta de base aquosa considerando um rendimento de 10m<sup>2</sup>/litro/demão e uma densidade de 1,46, perfaz uma massa de tinta necessária de cerca de 28,47kg (3 demãos, incluído o primário), cujos impactes associados estão na Tabela 62.

Tabela 62: Impactes da pintura do teto falso da moradia Junqueira (proposta 2).

Tinta de base aquosa	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	0,67474
GWP (kg CO2 eq)	70,0362
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00001
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,48114
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,02198
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,12043
ENR (MJ eq)	1360,866
ER (MJ eq)	94,8051

Proposta 3: Tinta de base sintética considerando um rendimento de 15m<sup>2</sup>/litro/demão, uma densidade de 1,25 e 3 demãos (incluído o primário), perfaz uma massa de tinta necessária de cerca de 16,25kg, cujos impactes associados estão na Tabela 63.

Tabela 63: Impactes da pintura do teto falso da moradia Junqueira (proposta 3).

Tinta de base sintética	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	0,55413
GWP (kg CO2 eq)	40,7875
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00001
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,32825
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,01539
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,08889
ENR (MJ eq)	1161,875
ER (MJ eq)	72,475

Na Tabela 64 faz-se a comparação dos impactes de cada proposta de pintura do teto.

Tabela 64: Comparação dos impactes entre as propostas de pintura do teto da moradia Junqueira.

Indicador de impacte	Valor respetivo		
	Argamassa de Cal	Tinta de base aquosa	Tinta de base sintética
ADP (kg Sb eq)	0,07124	0,67474	0,55413
GWP (kg CO2 eq)	31,72	70,0362	40,7875
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000001	0,00001	0,00001
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,044928	0,48114	0,32825
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,002033	0,02198	0,01539
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,000681	0,12043	0,08889
ENR (MJ eq)	169,52	1360,866	1161,875
ER (MJ eq)	17	94,8051	72,475
ENR + ER (MJ eq)	186,524	1455,6711	1234,35

ER/(ENR + ER) (MJ eq)	0,091162531	0,065128105	0,058715113
-----------------------	-------------	-------------	-------------

Legenda: Cor verde - menor impacto ambiental; Cor vermelha - maior impacto ambiental.

Comentário: Pintar o teto com argamassa de cal, mesmo considerando mais demãos, é ambientalmente o mais favorável em todos os parâmetros de impacto ambiental avaliados.

O total de impactos relativos a esta proposta final, de pintura em argamassa de cal, estrutura em madeira, tábuas de madeira maciça e isolamento com painéis de cortiça, com uma massa total de 1656kg, estão na Tabela 65.

Tabela 65: Total dos impactos da proposta final para o teto da moradia Junqueira.

Total dos impactos da solução	
Indicador de impacto	Valor respectivo
ADP (kg Sb eq)	9,02372
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	-1467,2
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000084
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	4,912448
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,417003
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,620217
ENR (MJ eq)	21379,04
ER (MJ eq)	34252,204

Se os 1656kg fossem constituídos com os índices de impacto por kg da escala de avaliação adotada, os impactos seriam conforme a Tabela 66.

Tabela 66: Total de impactos da componente cobertura, do estado atual da moradia Junqueira.

Escala de avaliação	
Indicador de impacto	Valor respectivo
ADP (kg Sb eq)	289800
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	32623,2
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00304704
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	324,576
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	12,28752
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	108136800
ENR (MJ eq)	372600
ER (MJ eq)	45043,2

A creditação relativa à componente cobertura, para uma massa total de 1656kg, é conforme a Tabela 67.

Tabela 67: Créditos da componente cobertura, do estado atual da moradia Junqueira.

Total da reabilitação da componente cobertura	
Indicador de impacto	Atribuição de créditos
ADP	4,999844311
GWP	5,224870644
ODP	4,862161311
AP	4,92432515
POCP	4,830314417
EP	4,999999971
ENR	4,713110038
ER	1,19784962

<b>Crédito final</b>	<b>4,47</b>
----------------------	-------------

c.1. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério (moradia Bento de Moura)

Morada Bento de Moura: Está previsto os tetos terem acabamento em estuque, sendo depois pintados. A área total de estuque e pintura do teto é cerca de  $46,2m^2$ . Porém, antes de ser feito o estuque, é necessário que o teto seja regularizado. Portanto, para regularizar  $46,2m^2$ , com uma espessura de 15mm e, considerando uma massa de  $1900kg/m^3$ , obtemos, um total de  $1316,7kg$  de massa de argamassa de cimento, cujos impactes estão representados na Tabela 68.

Tabela 68: Impactes da argamassa de cimento, do estado atual da moradia Bento de Moura.

<b>Argamassa de cimento</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,645183
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	256,7565
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000011
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,414761
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,000005
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,064123
ENR (MJ eq)	1724,877000
ER (MJ eq)	276,507000

A base de dados utilizada para a obtenção dos impactes ambientais por kg de material não tem em consideração o estuque, porém tem a argamassa de cal e o gesso cartonado. O estuque e a argamassa de cal são muito semelhantes, em termos de constituição e de aplicação, e comparando os parâmetros do gesso cartonado e da argamassa de cal verificamos que ambos têm a mesma grandeza. Portanto, como não existe uma tabela de impacte ambiental direcionada para o estuque, decidiu-se considerar um valor médio entre a argamassa de cal e o gesso cartonado, na elaboração da tabela de impacte do estuque. Considerando um estuque com 3mm de espessura e uma massa de  $1700kg/m^3$ , temos no total  $235,62kg$  de massa, cujos impactes estão na Tabela 69.

Tabela 69: Impactes do acabamento em estuque, do estado atual da moradia Bento de Moura.

<b>Acabamento em estuque</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,45357
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	113,0976
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00001
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,2302
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,01013
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,02192
ENR (MJ eq)	1060,29
ER (MJ eq)	76,34088

A pintura dos tetos prevista é de base aquosa, cujo rendimento varia entre os  $11m^2/l$  e os  $15m^2/l$ , portanto, para  $46,2m^2$ , considerando os  $15m^2/l$  e os 1,46 de densidade, são necessários 9kg de massa para duas demãos de tinta. Os impactes estão resumidos na Tabela 70.

Tabela 70: Impactes da pintura de base aquosa, do estado atual da moradia Bento de Moura.

<b>Pintura de base aquosa</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,2133
GWP (kg CO2 eq)	22,14
ODP (kg CFC-11 eq)	0
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,1521
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,00695
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,03807
ENR (MJ eq)	430,2
ER (MJ eq)	29,97

Sobre a laje de betão da cobertura, foi colocado 5cm de poliestireno expandido com cerca de 153m<sup>2</sup> de área. Considerando um poliestireno expandido, com uma condutibilidade térmica de 0,036W/m.C e com uma densidade de 32kg/m<sup>3</sup>, totaliza-se 244,8kg de massa de poliestireno expandido, cujos impactes estão resumidos na Tabela 71.

Tabela 71: Impactes do Poliestireno expandido (EPS), do estado atual da moradia Bento de Moura.

<b>Poliestireno expandido (EPS)</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	11,33424
GWP (kg CO2 eq)	1013,47200
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00003
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	3,64752
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	1,65240
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,30355
ENR (MJ eq)	25704
ER (MJ eq)	247,248

O total de impactes relativos à componente cobertura, referentes a uma massa total de 1806,12kg, são conforme a Tabela 72.

Tabela 72: Total do impacte componente cobertura, do estado atual da moradia Bento de Moura.

<b>Total do impacte componente cobertura</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	12,646292
GWP (kg CO2 eq)	1405,4661
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000048
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	4,444581
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	1,669485
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,427670
ENR (MJ eq)	28919,367
ER (MJ eq)	630,06588

Se os 1806,12kg fossem constituídos com os índices de impacte por kg da escala de avaliação adotada, os impactes seriam conforme a Tabela 73.

Tabela 73: Índices de impacto por kg da escala de avaliação adotada, do estado atual da moradia Bento de Moura.

Escala de avaliação	
Indicador de impacto	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	316071
GWP (kg CO2 eq)	35580,564
ODP (kg CFC-11 eq)	0,003323261
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	353,99952
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	13,4014104
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	117939636
ENR (MJ eq)	406377
ER (MJ eq)	49126,464

A creditação relativa à componente cobertura, para uma massa total de 1806,12kg, é conforme a Tabela 74.

Tabela 74: Atribuição do crédito da componente cobertura, ao estado atual da moradia Bento de Moura.

Total da reabilitação da componente cobertura	
Indicador de impacto	Atribuição de créditos
ADP	4,999799945
GWP	4,802495247
ODP	4,928058826
AP	4,937223344
POCP	4,377123392
EP	4,999999982
ENR	4,644180564
ER	4,935873068
<b>Crédito final</b>	<b>4,828094296</b>

#### c.2. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo (moradia Bento de Moura)

A principal condicionante da reabilitação é a preservação do pé-direito. Um teto falso iria diminuir substancialmente o pé-direito da habitação.

Pintura do teto:

Proposta: A primeira alternativa passa pela substituição da tinta aquosa pela pintura em argamassa de cal. Para pintar 46,2m<sup>2</sup> de teto, são necessários 30kg (4 demão) de massa de cal. Os impactes da pintura à base de cal encontram-se na Tabela 75.

Tabela 75: Impactes da pintura do teto proposta, para a moradia Bento de Moura.

Argamassa de cal	
Indicador de impacto	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	0,0411
GWP (kg CO2 eq)	18,3
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000001
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,025920
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,001173
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,000393
ENR (MJ eq)	97,8
ER (MJ eq)	9,81

## Isolamento térmico:

Proposta: A solução passa por painéis rígidos de lã de rocha vulcânica, de dupla densidade, com a face exterior de alta densidade, específicos para o sistema de isolamento térmico pelo exterior. A opção passou por placas de 2400mm por 1200mm e 60mm de espessura, com uma condutibilidade térmica de 0,038W/m.C. O sistema apresenta duas densidades. A camada exterior é de alta densidade ( $210 \text{ kg/m}^3$ ) e garante a resistência ao ponçamento, assim como um bom comportamento mecânico. A camada interna de densidade inferior ( $135 \text{ kg/m}^3$ ) otimiza as prestações térmicas do painel e permite a máxima adaptabilidade ao suporte. Em termos de homogeneização dos cálculos optou-se pelos  $173 \text{ kg/m}^3$  de densidade. Chegou-se a uma massa de 1588kg, cujos impactes estão na Tabela 76.

Tabela 76: Impactes do isolamento térmico proposto, para a moradia Bento de Moura.

Lã de rocha	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	16,674
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	2318,48
ODP (kg CFC-11 eq)	0,0001
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	13,21216
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	1,47366
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,70825
ENR (MJ eq)	34300,8
ER (MJ eq)	1554,652

O total de impactes referentes a 3170,32kg de massa da componente cobertura, é apresentado na Tabela 77.

Tabela 77: Total de impactes de 3170,32kg da proposta da componente cobertura, da moradia Bento de Moura.

Total do impacte da componente cobertura	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	17,813852
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	2706,6341
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000115
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	13,883041
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	1,484974
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,794689
ENR (MJ eq)	37183,767
ER (MJ eq)	1917,30988

Se os 3170,32kg fossem constituídos com os índices de impacte por kg da escala de avaliação, os impactes seriam conforme a Tabela 78.

Tabela 78: Índices de impacte da proposta, por kg da escala de avaliação adotada, para a moradia Bento de Moura.

Escala de avaliação	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	554806
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	62455,304
ODP (kg CFC-11 eq)	0,005833389
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	621,38272
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	23,5237744
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	207021896
ENR (MJ eq)	713322

ER (MJ eq)	86232,704
------------	-----------

A creditação relativa à componente cobertura, para uma massa total de 3170,32kg, é conforme a Tabela 79.

Tabela 79: Créditos atribuídos à proposta da cobertura, para a moradia Bento de Moura.

<b>Total da reabilitação da componente cobertura</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Atribuição de créditos</b>
ADP	4,999839459
GWP	4,783314312
ODP	4,901429509
AP	4,888289129
POCP	4,684367403
EP	4,999999981
ENR	4,739361978
ER	4,888829308
<b>Crédito final</b>	<b>4,860678885</b>

#### 5.5.1.5. PAREDE TIPO EXTERIOR

a.1. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério (moradia Azurara)

Moradia Azurara: A parede exterior desta moradia não tem qualquer isolamento térmico. Do exterior para o interior, a parede é constituída por 1,5cm de reboco, 15cm de tijolo cerâmico, 3cm de caixa de ar, 7cm de tijolo cerâmico e 2cm de reboco.

a.2. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo (moradia Azurara)

A moradia não tem isolamento nas paredes exteriores, pelo que é necessário colocá-lo. As áreas interiores da habitação são pequenas, logo a escolha passou por colocar o isolamento por fora.

Isolamento térmico:

Na solução corrente do ETICS, o isolamento é por fora, em poliestireno expandido (EPS) e com uma espessura de 4cm.

Proposta 1: Para isolar as paredes exteriores são necessários cerca de  $150,3m^2$  de isolamento térmico. A placa de isolamento considerada tem  $1m^2$ , uma condutibilidade térmica de  $0,038W/m.C$  e uma densidade de  $25kg/m^3$ . A massa total necessária é cerca de 150,3kg, com os impactes referidos na Tabela 80.

Tabela 80: Impactes do isolamento térmico para as paredes exteriores da moradia Azurara (proposta 1).

<b>Placas de poliestireno expandido (EPS)</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	6,95889
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	622,242
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000016533
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	2,23947
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	1,014525
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,186372
ENR (MJ eq)	15781,5
ER (MJ eq)	151,803

Proposta 2: Colocar placas de aglomerado de cortiça. Atualmente, começa a haver um mercado de materiais de construção ecológicos, porém sem grandes informações sobre os seus impactos ambientais, com exceção do aglomerado de cortiça, e daí a opção por este material. A dimensão normalizada considerada foi a de 1000mm por 500mm e de 40mm de espessura, com uma condutibilidade térmica de 0,042W/m.C (varia: 0,039-0,045W/m.C) e uma densidade de 120kg/m<sup>3</sup> (entre 100 - 140kg/m<sup>3</sup>), o que perfaz uma massa total de 721,44kg. Os impactos desta proposta estão representados na Tabela 81.

Tabela 81: Impactes do isolamento térmico, para as paredes exteriores da moradia Azurara (proposta 2).

<b>Painéis de aglomerado de cortiça</b>	
<b>Indicador de impacto</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	7,502976
GWP (kg CO2 eq)	-471,82176
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000066805
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	3,8885616
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,3282552
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,47470752
ENR (MJ eq)	18108,144
ER (MJ eq)	19623,168

Proposta 3: Painéis rígidos de lã de rocha vulcânica, de dupla densidade, não revestidos, específicos para o sistema de isolamento térmico pelo exterior (ETICS). A opção passou por placas de 1200mm por 600mm e 50mm de espessura, com uma condutibilidade térmica de 0,037W/m.C. Os painéis apresentam duas densidades. A camada exterior é de alta densidade (150kg/m<sup>3</sup>) e garante uma aderência do reboco e uma fixação mais fácil, assim como um bom comportamento mecânico. A camada interior, de densidade inferior (95kg/m<sup>3</sup>), otimiza as prestações térmicas do painel e permite a máxima adaptabilidade ao suporte. Em termos de homogeneização dos cálculos, optou-se pelos 123kg/m<sup>3</sup> de densidade. Chegou-se a uma massa de 925kg. Os impactos do isolamento térmico estão representados na Tabela 82.

Tabela 82: Impactes do isolamento térmico, para as paredes exteriores da moradia Azurara (proposta 3).

<b>Painéis de lã de rocha</b>	
<b>Indicador de impacto</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	9,7056225
GWP (kg CO2 eq)	1349,5437
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000056385
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	7,6905504
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,85779216
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,41225787
ENR (MJ eq)	19965,852
ER (MJ eq)	904,933755

Proposta 4: Placas de lã de vidro, de 1200mm por 600mm e espessura 60mm, com uma densidade próxima do 75kg/m<sup>3</sup> e uma condutibilidade térmica de 0,034W/m°C. Os impactos da lã de rocha com uma massa total de 676,35kg estão representados na Tabela 83.

Tabela 83: Impactes do isolamento térmico, para as paredes exteriores da moradia Azurara (proposta 4).

<b>Painéis de lã de vidro</b>	
<b>Indicador de impacto</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	9,67181
GWP (kg CO2 eq)	1014,525

ODP (kg CFC-11 eq)	0,00015
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	4,34217
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,37673
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,79809
ENR (MJ eq)	30435,75
ER (MJ eq)	2800,089

Procedeu-se à comparação dos impactes de cada proposta na Tabela 84.

Tabela 84: Comparação dos impactes de cada proposta de isolamento térmico, nas paredes exteriores da moradia Azurara.

Indicador de impacte	Valor respetivo			
	Painéis de lâ de rocha	Painéis de lâ de vidro	Painéis de cortiça	Placas de poliestireno expandido (EPS)
ADP (kg Sb eq)	9,7056225	9,67181	7,502976	6,95889
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	1349,5437	1014,525	-471,82176	622,242
ODP (kg CFC-11eq)	0,000056385	0,00015	0,000066805	0,000016533
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	7,6905504	4,34217	3,8885616	2,23947
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,85779216	0,37673	0,3282552	1,014525
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,41225787	0,79809	0,47470752	0,186372
ENR (MJ eq)	19965,852	30435,75	18108,144	15781,5
ER (MJ eq)	904,933755	2800,089	19623,168	151,803
ENR + ER (MJ eq)	20885,575	33235,839	37731,312	15933,303
ER/(ENR + ER) (MJ eq)	0,043358873	0,084249084	0,520076482	0,0095274

Legenda: Cor verde - menor impacte ambiental; Cor vermelha - maior impacte ambiental.

Os impactes positivos e negativos estão distribuídos de maneira homogénea por todos os materiais propostos. Foi necessário verificar os máximos e os mínimos de cada indicador de impacte para implementar um sistema de avaliação que considerasse a escala de variação de cada material por indicador de impacte. Atribuindo-se a cotação máxima para o material com menor indicador de impacte e a cotação mínima para o material com um indicador de impacte maior. Assim, todos os materiais são tidos em conta na avaliação, em proporção com o seu grau de impacte, comparativamente ao grau de impacte dos restantes materiais envolvidos na avaliação, conforme a Tabela 85 o demonstra.

Tabela 85: Pontuação relativa ao sistema de avaliação adotado para o isolamento da parede exterior da moradia Azurara.

Indicador de impacte	Valores de posição na escala percentual adotada			
	Painéis de lâ de rocha	Painéis de lâ de vidro	Painéis de cortiça	Placas de poliestireno expandido (EPS)
ADP	0	1,23	80,19	100
GWP	0	18,39	100	39,93
ODP	70,14	0	62,33	100
AP	0	61,43	69,75	100
POCP	22,84	92,94	100	0
EP	63,07	0	52,86	100
ENR	71,45	0	84,12	100
ER	96,13	86,40	0	100
ENR + ER	77,28	20,62	0	100
ER/(ENR + ER)	6,626487323	14,63555299	100	0
Total de pontuação	407,54	305,65	649,25	739,93

Legenda: Cor verde - menor impacte ambiental; Cor vermelha - maior impacte ambiental.

Comentário: Apesar da solução de isolamento de poliestireno expandido apresentar menores impactes, este é à base de petróleo, logo a escolha recai no isolamento de aglomerado de cortiça.

ETICS: Os painéis de cortiça é a solução de isolamento, que no cômputo geral apresenta menor impacte.

O sistema ETICS tem a seguinte estrutura:

- 1º Perfil de alumínio de arranque, para o sistema ETICS (0,405kg/m);
- 2º Argamassa de colagem, de resinas que lhe confere elasticidade (1350kg/m<sup>3</sup>, espessura de 2,5mm (2 camadas));
- 3º Armadura em fibra de vidro, que lhe dá elasticidade (0,160kg/m<sup>2</sup>, espessura de 0,49mm);
- 4º Isolamento térmico, que nas paredes é cerca de 4cm;
- 5º Argamassa de revestimento; (1350kg/m<sup>3</sup>, espessura de 2,5mm (2 camadas));
- 6º Camada de fibra de vidro (0,160kg/m<sup>2</sup>, espessura de 0,49mm);
- 6º Acabamento mineral (1150kg/m<sup>3</sup>, espessura de 2mm);

7º Pintura.

São necessários cerca de 36,4m de perfil, o que perfaz 14,742kg de massa, cujos, impactes estão representados na Tabela 86.

Tabela 86: Impactes do perfil de alumínio do ETICS da moradia Azurara.

<b>Perfil de alumínio</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,4157244
GWP (kg CO2 eq)	63,06576
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000027125
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,560196
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,03287466
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,01783782
ENR (MJ eq)	1005,4044
ER (MJ eq)	0

Por se considerar que são semelhantes, juntou-se a argamassa de cola e a argamassa de revestimento para efetuar os cálculos dos seus impactes ambientais. E considerou-se que os seus constituintes são comparáveis à argamassa de cimento. No total estas têm cerca de 10145,25kg de massa, cujo impactes estão representados na Tabela 87.

Tabela 87: Impactes da argamassa de revestimento da proposta de ETICS para a moradia Azurara.

<b>Argamassa de revestimento</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,49711725
GWP (kg CO2 eq)	197,832375
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000008116
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,319575375
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,013087373
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,049407368
ENR (MJ eq)	1329,02775
ER (MJ eq)	213,05025

A rede de fibra de vidro totaliza 48kg de massa, cujos impactes estão representados na Tabela 88.

Tabela 88: Impactes da fibra de vidro da proposta de ETICS para a moradia Azurara.

<b>Fibra de vidro</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,34512
GWP (kg CO2 eq)	49,44
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00000624
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,10656
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,007488
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,008976
ENR (MJ eq)	638,4
ER (MJ eq)	0

O acabamento mineral do ETICS totaliza 346kg de massa e os impactes estão representados na Tabela 89.

Tabela 89: Impactes do acabamento mineral da proposta de ETICS, para a moradia Azurara.

<b>Acabamento mineral</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,16954
GWP (kg CO2 eq)	67,47
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000003
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,10899
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,000001
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,01685
ENR (MJ eq)	453,26
ER (MJ eq)	72,66

Após o estudo dos impactes dos vários métodos de pintura, podemos concluir, que a pintura à base de argamassa de cal é a melhor proposta. Para pintar 150,3m<sup>2</sup>, com argamassa de cal, vão ser necessários 120kg (5 demãos). Os impactes associados estão representados na Tabela 90.

Tabela 90: Impactes da argamassa de cal da proposta de ETICS, para a moradia Azurara.

<b>Argamassa de cal</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,1644
GWP (kg CO2 eq)	73,2
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000002
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,10368
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,004692
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,001572
ENR (MJ eq)	391,2
ER (MJ eq)	39,24

O total dos impactes da proposta de ETICS com isolamento de aglomerado de cortiça e pintura de cal, com uma massa total de 2264,7kg, encontra-se representado na Tabela 91.

Tabela 91: Impactes da proposta de ETICS para a moradia Azurara.

<b>ETICS (cortiça) e pintura de a. de cal</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	8,746082
GWP (kg CO2 eq)	-75,461703
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000087
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	4,572183
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,340449
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,558678
ENR (MJ eq)	21047,69747
ER (MJ eq)	19949,828322

Se os 2264,7kg fossem constituídos com os índices de impacte por kg da escala de avaliação adotada, os impactes seriam conforme a Tabela 92.

Tabela 92: Impactes por kg dos indicadores referentes à escala de avaliação adotada, para a moradia Azurara (da proposta de ETICS).

Escala de avaliação	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	396322,5
GWP (kg CO2 eq)	44614,59
ODP (kg CFC-11 eq)	0,004167
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	443,8812
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	16,804074
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	14788491
ENR (MJ eq)	509557,5
ER (MJ eq)	61599,84

A creditação relativa à componente parede exterior tipo, para uma massa total de 2264,7kg, é conforme Tabela 93.

Tabela 93: Créditos da proposta da componente parede exterior, para a moradia Azurara.

Total de créditos da componente parede exterior tipo	
Indicador de impacte	Atribuição de créditos
ADP	4,99988966
GWP	5,008457066
ODP	4,895609554
AP	4,948497672
POCP	4,898700458
EP	4,999999981
ENR	4,79347083
ER	3,380691547
<b>Crédito final</b>	<b>4,740664596</b>

b.1. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério (moradia Junqueira)

Moradia Junqueira: Para reabilitar a parede exterior, com cerca de 161m<sup>2</sup>, vai ser colocado um sistema de ETICS com as seguintes especificações:

- 1º Perfil de alumínio de arranque, para o sistema ETICS (0,405kg/m);
- 2º Argamassa de colagem, de resinas que lhe confere elasticidade (1350kg/m<sup>3</sup>, espessura de 2,5 mm (2 camadas));
- 3º Armadura em fibra de vidro, que lhe dá elasticidade (0,160kg/m<sup>2</sup>, espessura de 0,49mm);
- 4º Isolamento térmico: Poliestireno expandido com 4cm de espessura e uma massa de cerca de 25kg/m<sup>3</sup>;
- 5º Argamassa de revestimento (1350kg/m<sup>3</sup>, espessura de 2,5mm (2 camadas));
- 6º Camada de fibra de vidro (0,160kg/m<sup>2</sup>, espessura de 0,49mm);
- 6º Acabamento mineral (1150kg/m<sup>3</sup>, espessura de 2mm);
- 7º Pintura (rendimento entre 11m<sup>2</sup>/l e os 15m<sup>2</sup>/l).

São necessários cerca de 40m de perfil, o que perfaz 16kg de massa, cujos impactes estão representados na Tabela 94.

Tabela 94: Impactes do perfil de alumínio do ETICS, da reabilitação da moradia Junqueira.

Perfil de alumínio	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	0,07264
GWP (kg CO2 eq)	9,136
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000000864
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,04864
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,00296
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,007776
ENR (MJ eq)	138,56
ER (MJ eq)	1,856

Para 161m<sup>2</sup> de fachada são necessários 161kg de massa de poliestireno expandido. Os seus impactes estão representados na Tabela 95.

Tabela 95: Impactes do poliestireno expandido (EPS) do ETICS da moradia Junqueira.

Poliestireno expandido (EPS)	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	7,4543
GWP (kg CO2 eq)	666,54
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00001771
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	2,3989
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	1,08675
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,19964
ENR (MJ eq)	16905
ER (MJ eq)	162,61

Juntou-se a argamassa de cola e a argamassa de revestimento para efetuar os cálculos de impacte, por se considerar que têm impactes semelhantes. Estes totalizam cerca de 1087kg de massa e os seus impactes estão representados na Tabela 96.

Tabela 96: Impactes da argamassa de cola e de revestimento, do ETICS da moradia Junqueira.

Argamassa de revestimento	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	0,53263
GWP (kg CO2 eq)	211,965
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000008696
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,342405
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,0140223
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,0529369
ENR (MJ eq)	1423,97
ER (MJ eq)	228,27

A rede de fibra de vidro totaliza uma massa de 52kg e os seus impactes estão representados na Tabela 97.

Tabela 97: Impactes da fibra de vidro, do ETICS da moradia Junqueira.

Fibra de vidro	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	0,37388
GWP (kg CO2 eq)	53,56

ODP (kg CFC-11 eq)	0,00000676
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,11544
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,008112
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,009724
ENR (MJ eq)	691,6
ER (MJ eq)	0

O acabamento mineral do ETICS totaliza 370kg de massa e os impactos estão representados na Tabela 98.

Tabela 98: Impactes do acabamento mineral, do ETICS da moradia Junqueira.

<b>Acabamento mineral</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,5069
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	225,70
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000007696
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,31968
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,014467
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,04847
ENR (MJ eq)	1206,2
ER (MJ eq)	121

A pintura escolhida para pintar o revestimento exterior é a base de água. Para pintar 161m<sup>2</sup>, considerando um rendimento de 13 m<sup>2</sup>/l e uma densidade de 1,46 vão ser necessários 54kg (3 demãos, incluindo o primário). Os impactos associados estão representados na Tabela 99.

Tabela 99: Impactes da pintura de base aquosa, do ETICS da moradia Junqueira.

<b>Pintura de base aquosa</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	1,2798
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	132,84
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00002
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,9126
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,04169
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,22842
ENR (MJ eq)	2581,2
ER (MJ eq)	179,82

O total dos impactos da proposta de ETICS com isolamento de poliestireno expandido e pintura de base aquosa, com uma massa total de 1740kg, encontra-se representado na Tabela 100.

Tabela 100: Impactes do ETICS com isolamento de poliestireno expandido, da moradia Junqueira.

<b>ETICS (poliestireno expandido) e pintura de base aquosa</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	9,89455
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	1146,191
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000057
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	3,934535
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	1,136565
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,516516
ENR (MJ eq)	22225,03
ER (MJ eq)	650,256

Se os 1740kg fossem constituídos com os índices de impacto por kg da escala de avaliação adotada, os impactos seriam conforme a Tabela 101.

Tabela 101: Impactes por kg dos indicadores referentes à escala de avaliação adotada, para a moradia Junqueira (proposta de ETICS).

<b>Escala de avaliação</b>	
<b>Indicador de impacto</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	3045
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	34278
ODP (kg CFC-11 eq)	0,0032016
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	341,04
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	12,9108
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	113622
ENR (MJ eq)	391500
ER (MJ eq)	47328

A creditação relativa à componente parede exterior, para uma massa total de 1740kg, é conforme a Tabela 102.

Tabela 102: Créditos da componente parede exterior, do estado atual da moradia Junqueira.

<b>Crédito da componente parede exterior</b>	
<b>Indicador de impacto</b>	<b>Atribuição de créditos</b>
ADP (kg Sb eq)	4,999837528
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	4,832809528
ODP (kg CFC-11 eq)	4,910982009
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	4,942315637
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	4,559839437
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	4,999999977
ENR (MJ eq)	4,716155428
ER (MJ eq)	4,931303245
<b>Crédito final</b>	<b>4,861655349</b>

b.2. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo (moradia Junqueira).

A proposta para a parede exterior (sistema de ETICS com isolamento com painéis de cortiça e pintura com cal) da moradia Azurara vai de encontro com a expectativa da reabilitação da moradia Junqueira. Portanto, é só necessário quantificar os impactos dos painéis de cortiça e da pintura à base de argamassa de cal.

Isolamento térmico:

Proposta: Totaliza-se uma massa de 773kg para isolar 161m<sup>2</sup> da parede exterior, com painéis de cortiça com dimensões de 1000mm por 500mm, de espessura 40mm, com uma condutibilidade térmica de 0,042W/m.C (entre 0,039-0,045W/m.C) e uma densidade 120kg/m<sup>3</sup>(entre 100 - 140kg/m<sup>3</sup>), cujos impactos estão representados na Tabela 103.

Tabela 103: Impactes do isolamento térmico da parede exterior, da moradia Junqueira (proposta).

<b>Painéis de cortiça</b>	
<b>Indicador de impacto</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	8,0392
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	-505,542
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00007

AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	4,16647
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,35172
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,50863
ENR (MJ eq)	19402,3
ER (MJ eq)	21025,6

Pintura da parede exterior:

Proposta: Seguindo o mesmo princípio de cálculo, para pintar 161m<sup>2</sup> com argamassa de cal e considerando um rendimento de 0,16kg/m<sup>2</sup> são necessários 103kg (4 demãos). Os impactes associados estão representados na Tabela 104.

Tabela 104: Impactes da pintura da parede exterior, da moradia Junqueira (proposta).

Argamassa de cal	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	0,14111
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	62,83
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000002
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,088992
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,004027
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,001349
ENR (MJ eq)	335,78
ER (MJ eq)	33,681

O total de impactes da proposta de ETICS com isolamento de painéis de cortiça e pintura à base de argamassa de cal, para uma massa total de 2401kg, estão representados na Tabela 105.

Tabela 105: Impactes da proposta de ETICS para a parede exterior da moradia Junqueira.

ETICS (cortiça) e pintura à base de argamassa de cal	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	10,47945
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	-25,891
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000111
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	5,702105
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,40153
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,82551
ENR (MJ eq)	24722,33
ER (MJ eq)	21513,246

Se os 2401kg fossem constituídos com os índices de impacte por kg da escala de avaliação adotada, os impactes seriam conforme a Tabela 106.

Tabela 106: Impactes por kg da escala de avaliação adotada, da proposta de ETICS da moradia Junqueira.

Escala de avaliação	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	420175
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	47299,7
ODP (kg CFC-11 eq)	0,0044178
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	470,596
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	17,81542
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	1567853

ENR (MJ eq)	540225
ER (MJ eq)	65307,2

A creditação relativa à componente parede exterior, para uma massa total de 2401kg, é conforme a Tabela 107.

Tabela 107: Créditos da proposta da componente parede exterior, da moradia Junqueira.

<b>Total reabilitação componente p. exterior</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Atribuição de créditos</b>
ADP	4,999875297
GWP	5
ODP	4,874615423
AP	4,939416134
POCP	4,887308321
EP	4,999999974
ENR	4,771184877
ER	5
<b>Crédito final</b>	<b>4,934392117</b>

c.1. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério (moradia Bento de Moura)

Morada Bento de Moura: Para o acabamento da parede exterior está previsto que a fachada principal e a posterior fiquem com pedra à vista. As fachadas poentes e nascentes vão ser pintadas de branco. No lado interior da parede exterior vai ser colocado lã de rocha e gesso cartonado sobre uma estrutura metálica.

Estão previstos serem pintados  $313m^2$  ( $100m^2$  na fachada exterior e  $213m^2$  no interior) na parede exterior. Considerando um rendimento, da tinta, de  $13m^2/l$  e uma densidade de 1,46 são totalizados 70kg de massa de tinta (2 demãos), cujos impactes se encontram representados na tabela 108.

Tabela 108: Impactes da pintura de base aquosa, da moradia Bento de Moura.

<b>Pintura de base aquosa</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	1,659
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	172,2
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00003
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	1,183
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,05404
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,2961
ENR (MJ eq)	3346
ER (MJ eq)	233,1

São necessários  $213m^2$  de gesso cartonado. Considerando que cada placa de gesso cartonado tem uma espessura de 13mm, uma área de  $2,4m^2$  e uma massa de 22kg. Para uma área de  $213m^2$  totaliza-se uma massa de 1952,5kg de gesso cartonado. Os impactes associados estão representados na Tabela 109.

Tabela 109: Impactes do gesso cartonado, da moradia Bento de Moura.

<b>Gesso cartonado</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	4,8422
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	683,375
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00008
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	2,12823
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,09157
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,33778
ENR (MJ eq)	11207,35
ER (MJ eq)	626,7525

No piso do rés-de-chão são necessários cerca de 83m, de perfis de canal/raia. Os perfis de canal/raia são as calhas onde os perfis montantes pousam. Os perfis canal/raia têm forma em U, com 48mm de largura e um peso de 0,42kg/m, que perfaz um total de 34,86kg de massa de perfis de canal/raia, no rés-de-chão. São ainda necessários 70 perfis “C” montantes, com 2,6m de altura e espaçados entre si de 60cm. Os perfis têm 48mm de largura e um peso de 0,56kg/m, que perfaz um total de 102kg de massa de perfis “C”, no rés-de-chão.

Para a cave são necessários 65m de perfis de canal/raia e 54 perfis de montante de 2,4m de altura, portanto, na cave são totalizados 100kg de massa de perfis. Logo, na sua totalidade são necessários 236,86kg de massa de perfil de aço, cujos impactes estão representados na Tabela 110.

Tabela 110: Impactes da estrutura metálica, da moradia Bento de Moura.

<b>Estrutura metálica</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	1,07534
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	135,24706
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00001
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,72005
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,00013
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,11511
ENR (MJ eq)	2051,20760
ER (MJ eq)	27,47576

O isolamento da parede exterior é feito pelo lado interior, com 30mm de lã de rocha. Os painéis são semirrígidos revestido por uma das faces por papel que funciona como barreira para-vapor. Considerando as dimensões 1250mm por 600mm, com uma espessura de 30mm e uma densidade de cerca de 30 kg/m<sup>3</sup>, obtemos no total 192kg de massa de lã de rocha, cujos impactes se encontram representados na Tabela 111.

Tabela 111: Impactes da lã de rocha, da moradia Bento de Moura.

<b>Lã de rocha</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	2,016
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	280,32
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00001
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	1,59744
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,17818
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,08563
ENR (MJ eq)	4147,2

ER (MJ eq)	187,968
------------	---------

Se os 2553,36kg da parede exterior fossem constituídos com os índices de impacto por kg da escala de avaliação adotada, os impactos seriam conforme a Tabela 112.

Tabela 112: Impactes de 2553,36kg segundo a escala de avaliação adotada, da parede exterior da moradia Bento de Moura.

<b>Total de impactes da pintura, do gesso cartonado e da lã de rocha</b>	
<b>Indicador de impacto</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	10,05562
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	1329,38406
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00013
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	5,9388
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,32398
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,8842
ENR (MJ eq)	21635,0776
ER (MJ eq)	1087,12826

Está previsto que cada janela tenha soleiras e peitoris em granito com 4cm de espessura. Considerando uma massa específica do granito de 2800kg/m<sup>3</sup>, totaliza-se 839,16kg de massa, cujos impactos se encontram na Tabela 113.

Tabela 113: Impactes das soleiras e peitoris, da moradia Bento de Moura.

<b>Soleiras e peitoris</b>	
<b>Indicador de impacto</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	2,509088
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	365,0346
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000046
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	2,14825
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,065874
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,425454
ENR (MJ eq)	11412,576
ER (MJ eq)	1351,0476

O total dos impactos de 3392,52kg, correspondentes a componente da parede exterior da moradia Bento de Moura, estão representadas na Tabela 114.

Tabela 114: Impactes de 3392,52kg da componente da parede exterior, da moradia Bento de Moura.

<b>Total de impactes da pintura, do gesso cartonado, da lã de rocha e da soleira</b>	
<b>Indicador de impacto</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	12,56471
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	1694,41866
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00018
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	8,08705
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,38985
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	1,30965
ENR (MJ eq)	33047,6536
ER (MJ eq)	2438,17586

Se os índices de impacto por kg da escala de avaliação adotada fossem constituídos pelos 3392,52kg, os impactos seriam conforme a Tabela 115.

Tabela 115: Impactes dos 3392kg relativos a escala de avaliação, da moradia Bento de Moura.

Escala de avaliação	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	593691
GWP (kg CO2 eq)	66832,644
ODP (kg CFC-11 eq)	0,006242237
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	664,93392
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	25,1724984
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	221531556
ENR (MJ eq)	763317
ER (MJ eq)	92276,544

A creditação relativa à componente parede exterior, para uma massa total de 3392,52kg, é conforme a Tabela 116.

Tabela 116: Créditos da componente parede exterior da moradia Bento de Moura.

Total de créditos da reabilitação da componente parede exterior	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP	4,999894181
GWP	4,873234204
ODP	4,855820913
AP	4,93918907
POCP	4,922564301
EP	4,999999997
ENR	4,783526021
ER	4,867887561
<b>Crédito</b>	<b>4,9</b>

c.2. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo (moradia Bento de Moura)

Pintura da parede exterior:

Proposta: Para  $313m^2$  e considerando um rendimento de  $0,16kg/m^2$  são necessários 50kg de argamassa de cal, logo para 4 demãos são necessários 200kg de argamassa de cal. Os impactes associados estão representados na Tabela 117.

Tabela 117: Impactes da pintura da parede exterior da moradia Bento de Moura (proposta).

Argamassa de Cal	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	0,274
GWP (kg CO2 eq)	122
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000004
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,1728
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,00782
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,00262
ENR (MJ eq)	652
ER (MJ eq)	65,4

Parede falsa:

Proposta: Propõe-se um forro de tábuas de madeira maciça de pinho bravo, com encaixe macho-fêmea, com 15mm de espessura e uma massa específica de  $600kg/m^3$  (entre  $500$  e  $600kg/m^3$ ). Para uma área

total de teto de 213m<sup>2</sup> contabilizou-se 1917kg de massa de madeira maciça, cujos impactes estão representados na Tabela 118.

Tabela 118: Impactes da parede falsa, da moradia Bento de Moura (proposta).

<b>Tábuas de madeira maciça</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	1,95534
GWP (kg CO2 eq)	-2300,4
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00002
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	1,54319
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,13975
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,24729
ENR (MJ eq)	3795,66
ER (MJ eq)	30288,6

Estrutura de suporte:

Proposta: No piso do rés-de-chão são necessários cerca de 83m de perfis transversais de madeira, de pinho bravo, de secção 40mm por 20mm. São ainda necessários 70 perfis montantes, de 40mm por 20mm de secção, com 2,6m de altura e espaçados entre si de 60cm. No total são necessários 265m de perfis de madeira, de secção 40mm por 20mm. Considerando uma massa específica do pinho de 600kg/m<sup>3</sup> totaliza-se 127kg de massa de perfis de madeira no rés-de-chão.

Para a cave são necessários 65m de perfis transversais de madeira de pinho bravo, de secção 40mm por 20mm e 54 perfis de montante, de igual secção, com 2,4m de altura. Na cave totaliza-se 93kg de massa de perfis de madeira. Logo, na sua totalidade são necessários cerca de 220kg, de massa de perfil de madeira, cujos impactes estão representados na tabela 119.

Tabela 119: Impactes da estrutura de madeira, da moradia Bento de Moura (proposta).

<b>Estrutura em madeira</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,2244
GWP (kg CO2 eq)	-264
ODP (kg CFC-11 eq)	0
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,1771
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,01604
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,02838
ENR (MJ eq)	435,6
ER (MJ eq)	3476

Isolamento térmico:

Proposta: Painéis de aglomerado de cortiça, com dimensões de 1000mm por 500mm, uma espessura de 40mm, uma condutibilidade térmica de 0,037W/m.C e uma densidade de 115kg/m<sup>3</sup>. No total temos 980kg de massa, cujos impactes se encontram representados na Tabela 120.

Tabela 120: Impactes do isolamento térmico, da moradia Bento de Moura (proposta).

<b>Painéis de aglomerado de cortiça</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	10,192
GWP (kg CO2 eq)	-640,92
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00009

AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	5,2822
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,4459
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,64484
ENR (MJ eq)	24598
ER (MJ eq)	26656

Por questões de contexto cultural e arquitetónico as soleiras e os peitoris de granito mantêm-se os mesmos. No total temos 839,16kg de massa de granito, cujos impactes se encontram representados na Tabela 121.

Tabela 121: Impactes das soleiras e peitoris de granito, da moradia Bento de Moura (proposta).

<b>Soleiras e peitoris</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	2,509088
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	365,0346
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000046
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	2,14825
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,065874
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,425454
ENR (MJ eq)	11412,576
ER (MJ eq)	1351,0476

O total dos impactes relativos à componente parede exterior, para uma massa de 4156,16kg, estão representados na Tabela 122.

Tabela 122: Impactes da componente da parede exterior, da moradia Bento de Moura (proposta).

<b>Total de impactes da argamassa de cal, das T. de madeira, P. de cortiça, soleiras e peitoris</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	15,154828
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	-2718,2854
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000169
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	9,323535
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,675381
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	1,348587
ENR (MJ eq)	40893,836
ER (MJ eq)	61837,0476

Se os 4156,16kg fossem constituídos com os índices de impacte por kg da escala de avaliação adotada, os impactes seriam conforme a Tabela 123.

Tabela 123: Impactes dos 4156,16kg relativos a escala de avaliação, da moradia Bento de Moura (proposta).

<b>Escala de avaliação</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	727328
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	81876,352
ODP (kg CFC-11 eq)	0,007647334
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	814,60736
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	30,8387072
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	271397248
ENR (MJ eq)	935136
ER (MJ eq)	113047,552

A creditação relativa à componente parede exterior, para uma massa total de 4156,16kg, é conforme a Tabela 124.

Tabela 124: Créditos da componente parede exterior, da moradia Bento de Moura (proposta).

<b>Total de créditos da proposta da componente parede exterior</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Atribuição de créditos</b>
ADP	4,999895818
GWP	5,165999421
ODP	4,889503982
AP	4,942772829
POCP	4,890497842
EP	4,999999975
ENR	4,781348189
ER	2,264998379
<b>Crédito final</b>	<b>4,616877054</b>

#### 5.5.1.6. PAREDE TIPO INTERIOR

a.1. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério (moradia Azurara)

Moradia Azurara: As paredes interiores da cozinha (12,8m<sup>2</sup>) e da casa de banho (7,8m<sup>2</sup>) são revestidas a cerâmica. Os quartos foram pintados com tinta à base de óleo. O corredor e a sala foram pintados com uma tinta de base aquosa.

a.2. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo (moradia Azurara)

Revestimento da parede:

Proposta 1: Para a cozinha e casa de banho é recomendável que o revestimento seja impermeável, por isso a opção recaiu sobre a cerâmica, pois, são materiais resistentes, económicos e oferecem uma vasta escolha.

A área total de revestimento cerâmico, utilizada no revestimento da cozinha e da casa de banho, é cerca de 20,6m<sup>2</sup>. A cerâmica tem uma espessura de 8mm e uma massa específica de 1900kg/m<sup>3</sup> (entre 1800 e 2000kg/m<sup>3</sup>) o que perfaz um total de 313,12kg de massa. Os valores de impacte estão na Tabela 125.

Tabela 125: Impacte da cerâmica das paredes interiores, da moradia Azurara (proposta 1).

<b>Cerâmico</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	1,97266
GWP (kg CO2 eq)	238,91056
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00003
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,91744
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,04258
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,08611
ENR (MJ eq)	4383,68000
ER (MJ eq)	113,97568

Para uma área de 20,6m<sup>2</sup> considerou-se 2mm de junta e de argamassa de assentamento de revestimento cerâmico, considerando uma argamassa com um rendimento de 4,5kg/m<sup>2</sup> por mm de espessura, o que perfaz um rendimento de 9kg/m<sup>2</sup>. Portanto, temos cerca de 186kg, cujo impacte está quantificado na Tabela 126.

Tabela 126: Impacte da junta e da argamassa de assentamento de revestimento cerâmico, da moradia Azurara (proposta 1).

<b>Argamassa de assentamento e juntas</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,09114
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	36,27
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000001
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,05859
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,000001
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,009058
ENR (MJ eq)	243,66
ER (MJ eq)	39,06

O total de impactes relativos à proposta de colocar cerâmica nas paredes da cozinha e da casa de banho, é apresentado na Tabela 127.

Tabela 127: Impacte de colocar cerâmica nas paredes da cozinha e casa de banho, da moradia Azurara (proposta 1).

<b>Total de cerâmica, argamassa e juntas</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	2,063796
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	275,18056
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000027
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,976032
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,042585
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,095166
ENR (MJ eq)	4627,34
ER (MJ eq)	153,03568

Proposta 2: Se a opção fosse a colocação de pedra na casa de banho e cozinha, considerando que a massa específica do granito varia entre 2600 e 3000kg/m<sup>3</sup> e do mármore varia entre 2500 e 2800kg/m<sup>3</sup>, considerou-se para os cálculos uma massa específica de 2725kg/m<sup>3</sup>. Para 20,6m<sup>2</sup> e uma espessura de 10mm, totaliza-se uma massa de 561kg, cujos impactes estão na Tabela 128.

Tabela 128: Impactes da placa de pedra na casa de banho e cozinha, da moradia Azurara (proposta 2).

<b>Placa de Pedra</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	1,67739
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	244,035
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000031
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	1,43616
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,044039
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,284427
ENR (MJ eq)	7629,6
ER (MJ eq)	903,21

O total de impactes da proposta placa de pedra, argamassa e juntas está na Tabela 129.

Tabela 129: Impactes da placa de pedra, argamassa e juntas, da moradia Azurara (proposta 2).

<b>Total placa de pedra, argamassa e juntas</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	1,76853
GWP (kg CO2 eq)	280,305
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000033
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	1,49475
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,044039
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,293485
ENR (MJ eq)	7873,26
ER (MJ eq)	942,27

Proposta 3: Tinta de base sintética. Um rendimento de 15m<sup>2</sup>/litro/demão, uma densidade de 1,25 e 3 demãos (incluído o primário), totaliza uma massa de tinta de cerca de 5,15kg, cujos impactes associados estão na Tabela 130.

Tabela 130: Impactes da tinta de base sintética das paredes interiores, da moradia Azurara (proposta 3)

<b>Tinta de base sintética</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,17562
GWP (kg CO2 eq)	12,9265
ODP (kg CFC-11 eq)	0
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,10403
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,00488
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,02817
ENR (MJ eq)	368,225
ER (MJ eq)	22,969

Na Tabela 131 são comparados os impactes de cada proposta.

Tabela 131: Comparação dos impactes de cada proposta, da moradia Azurara.

<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>		
	<b>Cerâmico</b>	<b>Placa de Pedra</b>	<b>Tinta sintética</b>
ADP (kg Sb eq)	2,063796	1,76853	0,17562
GWP (kg CO2 eq)	275,180560	280,305	12,9265
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000027	0,000033	0
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,976032	1,49475	0,10403
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,042585	0,044039	0,00488
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,095166	0,293485	0,02817
ENR (MJ eq)	4627,34	7873,26	368,225
ER (MJ eq)	153,03568	942,27	22,969
	4780,37568		391,194

ENR + ER (MJ eq)		8815,53	
ER/(ENR + ER) (MJ eq)	0,032013317	0,106887504	0,058715113

Legenda: Cor verde - menor impacte ambiental; Cor vermelha - maior impacte ambiental.

Comentário: A solução do acabamento em tinta de base sintética é aquela com os melhores índices de impacte ambiental.

Pintura das restantes paredes:

Proposta: Depois da análise das diversas propostas apresentadas, propõe-se que as restantes paredes sejam revestidas a argamassa de cal. Uma área de  $62,2m^2$  e um rendimento de  $0,16 kg/m^2$ , perfaz uma massa de tinta de cerca de 40kg (4 demãos), cujos impactes associados estão na Tabela 132.

Tabela 132: Impactes da pintura em argamassa de cal para as restantes paredes, da moradia Azurara (proposta).

Argamassa de cal	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	0,0548
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	24,4
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000001
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,03456
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,001564
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,000524
ENR (MJ eq)	130,4
ER (MJ eq)	13,08

Portas interiores:

Proposta 1: Portas interiores em madeira de pinho, com uma dimensão média de 2000mm de altura e 90mm de largura, com um aro em pinho com cerca de 12,75kg de massa, com um aro exterior de 6,37kg, com guarnições de pinho de 50mm por 10mm e um total de  $0,0049m^3$ , para uma massa específica de pinho de  $600kg/m^3$  (varia entre 500 até  $600 kg/m^3$ ), perfaz um total de 2,9kg de guarnição. Portanto, em termos globais, para as 6 portas temos um total de 132kg (22kg/porta) de massa de madeira. Os impactes ambientais resultantes estão na Tabela 133.

Tabela 133: Impactes das portas interiores de madeira, da moradia Azurara (proposta 1).

Portas de madeira	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	0,13464
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	-158,4
ODP (kg CFC-11 eq)	0
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,10626
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,00962
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,01703
ENR (MJ eq)	261,36
ER (MJ eq)	2085,6

Proposta 2: Portas interiores em aço, com uma dimensão média de 2000mm de altura e 90mm de largura, têm uma massa de cerca de 20kg, o que perfaz um total de 120kg de massa de aço, cujos impactes ambientais estão representados na Tabela 134.

Tabela 134: Impactes das portas interiores em aço, da moradia Azurara (proposta 2).

Portas de aço	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	0,5448
GWP (kg CO2 eq)	68,52
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00001
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,3648
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,00007
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,05832
ENR (MJ eq)	1039,2
ER (MJ eq)	13,92

Proposta 3: Portas interiores em PVC, com uma dimensão média de 2000mm de altura e 90mm de largura, têm uma massa de cerca de 20kg, o que perfaz um total de 120kg de massa de aço, cujos impactes ambientais estão representados na Tabela 135.

Tabela 135: Impactes das portas interiores em PVC, da moradia Azurara (proposta 3).

Portas em PVC	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	2,712
GWP (kg CO2 eq)	236,4
ODP (kg CFC-11 eq)	0
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,642
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,03744
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,09108
ENR (MJ eq)	7128
ER (MJ eq)	112,08

Procedeu-se à comparação dos impactes de cada proposta na Tabela 136.

Tabela 136: Pontuação das portas interiores, da moradia Azurara, relativa ao sistema de avaliação adotado.

Indicador de impacte	Valor respetivo		
	Portas de madeira	Portas de aço	Portas em PVC
ADP (kg Sb eq)	0,13464	0,5448	2,712
GWP (kg CO2 eq)	158,4	68,52	236,4
ODP (kg CFC-11 eq)	0	0,00001	0
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,10626	0,3648	0,642
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,00962	0,00007	0,03744
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,01703	0,05832	0,09108
ENR (MJ eq)	261,36	1039,2	7128
	2085,6	13,92	

ER (MJ eq)			112
ENR + ER (MJ eq)	2346,96	1053,12	7240
ER/(ENR + ER) (MJ eq)	0,88863892	0,013217867	0,01548049

Legenda: Cor verde - menor impacte ambiental; Cor vermelha - maior impacte ambiental.

Comentário: As portas de madeira são as que apresentam menores impactes ambientais, segundo os critérios desta avaliação.

Total de impactes da solução encontrada: Pintura de base sintética na cozinha e casa de banho, com revestimento em argamassa de cal nas restantes paredes, o que perfaz um total de massa de 177,15kg, cujos impactes são apresentados na Tabela 137.

Tabela 137: Impactes do total de massa de 177,15kg das paredes interiores, da moradia Azurara.

Total de impactes das paredes interiores	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	0,365055
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	-121,0735
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000005
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,24485
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,016064
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,045723
ENR (MJ eq)	759,985
ER (MJ eq)	2121,649

Se os 176,12kg fossem constituídos com os índices de impacte por kg da escala de avaliação adotada, os impactes seriam conforme a Tabela 138.

Tabela 138: Impactes por kg das paredes interiores, da moradia Azurara segundo a escala de avaliação adotada.

Escala de avaliação	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	31001,25
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	3489,855
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000325956
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	34,7214
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	1,314453
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	11567895
ENR (MJ eq)	39858,75
ER (MJ eq)	4818,48

A creditação relativa à componente paredes interiores, para uma massa total de 176,12kg, é apresentada na Tabela 139.

Tabela 139: Créditos da componente paredes interiores, da moradia Azurara.

Créditos da componente paredes interiores	
Indicador de impacte	Atribuição de créditos
ADP	4,999941123
GWP	5,173464943
ODP	4,923302532
AP	4,964740765

POCP	4,938894734
EP	4,99999998
ENR	4,904665224
ER	2,798425022
<b>Crédito final</b>	<b>4,71</b>

b.1. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério (moradia Junqueira)

Moradia Junqueira: A reabilitação das paredes interiores passou pela pintura, expeto na casa de banho que foi revestida a cerâmica.

A pintura escolhida para pintar o revestimento interior é de base aquosa. Portanto, considerando um rendimento de  $13 \text{ m}^2/\text{l}$  e uma densidade 1,46, para pintar  $215,3 \text{ m}^2$  vão ser necessários 48kg de tinta (2 demãos). Os impactes associados estão na Tabela 140.

Tabela 140: Impactes da pintura de base aquosa, das paredes interiores, da moradia Junqueira.

<b>Pintura de base aquosa</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	1,1376
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	118,08
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00002
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,8112
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,03706
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,20304
ENR (MJ eq)	2294,4
ER (MJ eq)	159,84

A casa de banho foi revestida com cerca de  $30 \text{ m}^2$  de revestimento cerâmico, com 8mm de espessura e massa específica da cerâmica de  $1900 \text{ kg}/\text{m}^3$ , o que perfaz um total de massa de 456kg. Os valores de impacte estão na Tabela 141.

Tabela 141: Impactes do revestimento cerâmico, das paredes interiores, da moradia Junqueira.

<b>Revestimento cerâmico</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	2,8728
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	347,928
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00004
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	1,33608
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,06202
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,1254
ENR (MJ eq)	6384
ER (MJ eq)	165,984

Para uma área de  $30 \text{ m}^2$ , considerou-se 2mm de junta e de argamassa de assentamento de revestimento cerâmico e uma argamassa com um rendimento de  $4,5 \text{ kg}/\text{m}^2$  por mm de espessura, o que perfaz um rendimento de  $9 \text{ kg}/\text{m}^2$ . Resultou em cerca de 270kg, cujo impacte está quantificado na Tabela 142.

Tabela 142: Impactes da argamassa de assentamento e juntas, das paredes interiores, da moradia Junqueira.

<b>Argamassa de assentamento e juntas</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,1323
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	52,65

ODP (kg CFC-11 eq)	0,000002
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,08505
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,000001
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,013149
ENR (MJ eq)	353,7
ER (MJ eq)	56,7

Portas interiores em madeira de castanho, com uma dimensão média de 2000mm de altura e 90mm de largura, com um aro em castanho com cerca de 12,75kg de massa, com um aro exterior de 6,37kg, com guarnições de castanho 50mm e 10mm e um total de 0,0049m<sup>3</sup>, para uma massa específica de castanho de 600kg/m<sup>3</sup> (varia entre 540 a 650kg/m<sup>3</sup>), totaliza-se 2,9kg de guarnição. Em termos globais, para as 8 portas temos um total de 176kg (22kg/porta) de massa de madeira. Os impactes ambientais considerados estão na Tabela 143.

Tabela 143: Impactes das portas interiores de madeira, da moradia Junqueira.

Portas de madeira	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	0,17952
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	-211,2
ODP (kg CFC-11 eq)	0
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,14168
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,01283
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,0227
ENR (MJ eq)	348,48
ER (MJ eq)	2780,8

O total dos impactes da componente paredes interiores, com uma massa de 494kg, é indicado na Tabela 144.

Tabela 144: Impactes da componente paredes interiores, da moradia Junqueira

Total dos impactes da componente paredes interiores	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	4,32222
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	307,458
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000059
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	2,37401
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,111903
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,364293
ENR (MJ eq)	9380,58
ER (MJ eq)	3163,324

Se os 950kg fossem constituídos com os índices de impacte por kg da escala de avaliação adotada, os impactes seriam conforme a Tabela 145.

Tabela 145: Impactes por kg da componente paredes interiores, da moradia Junqueira, segundo a escala de avaliação adotada.

Escala de avaliação	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	166250
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	18715
ODP (kg CFC-11 eq)	0,001748

AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	186,2
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	7,049
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	62035000
ENR (MJ eq)	213750
ER (MJ eq)	25840

A creditação relativa à componente paredes interiores, para uma massa total de 950kg, é conforme a Tabela 146.

Tabela 146: Créditos da componente paredes interiores, da moradia Junqueira.

<b>Créditos da componente paredes interiores</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Atribuição de créditos</b>
ADP	4,999870008
GWP	4,917857868
ODP	4,831235698
AP	4,936251074
POCP	4,920624911
EP	4,999999971
ENR	4,780571228
ER	4,387901703
<b>Crédito final</b>	<b>4,846789058</b>

b.2. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo (moradia Junqueira)

Pintura:

Proposta: Depois do estudo de impactes por kg de várias propostas, propõe-se substituir a tinta de base aquosa pela argamassa de cal. Para 215,3m<sup>2</sup> e considerando um rendimento de 0,16kg/m<sup>2</sup>, são necessários 138kg de cal (4 demãos), cujos impactes se encontram na Tabela 147.

Tabela 147: Impactes da pintura em argamassa de cal, das paredes interiores, da moradia Junqueira (proposta).

<b>Argamassa de cal</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,18906
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	84,18
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000003
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,119232
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,005396
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,001808
ENR (MJ eq)	449,88
ER (MJ eq)	45,126

Revestimento:

Proposta: Substituir a cerâmica por tinta de base sintética. Considerando um rendimento de 15m<sup>2</sup>/litro/demão, uma densidade de 1,25 e 3 demãos (incluído o primário), para 30m<sup>2</sup>, é necessária uma massa de tinta cerca de 7,5kg, cujos impactes estão na Tabela 148.

Tabela 148: Impactes do revestimento em tinta de base sintética, das paredes interiores, da moradia Junqueira (proposta).

<b>Tinta de base sintética</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,25575

GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	18,825
ODP (kg CFC-11 eq)	0
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,15150
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,00710
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,04103
ENR (MJ eq)	536,25
ER (MJ eq)	33,45

A Tabela 149 representa o total de impactes da componente paredes interiores, com 322kg de massa.

Tabela 149: Impactes da componente paredes interiores, com 322kg de massa, da moradia Junqueira.

Total solução	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	0,62433
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	-108,195
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000009
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,412412
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,025329
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,065537
ENR (MJ eq)	1334,61
ER (MJ eq)	2859,376

Se os 322kg fossem constituídos com os índices de impacte por kg da escala de avaliação adotada, os impactes seriam os da Tabela 150.

Tabela 150: Impactes por kg, da componente paredes interiores, da moradia Junqueira, segundo a escala de avaliação adotada.

Escala de avaliação	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	56350
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	6343,4
ODP (kg CFC-11 eq)	0,0005925
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	63,112
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	2,38924
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	21026600
ENR (MJ eq)	72450
ER (MJ eq)	8758,4

Para uma massa total de 322kg, a creditação relativa à componente paredes interiores é a da Tabela 151.

Tabela 151: Créditos da componente paredes interiores, da moradia Junqueira.

Créditos da componente paredes interiores	
Indicador de impacte	Atribuição de créditos
ADP	4,999944602
GWP	5,085281552
ODP	4,924048069
AP	4,967326974
POCP	4,946993605
EP	4,999999984
ENR	4,90789441
ER	3,367637925
<b>Crédito final</b>	<b>4,77489089</b>

c.1. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério (moradia Bento de Moura)

Morada Bento de Moura: Para a reabilitação das paredes interiores desta moradia, está previsto cerca de  $263m^2$  de chapisco e emboço. Considerando uma espessura de chapisco e emboço de cerca de 1,5cm e uma massa específica de  $1900kg/m^3$ , totaliza-se cerca de 7496kg de massa de chapisco e emboço, cujos impactes estão resumidos na Tabela 152.

Tabela 152: Impactes do revestimento em chapisco e emboço, das paredes interiores, da moradia Bento de Moura.

<b>Chapisco e emboço</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	3,672795
GWP (kg CO2 eq)	1461,6225
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00006
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	2,361083
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,00003
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,365031
ENR (MJ eq)	9819,105
ER (MJ eq)	1574,055

Os  $263m^2$  de chapisco e emboço servem de base para aplicar o estuque. O estuque e a argamassa de cal são muito semelhantes em termos de constituição e de aplicação. Comparando os índices de impacte do gesso cartonado e da argamassa de cal, verificamos que são ambos da mesma grandeza. Como não existe uma tabela de impacte ambiental direcionada para o estuque, decidiu-se considerar um valor médio entre a argamassa de cal e o gesso cartonado na elaboração da tabela relativa ao estuque. Considerando um estuque com 3mm de espessura e uma massa de  $1700kg/m^3$  temos no total 1341,3kg de massa, cujos impactes constam da Tabela 153.

Tabela 153: Impactes do estuque, das paredes interiores, da moradia Bento de Moura.

<b>Estuque</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	2,58200
GWP (kg CO2 eq)	643,82400
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00004
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	1,31045
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,05768
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,12481
ENR (MJ eq)	6035,85000
ER (MJ eq)	434,58120

Está previsto ser colocada  $85m^2$  de reboco nas paredes interiores, portanto, para 15mm de espessura e para uma massa de  $1900kg/m^3$ , são precisos 2423kg de massa de reboco, cujos impactes estão na Tabela 154.

Tabela 154: Impactes do reboco, das paredes interiores, da moradia Bento de Moura.

<b>Reboco</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	1,18727
GWP (kg CO2 eq)	472,485
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000019

AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,763245
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,00001
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,118
ENR (MJ eq)	3174,13
ER (MJ eq)	508,83

Também está prevista a colocação de 85m<sup>2</sup> de cerâmica nas paredes interiores, com dimensões de 200mm por 200mm e 10mm de espessura. A massa específica da cerâmica foi de 1900kg/m<sup>3</sup>, num total de massa de 1615kg. Os valores de impacte estão na Tabela 155.

Tabela 155: Impactes da cerâmica, das paredes interiores, da moradia Bento de Moura.

<b>Cerâmica</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	10,1745
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	1232,245
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00013
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	4,73195
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,21964
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,44413
ENR (MJ eq)	22610
ER (MJ eq)	587,86

Para uma área de 85m<sup>2</sup>, considerou-se 2mm de junta e de argamassa de assentamento de revestimento cerâmico, com um rendimento de 4,5kg/m<sup>2</sup> por mm de espessura, totalizando um rendimento de 9kg/m<sup>2</sup>. Temos cerca de 765kg de massa, cujo impacte ambiental está quantificado na Tabela 156.

Tabela 156: Impactes da argamassa de assentamento e juntas, da componente paredes interiores, da moradia Bento de Moura.

<b>Argamassa de assentamento e juntas</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,374850
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	149,175
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000006
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,240975
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,000003
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,037256
ENR (MJ eq)	1002,15
ER (MJ eq)	160,65

O total dos impactes do revestimento cerâmico com a argamassa, aparece na Tabela 157.

Tabela 157: Impactes do revestimento cerâmico com a argamassa, da componente paredes interiores, da moradia Bento de Moura.

<b>Total do revestimento cerâmico com a argamassa</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	10,54935
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	1381,42
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000138
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	4,972925
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,219643
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,481381
ENR (MJ eq)	23612,15
ER (MJ eq)	748,51

São necessários 97m<sup>2</sup> de tijolo cerâmico furado, com 11cm de espessura, o que perfaz um total de 1617 tijolos para construir as paredes interiores. Segundo as especificações do material, o tijolo tem uma massa específica de 654kg/m<sup>3</sup>, logo cada tijolo pesa cerca de 4,32kg, totalizando, assim, 6984kg de massa, cujos impactes estão na Tabela 158.

Tabela 158: Impactes do tijolo cerâmico furado, das paredes interiores, da moradia Bento de Moura.

<b>Tijolo cerâmico furado</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	8,24112
GWP (kg CO2 eq)	1536,48
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00011
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	3,82723
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,27936
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,46863
ENR (MJ eq)	18018,72
ER (MJ eq)	1780,92

Para assentar o tijolo cerâmico furado foi considerada uma junta de 10mm de espessura, prevendo a especificação técnica da argamassa um consumo teórico de cerca de 26kg/m<sup>2</sup>. Isto dá um total de 2522kg de massa de argamassa de assentamento do tijolo furado, cujos impactes estão resumidos na Tabela 159.

Tabela 159: Impactes da argamassa de assentamento, das paredes interiores, da moradia Bento de Moura.

<b>Argamassa de assentamento</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	1,23578
GWP (kg CO2 eq)	491,79
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00002
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,79443
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,00001
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,122821
ENR (MJ eq)	3303,82
ER (MJ eq)	529,62

Portas interiores:

Portas interiores em madeira de folha de mogno, com uma dimensão média de 2000mm de altura e 90mm de largura. Considerando que o total de massa é cerca de 20kg, para as 7 portas temos um total de 140kg de massa de madeira, com os impactes ambientais abaixo, na Tabela 160.

Tabela 160: Impactes das portas de madeira, da moradia Bento de Moura.

<b>Portas de madeira</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,14280
GWP (kg CO2 eq)	-168,00000
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00000
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,11270
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,01021
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,01806
ENR (MJ eq)	277,20000
ER (MJ eq)	2212,00000

O total de massa de parede interior é de cerca de 23286,3kg, cujos impactes estão na Tabela 161.

Tabela 161: Impactes da massa de 23286,3kg, da componente paredes interiores, da moradia Bento de Moura.

<b>Total das paredes interiores</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	27,611363
GWP (kg CO2 eq)	5819,719
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00039
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	14,142222
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,566936
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	1,698752
ENR (MJ eq)	64241,63
ER (MJ eq)	7788,6212

Se os 23286,3kg fossem constituídos com os índices de impacte por kg da escala de avaliação adotada, os impactes seriam conforme a Tabela 162.

Tabela 162: Impactes dos 23286,3kg, da componente paredes interiores, da moradia Bento de Moura, segundo a escala de avaliação adotada.

<b>Escala de avaliação</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	4075102,5
GWP (kg CO2 eq)	458740,11
ODP (kg CFC-11 eq)	0,042846792
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	4564,1148
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	172,784346
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	1520595390
ENR (MJ eq)	5239417,5
ER (MJ eq)	633387,36

A creditação relativa à componente paredes interiores, para uma massa total de 23286,3kg, é conforme a Tabela 163.

Tabela 163: Créditos da componente paredes interiores, da moradia Bento de Moura.

<b>Créditos da componente paredes interiores</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Atribuição de créditos</b>
ADP	4,999966122
GWP	4,936568453
ODP	4,954489008
AP	4,984507158
POCP	4,983594116
EP	4,999999994
ENR	4,93869392
ER	4,93851613
<b>Crédito final</b>	<b>4,967041863</b>

## c.2. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo (moradia Bento de Moura)

## Revestimento:

Proposta 1: Substituir o reboco pelo gesso cartonado. Para  $85m^2$  e considerando que cada placa de gesso cartonado tem uma espessura de 13mm e  $2,4m^2$  de área, e uma massa de 22kg, então, uma área de  $213m^2$ , corresponde a uma massa total de 779kg de gesso cartonado. Os impactes associados ao gesso cartonado estão na Tabela 164.

Tabela 164: Impactes do revestimento em gesso cartonado, das paredes interiores, da moradia Bento de Moura (proposta 1).

Gesso cartonado	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	1,93192
GWP (kg CO2 eq)	272,65
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00003
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,84911
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,03654
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,13477
ENR (MJ eq)	4471,46
ER (MJ eq)	250,059

Proposta 2: Forro de tábuas de madeira maciça de pinho bravo, com encaixe macho-fêmea, de 15mm de espessura e uma massa específica de pinho de  $600kg/m^3$  (varia entre os 500 e  $600kg/m^3$ ). Para uma área total de  $85m^2$ , contabilizou-se 765kg de massa de madeira maciça, cujos impactes estão representados na Tabela 165.

Tabela 165: Tábuas de madeira maciça, das paredes interiores, da moradia Bento de Moura (proposta 2).

Tábuas de madeira maciça	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	0,7803
GWP (kg CO2 eq)	-918
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00001
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,61583
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,05577
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,09869
ENR (MJ eq)	1514,7
ER (MJ eq)	12087

Foram comparados os impactes de cada proposta na Tabela 166.

Tabela 166: Comparação dos impactes de cada proposta, para o revestimento das paredes interiores, da moradia Bento de Moura.

Indicador de impacte	Valor respetivo		
	Reboco	Painéis de gesso cartonado	Tábuas de madeira maciça
ADP (kg Sb eq)	1,187270	1,93192	0,7803
GWP (kg CO2 eq)	472,485	272,65	-918
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000019	0,00003	0,00001

AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,763245	0,84911	0,61583
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,00001	0,03654	0,05577
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,118	0,13477	0,09869
ENR (MJ eq)	3174,13	4471,46	1514,7
ER (MJ eq)	508,83	250,059	12087
ENR + ER (MJ eq)	3682,96	4721,519	13601,7
ER/(ENR + ER) (MJ eq)	0,138157895	0,052961557	0,88863892

Legenda: Cor verde - menor impacte ambiental; Cor vermelha - maior impacte ambiental.

Comentário: As tábuas de madeira são o material que podem substituir o reboco e que apresenta menores impactes ambientais.

O total de massa de parede interior é de cerca de 20368,3kg, estando os seus impactes representados na Tabela 167.

Tabela 167: Impactes de 20368,3kg de massa, da componente paredes interiores, da moradia Bento de Moura.

Total de impactes das paredes interiores	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	26,181543
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	5250,709
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000366
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	13,223052
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,566924
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	1,556645
ENR (MJ eq)	60419,05
ER (MJ eq)	7175,8412

Se os 20368,3kg fossem constituídos com os índices de impacte por kg da escala de avaliação adotada, os impactes seriam conforme a Tabela 168.

Tabela 168: Impactes por kg, da componente paredes interiores, da moradia Bento de Moura, segundo a escala de avaliação adotada.

Escala de avaliação	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	3564452,5
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	401255,51
ODP (kg CFC-11 eq)	0,037477672
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	3992,1868
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	151,132786
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	133004999
ENR (MJ eq)	4582867,5
ER (MJ eq)	554017,76

A creditação relativa à componente paredes interiores, para uma massa total de 20368,3kg, é conforme a Tabela 169.

Tabela 169: Créditos da componente paredes interiores, da moradia Bento de Moura (proposta).

<b>Total componente parede interiores</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Atribuição de créditos</b>
ADP	4,999963274
GWP	4,934571503
ODP	4,951170927
AP	4,983438836
POCP	4,981244176
EP	4,999999994
ENR	4,934081609
ER	4,935238166
<b>Crédito final</b>	<b>4,964963561</b>

#### 5.5.1.7. ACABAMENTO DA LAJE TÉRREA

a.1. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério (moradia Azurara)

Moradia Azurara: A cozinha tem cerca de  $10,2m^2$  de área de pavimento. O pavimento é revestido a mosaico de 3cm de espessura. A casa de banho tem cerca de  $2,9m^2$  e o seu revestimento é igual ao da cozinha. Embora o pavimento da cozinha e da casa de banho não esteja destruído, está desatualizado no aspeto estético.

A sala e o corredor têm o mesmo revestimento cerâmico de 7mm de espessura. A sala tem cerca de  $13m^2$  e o corredor cerca de  $4,62m^2$ .

O pavimento dos quartos é em taco de madeira de pinho, com 2,5cm de espessura. A moradia tem três quartos. O quarto norte tem cerca de  $9,3m^2$  e os quartos poente e sul têm  $10m^2$ .

a.2. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo (moradia Azurara)

A cerâmica é um material tradicional, economicamente viável e que apresenta uma grande variedade de escolha, sendo, por isso, uma boa alternativa a ser estudada a nível de impacte ambiental.

Revestimento:

Proposta 1: A moradia Azurara tem cerca de  $61m^2$  de área total de pavimento, no entanto, só a cozinha e a casa de banho precisam de revestimentos resistentes à água. Portanto, contabilizando apenas as restantes áreas, que é cerca de  $47,9m^2$ , e considerando uma cerâmica com uma espessura de 8mm (espessura mais habitual) e com uma massa específica de  $1900kg/m^3$  (varia entre 1800 e  $2000kg/m^3$ ), prevê-se uma massa total de 728kg, cujos impactes são estimados na Tabela 170.

Tabela 170: Impactes da cerâmica na laje térrea, da moradia Azurara (proposta 1).

<b>Cerâmica</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	4,5864
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	555,464
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00006
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	2,13304
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,09901

EP (kg PO4 eq)	0,2002
ENR (MJ eq)	10192
ER (MJ eq)	264,992

Considerando 47,9m<sup>2</sup> de área uma espessura de 2mm de argamassa de assentamento e das juntas, um rendimento da argamassa de 3kg/m<sup>2</sup> por mm de espessura, teremos um rendimento de 6kg/m<sup>2</sup>. Portanto, um total de 287,4kg de massa, conforme a Tabela 171.

Tabela 171: Impactes da argamassa de assentamento e juntas, na laje térrea, da moradia Azurara (proposta 1).

<b>Argamassa de assentamento e juntas</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,140826
GWP (kg CO2 eq)	56,043000
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000002
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,090531
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,000001
EP (kg PO4 eq)	0,013996
ENR (MJ eq)	376,494000
ER (MJ eq)	60,354000

O total dos impactes do revestimento cerâmico, de 1015,5kg de massa, é conforme a Tabela 172.

Tabela 172: Impactes do revestimento cerâmico de 1015,5kg de massa, da moradia Azurara (proposta 1).

<b>Total de impactes do revestimento cerâmico</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	4,727226
GWP (kg CO2 eq)	611,507000
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000062
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	2,223571
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,099009
EP (kg PO4 eq)	0,214196
ENR (MJ eq)	10568,494000
ER (MJ eq)	325,346000

Proposta 2: Revestimento em pedra, com cerca de 10mm de espessura e uma massa específica de 2725kg/m<sup>3</sup> (média do mármore com o granito). Para 47,9m<sup>2</sup> e uma espessura de 10mm de placa de pedra, totaliza-se uma massa de 1305,3kg, cujos impactes estão na Tabela 173.

Tabela 173: Impactes da placa de pedra da laje térrea, da moradia Azurara (proposta 2).

<b>Placa de Pedra</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	3,902772
GWP (kg CO2 eq)	567,794625
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000072
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	3,341504
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,102464
EP (kg PO4 eq)	0,661774
ENR (MJ eq)	17751,740000
ER (MJ eq)	2101,492750

Na Tabela 174 apresentam-se os impactes do revestimento de pedra, num total de 1593kg de massa.

Tabela 174: Impactes do revestimento de pedra, da laje térrea, da moradia Azurara (proposta 2)

<b>Total de impactes do revestimento de pedra, argamassa e juntas</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	4,043598
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	623,837625
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000074
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	3,432035
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,102465
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,675771
ENR (MJ eq)	18128,234000
ER (MJ eq)	2161,846750

Proposta 3: Soalho de madeira maciça, para uma área total de revestimento de 47,9m<sup>2</sup> (incluindo as tábuas de fixação), com uma espessura de 30mm e massa específica da madeira de 600kg/m<sup>3</sup> (carvalho de cor castanho-escuro), o que perfaz uma massa de madeira de 862,3kg, cujos indicadores de impacte ambiental, estão na Tabela 175.

Tabela 175: Impactes da madeira do soalho, da moradia Azurara (proposta 3).

<b>Madeira</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,87944
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	-1034,64
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00001
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,69407
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,06285
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,11122
ENR (MJ eq)	1707,156
ER (MJ eq)	13622,76

Para absorver os choques de percussão, é necessária uma tela de polietileno expandido, que é colocada por debaixo da madeira e entre o soalho e as tábuas de fixação. Foi considerada uma espessura de 2mm e uma densidade média de 120kg/m<sup>3</sup>, totalizando, assim, uma massa de 11,5kg, cujos impactes estão representados na Tabela 176.

Tabela 176: Impactes da tela de polietileno expandido do soalho, da moradia Azurara (proposta 3).

<b>Tela de polietileno expandido</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,463289
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	13,10544
ODP (kg CFC-11 eq)	0
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,194282
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,005254
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,000317
ENR (MJ eq)	781,728
ER (MJ eq)	0

Os impactos do revestimento em soalho, num total de 874kg de massa, são os apresentados na Tabela 177.

Tabela 177: Impactes do revestimento em soalho, da moradia Azurara (proposta)

Total de impactes do revestimento do soalho	
Indicador de impacte	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	1,34273
GWP (kg CO2 eq)	-1021,53456
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00001
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,88835
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,06811
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,11154
ENR (MJ eq)	2488,88400
ER (MJ eq)	13622,76000

Compararam-se os impactes de cada proposta na Tabela 178.

Tabela 178: Comparação dos impactes de cada proposta para revestimento da laje térrea, da moradia Azurara.

Indicador de impacte	Valor respetivo		
	Cerâmica	Placa de pedra	Soalho de madeira maciça
ADP (kg Sb eq)	4,727226	4,043598	1,34273
GWP (kg CO2 eq)	611,507000	623,837625	-1021,53456
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000062	0,000074	0,00001
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	2,223571	3,432035	0,88835
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,099009	0,102465	0,06811
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,214196	0,675771	0,11154
ENR (MJ eq)	10568,494000	18128,234000	2488,88400
ER (MJ eq)	325,346000	2161,846750	13622,76000
ENR + ER (MJ eq)	10893,840000	20290,080750	16111,644000
ER/(ENR + ER) (MJ eq)	0,029865135	0,106546976	0,845522654

Legenda: Cor verde - menor impacte ambiental; Cor vermelha - maior impacte ambiental.

Comentário: Apesar do revestimento do pavimento em soalho ser o que apresenta menor impacte ambiental, para a cozinha e casa de banho o mais indicado é o revestimento cerâmico.

A cozinha e a casa de banho têm uma área total de 13,1m<sup>2</sup>, um total de 78,6kg de argamassa de assentamento e de junta e um total de 200kg de cerâmica, o que perfaz um total de 278,6kg de massa, cujos impactes se encontram na Tabela 179.

Tabela 179: Impactes da solução cerâmica para a laje térrea, da moradia Azurara.

<b>Total de impactes do revestimento cerâmico</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	1,292970
GWP (kg CO2 eq)	167,255560
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000017
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,608181
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,027081
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,058586
ENR (MJ eq)	2890,646000
ER (MJ eq)	88,985680

O total de impactes da componente laje térrea, com 1152,4kg de massa, é conforme a Tabela 180.

Tabela 180: Impactes da componente laje térrea, da moradia Azurara.

<b>Total de impactes da componente laje térrea</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	2,641247
GWP (kg CO2 eq)	-853,607560
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000028
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	1,499112
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,095308
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,170368
ENR (MJ eq)	5391,850000
ER (MJ eq)	13712,066000

Se os 1152,4kg fossem constituídos com os índices de impacte por kg da escala de avaliação adotada, os impactes seriam conforme a Tabela 181.

Tabela 181: Impactes por kg, da componente laje térrea, da moradia Azurara, segundo a escala de avaliação adotada.

<b>Escala de avaliação</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	201670
GWP (kg CO2 eq)	22702,28
ODP (kg CFC-11 eq)	0,0021204
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	225,8704
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	8,550808
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	75251720
ENR (MJ eq)	259290
ER (MJ eq)	31345,28

A creditação relativa à componente laje térrea, para uma massa total de 1152,4kg, é apresentada na Tabela 182.

Tabela 182: Créditos da componente laje térrea, da moradia Azurara.

<b>Créditos da componente laje térrea</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Atribuição de créditos</b>
ADP	4,999934516
GWP	5
ODP	4,934010685

AP	4,966814766
POCP	4,944269377
EP	4,999999989
ENR	4,89602665
ER	2,812738313
<b>Crédito final</b>	<b>4,717724337</b>

b.1. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério (moradia Junqueira)

Moradia Junqueira: A área do pavimento da cozinha tem  $12m^2$ , a casa de banho  $4m^2$ , o quarto norte  $9m^2$ , o quarto poente  $9,6m^2$ , o quarto nascente  $12m^2$ , a sala tem cerca de  $11m^2$ , o corredor  $4m^2$  e a lavandaria  $2,43m^2$ , o que perfaz um total de  $64m^2$ . A espessura da tijoleira é de 7mm e tem uma massa específica de  $1900kg/m^3$ , totalizando uma massa de 851,2kg. Os indicadores de impacto estão apresentados na Tabela 183.

Tabela 183: Impactes da cerâmica na laje térrea, da moradia Junqueira.

<b>Cerâmica</b>	
<b>Indicador de impacto</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	5,36256
GWP (kg CO2 eq)	649,4656
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000069458
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	2,494016
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,1157632
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,23408
ENR (MJ eq)	11916,8
ER (MJ eq)	309,8368

Para a argamassa de assentamento e das juntas foi considerado 2mm de espessura e um rendimento de argamassa de  $4,5kg/m^2$  por mm de espessura, logo o rendimento é de  $9kg/m^2$ . No total, temos 576kg de massa de cimento cola. Os impactes estão apresentados na Tabela 184.

Tabela 184: Impactes da argamassa de assentamento e juntas na laje térrea, da moradia Junqueira.

<b>Argamassa de assentamento e juntas</b>	
<b>Indicador de impacto</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,28224
GWP (kg CO2 eq)	112,32
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000005
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,18144
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,000002
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,028051
ENR (MJ eq)	754,56
ER (MJ eq)	120,96

O total dos impactes do acabamento da laje térrea em cerâmica, com um total de massa de 1427,2kg, está apresentado na Tabela 185.

Tabela 185: Impactes do acabamento laje térrea em cerâmica, da moradia Junqueira.

<b>Total de impactes do acabamento da laje térrea</b>	
<b>Indicador de impacto</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	5,6448
GWP (kg CO2 eq)	761,7856

ODP (kg CFC-11 eq)	0,000074
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	2,675456
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,115766
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,262131
ENR (MJ eq)	12671,36
ER (MJ eq)	430,7968

Se os 1427,2kg fossem constituídos com os índices de impacto por kg da escala de avaliação adotada, os impactos seriam conforme a Tabela 186.

Tabela 186: Impactes por kg, da componente laje térrea, da moradia Junqueira, segundo a escala de avaliação adotada.

Escala de avaliação	
Indicador de impacto	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	249760
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	28115,84
ODP (kg CFC-11 eq)	0,002626
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	279,7312
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	10,589824
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	93196160
ENR (MJ eq)	321120
ER (MJ eq)	38819,84

A creditação relativa à componente laje térrea, para uma massa total de 1427,2kg, é conforme a Tabela 187.

Tabela 187: Créditos da componente laje térrea, da moradia Junqueira.

Créditos da componente laje térrea	
Indicador de impacto	Atribuição de créditos
ADP	4,999886996
GWP	4,864527327
ODP	4,85910387
AP	4,952178091
POCP	4,945340924
EP	4,999999986
ENR	4,802700548
ER	4,944513321
<b>Crédito final</b>	<b>4,921031383</b>

#### b.2. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo (moradia Junqueira)

Morada Junqueira: A moradia vai ser alugada, logo é necessário um material económico e resistente a utilizadores menos cuidadosos, sendo a cerâmica o material mais indicado. Não havendo alterações de material, comparativamente ao estado atual da reabilitação da moradia Junqueira, não há lugar a qualquer proposta nova.

c.1. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério (moradia Bento de Moura)

Moradia Bento de Sousa: Está previsto para a laje térrea 8cm de betonilha de cimento para  $125m^2$ . Considerando uma massa específica de betonilha de  $2100kg/m^3$ , chegou-se a uma massa de 21000kg, cujos impactes estão resumidos na Tabela 188.

Tabela 188: Impactes da betonilha de cimento, da moradia Bento de Moura.

<b>Betonilha cimento</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	4,998
GWP (kg CO2 eq)	2310
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00007
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	3,759
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,13629
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,5964
ENR (MJ eq)	11676
ER (MJ eq)	131,04

Para o pavimento estão previstas  $56,5m^2$  de cerâmica, com dimensões de 20mm por 20mm e 10mm de espessura, com uma massa específica de  $1900kg/m^3$ . A massa total de cerâmica é cerca de 1073,5kg. Os valores de impacte estão na Tabela 189.

Tabela 189: Impactes da cerâmica da laje térrea, da moradia Bento de Moura.

<b>Cerâmica</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	6,76305
GWP (kg CO2 eq)	819,0805
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00009
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	3,14536
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,146
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,29521
ENR (MJ eq)	15029
ER (MJ eq)	390,754

No revestimento cerâmico da área de  $56,5m^2$ , propõe-se usar 2mm de junta e de argamassa de assentamento, com um rendimento de  $4,5kg/m^2$  por mm de espessura, obtendo um rendimento de  $9kg/m^2$ , o que perfaz cerca de 508,5kg de massa de argamassa de cimento nas juntas e no assentamento. Os indicadores de impacte ambiental resultantes estão representados na Tabela 190.

Tabela 190: Impactes da argamassa de assentamento e juntas da laje térrea, da moradia Bento de Moura.

<b>Argamassa de assentamento e juntas</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,249165
GWP (kg CO2 eq)	99,1575
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000004
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,160178
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,000002
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,024764
ENR (MJ eq)	666,135
ER (MJ eq)	106,785

Apresenta-se o total dos impactes da cerâmica com a argamassa na Tabela 191.

Tabela 191: Impactes da cerâmica e da argamassa da laje térrea, da moradia Bento de Moura.

<b>Total de impactes do revestimento cerâmico</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	7,012215
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	918,238
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000092
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	3,305533
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,145998
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,319976
ENR (MJ eq)	15695,135
ER (MJ eq)	497,539

Está previsto um pavimento flutuante de madeira de carvalho, para uma área total de revestimento de 68,5m<sup>2</sup> com uma espessura de 7mm e uma massa específica de madeira de 600kg/m<sup>3</sup> (carvalho castanho-médio). A massa total do pavimento flutuante de madeira é cerca de 288kg, com os impactes ambientais referidos na Tabela 192.

Tabela 192: Impactes da madeira da laje térrea, da moradia Bento de Moura.

<b>Madeira</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,29376
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	-345,6
ODP (kg CFC-11 eq)	0
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,23184
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,021
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,03715
ENR (MJ eq)	570,24
ER (MJ eq)	4550,4

Para absorver os choques de precursão é necessária uma tela de polietileno expandido, colocada por debaixo do pavimento flutuante. Foi considerada uma espessura de 2mm e uma densidade média de 120kg/m<sup>3</sup>, chegando-se a uma massa total de 16,44kg, cujos impactes estão representados na Tabela 193.

Tabela 193: Impactes da tela de polietileno expandido da laje térrea, da moradia Bento de Moura.

<b>Tela de polietileno expandido</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,662532
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	18,7416
ODP (kg CFC-11 eq)	0
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,277836
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,007513
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,000453
ENR (MJ eq)	1117,92
ER (MJ eq)	0

O total de impactes do pavimento flutuante, com uma massa de 304,44kg, está discriminado na Tabela 194.

Tabela 194: Impactes do pavimento flutuante, da moradia Bento de Moura.

<b>Total de impactes do pavimento flutuante</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	0,95629
GWP (kg CO2 eq)	-326,8584
ODP (kg CFC-11 eq)	0
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,50968
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,02851
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,0376
ENR (MJ eq)	1688,16
ER (MJ eq)	4550,4

A componente laje térrea, com 22886,44 kg de massa, tem um total de impactes conforme a Tabela 195.

Tabela 195: Impactes da componente laje térrea, da moradia Bento de Moura.

<b>Total de impactes da componente laje térrea</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	12,966507
GWP (kg CO2 eq)	2901,379600
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000170
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	7,574209
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,310796
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,953981
ENR (MJ eq)	29059,295000
ER (MJ eq)	5178,979000

Se os 22886,44kg fossem constituídos com os índices de impacte por kg da escala de avaliação adotada, os impactes seriam conforme a Tabela 196.

Tabela 196: Impactes por kg, da componente laje térrea, da moradia Bento de Moura, segundo a escala de avaliação adotada.

<b>Escala de avaliação</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	4005127
GWP (kg CO2 eq)	450862,868
ODP (kg CFC-11 eq)	0,04211105
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	4485,74224
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	169,8173848
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	1494484532
ENR (MJ eq)	5149449
ER (MJ eq)	622511,168

Atribui-se a creditação relativa à componente laje térrea para uma massa total de 22886,44kg, de acordo com a Tabela 197.

Tabela 197: Créditos da componente laje térrea, da moradia Bento de Moura.

<b>Créditos da componente laje térrea</b>	
<b>Indicador de impacto</b>	<b>Atribuição de créditos</b>
ADP	4,999983813
GWP	4,967824146
ODP	4,979815274
AP	4,991557463
POCP	4,990849111
EP	4,999999997
ENR	4,971784073
ER	4,958402521
<b>Crédito final</b>	<b>4,98252705</b>

## c.2. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo (moradia Bento de Moura)

A reabilitação da laje já tem em conta a cultura construtiva e seus baixos impactos ambientais, não havendo por isso nada a acrescentar.

**5.5.6. JANELAS TIPO**

## a.1. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério (moradia Azurara)

Moradia Azurara: A moradia de Azurara tem 6 janelas de vidro simples com caixilharia de madeira, de sucupira. Embora, as janelas estejam em bom estado, estas não são certificadas, nem cumprem com os requisitos atuais de isolamento acústico e térmico.

## a.2. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo (moradia Azurara)

As janelas correntes, do mercado atual, são tipicamente janelas em PVC de vidro duplo (4/16/4mm), com um coeficiente de isolamento térmico no inverno ( $U_w$ ) de 2. Comparando as características da janela típica em PVC com as janelas da Base de Dados de impactos (janela com  $1,85\text{m}^2$ ), decidiu-se analisar as seguintes janelas da Base de Dados:

- Janela com caixilharia em PVC e vidro duplo (4/22/4mm);
- Janela com caixilharia em PVC e vidro duplo (4/16/10mm);
- Janela com caixilharia em alumínio e vidro duplo (4/22/4mm);
- Janela com caixilharia em alumínio e vidro duplo (4/16/10mm);
- Janela com caixilharia em madeira e vidro duplo (4/10/4mm);
- Janela com caixilharia em madeira e vidro duplo (4/6/10mm).

Para  $7,78\text{m}^2$  de vão estão apresentados os resultados de impacto, referente a cada escolha, nas tabelas seguintes:

A Tabela 198 apresenta os impactos de  $7,78\text{m}^2$  das janelas com caixilharia em PVC e vidro duplo (4/22/4mm).

Tabela 198: Impactes das janelas com caixilharia em PVC (4/ 22/4mm).

<b>Janelas com caixilharia em PVC e vidro duplo (4/22/4mm)</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	3,6414
GWP (kg CO2 eq)	378
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000008
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	3,0198
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,1008
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,28266
ENR (MJ eq)	7434
ER (MJ eq)	48,3

A Tabela 199 apresenta os impactes de 7,78m<sup>2</sup> das janelas com caixilharia em PVC e vidro duplo (4/16/10mm).

Tabela 199: Impactes das janelas com caixilharia em PVC e vidro duplo (4/16/10mm).

<b>Janelas com caixilharia em PVC e vidro duplo (4 / 16 / 10 mm)</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	4,0614
GWP (kg CO2 eq)	449,4
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000014
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	3,6498
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,1218
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,330960
ENR (MJ eq)	8316
ER (MJ eq)	63,42

A Tabela 200 apresenta os impactes de 7,78m<sup>2</sup> das janelas com caixilharia em alumínio e vidro duplo (4/22/4mm).

Tabela 200: Impactes das janelas com caixilharia em alumínio e vidro duplo (4/22/4mm).

<b>Janelas com caixilharia em alumínio e vidro duplo (4 / 22 / 4 mm)</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	7,308
GWP (kg CO2 eq)	1054,2
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000195
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	6,216
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,6132
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,5208
ENR (MJ eq)	13398
ER (MJ eq)	75,6

A Tabela 201 apresenta os impactes de 7,78m<sup>2</sup> das janelas com caixilharia em alumínio e vidro duplo (4/16/10mm).

Tabela 201: Impactes das janelas com caixilharia em alumínio e vidro duplo (4/16/10mm).

<b>Janelas com caixilharia em alumínio e vidro duplo (4/16/10mm)</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	9,114
GWP (kg CO2 eq)	2633,946
ODP (kg CFC-11 eq)	0,305538

AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,556079
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,134015
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,01903
ENR (MJ eq)	76,881703
ER (MJ eq)	1537,634065

A Tabela 202 apresenta os impactes de 7,78m<sup>2</sup> das janelas com caixilharia em madeira e vidro duplo (4/10/4mm).

Tabela 202: Impactes das janelas com caixilharia em madeira e vidro duplo (4/10/4mm).

<b>Janelas com caixilharia em madeira e vidro duplo (4/10/4mm)</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	7,308
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	1054,2
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000195
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	6,216
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,6132
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,5208
ENR (MJ eq)	13398
ER (MJ eq)	75,6

A Tabela 203 apresenta os impactes de 7,78m<sup>2</sup> das janelas com caixilharia em madeira e vidro duplo (4/6/10mm).

Tabela 203: Impactes das janelas com caixilharia em madeira e vidro duplo (4/6/10mm).

<b>Janelas com caixilharia em madeira e vidro duplo (4/6/10mm)</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	1,869
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	67,62
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000028
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	2,0874
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,1134
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,1701
ENR (MJ eq)	3544,8
ER (MJ eq)	37,548

A comparação dos impactes de cada proposta de janela está representada na Tabela 204.

Tabela 204: Comparação dos impactes de cada proposta de janela.

<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>					
	<b>Caixilharia em PVC (4/22/4mm)</b>	<b>Caixilharia em PVC (4/16/10mm)</b>	<b>Caixilharia em alumínio (4/22/4mm)</b>	<b>Caixilharia em alumínio (4/16/10mm)</b>	<b>Caixilharia em madeira (4/10/4mm)</b>	<b>Caixilharia em madeira (4/6/10mm)</b>
ADP (kg Sb eq)	3,6414	4,0614	7,308	9,114	1,5288	1,869
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	378	449,4	1054,2	2633,946	9,198	67,62

ODP (kg CFC-11 eq)	0,000008	0,000014	0,000195	0,305538	0,000023	0,000028
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	3,0198	3,6498	6,216	0,556079	1,575000	2,0874
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,1008	0,1218	0,6132	0,134015	0,09618	0,1134
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,28266	0,33096	0,5208	0,01903	0,131040	0,1701
ENR (MJ eq)	7434	8316	13398	76,881703	2851,8	3544,8
ER (MJ eq)	48,3	63,42	75,6	1537,634065	25,284	37,548
ENR + ER (MJ eq)	7482,3	8379,42	13473,6	1614,515769	2877,084	3582,348
ER/ (ENR + ER) (MJ eq)	0,00645523	0,00756854	0,00561097	0,952380952	0,008788065	0,010481394

Legenda: Cor verde - menor impacto ambiental; Cor vermelha - maior impacto ambiental.

Como existe uma distribuição homogênea de impactos positivos e negativos por todas as janelas, foi necessário verificar os máximos e os mínimos de cada parâmetro e implementou-se o sistema de pontuação usado anteriormente para verificar o tipo de janela que apresenta menores impactos ambientais, conforme a Tabela 205 o explicita.

Tabela 205: Pontuação das janelas.

Indicador de impacto	Valores de posição na escala percentual adotada					
	Caixilharia em PVC (4/22/4mm)	Caixilharia em PVC (4/16/10mm)	Caixilharia em alumínio (4/22/4mm)	Caixilharia em alumínio (4/16/10mm)	Caixilharia em madeira (4/10/4 mm)	Caixilharia em madeira (4/6/10mm)
ADP (kg Sb eq)	72,15	66,61	23,81	0	100	95,51
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	85,95	83,23	60,19	0	100	97,77
ODP (kg CFC-11 eq)	100	100	99,94	0	100	99,99
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	56,47	45,34	0	100	82	72,94
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	99,11	95,04	0	92,68	100	96,67

EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	47,46	37,83	0	100	77,68	69,89
ENR (MJ eq)	44,77	38,15	0	100	79,17	73,97
ER (MJ eq)	99,28	98,28	97,46	0	100	100
ENR + ER (MJ eq)	50,52	42,96	0	100	89,35	83,41
ER/ (ENR + ER) (MJ eq)	0,0891727	0,20676299	0	100	0,335571688	0,514424951
Total de pontuação	655,799	607,646763	281,4	592,68	828,535	790,66

Legenda: Cor verde - menor impacto ambiental; Cor vermelha - maior impacto ambiental.

Comentário: A janela com a caixilharia em madeira de vidro duplo (4/10/4mm) em termos globais apresenta o menor impacto ambiental.

Conforme o sistema de pontuação anterior, para a atribuição dos créditos na componente janela são necessários os piores índices de impacto das janelas da Base de Dados utilizada, com uma área de 1,85m<sup>2</sup>. A Tabela 206 apresenta os piores índices de impactes.

Tabela 206: Escala de referência com os piores índices de impacto das janelas, da moradia Azurara.

Escala de avaliação	
Indicador de impacto	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	2,17
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	289
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000116
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	1,82
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,241
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,142
ENR (MJ eq)	4040
ER (MJ eq)	23

Se os 7,78m<sup>2</sup> fossem constituídos com os índices de impacto da escala de avaliação adotada, os impactes seriam conforme a Tabela 207.

Tabela 207: Índices de impacto de 7,78m<sup>2</sup> da moradia Azurara, tendo como referência a escala de avaliação adotada (proposta).

Escala de avaliação	
Indicador de impacto	Valor respetivo
ADP (kg Sb eq)	9,114
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	1213,8
ODP (kg CFC-11 eq)	0,0004872
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	7,644
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	1,0122
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,5964

ENR (MJ eq)	16968
ER (MJ eq)	96,6

A creditação relativa à componente janelas, para uma área total de 7,78m<sup>2</sup>, é conforme a Tabela 208.

Tabela 208: Créditos da componente janela, da moradia Azurara.

<b>Total de créditos da componente janela</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Atribuição de créditos</b>
ADP	4,161290323
GWP	4,962110727
ODP	4,76637931
AP	3,96978022
POCP	4,524896266
EP	3,901408451
ENR	4,159653465
ER	3,691304348
<b>Crédito final</b>	<b>4,267102889</b>

b.1. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério (moradia Junqueira)

Moradia Junqueira: A área total dos vãos envidraçados da casa é cerca de 7,52m<sup>2</sup>, multiplicando esse valor por cada indicador de impacte (fase “Cradle-to-gate”) das janela e dividindo por 1,85m<sup>2</sup> (área da janela tipo da Base de Dados) obtemos os valores dos indicadores de impacte da janela com caixilharia em PVC e vidro duplo (4/16/10), conforme a Tabela 209 o explicita.

Tabela 209: Impactes da caixilharia em PVC (4/16/10mm), da moradia Junqueira.

<b>Janela com a caixilharia em PVC e vidro duplo (4 / 16 / 10 mm)</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	3,868
GWP (kg CO2 eq)	428
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000014
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	3,476
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,116
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,3152
ENR (MJ eq)	7920
ER (MJ eq)	60,4

Se os 7,52m<sup>2</sup> fossem constituídos com os índices de impacte da escala de avaliação adotada, os impactes seriam conforme a Tabela 210.

Tabela 210: Índices de impacte de 7,52m<sup>2</sup> da moradia Junqueira, tendo como referência a escala de avaliação adotada.

<b>Escala de avaliação</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	8,68
GWP (kg CO2 eq)	1156
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000464
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	7,28
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,964
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,568
ENR (MJ eq)	16160
ER (MJ eq)	92

A creditação relativa à componente janela, para uma área total de 7,52m<sup>2</sup>, é conforme a Tabela 211.

Tabela 211: Créditos da componente janela, da moradia Junqueira.

<b>Créditos da componente janela</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Atribuição de créditos</b>
ADP	2,771889401
GWP	3,148788927
ODP	4,849137931
AP	2,612637363
POCP	4,398340249
EP	2,225352113
ENR	2,54950495
ER	1,717391304
<b>Crédito final</b>	<b>3,03413028</b>

b.2. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo (moradia Junqueira)

Pelo estudo dos impactes de cada solução apresentada na proposta da moradia Azurara conseguimos prever que a janela com caixilharia de madeira e vidro duplo (4/10/4mm) é a que apresenta, segundo a avaliação proposta, o menor impacte ambiental. Portanto, para uma área de 7,52m<sup>2</sup> de janela de caixilharia de madeira e vidro duplo (4/10/4mm), temos os impactes representados na Tabela 212.

Tabela 212: Impactes da janela com caixilharia em madeira e vidro duplo (4/10/4mm), da moradia Junqueira.

<b>Janela com caixilharia em madeira e vidro duplo (4/10/4mm)</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	1,456
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	8,76
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000022
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	1,5
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,0916
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,1248
ENR (MJ eq)	2716
ER (MJ eq)	24,08

Se os 7,52m<sup>2</sup> fossem constituídos com os índices de impacte da escala de avaliação adotada, os impactes seriam conforme a Tabela 213.

Tabela 213: Índices de impacte de 7,52m<sup>2</sup> da moradia Junqueira, tendo como referência a escala de avaliação adotada (proposta).

<b>Escala de avaliação</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	8,68
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	1156
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000464
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	7,28
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,964
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,568
ENR (MJ eq)	16160
ER (MJ eq)	92

A creditação relativa à componente janela, para uma área total de 7,52m<sup>2</sup>, é conforme a Tabela 214.

Tabela 214: Créditos da componente janela, da moradia Junqueira.

<b>Créditos da componente janela</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Atribuição de créditos</b>
ADP	4,161290323
GWP	4,962110727
ODP	4,762931034
AP	3,96978022
POCP	4,524896266
EP	3,901408451
ENR	4,159653465
ER	3,691304348
<b>Crédito final</b>	<b>4,266671854</b>

c.1. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério (moradia Bento de Moura)

Morada Bento de Moura: Perante os dados disponíveis de impactes de uma janela com 1,85m<sup>2</sup>, fez-se a avaliação de impacte referente às janelas da moradia. A reabilitação conta com a colocação de janelas de vidro duplo (4/16/10mm), com as seguintes dimensões e unidades: uma janela 1,1x2m; uma janela 1,1x1m; uma janela 0,95x0,6m; duas janelas 0,95x2m; uma janela 0,8x1,3m; uma janela 1,1x1,1m; uma janela 0,8x1,2m; uma janela 1x2,2m; duas janelas 1x2m e uma janela 0,45x0,3m. Os impactes das janelas (área de cerca de 17,215m<sup>2</sup>) estão totalizados na Tabela 215.

Tabela 215: Impactes da caixilharia em PVC (4/16/10mm) da moradia Bento de Moura.

<b>Caixilharia em PVC (4/16/10mm)</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	8,9931
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	995,1
ODP (kg CFC-11 eq)	0,000032
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	8,0817
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,2697
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,73284
ENR (MJ eq)	18414
ER (MJ eq)	140,43

Se os 17,215m<sup>2</sup> fossem constituídos com os índices de impacte da escala de avaliação adotada, os impactes seriam conforme a Tabela 216.

Tabela 216: Índices de impacte de 17,215m<sup>2</sup> da moradia Bento de Moura, tendo como referência a escala de avaliação adotada.

<b>Escala de avaliação</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	20,181
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	2687,7
ODP (kg CFC-11 eq)	0,0010788
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	16,926
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	2,2413
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	1,3206
ENR (MJ eq)	37572
ER (MJ eq)	213,9

A creditação relativa à componente janela, para uma área total de 17,215m<sup>2</sup>, é conforme a Tabela 217.

Tabela 217: Créditos da componente janela da moradia Bento de Moura.

<b>Créditos da componente janela</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Atribuição de créditos</b>
ADP	2,771889401
GWP	3,148788927
ODP	4,85387931
AP	2,612637363
POCP	4,398340249
EP	2,225352113
ENR	2,54950495
ER	1,717391304
<b>Crédito final</b>	<b>3</b>

c.2. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo (moradia Bento de Moura)

A janela com a caixilharia de madeira e vidro duplo (4/10/4mm) é a que apresenta menores impactes ambientais, portanto, a proposta recai sobre este tipo de janela. Se os 17,215m<sup>2</sup> fossem constituídos por janelas com a caixilharia de madeira e vidro duplo (4/10/4mm), os índices de impacte ambiental seriam os da Tabela 218.

Tabela 218: Impactes da caixilharia em madeira e vidro duplo (4/10/4mm) da moradia Bento de Moura.

<b>Janela com caixilharia em madeira e vidro duplo (4/10/4mm)</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	3,3852
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	20,367
ODP (kg CFC-11 eq)	0,00005
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	3,4875
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,21297
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	0,29016
ENR (MJ eq)	6314,7
ER (MJ eq)	55,986

Se os 17,215m<sup>2</sup> fossem constituídos com os índices da escala de avaliação adotada, os impactes seriam conforme Tabela 219.

Tabela 219: Índices de impacte de 17,215m<sup>2</sup> da moradia Bento de Moura, tendo como referência a escala de avaliação adotada (proposta).

<b>Escala de avaliação</b>	
<b>Indicador de impacte</b>	<b>Valor respetivo</b>
ADP (kg Sb eq)	20,181
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	2687,7
ODP (kg CFC-11 eq)	0,0010788
AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	16,926
POCP (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	2,2413
EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	1,3206
ENR (MJ eq)	37572
ER (MJ eq)	213,9

A creditação relativa à componente janelas, para uma área total de 17,215m<sup>2</sup>, está representada na Tabela 220.

Tabela 220: Créditos da componente janela da moradia Bento de Moura (proposta).

<b>Créditos da componente janela</b>	
<b>Indicador de impacto</b>	<b>Atribuição de créditos</b>
ADP	4,161290323
GWP	4,962110727
ODP	4,768261031
AP	3,96978022
POCP	4,524896266
EP	3,901408451
ENR	4,159653465
ER	3,691304348
<b>Crédito final</b>	<b>4,267338104</b>

### 5.5.2. CRITÉRIO: MAT 02 - FORNECIMENTO RESPONSÁVEL DE MATERIAIS

- Especificações do critério: 15 créditos e um critério como padrão mínimo.

#### 5.5.2.1. Objetivo do critério

Reconhecer e incentivar a reutilização dos materiais e aquisição de materiais ecológicos, quando não é possível a reutilização.

#### 5.5.2.2. Parâmetros de avaliação

- **Pré-requisito:** Toda a madeira e produtos derivados de madeira, usados no projeto, são certificados.
  1. É um requisito mínimo para atingir uma classificação BREEAM (para qualquer nível de classificação) que a conformidade com o critério 1 seja confirmada;
  2. Para outros materiais, não há pré-requisito.
- **Até 3 créditos** - Lista de compras sustentáveis.
  1. Em que a empresa responsável pelo fornecimento de materiais para o projeto fornece materiais, de acordo com um plano de compras sustentável estipulado e documentado, três créditos podem ser concedidos.

ou

  2. Quando a empresa responsável pelo fornecimento de materiais for uma microempresa, até 3 créditos estarão disponíveis:
    - 2.a. Quando a empresa responsável pelo fornecimento faz o seguinte:
      - Todos os materiais são fornecidos por empresas locais, sempre que possível;

**ou**

- Os materiais são adquiridos para maximizar o fornecimento responsável. O fornecimento responsável segue as normas nacionais e as normas europeias de fornecimento de materiais de construção.

2.b. Quando a empresa responsável pelo fornecimento faz o seguinte:

- Todos os materiais são fornecidos por empresas locais, sempre que possível;
- e
- Os materiais são adquiridos para maximizar o fornecimento responsável. O fornecimento responsável segue as normas nacionais e as normas europeias de fornecimento de materiais de construção.

2.c. Quando a empresa responsável pelo fornecimento faz o seguinte:

- Todos os materiais são fornecidos por empresas locais, sempre que possível;
- Os materiais são adquiridos para maximizar o fornecimento responsável. O fornecimento responsável segue as normas nacionais e as normas europeias de fornecimento de materiais de construção.
- Existem procedimentos e implementados para verificar se os materiais são de origem responsável e local (Um membro da equipe do projeto tem de verificar se os materiais corretos foram adquiridos).

- **Até 12 créditos** - Fornecimento responsável de materiais (FRM).

Os créditos disponíveis do FRM, conforme a Tabela 221.

Tabela 221: Número de créditos BREEAM são atribuídos da seguinte maneira.

<b>Créditos FRM</b>	<b>% de materiais de FRM</b>
12	≥54%
10	≥45%
8	≥36%
6	≥27%
4	≥18%
2	≥9%

- **Um crédito** - Requisitos de nível exemplar.
  1. Pelo menos de 70% dos materiais são de fornecimento responsável.

#### 5.5.2.3. Legislação, regulamentos e normas

- Decreto-Lei n.º 23/2011, de 11.02;
- Decreto-Lei n.º 130/2013, de 10.09;
- Regulamento (UE) n.º 305/2011, de 09.03;
- Regulamento Delegado (UE) n.º 1291/2014, de 16.07;
- Regulamento Delegado (UE) n.º 1292/2014, de 17.07;
- Regulamento Delegado (UE) n.º 1293/2014, de 17.07;
- Regulamento de Execução (UE) n.º 1062/2013, de 30.10;
- Regulamento Delegado (UE) n.º 568/2014, de 18.02;

- Regulamento Delegado (UE) n.º 574/2014, de 21.02;
- Regulamento Delegado (UE) n.º 157/2014, de 30.10.

#### 5.5.2.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Moradia Azurara: Nenhum material existente é certificado.

Moradia Junqueira: Todos os materiais são fornecidos por empresas locais, são certificados e têm a marca CE (matérias de origem responsável), logo, 15 créditos (15 “padrão” + 1 “exemplar”) podem ser atribuídos.

Moradia Bento de Moura: O que foi referido na “Moradia Junqueira” aplica-se a “Moradia Bento de Moura”, logo, 16 créditos podem ser atribuídos.

#### 5.5.2.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Moradia Azurara: Atualmente a indústria da construção fornece normas e rotulagem, que garantem que os fornecimentos e os materiais respeitam as melhores recomendações sob ponto de vista da sustentabilidade. Portanto, o cumprimento deste critério é uma questão de escolha e não de inviabilidade técnico ou económica.

Moradia Junqueira: A reabilitação cumpre com os pressupostos do critério.

Moradia Bento de Moura: A reabilitação cumpre com os pressupostos do critério.

### **5.5.3. CRITÉRIO: MAT 03 - ISOLAMENTO**

- Especificações do critério: 8 créditos, sem padrões mínimos.

#### 5.5.3.1. Objetivo do critério

Reconhecer e incentivar o uso de isolamento térmico que tenha um baixo impacto ambiental incorporado em relação às suas propriedades térmicas e que tenha sido obtido de forma responsável (respeito das normas ambientais).

#### 5.5.3.2. Parâmetros de avaliação

- Podem ser concedidos até 8 créditos para esta edição da seguinte maneira:
  1. Paredes exterior;
  2. Laje térrea;

3. Cobertura;

4. Instalações.

- **4 créditos - Impacto incorporado.**

- Quando o índice de isolamento do novo isolamento usado nos edifícios for superior ou igual a 2;

- Para cada elemento que é reutilizado a classificação ambiental é a melhor. Para fins de fornecimento responsável (respeita a lei, as normas e regulamentos), os isolamentos existentes e reutilizados no local não são avaliados;

- Se o isolamento for incorporado como um componente de um elemento que foi fabricado fora do local, por exemplos, para uma parede ou teto, e se o elemento tiver uma boa classificação ambiental, o isolamento deve ter uma igual classificação. A mesma regra se aplica ao isolamento que tem uma função adicional significativa, como ser uma estrutura de suporte, por exemplo painéis de isolamento que funcionam como estrutura. O isolamento real será listado como elemento estrutural e não como isolamento genérico.

- Cada um dos quatro créditos pode ser concedido independentemente de cada um, ou seja, não é um requisito dos segundos quatro créditos que os quatro primeiros sejam alcançados e vice-versa.

- **4 créditos - Fornecimento responsável.**

1. Quando  $\geq 80\%$  do novo isolamento térmico usado nos elementos do edifício é de origem responsável.

#### 5.5.3.3. Legislação, regulamentos e normas

- Decreto-Lei nº 130/2013, de 10.09;
- Regulamento (UE) nº 305/2011, de 09.03;

#### 5.5.3.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Moradia Azurara: A habitação não tem qualquer isolamento térmico.

Moradia Junqueira: No Critério: Mat 01- Impacto ambiental dos materiais foi verificado, que o isolamento utilizado é o que apresenta menor impacte ambiental, portanto, 8 créditos podem ser atribuídos.

Moradia Bento de Moura: O que foi referido para a “Moradia Junqueira” também se aplica a “Moradia Bento de Moura”.

#### 5.5.3.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Moradia Azurara: O mercado da construção e a capacidade técnica da construção fazem que o cumprimento dos requisitos deste critério seja um problema de sensibilidade para as questões da

sustentabilidade, do que para dificuldade técnica em cumprir com os requisitos. Então desse ponto de vista os 8 créditos têm viabilidade para serem tidos em conta.

Moradia Junqueira: A reabilitação toma em consideração as exigências deste critério.

Moradia Bento de Moura: A reabilitação toma em consideração as exigências deste critério.

## 5.6. RESÍDUOS

- Especificações da categoria: ponderação por categoria é 3% e não apresenta padrões mínimos.

### 5.6.1. CRITÉRIO: WAS 01 - RESÍDUOS DOMÉSTICOS

- Especificações do critério: 2 créditos, sem padrões mínimos.

#### 5.6.1.1. Objetivo do critério

Reconhecer e incentivar a instalação de sistemas de armazenamento dedicados ao fluxo de resíduos recicláveis ou compostáveis em residências, para que os resíduos sejam desviados do aterro ou incineração.

#### 5.6.1.2. Parâmetros de avaliação

- **Um crédito** - existência de um sistema interno e externo que permita a reciclagem e separação do lixo.

Um crédito pode ser concedido quando a habitação estiver em conformidade com um dos cenários detalhados na Tabela 222.

Tabela 222: Requisitos de armazenamento de reciclagem.

Critério	Cenário	Requisitos internos de armazenamento de reciclagem
1	Esquema existente de recolha no local	1. Três contentores de reciclagem internos para reciclagem não classificada. 2. Um contentor interno de reciclagem para reciclagem classificada. 3. Capacidade total mínima de 30 litros, e nenhum recipiente único com capacidade inferior a 7 litros. 4. A posição dos contentores deve seguir o ponto 4.
2	Não existe nenhum esquema de recolha no local	1. São fornecidos três recipientes de reciclagem internos 2. Capacidade total mínima de 60 litros

	Não há armazenamento externo adequado	3. A posição dos contentores deve seguir o ponto 4.
3	<p>Não existe um esquema de coleta compatível</p> <p>Armazenamento externo existente adequado</p>	<p>1. São fornecidos três contentores de reciclagem internos.</p> <p>2. Capacidade total mínima de 30 litros, nenhum contentor menor que capacidade de 7 litros.</p> <p>3. A posição dos contentores deve seguir o ponto 4.</p>

4. Determinar se a reciclagem interna tem recipientes específicos de reciclagem, de acordo com o seguinte:

- Os recipientes devem estar num local discreto e dedicado para o efeito, em específico localizados num armário da cozinha, próximo do lixo não reciclável, ou a pelo menos 10m da cozinha, numa despensa ou numa garagem com conexão direta com a cozinha;
- Devem ser fornecidos recipientes de armazenamento para reciclagem e armazenamento de resíduos não recicláveis;
- Os recipientes de armazenamento são assumidos como elementos da habitação.

- **Segundo crédito** - existência de um sistema de compostagem.

1. Em habitações com espaço privado externo significativo, a atribuição do crédito é feita, quando existe:
  - Um serviço ou instalação de compostagem para resíduos verdes/de jardim;
  - Um serviço ou instalação de compostagem para resíduos de cozinha;
  - Um recipiente interno de compostagem de resíduos de, pelo menos sete litros, para a cozinha.
2. Em habitações sem espaço privado externo significativo, é atribuído o crédito quando existe:
  - Um serviço ou instalação de compostagem para resíduos de cozinha;
  - Um recipiente interno de compostagem de resíduos de, pelo menos sete litros, para a cozinha.

#### 5.6.1.3. Legislação, regulamentos e normas

- Decreto-Lei n.º 152-D, de 11 de dezembro;
- Despacho n.º 14202-D/2016, de 25 de novembro;
- Decisão 2014/955/EU de 18 de dezembro;
- Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho;
- Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de novembro de 2008;
- Regulamento de Serviço de Gestão de Resíduos Urbanos e de Limpeza e Higiene Urbana Municipal.

#### 5.6.1.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Morada Azurara: A habitação não tem qualquer sistema de reciclagem, portanto, nenhum crédito lhe foi atribuído.

Moradia Junqueira: Nenhum sistema de reciclagem foi instalado ou previsto, logo, não foi atribuído qualquer crédito.

Moradia Bento de Moura: Foi montado um pequeno sistema de separação do lixo, para depois ser depositado na rede pública de tratamento dos resíduos sólidos. No terreno, foi instalado um sistema de compostagem. A reabilitação da moradia cumpre com os requisitos deste critério.

#### 5.6.1.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Moradia Azurara: A separação dos resíduos domésticos é um problema de sensibilidade por parte dos usuários da habitação, para a necessidade de o fazerem, em vez de ser um problema técnico ou económico. Para a realização da compostagem, a habitação tem um grande terreno que possibilita que esta seja realizada, portanto, os 2 créditos têm toda a viabilidade para serem incorporados no projeto de reabilitação.

Moradia Junqueira: O que foi enunciado para a moradia Azurara também se aplica à moradia Junqueira. Neste sentido, os 2 créditos poderiam ter sido tidos em conta.

Moradia Bento de Moura: Esta moradia já cumpre com os requisitos deste critério.

### **5.6.2. CRITÉRIO: WAS 02 - GESTÃO DE RESÍDUOS NO LOCAL DA REABILITAÇÃO**

- Especificações do critério: 3 créditos, sem padrões mínimos.

#### 5.6.2.1. Objetivo do critério

Promover a eficiência dos recursos, por meio da gestão e redução eficaz de resíduos, relacionados com o processo de reabilitação.

#### 5.6.2.2. Parâmetros de avaliação

Os créditos são concedidos dependendo da escala e do custo estimado da reabilitação. Podem ser concedidos até três créditos e adicionado um crédito para inovação.

- Projetos de até 110 mil euros: são concedidos três créditos.

Todos os resíduos gerados pelo processo de reabilitação têm de cumprir com os seguintes requisitos:

- Os resíduos são levados por um transporte licenciado (a licença garante que as melhores práticas de transporte se verificam);
- Os resíduos são levados para um local com uma licença ou isenção apropriada;
- São consideradas opções para reutilização e reciclagem de resíduos, de acordo com a hierarquia de resíduos;

- Existe um compromisso do empreiteiro em desviar pelo menos 80% dos resíduos dos aterros sanitários.

- Projetos até 330 mil euros: são concedidos três créditos.

É necessário existir:

- Procedimentos e compromissos para minimizar resíduos de construção não perigosos;
- Procedimentos para classificar, reutilizar e reciclar resíduos de construção e demolição (se gerados) em grupos-chave de resíduos definidos, tais como resíduos inertes (que incluem: betão; tijolos; telhas e cerâmica; e mistura de betão com tijolo, com telhas e cerâmica, e com vidro; por exemplo: tubos, lancis, lajes de pavimentação, entulho de betão, tijolos pré-moldados e in situ, telhas cerâmicas, telhas de barro, cerâmica e louças sanitárias). Estes procedimentos devem ser feitos no local ou por meio de um contratante externo licenciado, que meça a quantidade gerada e desviada do aterro;
- Detalhes da licença para o transporte de resíduos e da licença local para onde os resíduos são levados, se os resíduos forem removidos para fora do local;
- O nome ou o cargo da pessoa responsável pela implementação dos itens acima.

- Projetos acima de 330 mil euros: estão disponíveis até três créditos.

### 1. Primeiro crédito - Plano de gestão.

Para demonstrar o nível 2 do plano de gestão de resíduos, compatível com reabilitações acima de 330 mil euros, é necessário cumprir os seguintes requisitos:

- Uma meta de referência para eficiência de recursos, ou seja, m<sup>3</sup> ou toneladas de resíduos por 110 mil euros de valor do projeto (de acordo com o crédito disponível);
- Procedimentos e compromissos para minimizar os resíduos de construção não perigosos, de acordo com a referência e as melhores práticas;
- Especificação de ações de minimização de resíduos, relacionadas a pelo menos três grupos principais de resíduos, tais como os resíduos inertes mencionados nos projetos até 330 mil euros, no ponto 5.6.2.2., e registo das decisões tomadas;
- Procedimentos para minimizar os resíduos perigosos;
- Procedimentos para classificação, reutilização e reciclagem de resíduos de construção e demolição (se gerados), de acordo com os fluxos de resíduos gerados da obra, fora do local ou por meio de um contratante externo licenciado;
- Procedimentos para medir a quantidade de resíduos de construção e demolição (se gerados) desviado do aterro;
- Detalhes da licença do transporte de resíduos e do local onde os resíduos vão ser depositados, caso haja a remoção dos resíduos do local;
- O nome ou cargo da pessoa responsável pela implementação do procedimento acima.

### 2. Segundo crédito - *Benchmarks* de boas práticas relativas aos resíduos.

O segundo crédito é atingido quando:

- O primeiro crédito é alcançado;
- Os resíduos de construção não perigosos, gerados por uma reabilitação de residências, atendem ou excedem o valor de referência de eficiência de recursos;

- A quantidade de resíduo, gerado por uma reabilitação de 110 mil euros do valor do projeto, é registada no plano de gestão de resíduos;
- Uma auditoria de pré-reabilitação do edifício existente é concluída de acordo com o seguinte:

A auditoria de pré-reabilitação/pré-demolição deve ser realizada para determinar como maximizar a recuperação de material da reabilitação, para aplicações subsequentes de alto grau/valor, usando uma metodologia apropriada. Portugal e a União Europeia produziram normas e orientações sobre auditorias de pré-demolição, incluindo o “Protocolo de Demolição” e o “Programa de Ação” sobre Recursos Residuais, que também fornece orientação. Na auditoria deve ser referenciada no plano de gestão de resíduos e abranger o seguinte:

1. Identificação e quantidades dos principais materiais de reabilitação;
  2. Potenciais aplicações e quaisquer problemas relacionados à reutilização e reciclagem dos principais materiais da reabilitação.
- A demolição é incluída como parte do programa de reabilitação, devendo a auditoria também cobrir os materiais de demolição.

### 3. Terceiro crédito - *Benchmarks* de boas práticas relativas aos resíduos.

O terceiro crédito é atingido quando:

- Os dois primeiros créditos forem alcançados;
- Os resíduos de demolição não perigosos, gerados pela reabilitação de residências, atendam ou excedam os parâmetros de referência para a reabilitação e demolição de resíduos.

As indicações de referência de desvio de resíduos da reabilitação e demolição estão na Tabela 223.

Tabela 223: Indicações de referência de desvio de resíduos da reabilitação e demolição.

Tipos de resíduos	Volume	Toneladas
Resíduos de construção não perigosos	70%	65%
Resíduos de demolição não perigosos	80%	90%

- O desvio do aterro inclui:
  1. Reutilização do material no local (in situ ou para novas aplicações);
  2. Reutilização do material em outros locais;
  3. Recuperação de material para reutilização;
  4. Devolução do material ao fornecedor por meio de um esquema de “retoma”;
  5. Recuperação do material do local, por um empreiteiro aprovado para a gestão de resíduos, reciclagem e compostagem, ou enviado para recuperação de energia.

- **Requisitos para a atribuição do crédito adicional referente ao nível exemplar**

1. Projetos até 110 mil euros.

- Casos em que esteja em vigor um plano de gestão de resíduos de nível 1, em conformidade com:

1. Procedimentos e compromissos para minimizar os resíduos de construção não perigosos, de acordo com a referência e as melhores práticas;
2. Procedimentos para classificar, reutilizar e reciclar resíduos de construção e demolição (se gerados) em grupos-chave de resíduos definidos, tais como os resíduos inertes mencionados nos projetos até 330 mil euros, no ponto 5.6.2.2. Estes procedimentos devem ser feitos no local ou por meio de um contratante externo licenciado, que meça a quantidade gerada e desviada do aterro;
3. Detalhes da licença do transporte de resíduos e do local onde os resíduos vão ser depositados, caso haja a remoção dos resíduos do local;
4. O nome ou cargo da pessoa responsável pela implementação do procedimento acima.

2. Projetos até 330 mil euros.

- Requisitos do primeiro crédito - Plano de gestão para projetos acima de 330 mil euros, do Critério Was 02 – Gestão de resíduos no local da reabilitação;
- Os resíduos de construção não perigosos, gerados pela reabilitação da habitação, atendam ou excedam os parâmetros de eficiência de recursos de acordo com a Tabela 224.

Tabela 224: Eficiência na gestão de resíduos.

Quantidade de resíduos de construção não perigosos gerados por um valor de projeto de 110 mil euros	
m <sup>3</sup>	Toneladas
26,52	16,9
Nota: Volume (m <sup>3</sup> ) é o volume real de resíduos, não o volume a granel	

- A percentagem de resíduos de construção não perigosos e resíduos de demolição (quando aplicável), gerados pelo projeto, é desviada do aterro sanitário e atende ou excede os parâmetros de referência para desvio de resíduos de reabilitação e demolição, de acordo com a Tabela 225.

Tabela 225: Pontos de referência de desvio de resíduos da reabilitação e demolição.

Tipos de resíduos	Volume	Toneladas
Resíduos de construção não perigosos	70%	65%
Resíduos de demolição não perigosos	80%	90%

- O desvio do aterro inclui:

1. Reutilização do material no local (in situ ou para novas aplicações);
2. Reutilização do material em outros locais;
3. Recuperação de material para reutilização;
4. Devolução do material ao fornecedor por meio de um esquema de “retoma”;
5. Recuperação do material do local, por um empreiteiro aprovado para a gestão de resíduos, reciclagem e compostagem, ou enviado para recuperação de energia.

3. Projetos acima de 330 mil euros:

- Os resíduos de demolição não perigosos, gerados pela reabilitação de residências, atendem ou excedem os padrões de referência de desvio de nível exemplar, de acordo com a Tabela 226.

Tabela 226: Eficiência na gestão de resíduos.

<b>Quantidade de resíduos de construção não perigosos gerados por um valor de projeto de 110 mil euros</b>	
m <sup>3</sup>	Toneladas
17,32	8,78
Nota: Volume (m <sup>3</sup> ) é o volume real de resíduos, não o volume a granel	

- Os resíduos de demolição não perigosos, gerados pela reabilitação de residências, atendem ou excedem os padrões de referência de desvio de nível exemplar, de acordo com a Tabela 227.

Tabela 227: Exemplos de referência em reabilitação e demolição de resíduos.

<b>Tipos de resíduos</b>	<b>Volume</b>	<b>Toneladas</b>
Resíduos de construção não perigosos	80%	85%
Resíduos de demolição não perigosos	85%	95%

- O desvio do aterro inclui:

1. Reutilização do material no local (in situ ou para novas aplicações);
2. Reutilização do material em outros locais;
3. Recuperação de material para reutilização;
4. Devolução do material ao fornecedor por meio de um esquema de “retoma”;
5. Recuperação do material do local, por um empreiteiro aprovado para a gestão de resíduos, reciclagem e compostagem, ou enviado para recuperação de energia.

5.6.2.3. Legislação, regulamentos e normais

- Decreto-Lei n.º 178/2006, n.º 2 do artigo 21.º;
- Decreto-Lei n.º 46/2008, n.º 2 do artigo 14.º;
- Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de agosto
- Decreto-lei n.º 73/2011, de 17 de junho;
- Decreto-Lei n.º 103/2015
- Diretiva 2008/98/CE, de 19 de novembro;
- Regulamento de Serviço de Gestão de Resíduos Urbanos e de Limpeza e Higiene Urbana Municipal;
- ISO 14001.

#### 5.6.2.4. Estado dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

**Morada Azurara:** Os materiais utilizados na construção são, genericamente, tijolo, betão, areia, vidro, madeira e cerâmica. O entulho resultante da construção foi levado para aterro, à exceção da madeira que foi reutilizada como lenha.

**Morada Junqueira:** A reabilitação tem um orçamento de cerca de 20 mil euros. Os resíduos são separados em obra. O entulho é levado pelo empreiteiro, para ser reutilizado como enchimento, os plásticos vão para o ecoponto dos plásticos e a madeira é reutilizada como lenha. Portanto, 4 créditos foram atribuídos.

**Morada Bento de Moura:** O orçamento da reabilitação está próximo dos 50 mil euros. Os resíduos são separados em obra. O entulho é levado pelo empreiteiro, para ser reutilizado como enchimento, os plásticos vão para o ecoponto dos plásticos, a madeira é reutilizada como lenha. Portanto, 4 créditos foram atribuídos.

#### 5.6.2.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

**Morada Azurara:** A reabilitação economicamente sustentável deste tipo de moradias ronda os 50 mil euros. O concelho de Vila do Conde obriga que as obras licenciadas façam o tratamento dos resíduos conforme as normas, o que é facilitado pelo bom serviço de recolha, transporte e gestão de resíduos, feito pelo Ecocentro Municipal. 3 créditos normais mais 1 adicional podem ser atingidos.

**Morada Junqueira:** O critério já está validado, não havendo nada a propor.

**Morada Bento de Moura:** O critério já está validado, não havendo nada a propor.

## **5.7. POLUIÇÃO**

- Especificações da categoria: Ponderação da categoria é 8%. O critério Pol 03 – Inundações é padrão mínimo.

### **5.7.1. CRITÉRIO: POL 01 - EMISSÕES DE ÓXIDO DE AZOTO**

- Especificações do critério: 3 créditos, sem padrões mínimos.

#### 5.7.1.1. Objetivo do critério

Reduzir a emissão de óxido de azoto (NO<sub>x</sub>) na atmosfera.

#### 5.7.1.2. Parâmetros de avaliação

- **Um crédito** - Quando as emissões de NO<sub>x</sub> seco, dos sistemas de aquecimento do ambiente e da água quente, são ≤ 100 mg/kWh (caldeira NO<sub>x</sub> classe 4).
- **Dois créditos** - Quando as emissões de NO<sub>x</sub> seco, dos sistemas de aquecimento do ambiente e da água quente, são ≤ 70 mg/kWh (caldeira NO<sub>x</sub> classe 5).
- **Três créditos** - Quando as emissões de NO<sub>x</sub> seco, dos sistemas de aquecimento do ambiente e da água quente, são ≤ 40 mg/kWh.

#### 5.7.1.3. Legislação, regulamentos e normas

- Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro;
- Regulamento (UE) n.º 305/2011.

#### 5.7.1.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

**Morada Azurara:** A habitação não possui qualquer sistema de aquecimento do ambiente. O aquecimento da água é feito por um esquentador a gás, com cerca de 30 anos.

**Morada Junqueira:** O sistema de aquecimento das águas sanitárias é feito por um esquentador a gás de classe A+ e o aquecimento do ambiente interior é feito por uma caldeira, também de classe A+. Segundo as normas europeias, os equipamentos respeitam os valores mínimos de emissão de óxido de azoto (NO<sub>x</sub>) na atmosfera.

**Morada Bento de Moura:** O sistema de aquecimento das águas sanitárias é feito por um esquentador a gás de classe A+ e o aquecimento do ambiente interior por uma caldeira, também de classe A+. Segundo as normas europeias, os equipamentos respeitam os valores mínimos de emissão de óxido de azoto (NO<sub>x</sub>) na atmosfera.

#### 5.7.1.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

**Morada Azurara:** O mercado disponibiliza caldeiras ou esquentadores com baixas emissões de NO<sub>x</sub> de classificação A. Apesar de terem um custo mais elevado, a longo prazo a diferença é compensada. Por conseguinte, o cumprimento deste critério é possível.

**Morada Junqueira:** A moradia já cumpre com os requisitos deste critério.

**Morada Bento de Moura:** A moradia já cumpre com os requisitos deste critério.

### 5.7.2. CRITÉRIO: POL 02 - ESCOAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

- Especificações do critério: 3 créditos, sem padrões mínimos.

#### 5.7.2.1. Objetivo do critério

Incentivar as reabilitações domésticas a terem um impacto neutro no escoamento do local e reconhecer as reabilitações que adotam medidas para reduzir e atrasar a descarga da chuva nos esgotos e cursos de água públicos. Isso protegerá os cursos de água e reduzirá o risco de inundação localizada, poluição e outros danos ambientais.

#### 5.7.2.2. Parâmetros de avaliação

- **Um crédito** - Impacte neutro nas águas superficiais.
  1. Não há alteração no tamanho da área ocupada ou da impermeabilização do solo como resultado da reabilitação;
  2. Todas as novas áreas são permeáveis, incluindo todos os novos pavimentos, calçadas e direitos públicos de passagem, parques de estacionamento e estradas rurais;
  3. Quando o edifício estiver sendo ampliado sobre superfícies previamente permeáveis ou sobre uma superfície impermeável que drena para uma superfície permeável (por exemplo, lajes de pavimentação assentes em betão que drenam para áreas ajardinadas), o escoamento adicional causado pela água não pode ultrapassar os 5mm de altura. A água gerada, devida à área da ampliada deve ser gerida no local usando sistemas de drenagem sustentável apropriados, como caixas de retenção de água.
  4. Todos os cálculos necessários para demonstrar que o critério 2 deste item é alcançado, devem ser realizados por um profissional qualificado.
  
- **Dois créditos** - Redução básica do escoamento superficial do local.
  1. Todos os critérios 1, 2 e 3 têm de ser cumpridos;
  2. Todos os escoamentos do telhado, para quantidades de precipitação até  $5\text{mm}/\text{m}^2$ , devem ser retidos no local usando métodos de controle na fonte (por exemplo, através de infiltração, imersões, etc.). Isso deve incluir o escoamento de todas as partes novas e existentes do telhado;
  3. O projeto de gestão de águas deve ser feito por um profissional adequadamente qualificado, que delineia uma estratégia de drenagem apropriada para o local, garantindo que o critério 1 seja alcançado.
  
- **Três créditos** - Redução avançada do escoamento do local.
  1. Deve existir um profissional adequadamente qualificado para projetar uma estratégia de drenagem apropriada para o local;
  2. O escoamento resultante da reabilitação é gerido no local usando mecanismos de controle na origem do escoamento e cumprindo os seguintes requisitos:
    - 2.a A taxa máxima de escoamento resultante da reabilitação do evento de 1 em 100 anos tem que ser reduzida em 75% em relação ao local existente;
    - 2.b O volume total de escoamento descarregado nos cursos de água e esgotos, como resultado da reabilitação para uma chuva de 100 anos, com 6 horas de duração, terá que ser reduzida em 75%.
  
- **Um crédito** - De inovação na gestão das águas superficiais.
  1. Todo o escoamento superficial desenvolvido no local, é gerido no mesmo, fazendo o controle na sua origem, em conformidade com:

- 1.a A taxa máxima de escoamento resultante da reabilitação, relativa à inundação de 1 em 1 ano, é reduzida a zero;
- 1.b A taxa de pico do escoamento resultante da reabilitação, relativa à inundação de 1 em 100 anos, é reduzida a zero;
- 1.c Não há volume de escoamento descarregado nos cursos de água e esgotos, como resultado da reabilitação, para um evento de 1 em 100 anos, com duração de 6 horas.

#### 5.7.2.3. Legislação, regulamentos e normas

- Decreto regulamentar n.º 23/95.  
Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Abastecimento de Água e Drenagem de Águas Residuais.

#### 5.7.2.4. Estado dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Morada Azurara: A área impermeável respeita os regulamentos que impõem a área mínima impermeável, no entanto, não existe mais nenhum sistema de retenção de água superficial de pico, sendo atribuído apenas 1 crédito.

Morada Junqueira: A reabilitação está a aumentar as áreas exteriores impermeáveis, mas, nenhum sistema minimizador das águas superficiais vai ser implementado, portanto nenhum crédito foi atribuído.

Morada Bento de Moura: O projeto não aumentou as áreas impermeáveis e o lote respeita as percentagens de área permeável definida pelos regulamentos, porém nenhum sistema minimizador foi pensado ou instalado, pelo que, foi atribuído apenas 1 crédito.

#### 5.7.2.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Morada Azurara: Um sistema de aproveitamento da água da chuva e a utilização de revestimento permeável nos pavimentos exteriores, são procedimentos que permitem a atribuição dos 4 créditos.

Morada Junqueira: O que foi enunciado para a moradia Azurara também se aplica para na moradia Junqueira. Portanto, os 4 créditos poderiam ter sido considerados na reabilitação.

Morada Bento de Moura: O que foi referido para a moradia Azurara aplica-se, também, nesta moradia. Por isso, poderiam ter sido considerados os 4 créditos, na reabilitação.

### **5.7.3. CRITÉRIO: POL 03 - INUNDAÇÕES**

- Especificações do critério: 2 créditos, com padrões mínimos.
- Padrões mínimos: Para a atribuição da classificação BREEAM excelente e excepcional é necessário obter dois créditos neste critério.

#### 5.7.3.1. Objetivo do critério

Valorizar as habitações localizadas em áreas de baixo risco de inundação e as habitações que estão localizadas em zonas de risco médio a alto, mas que estão de acordo com as estratégias de proteção contra as inundações.

#### 5.7.3.2. Parâmetros de avaliação

- **Dois créditos** - Baixo risco de inundação ou mitigação de inundação.

Opção 1 - Baixo risco de inundação: Quando uma avaliação de risco de inundação é realizada pelas autoridades competentes e as habitações avaliadas são definidas como tendo uma baixa probabilidade anual de inundação.

Opção 2 - Risco médio / alto de inundação: Quando uma avaliação de risco de inundação é realizada pelas autoridades competentes e as habitações avaliadas são definidas como tendo uma probabilidade média ou alta anual de inundação:

1. Dois créditos são concedidos quando, o nível do piso das moradias encontra-se afastado do risco de inundação ou quando forem implementadas medidas para manter a água afastada da habitação. Sempre que a diferença de nível entre o nível da inundação e o nível do piso igual ao inferior a 30 cm são necessárias medidas de prevenção de risco de inundação.
2. Quando não é possível evitar a inundação do local, dois créditos são alcançados se forem adotadas estratégias de resistência as inundações, de acordo com as recomendações feitas por um profissional, da construção, adequadamente qualificado.

#### 5.7.3.3. Legislação, regulamentos e normas

- Decreto-Lei n.º 115/2010.

#### 5.7.3.4. Estado dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

**Morada Azurara:** A habitação encontra-se num cume de uma pequena colina, por outra no plano estratégico, de inundações definido pelas autoridades locais, esta encontra-se fora da área de inundação, portanto, foi lhe atribuído 2 créditos.

**Morada Junqueira:** O nível do piso da habitação encontra-se elevado, do nível da estrada cerca de 2m, para além, de se encontrar num relevo topográfico com forte pendente, por outra encontra-se fora da área suscetível de inundação, definido pelas autoridades locais, nessa medida foi lhe atribuído 2 créditos.

**Morada Bento de Moura:** A habitação localiza-se numa zona de grande relevo (serra/monte), portanto, não se encontra numa zona de acumulação de água (por confirmar), por conseguinte, foi lhe atribuído 2 créditos.

#### 5.7.3.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Morada Azurara: A moradia cumpre com os requisitos.

Morada Junqueira: A moradia cumpre com os requisitos.

Morada Bento de Moura: A moradia cumpre com os requisitos.

### 5.8. INOVAÇÃO

- Especificações da categoria: Ponderação da categoria é 10%. Não tem padrões mínimos.

#### 5.8.1. Critério: Inn 01 - Inovação

- Especificações do critério: 10 créditos, sem padrões mínimos.

##### 5.8.1.1. Objetivo do critério

Apoiar a inovação no setor da construção e da reabilitação, por meio do reconhecimento de benefícios relacionados à sustentabilidade, que não são valorizados pelos critérios padrão do BREEAM.

##### 5.8.1.2. Parâmetros de avaliação

Requisitos de nível exemplar nos critérios do BREEAM.

- **Até um máximo de 10 créditos** - Quando o edifício demonstra desempenho exemplar, atendendo aos critérios de desempenho de nível exemplar, definidos em um ou mais dos seguintes critérios de avaliação BREEAM:
  1. Hea 04 Design inclusivo (1 crédito);
  2. Man 02 Práticas responsáveis de construção (1 crédito);
  3. Man 05 Proteção e valorização das características ecológicas (1 crédito);
  4. Man 06 Gestão de projetos (2 créditos);
  5. Ene 02 Classificação de eficiência energética pós- reabilitação (2 créditos);
  6. Ene 08 Dispositivos de leitura de consumo (1 crédito);
  7. Wat 01 Uso interno da água (1 crédito);
  8. Mat 02 Fornecimento responsável de materiais (1 crédito);
  9. Was 01 Gestão de resíduos no local da reabilitação (1 crédito).
  10. Pol 02 Escoamento de águas superficiais (1 crédito).

Pode ser concedido um crédito de inovação, para cada nível individual cumprido de desempenho exemplar BREEAM.

### 5.8.1.3. Legislação, regulamentos e normas

- Decreto-Lei n.º 63/2019.

### 5.8.1.4. Estado atual dos casos de estudo, relativamente aos parâmetros do critério

Morada Azurara: Nenhum crédito inovação foi atribuído.

Morada Junqueira: Nenhum crédito inovação foi atribuído.

Morada Bento de Moura: Nenhum crédito inovação foi atribuído.

### 5.8.1.5. Propostas de medidas de melhoria aos casos de estudo

Morada Azurara: Se as boas práticas da construção existentes forem tidas em conta e aplicadas de maneira exemplar, todos os créditos exemplares são atribuídos. Porém, na categoria “Gestão”, o critério “Segurança contra roubo” e o critério “Proteção e valorização das características ecológicas”, são critérios bastante exigentes, comparativamente à escala da reabilitação, portanto, as atribuições dos créditos exemplares tornam-se não sustentáveis em termos de execução.

Morada Junqueira: Aplica-se o mesmo que na moradia Azurara.

Morada Bento de Moura: Nesta moradia, para além do que foi enunciado neste critério para as moradias Azurara e Junqueira, na categoria “Saúde e bem-estar”, nomeadamente, no critério “Luz do dia” e no critério “Design inclusivo”, a atribuição dos créditos exemplares está condicionada à necessidade de preservar ao máximo o existente da moradia, por ser um edifício com um valor patrimonial histórico e cultural considerável.

## 5.9 SÚMULA DA ATRIBUIÇÃO DOS CRÉDITOS BREEAM

Pretende-se com esta súmula enumerar as condições exigíveis para o cumprimento de cada critério do BREEAM.

A Tabela 228 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Man 01

Tabela 228: Análise da atribuição de créditos do critério: Man 01.

Categoria	Critério				
	Critério: Man 01 - Guia do usuário doméstico				
3 créditos, sem padrões mínimos.	Atual		Proposta		
	Padrão	Inovação	Padrão	Inovação	
0 créditos adicional.	M. Azurara	0	-	3	-
	M. Junqueira	0	-	3	-
	M. Bento de Moura	0	-	3	-

O cumprimento deste critério passa, sobretudo, pela existência de profissionais credenciados da área da construção e da reabilitação, no projeto e na obra, portanto, muitas vezes este critério não é cumprido devido à desvalorização do papel dos profissionais da área.

A Tabela 229 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Man 02.

Tabela 229: Análise da atribuição de créditos do critério: Man 02.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>1.Gestão</b>	<b>Critério: Man 02 - Práticas responsáveis de construção</b>				
2 créditos, sem padrões mínimos. 1 crédito adicional.	<b>Atual</b>		<b>Proposta</b>		
	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	
	M. Azurara	0	0	2	1
	M. Junqueira	0	0	2	1
M. Bento de Moura	2	0	2	1	

Neste critério aplica-se o mesmo que foi dito acima.

A Tabela 230 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Man 03.

Tabela 230: Análise da atribuição de créditos do critério: Man 03.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>1.Gestão</b>	<b>Critério: Man 03 - Impactes no estaleiro de obra</b>				
1 crédito, sem padrões mínimos. 0 créditos adicionais.	<b>Atual</b>		<b>Proposta</b>		
	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	
	M. Azurara	0	-	1	-
	M. Junqueira	0	-	1	-
M. Bento de Moura	1	-	1	-	

Também neste critério se verifica o mesmo enunciado acima.

A Tabela 231 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Man 04.

Tabela 231: Análise da atribuição de créditos do critério: Man 04.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>1.Gestão</b>	<b>Critério: Man 04 - Segurança contra roubo</b>				
2 créditos, sem padrões mínimos. 0 créditos adicionais.	<b>Atual</b>		<b>Proposta</b>		
	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	
	M. Azurara	0	-	2	-
	M. Junqueira	1	-	2	-
M. Bento de Moura	1	-	2	-	

A atribuição total deste critério passa, sobretudo, pela contratação de especialistas que não costumam ser elementos das equipas de projeto ou de obra, portanto, este critério está condicionado ao equilíbrio entre o que é proposto e o investimento na reabilitação.

A Tabela 232 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Man 05.

Tabela 232: Análise da atribuição de créditos do critério: Man 05.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>1.Gestão</b>	<b>Critério: Man 05 - Proteção e valorização das características ecológicas</b>				
1 crédito, sem padrões mínimos.	<b>Atual</b>		<b>Proposta</b>		
	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	
	M. Azurara	0	0	1	1
	M. Junqueira	0	0	1	1

1 crédito adicional.	M. Bento de Moura	1	0	1	1
----------------------	-------------------	---	---	---	---

A atribuição total deste critério passa, sobretudo, pela contratação de um ecologista, especialista este que não costuma ser elemento das equipas de projeto ou de obra, portanto, este critério está condicionado ao equilíbrio entre o que é proposto, o investimento na reabilitação, e o real valor ecológico do terreno em que a reabilitação está a ser feita.

A Tabela 233 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Man 06.

Tabela 233: Análise da atribuição de créditos do critério: Man 06.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>1.Gestão</b>	<b>Critério: Man 06 - Gestão de projetos</b>				
2 créditos, sem padrões mínimos.	<b>Atual</b>			<b>Proposta</b>	
		<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>
	M. Azurara	0	0	2	1
2 créditos adicionais.	M. Junqueira	0	0	2	1
	M. Bento de Moura	2	0	2	2

O cumprimento deste critério passa, sobretudo, pela existência de profissionais credenciados da área da construção e da reabilitação no projeto e na obra. Para a atribuição total deste critério exige-se a contratação de um especialista BREEAM, que não costuma ser elemento das equipas de projeto ou de obra, portanto, também este critério está condicionado ao equilíbrio entre o que é proposto e o investimento na reabilitação.

A Tabela 234 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Hea 01.

Tabela 234: Análise da atribuição de créditos do critério: Hea 01.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>2. Saúde e bem-estar</b>	<b>Critério: Hea 01 - Luz do dia</b>				
2 créditos, sem padrões mínimos.	<b>Atual</b>			<b>Proposta</b>	
		<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>
	M. Azurara	2	-	2	-
0 créditos adicionais.	M. Junqueira	2	-	2	-
	M. Bento de Moura	1	-	2	-

A atribuição total deste critério está muito condicionada pela arquitetura existente. Por exemplo, a moradia “Bento de Moura” é um edifício com um valor cultural assinalável, logo a alteração da sua arquitetura, para obedecer aos critérios BREEAM, é bastante condicionada.

A Tabela 235 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Hea 02.

Tabela 235: Análise da atribuição de créditos do critério: Hea 02.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>2. Saúde e bem-estar</b>	<b>Critério: Hea 02 - Isolamento acústico</b>				
4 créditos, sem padrões mínimos.	<b>Atual</b>			<b>Proposta</b>	
		<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>
	M. Azurara	0	-	4	-
0 créditos adicionais.	M. Junqueira	2	-	4	-
	M. Bento de Moura	2	-	4	-

O cumprimento deste critério exige profissionais credenciados da área da construção e da reabilitação, no projeto e na obra, estando condicionado à falta de sensibilização dos donos de obra e dos empreiteiros para este facto e às questões técnicas da construção, em específico, da reabilitação.

A Tabela 236 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Hea 03.

Tabela 236: Análise da atribuição de créditos do critério: Hea 03.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>2. Saúde e bem-estar</b>	<b>Critérios: Hea 03 - Compostos orgânicos voláteis</b>				
1 crédito, sem padrões mínimos.	<b>Atual</b>			<b>Proposta</b>	
		<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>
0 créditos adicionais.	M. Azurara	0	-	1	-
	M. Junqueira	1	-	1	-
	M. Bento de Moura	1	-	1	-

Neste critério aplica-se o mesmo que foi dito acima, em relação ao critério analisado na Tabela 235.

A Tabela 237 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Hea 04.

Tabela 237: Análise da atribuição de créditos do critério: Hea 04.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>2. Saúde e bem-estar</b>	<b>Critério: Hea 04 – Design inclusivo</b>				
2 créditos, sem padrões mínimos.	<b>Atual</b>			<b>Proposta</b>	
		<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>
1 crédito adicional.	M. Azurara	0	0	2	1
	M. Junqueira	0	0	2	1
	M. Bento de Moura	1	0	1	0

Também neste critério aplica-se o mesmo dito acima, em relação ao critério analisado na Tabela 235.

A Tabela 238 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Hea 05.

Tabela 238: Análise da atribuição de créditos do critério: Hea 05.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>2. Saúde e bem-estar</b>	<b>Critério: Hea 05 - Ventilação</b>				
2 créditos, sem padrões mínimos.	<b>Atual</b>			<b>Proposta</b>	
		<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>
0 créditos adicionais.	M. Azurara	0	-	2	-
	M. Junqueira	0	-	2	-
	M. Bento de Moura	0	-	2	-

Neste critério aplica-se o mesmo que foi dito acima, em relação ao critério analisado na Tabela 235.

A Tabela 239 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Hea 06.

Tabela 239: Análise da atribuição de créditos do critério: Hea 06.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>2. Saúde e bem-estar</b>	<b>Critério: Hea 06 - Segurança contra incêndio</b>				
1 crédito, sem padrões mínimos.	<b>Atual</b>			<b>Proposta</b>	
		<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>
0 créditos adicionais.	M. Azurara	0	-	1	-
	M. Junqueira	0	-	1	-
	M. Bento de Moura	1	-	1	-

Neste critério aplica-se a análise feita em relação ao critério da Tabela 235.

A Tabela 240 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Ene 01.

Tabela 240: Análise da atribuição de créditos do critério: Ene 01.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>3. Energia</b>	<b>Critério: Ene 01 - Melhoria da eficiência energética através de métodos passivos</b>				
6 créditos, sem padrões mínimos.	<b>Atual</b>			<b>Proposta</b>	
		<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>
0 créditos adicionais.	M. Azurara	0	-	6	-
	M. Junqueira	5,55	-	6	-
	M. Bento de Moura	6	-	6	-

Neste critério aplica-se o mesmo que foi dito acima, em relação ao critério analisado na Tabela 235.

A Tabela 241 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Ene 02.

Tabela 241: Análise da atribuição de créditos do critério: Ene 02.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>3. Energia</b>	<b>Critério: Ene 02 - Verificação regulamentar do critério Ene 01</b>				
4 créditos, sem padrões mínimos.	<b>Atual</b>			<b>Proposta</b>	
		<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>
2 créditos adicionais.	M. Azurara	0	0	4	2
	M. Junqueira	0	0	4	2
	M. Bento de Moura	0	0	4	2

Neste critério aplica-se o mesmo que foi dito acima, em relação ao critério analisado na Tabela 235. A nível técnico existe o condicionalismo da diminuição do espaço útil interior da habitação, quando o isolamento é colocado pelo interior das paredes exteriores e a necessidade de aumentar a espessura do isolamento (para cumprir o regulamento dos edifícios novos), o que leva ao agravamento da situação.

A Tabela 242 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Ene 03.

Tabela 242: Análise da atribuição de créditos do critério: Ene 03.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>3. Energia</b>	<b>Critério: Ene 03 - Energia primária</b>				
7 créditos, sem padrões mínimos.	<b>Atual</b>			<b>Proposta</b>	
		<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>
	M. Azurara	0	-	7	-

0 créditos adicionais.	M. Junqueira	2	-	7	-
	M. Bento de Moura	2	-	7	-

Neste critério aplica-se o mesmo que foi dito acima, em relação ao critério analisado na Tabela 235.

A Tabela 243 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Ene 04.

Tabela 243: Análise da atribuição de créditos do critério: Ene 04.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>3. Energia</b>	<b>Critério: Ene 04 - Tecnologias renováveis</b>				
2 créditos, sem padrões mínimos.	<b>Atual</b>			<b>Proposta</b>	
		<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>
0 créditos adicionais.	M. Azurara	0	-	2	-
	M. Junqueira	0	-	2	-
	M. Bento de Moura	2	-	2	-

O cumprimento deste critério passa, sobretudo, pela sensibilização dos donos de obra, para o benefício do investimento em energias renováveis.

A Tabela 244 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Ene 05.

Tabela 244: Análise da atribuição de créditos do critério: Ene 05.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>3. Energia</b>	<b>Critério: Ene 05 - Tecnologias renováveis</b>				
2 créditos, sem padrões mínimos.	<b>Atual</b>			<b>Proposta</b>	
		<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>
0 créditos adicionais.	M. Azurara	0	-	2	-
	M. Junqueira	2	-	2	-
	M. Bento de Moura	2	-	2	-

O cumprimento deste critério passa, sobretudo, pela sensibilização dos donos de obra, para o benefício do investimento em eletrodomésticos de grande eficiência energética.

A Tabela 245 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Ene 06.

Tabela 245: Análise da atribuição de créditos do critério: Ene 06.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>3. Energia</b>	<b>Critério: Ene 06 - Espaço de secar a roupa</b>				
1 crédito, sem padrões mínimos.	<b>Atual</b>			<b>Proposta</b>	
		<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>
0 créditos adicionais.	M. Azurara	1	-	1	-
	M. Junqueira	0	-	1	-
	M. Bento de Moura	1	-	1	-

O cumprimento deste critério passa, sobretudo, pelo espaço e existência de uma área técnica, que permita a secagem da roupa de forma natural.

A Tabela 246 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Ene 07.

Tabela 246: Análise da atribuição de créditos do critério: Ene 07.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>3. Energia</b>	<b>Critério: Ene 07 - Iluminação</b>				
2 créditos, sem padrões mínimos.	<b>Atual</b>			<b>Proposta</b>	
		<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>
0 créditos adicionais.	M. Azurara	1	-	2	-
	M. Junqueira	1	-	2	-
	M. Bento de Moura	2	-	2	-

O cumprimento deste critério, passa, sobretudo pela sensibilização dos donos de obra, para a importância do investimento em iluminação artificial de alta eficiência.

A Tabela 247 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Ene 08.

Tabela 247: Análise da atribuição de créditos do critério: Ene 08.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>3. Energia</b>	<b>Critério: Ene 08 - Dispositivos de leitura do consumo de energia</b>				
2 créditos, sem padrões mínimos	<b>Atual</b>			<b>Proposta</b>	
		<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>
1 crédito adicional	M. Azurara	0	0	2	1
	M. Junqueira	0	0	2	1
	M. Bento de Moura	0	0	2	1

Neste critério aplica-se o mesmo que foi dito acima, em relação ao critério analisado na Tabelas 246.

A Tabela 248 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Ene 09.

Tabela 248: Análise da atribuição de créditos do critério: Ene 09.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>3. Energia</b>	<b>Critério: Ene 09 - Garagem para bicicletas</b>				
2 créditos, sem padrões mínimos.	<b>Atual</b>			<b>Proposta</b>	
		<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>
0 créditos adicionais.	M. Azurara	2	-	2	-
	M. Junqueira	2	-	2	-
	M. Bento de Moura	2	-	2	-

O cumprimento deste critério passa, essencialmente, pelo espaço e existência de uma área técnica, que permita o acondicionamento de bicicletas.

A Tabela 249 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Ene 10.

Tabela 249: Análise da atribuição de créditos do critério: Ene 10.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>3. Energia</b>	<b>Critério: Ene 10 - Escritório em casa</b>				
1 crédito, sem padrões mínimos.	<b>Atual</b>			<b>Proposta</b>	
		<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>
0 créditos adicionais.	M. Azurara	0	-	1	-
	M. Junqueira	0	-	1	-
	M. Bento de Moura	0	-	1	-

São necessários um espaço e uma área técnica, que permitam a criação de um escritório na habitação, para que o critério seja cumprido.

A Tabela 250 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Wat 01.

Tabela 250: Análise da atribuição de créditos do critério: Wat 01.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>4. Água</b>	<b>Critério: Wat 01 - Uso interno da água</b>				
3 créditos, sem padrões mínimos.	<b>Atual</b>			<b>Proposta</b>	
		<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>
0 créditos adicionais.	M. Azurara	0	0	3	1
	M. Junqueira	0	0	3	1
	M. Bento de Moura	0	0	3	1

É necessário que os donos de obra estejam sensibilizados para o benefício no investimento em terminais de água de alta eficiência, para o cumprimento deste critério.

A Tabela 251 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Wat 02.

Tabela 251: Análise da atribuição de créditos do critério: Wat 02.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>4. Água</b>	<b>Critério: Wat 02 - Uso externo da água</b>				
1 crédito, sem padrões mínimos.	<b>Atual</b>			<b>Proposta</b>	
		<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>
0 créditos adicionais.	M. Azurara	0	-	1	-
	M. Junqueira	0	-	1	-
	M. Bento de Moura	0	-	1	-

O cumprimento deste critério passa, sobretudo, pela sensibilização dos donos de obra, para a importância do investimento em sistemas de reutilização da água.

A Tabela 252 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Wat 03.

Tabela 252: Análise da atribuição de créditos do critério: Wat 03.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>4. Água</b>	<b>Critério: Wat 03 - Dispositivos de leitura do consumo de água</b>				
1 crédito, sem padrões mínimos.	<b>Atual</b>			<b>Proposta</b>	
		<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>
0 créditos adicionais.	M. Azurara	0	-	1	-
	M. Junqueira	0	-	1	-
	M. Bento de Moura	0	-	1	-

É necessário que os donos de obra estejam sensibilizados quanto à relevância do investimento em sistemas que registam o consumo de água, para a atribuição deste critério.

A Tabela 253 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Mat 01.

Tabela 253: Análise da atribuição de créditos do critério: Mat 01.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>5. Materiais</b>	<b>Mat 01 - Impacte ambiental dos materiais</b>				
1 crédito, sem padrões mínimos.  0 créditos adicionais.	<b>Atual</b>			<b>Proposta</b>	
		<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>
	M. Azurara	-	-	22,73	-
	M. Junqueira	22,44	-	23,3	-
	M. Bento de Moura	22,66	-	23,67	-

A existência de profissionais credenciados da área da construção e da reabilitação, no projeto e na obra, e a sensibilização dos donos de obra e dos empreiteiros do impacte ambiental da construção, em específico, da reabilitação, permite que este critério seja facilmente concedido.

A Tabela 254 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Mat 02.

Tabela 254: Análise da atribuição de créditos do critério: Mat 02.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>5. Materiais</b>	<b>Critério: Mat 02 - Fornecimento responsável de materiais</b>				
15 créditos, sem padrões mínimos.  1 crédito adicional.	<b>Atual</b>			<b>Proposta</b>	
		<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>
	M. Azurara	0	0	15	1
	M. Junqueira	15	1	15	1
	M. Bento de Moura	15	1	15	1

O cumprimento deste critério passa, sobretudo, pela existência de profissionais credenciados da área da construção e da reabilitação, no projeto e na obra, e pela sensibilização dos donos de obra e dos empreiteiros, para a necessidade de materiais certificados, de maneira a garantir a qualidade da construção, em específico, da reabilitação.

A Tabela 255 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Mat 03.

Tabela 255: Análise da atribuição de créditos do critério: Mat 03.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>5. Materiais</b>	<b>Critério: Mat 03 - Isolamento</b>				
15 créditos, sem padrões mínimos.  1 crédito adicional.	<b>Atual</b>			<b>Proposta</b>	
		<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>
	M. Azurara	0	-	8	-
	M. Junqueira	8	-	8	-
	M. Bento de Moura	8	-	8	-

Neste critério aplica-se o mesmo que foi dito acima, em relação ao critério analisado na Tabela 254.

A Tabela 256 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Was 01.

Tabela 256: Análise da atribuição de créditos do critério: Was 01.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>6. Desperdícios</b>	<b>Critério: Was 01 - Lixo doméstico</b>				
15 créditos, sem padrões mínimos.	<b>Atual</b>			<b>Proposta</b>	
		<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>
1 crédito adicional.	M. Azurara	0	-	8	-
	M. Junqueira	8	-	8	-
	M. Bento de Moura	8	-	8	-

Para que este critério seja atribuído, os donos de obra e projetistas precisam de estar sensibilizados para a necessidade de um espaço e existência de uma área técnica, que permita a separação do lixo.

A Tabela 257 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Was 02.

Tabela 257: Análise da atribuição de créditos do critério: Was 02.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>6. Desperdícios</b>	<b>Critério: Was 02 - Gestão de resíduos no local da reabilitação</b>				
3 créditos, sem padrões mínimos.	<b>Atual</b>			<b>Proposta</b>	
		<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>
0 créditos adicionais.	M. Azurara	0	0	3	1
	M. Junqueira	3	0	3	1
	M. Bento de Moura	3	1	3	1

O cumprimento deste critério passa, sobretudo, pela existência de profissionais credenciados, da área da construção e da reabilitação, no projeto e na obra, e pela sensibilização dos donos de obra e dos empreiteiros, para a necessidade de seguir as exigências dos profissionais da construção, em específico, da reabilitação.

A Tabela 258 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Pol 01.

Tabela 258: Análise da atribuição de créditos do critério: Pol 01.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>7. Poluição</b>	<b>Pol 01 - Emissões de óxido de azoto</b>				
3 créditos, sem padrões mínimos	<b>Atual</b>			<b>Proposta</b>	
		<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>
0 créditos adicionais	M. Azurara	0	-	3	-
	M. Junqueira	3	-	3	-
	M. Bento de Moura	3	-	3	-

O cumprimento deste critério passa, fundamentalmente, pela sensibilização dos donos de obra para a necessidade de materiais certificados, de maneira a garantir a qualidade da construção, em específico, da reabilitação.

A Tabela 259 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Pol 02.

Tabela 259: Análise da atribuição de créditos do critério: Pol 02.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>7. Poluição</b>	<b>Pol 02 - escoamento das águas superficiais</b>				
3 créditos, sem padrões mínimos	<b>Atual</b>		<b>Proposta</b>		
	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	
1 crédito adicional	M. Azurara	1	0	3	1
	M. Junqueira	0	0	3	1
	M. Bento de Moura	1	0	3	1

A existência de profissionais credenciados da área da construção e da reabilitação, no projeto e na obra, e a sensibilização dos donos de obra e dos empreiteiros para a necessidade de seguir as exigências dos profissionais da construção, em específico da reabilitação, permite a obtenção do critério.

A Tabela 260 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Pol 03.

Tabela 260: Análise da atribuição de créditos do critério: Pol 03.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>				
<b>7. Poluição</b>	<b>Pol 03 - Inundações</b>				
2 créditos, sem padrões mínimos	<b>Atual</b>		<b>Proposta</b>		
	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	<b>Padrão</b>	<b>Inovação</b>	
0 créditos adicionais.	M. Azurara	2	-	2	-
	M. Junqueira	2	-	2	-
	M. Bento de Moura	2	-	2	-

Neste critério aplica-se o mesmo que foi dito acima, em relação ao critério analisado na Tabela 259.

A Tabela 261 faz a análise da atribuição de créditos do critério: Inn 01.

Tabela 261: Análise da atribuição de créditos do critério: Inn 01.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>		
<b>7. Inovação</b>	<b>Inn 01 - Inovação</b>		
10 créditos, sem padrões mínimos	<b>Atual</b>	<b>Proposta</b>	
	<b>Inovação</b>	<b>Inovação</b>	
	M. Azurara	0	10
	M. Junqueira	1	10
	M. Bento de Moura	2	10

A atribuição total deste critério passa, sobretudo, pela existência de profissionais credenciados da área da construção e da reabilitação, no projeto e na obra, e pela sensibilização dos donos de obra e dos empreiteiros, para a necessidade de ir mais além no cumprimento dos regulamentos da construção, em específico, da reabilitação.

#### 5.9.1. PRINCIPAIS FATORES QUE CONDICIONAM A ATRIBUIÇÃO DE CRÉDITOS BREEAM

- Ausência de profissionais credenciados, da área da construção e da reabilitação no projeto e no acompanhamento da obra,
- Condicionalismo da arquitetura, impostas pelo arquiteto;

- Condicionismo da arquitetura impostas pela desadequação entre as exigências BREEAM e a capacidade técnica de execução;
- Condicionismo da arquitetura impostas pelo edifício ter um valor patrimonial, cultural e histórico relevante, cuja necessidades primordiais são de conservação do existente;
- Desadequação entre a escala de investimento das exigências BREEAM e a escala da reabilitação;
- Falta de sensibilidade dos donos de obra e dos empreiteiros, para a importância de uma obra, siga as melhores pratica da construção e da reabilitação;

## 5.10. PONTUAÇÃO BREEAM

### 5.10.1. ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO

Morada Azurara: Ao longo da avaliação foram atribuídos créditos ao estado atual da moradia de Azurara. Contudo, estes créditos servem só para comparar a atual moradia com as suas possibilidades futuras, uma vez que o objetivo do BREEAM não é a pontuação de uma habitação que não foi reabilitada.

Morada Junqueira: O cálculo da pontuação está na Tabela 262.

Tabela 262: Cálculo da pontuação relativa à reabilitação doméstica BREEAM.

<b>Categorias BREEAM</b>	<b>Créditos alcançados</b>	<b>Créditos acessíveis</b>	<b>% de créditos alcançados</b>	<b>Ponderação da categoria</b>	<b>Pontuação</b>
Gestão	1	11	9%	0,12	1,08
Saúde e bem-estar	5	12	41,7%	0,17	7,089
Energia	17,85	29	61,6%	0,43	26,488
Água	0	4	0%	0,11	0
Materiais	45,44	48	94,6%	0,08	7,568
Resíduos	3	5	60%	0,03	1,8
Poluição	5	8	62,3%	0,06	3,738
Inovação	1				1
<b>Pontuação final BREEAM</b>			47,763		
<b>Avaliação da reabilitação doméstica BREEAM</b>			Bom		

Para a obtenção de uma classificação “Bom” (mesmo tendo em consideração a pontuação inovação =10%), para além da atribuição da pontuação relativa a cada critério, é ainda necessário o comprimento dos parâmetros mínimos da classificação BREEAM, como a Tabela 263 o demonstra.

Tabela 263: Classificação “Bom” da reabilitação doméstica BREEAM.

Padrões mínimos para a classificação BREEAM “Muito Bom”		Alcançado?
Ene 02 - Classificação de eficiência energética pós-reabilitação	1 crédito	Sim
Wat 01 - Uso interno de água	-	-
Mat 01 - Impacte ambiental dos materiais	Só 1 critério	Sim
Hea 05 - Ventilação	1 crédito	Não
Hea 06 - Segurança contra incêndio	1 crédito	Não
Pol 03 - Inundação	-	-

A moradia não cumpre todos os parâmetros mínimos para uma classificação “Bom”, nem de “Suficiente” (obrigatório 1 crédito: Hea 05 e Hea 06), apesar da pontuação final BREEAM ser de 47,763 pontos, o que faz com que a classificação atribuída seja de não aprovado.

Moradia Bento de Moura: O cálculo da pontuação está na Tabela 264.

Tabela 264: Cálculo da pontuação relativa a reabilitação doméstica BREEAM.

Categorias BREEAM	Créditos alcançados	Créditos acessíveis	% de créditos alcançados	Ponderação da categoria	Pontuação
Gestão	7	11	63,6%	0,12	7,632
Saúde e bem-estar	5	12	41,7%	0,17	7,089
Energia	19,85	29	68,4%	0,43	29,412
Água	0	4	0%	0,11	0
Materiais	45,66	48	95,1%	0,08	7,608
Resíduos	5	5	100%	0,03	3
Poluição	4	8	50%	0,06	3
Inovação	2				2
<b>Pontuação final BREEAM</b>				57,741	
<b>Avaliação da reabilitação doméstica BREEAM</b>				Muito bom	

Para a obtenção de uma classificação “Muito bom” (mesmo tendo em consideração a pontuação inovação =10%), para além da atribuição da pontuação relativa a cada critério, é ainda necessário o cumprimento dos parâmetros mínimos da classificação BREEAM, como a Tabela 265 o demonstra.

Tabela 265: Classificação “Muito bom” da reabilitação doméstica BREEAM.

Padrões mínimos para a classificação BREEAM “Muito Bom”		Alcançado?
Ene 02 - Classificação de eficiência energética pós-reabilitação	2 créditos	Sim
Wat 01 - Uso interno de água	1 crédito	Não
Mat 01 - Impacte ambiental dos materiais	Só 1 critério	Sim
Hea 05 - Ventilação	1 crédito	Não
Hea 06 - Segurança contra incêndios	1 crédito	Sim
Pol 03 - Inundação	-	N/A

A moradia não cumpre todos os parâmetros mínimos para uma classificação “Muito bom”, nem para uma classificação de “Bom” (obrigatório 1 crédito: Hea 05), ou “Suficiente” (obrigatório 1 crédito: Hea 05), apesar da pontuação final BREEAM ser de 57,741 pontos, o que faz com que a classificação atribuída seja de não aprovado.

#### 5.10.1. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA AOS CASOS DE ESTUDO

Moradia Azurara: O cálculo da pontuação está na Tabela 266.

Tabela 266: Cálculo da pontuação relativa a reabilitação doméstica BREEAM.

Categorias BREEAM	Créditos alcançados	Créditos acessíveis	% de créditos alcançados	Ponderação da categoria	Pontuação
Gestão	10	11	90,9%	0,12	10,908
Saúde e bem-estar	12	12	100%	0,17	17
Energia	29	29	100%	0,43	43
Água	4	4	100%	0,11	11
Materiais	46,23	48	96,3%	0,08	7,705
Resíduos	5	5	100%	0,03	3
Poluição	8	8	100%	0,06	6
Inovação	11				11
<b>Pontuação final BREEAM</b>				98,613	
<b>Avaliação da reabilitação doméstica BREEAM</b>				Exceccional	

Para a obtenção de uma classificação “Exceccional”, para além da atribuição da pontuação relativa a cada critério, é ainda necessário o cumprimento dos parâmetros mínimos da classificação BREEAM, como a Tabela 267 o demonstra.

Tabela 267: Classificação “Excepcional” da reabilitação doméstica BREEAM.

<b>Padrões mínimos para a classificação BREEAM “Muito Bom”</b>		<b>Alcançado?</b>
Ene 02 - Classificação de eficiência energética pós-reabilitação	3,5 créditos	Sim
Wat 01 - Uso interno de água	3 crédito	Sim
Mat 01 - Impacte ambiental dos materiais	Só 1 critério	Sim
Hea 05 - Ventilação	1 crédito	Sim
Hea 06 - Segurança contra incêndio	1 crédito	Sim
Pol 03 - Inundação	2 créditos	Sim

A moradia cumpre com todos os parâmetros mínimos para uma classificação “Excepcional”.

Morada Junqueira: O cálculo da pontuação está na Tabela 268.

Tabela 268: Cálculo da pontuação relativa a reabilitação doméstica BREEAM.

<b>Categorias BREEAM</b>	<b>Créditos alcançados</b>	<b>Créditos acessíveis</b>	<b>% de créditos alcançados</b>	<b>Ponderação da categoria</b>	<b>Pontuação</b>
Gestão	10	11	90,9%	0,12	10,9
Saúde e bem-estar	12	12	100%	0,17	17
Energia	29	29	100%	0,43	43
Água	4	4	100%	0,11	11
Materiais	46,43	48	96,7%	0,08	7,74
Resíduos	5	5	100%	0,03	3
Poluição	8	8	100%	0,06	6
Inovação	11				11
<b>Pontuação final BREEAM</b>				98,64	
<b>Avaliação da reabilitação doméstica BREEAM</b>				Excepcional	

Para a obtenção de uma classificação “Excepcional”, para além da atribuição da pontuação relativa a cada critério, é ainda necessário o cumprimento dos parâmetros mínimos da classificação BREEAM, como a Tabela 269 o demonstra.

Tabela 269: Classificação “Excepcional” da reabilitação doméstica BREEAM.

Padrões mínimos para a classificação BREEAM “Excepcional”		Alcançado?
Ene 02 - Classificação de eficiência energética pós-reabilitação	3,5 créditos	Sim
Wat 01 - Uso interno de água	3 crédito	Sim
Mat 01 - Impacte ambiental dos materiais	Só 1 critério	Sim
Hea 05 -Ventilação	1 crédito	Sim
Hea 06 - Segurança contra incêndios	1 crédito	Sim
Pol 03 - Inundação	2 créditos	Sim

A moradia cumpre com todos os parâmetros mínimos para uma classificação “Excepcional”.

Morada Bento de Moura: O cálculo da pontuação está na Tabela 270.

Tabela 270: Cálculo da pontuação relativa a reabilitação doméstica BREEAM.

Categorias BREEAM	Créditos alcançados	Créditos acessíveis	% de créditos alcançados	Ponderação da categoria	Pontuação
Gestão	10	11	90,9%	0,12	10,9
Saúde e bem-estar	12	12	100%	0,17	17
Energia	29	29	100%	0,43	43
Água	4	4	100%	0,11	11
Materiais	46,67	48	97,2%	0,08	7,78
Resíduos	5	5	100%	0,03	3
Poluição	8	8	100%	0,06	6
Inovação	11				11
<b>Pontuação final BREEAM</b>				98,68	
<b>Avaliação da reabilitação doméstica BREEAM</b>				Excepcional	

Para a obtenção de uma classificação “Excepcional”, para além da atribuição da pontuação relativa a cada critério, é ainda necessário o cumprimento dos parâmetros mínimos da classificação BREEAM, como a Tabela 271 o demonstra.

Tabela 271: Classificação “Excepcional” da reabilitação doméstica BREEAM.

Padrões mínimos para a classificação BREEAM “Muito Bom”		Alcançado?
Ene 02 - Classificação de eficiência energética pós-reabilitação	3,5 créditos	Sim
Wat 01 - Uso interno de água	3 crédito	Sim

Mat 01 - Impacte ambiental dos materiais	Só 1 critério	Sim
Hea 05 - Ventilação	1 crédito	Sim
Hea 06 - Segurança contra incêndios	1 crédito	Sim
Pol 03 - Inundação	2 créditos	Sim

A moradia cumpre com todos os parâmetros mínimos para uma classificação “Excepcional”.

### 5.10.1. CONSIDERAÇÕES GLOBAIS SOBRE OS RESULTADOS

Só na reabilitação da moradia Bento de Moura é que se prevê atingir os parâmetros mínimos para uma classificação de “Bom”. A categoria “Materiais” é aquela que tem uma maior percentagem de critérios cumpridos. Por outro lado, a categoria “Água” apresenta a pior percentagem de atribuição de créditos nas reabilitações dos casos de estudo.

Na sua globalidade, é possível, embora pouco provável, que uma reabilitação corrente obtenha uma classificação BREEAM excepcional, apesar das condicionantes ligadas às categorias “Gestão” e “Materiais”, que são as categorias com menor percentagem de execução. O que condicionou a execução a 100% de todas as categorias, nas propostas avançadas para os casos de estudo, teve a ver com a necessidade de especialistas que não são comuns em projetos correntes de reabilitação, como é o caso de um especialista em segurança/roubo. Concretamente, no caso da categoria “Materiais”, não se chegou aos 100% devido às habitações exigirem uma vasta gama de materiais muito específicos, especificidades estas que nem sempre permitem que os índices de impacte sejam baixos.

As categorias “Gestão”, “Energia” e “Materiais” são as que mais podem ser controladas em projeto e em obra. Por serem das categorias com maior contribuição para a classificação final da reabilitação (de não aprovado a excepcional) e com maior impacte ambiental, assumem maior potencial para serem, efetivamente, contempladas de forma positiva na estratégia de reabilitação.

## 5.11. REABILITAÇÃO SUSTENTÁVEL NO LITORAL E NO INTERIOR DE PORTUGAL

### 5.11.1. O ESQUEMA DE AVALIAÇÃO BREEAM APLICADO NO LITORAL E NO INTERIOR DE PORTUGAL

Apesar do litoral apresentar diferenças, ao nível do clima, da topografia, matéria prima disponível, arquitetura e técnicas de construção locais, comparativamente com o interior de Portugal, as reabilitações dos casos de estudo não apresentaram diferenças substanciais a esse nível quanto se esperaria que tivessem. Basicamente, as reabilitações tiveram por base o gesso cartonado, o poliestireno expandido, a pintura de base aquosa e janelas duplas em PVC.

### 5.11.2. ASPETOS QUE PODERIAM TER SIDO LEVADOS EM CONSIDERAÇÃO NAS REABILITAÇÕES

Como já foi referido a sustentabilidade de um edifício não passa somente pelo seu desempenho energético, por conseguinte, são enunciados alguns aspetos, que poderiam ter sido levados em consideração na reabilitação, dos casos de estudo:

- Uso de técnicas tradicionais locais (por exemplo, o uso da cal, o uso da madeira);

- Uso de materiais locais (como a pedra);
- Uso de materiais cuja matéria-prima não é à base de petróleo;
- Utilização de sistemas passivos de ventilação.

### **5.12. ASPETOS QUE CONDICIONARAM A APLICAÇÃO DO ESQUEMA BREEAM**

O BREEAM disponibiliza o esquema genérico de avaliação, ao público, no entanto, alguns aspetos não são disponibilizados, por exemplo os critérios que necessitam da calculadora BREEAM, para serem avaliados, ou pela especificidade técnica, de avaliação, de alguns critérios, por exemplo a certificação energética das habitações impede, que estes sejam avaliados por um projetista sem um grande conhecimento técnico.

# 6

## CONCLUSÃO

### 6.1. CONCLUSÕES GERAIS

As questões e as definições à volta do que é realmente uma construção sustentável sempre tiveram várias interpretações porque a sustentabilidade é um tema que é imensamente abrangente. Por isso é que são necessárias tomadas de posição sobre a ideia do que é uma construção sustentável, especificamente quanto ao papel dos materiais de construção cuja matéria-prima deriva de combustíveis fósseis, mas que apresentam resultados de impactes ambientais menores, sobretudo devido à sua menor massa, comparativamente com outros materiais cuja matéria-prima não provém de combustíveis fósseis. Apesar de apresentarem menores impactes ambientais, são, contudo, materiais desadequados com a natureza dos ambientes naturais, ou seja, não obstante não ser quantificável a ideia de encontrar um pedaço de poliestireno no mar ou dentro do coberto vegetal, compreendemos, intuitivamente, que não é o mesmo que encontrar um pedaço de madeira ou de cortiça. Por conseguinte, para além da avaliação do ciclo de vida do edifício numa abordagem “*Cradle-to-Gate*” do impacte dos materiais, é importante definir corretamente o que é uma construção sustentável, sob pena de se correr o risco de uma definição, cuja génese é a proteção do ambiente ser deturpada a favor de outras visões e interesses.

É importante que uma reabilitação sustentável procure ir além dos pressupostos comuns de valorização ambiental, económica e social dos lugares, através do uso de técnicas tradicionais locais, de materiais locais, de materiais cuja matéria-prima não é à base de petróleo e do uso de sistemas passivos.

Os MASC são ferramentas cada vez mais conhecidas, no entanto, a construção é um negócio que visa o lucro, então os atores da construção vão, normalmente, até aos mínimos que a lei exige, portanto, o princípio cultural é a resistência a qualquer novo sistema que venha introduzir exigência, isto é, mais “custos”. Para o sucesso de qualquer novo sistema na construção, ele tem que ser reconhecido no mercado e ter uma grande capacidade de se adaptar aos diferentes contextos. Por isso, o MASC escolhido foi o BREEAM, pois é um sistema avaliativo com grande amplitude de análise, conjugado com uma grande capacidade, de se adaptar às diversas zonas climáticas, e outras especificidades e que permite o acúmulo de pontos por meio de parâmetros avaliativos locais, para além de permitir a introdução da metodologia do ACV, como critério BREEAM que avalia o impacte ambiental dos materiais. Por outro lado, é um sistema de avaliação que, apesar de algumas especificações não estarem disponibilizadas ao público, fornece um grande volume e qualidade de informação.

Ao estudar os conceitos do BREEAM e, em específico, do Manual *BREEAM Refurbishment Domestic Buildings* 2014, foi possível compreender o funcionamento de um MASC, mas também os seus conceitos avaliativos, a sua génese e os principais aspetos que influenciam o impacte ambiental de uma reabilitação. O Manual serviu de base para que os parâmetros avaliativos fossem adaptados à realidade

portuguesa, e cumpridos integralmente, mas também para que os parâmetros fossem de fácil aplicação, sem descurar, contudo, a seriedade avaliativa do método, uma vez que parâmetros quantitativos podem ser tomados em consideração pelas circunstâncias dos próprios edifícios. Por exemplo, num edifício sem isolamento, mas que com a reabilitação foi colocado um isolamento, está subjacente que houve uma melhoria significativa do seu desempenho energético sem que tivesse sido necessária a quantificação dos reais valores dessa melhoria. Foi o que aconteceu com a categoria “Energia”, em que se teve de adaptar a complexidade avaliativa do método para parâmetros mais intuitivos que permitissem avaliar o mesmo.

Apesar das categorias e dos seus critérios terem conceitos amplos de interpretação aparentemente subjetiva, estes são balizados por legislação, regulamentos e normas, que garantem a objetividade da atribuição dos créditos. A estrutura BREEAM é equilibrada ao nível da sua abrangência e da sua complexidade. Em termos de atribuição de créditos, a percentagem final de cada categoria é proporcional ao seu impacto ambiental. Isto é, categorias como “Gestão”, “Energia” e “Materiais” assumem maior percentagem na classificação final, refletindo o que realmente pode ser controlado pelo projeto e pela obra. Por conseguinte, o real valor de um MASC está na sua abrangência e valorização sobre pontos da reabilitação que podem ser controlados em projeto e em obra, na medida em que aqueles que não são controlados podem não terem um real impacto na sustentabilidade da habitação.

Relativamente à aplicação do BREEAM nas duas moradias que foram reabilitadas, não houve diferenças significativas em termos de reabilitação como se esperaria que houvesse por pertencerem a contextos distintos. Os casos I e II, em termos de decisão inicial sobre o projeto de reabilitação, revelaram, por serem casos semelhantes (em tamanho, arquitetura, sistema construtivo, ano de construção e localização) que a atribuição dos créditos está mais condicionada pelas boas práticas decididas em projeto e em obra.

A avaliação do ciclo de vida dos materiais numa abordagem “*Cradle-to-Gate*”, revelou que os materiais utilizados, apresentam, na sua maioria, impactos baixos. Porém, é necessário outro tipo de exigências para penalizar materiais que são à base de combustíveis fósseis que têm um impacto ambiental específico considerável no aquecimento global e poluição de vários tipos, com amplas repercussões negativas sobre o ambiente, a sociedade, a economia e a saúde humana.

Conclui-se que a aplicação do método BREEAM *Refurbishment Domestic Buildings* 2014, em comunhão com as diretivas europeia, legislação nacional, regulamentos e normas, mantém os conceitos e pressupostos avaliativos originais do BREEAM, logo com a adaptação do BREEAM à realidade portuguesa, este método pode ter êxito e ser facilmente aplicado ao contexto português, pois garante que as melhores práticas são adotadas e adequadas ao contexto local. Neste sentido, a classificação estimada, nesta dissertação, consegue em termos globais avaliar com credibilidade a sustentabilidade dos casos de estudo de reabilitação, conforme as diretrizes do BREEAM.

## 6.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

O método BREEAM *Refurbishment Domestic Buildings* 2014, é bastante abrangente e intuitivo. Para desenvolvimentos futuros seria necessário continuar com a visão simplificada e com as adaptações feitas nesta dissertação e integrar no método os requisitos técnicos nacionais (legislação, regulamentos e normas), através de um sistema de verificação, do tipo checklist, em que as checklists poderiam estar ligadas a hiperligações com os requisitos técnicos nacionais atualizados. Outro aspeto interessante a desenvolver seria introduzir a categoria “Social” no sistema proposto pelo BREEAM *Refurbishment Domestic Buildings* 2014, cujos critérios propostos deveriam avaliar a sustentabilidade social, económica e cultural das reabilitações. Por exemplo, se uma reabilitação é feita com materiais locais

(ecológicos), com técnicas construtivas locais (ecológicas), com mão de obra local e no respeito da arquitetura local (quando aplicável), a reabilitação é sustentável a nível social porque dá emprego às pessoas locais; a nível económico, porque os materiais são comprados às empresas locais; e, a nível cultural, porque preserva a arquitetura local.

## REFERÊNCIAS

- BRAGANÇA, Luís (2005) - *Princípios de Desenho e Metodologias de Avaliação de Sustentabilidade das Construções*. Revistas Espaços [Em linha]. Disponível em WWW: <URL: <http://hdl.handle.net/1822/4943>>.
- CIVIL, Autoridade Nacional de Protecção (2009) - *Regulamento de Segurança Contra Incêndio*. ISBN 978-972-0-01480-1.
- INSTITUTO DA CONSTRUÇÃO (IC) - FEUP, Lúcio da Silva Azevedo & Filhos, S.A (2019) - *Programa de Transferência de Tecnologia para um Smart Building Environment*. Trans Smart - Smart Building Environment [Em linha]. Disponível em WWW: <URL: [https://paginas.fe.up.pt/~icfeup/transmart/](https://paginas.fe.up.pt/~icfeup/transsmart/)>.
- LETRAS, Silvana Gil Messias (2014) - *Necessidades nominais de energia em edifícios de habitação: comparação entre as metodologias do RCCTE, REH e modelo 5R1C*. Universidade de Lisboa Faculdade de Ciências. Dissertação de mestrado.
- LTD, BRE Global (2016) - *BREEAM Domestic Refurbishment Manual 2014*.
- LUÍS BRAGANÇA, Ricardo Mateus (2006a) - *Sustentabilidade de soluções construtivas* Porto : Ordem dos Engenheiros, 2006: Congresso sobre construção sustentável. Disponível em WWW: <URL: <http://hdl.handle.net/1822/6891>>.
- (2006b) - *Tecnologias construtivas para a sustentabilidade da construção*. ISBN 978-989-95194-1-1.
- (2011) - *Avaliação do ciclo de vida dos edifícios impacte ambiental de soluções construtivas*. [S.l.]: Edição dos Autores. ISBN 978-989-96543-3-4.
- MARIA TERESA BARBOSA, Manuela Almeida, José Alberto Castañon (2019) - *Ambiente Construído e Estratégias Sustentáveis* ISBN 978-85-93128-54-7.
- MOTA, Diogo (2017) - *Avaliação da Sustentabilidade de uma Intervenção de Reabilitação. Complexo Escolar como Caso de Estudo*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Dissertação de mestrado.
- NEUFERT, Peter (2007) - *Neufert - A Arte de projetar em Arquitetura*. 17<sup>a</sup>
- TELES, Paula (2007) - *Acessibilidade e Mobilidade para Todos*. ISBN 978-989-8051-04-02.
- VANESSA DO ROCIO NAHHAS SCANDELARI, João Luiz Rissardi, Manuel Duarte Pinheiro (2016) - *LIDERA - Um Sistema Voluntário de Apoio ao Desenvolvimento e Avaliação da Sustentabilidade de Materiais e Produtos da Construção Civil* INOVARSE [Em linha]. Disponível em WWW: <URL: [http://www.inovarse.org/sites/default/files/T16\\_146.pdf](http://www.inovarse.org/sites/default/files/T16_146.pdf)>. ISSN 1984 - 9354.
- VASCONCELOS, Sílvia de Lima (2014) - *Ferramentas de análise de grau de sustentabilidade no ambiente construído* Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa. Doutoramento.

## BIBLIOGRAFIA

- AKHANOVA, Gulzhanat [et al.] (2020) - *A multi-criteria decision-making framework for building sustainability assessment in Kazakhstan*. ISBN 22106707.
- ANANTATMULA, Lauren Bradley Robichaud and Vittal S. (2011) - *Greening Project Management Practices for Sustainable Construction* Journal of Management in Engineering, ASCE [Em linha]. Disponível em WWW: <URL: [https://www.researchgate.net/publication/245298188\\_Greening\\_Project\\_Management\\_Practices\\_for\\_Sustainable\\_Construction](https://www.researchgate.net/publication/245298188_Greening_Project_Management_Practices_for_Sustainable_Construction)>.
- BRAGANÇA, Luís (2017) - *SBTOOL URBAN: Instrumento para a promoção da sustentabilidade urbana* Guimarães, Portugal [Consult. 17/03/2020]. Disponível em WWW: <URL: <http://civil.uminho.pt/urbanere/wp-content/uploads/2018/05/E28-SINGEURB-2017.pdf>>.
- CALIXTO, Antonio Miguel Saial (2016) - *Métodos de Avaliação da Sustentabilidade na Construção* Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Dissertação de mestrado.
- CARLOS A. PINA DOS SANTOS, Luís Matias (2010) - *ITE50 - Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios* ISBN 9789724920658.
- F CONTRADA, A Kindinis, J-F Caron and C Gobin (2019) - *An early-design stage assessment method based on constructibility for building performance evaluation* IOP Conference Series: Materials Science and Engineering [Em linha]. Disponível em WWW: <URL: [https://www.researchgate.net/publication/336747239\\_An\\_early-design\\_stage\\_assessment\\_method\\_based\\_on\\_constructibility\\_for\\_building\\_performance\\_evaluation](https://www.researchgate.net/publication/336747239_An_early-design_stage_assessment_method_based_on_constructibility_for_building_performance_evaluation)>.
- FERNANDES, Álvaro manuel Vaz (2013) - *Métodos de Avaliação da Sustentabilidade das Construções* Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Dissertação de mestrado.
- FRANÇA, David Leonel Barbosa (2015) - *Reabilitação de Conjuntos habitacionais e sua Adequação aos Moradores* Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Dissertação de mestrado.
- GLOBAL, BRE (2018) - *Achieving Sustainable Masterplans. BREEAM Communities*. BREEAM [Em linha]. [Consult. 20/02/2020]. Disponível em WWW: <URL: [www.breeamm.com/communities](http://www.breeamm.com/communities)>.
- INCÊNDIO, Regulamento de Segurança Contra (2009) - Regulamento de Segurança Contra Incêndio. ISBN 978-972-0-01480-1.
- ISSA, M. H., Attalla, M., Rankin, J. H., Christian, A. J. (2013) - *Detailed Analysis of the Construction, Operating, Maintenance, and Rehabilitation Costs of Green Toronto Schools*. Journal of Architectural Engineering [Em linha]. 19:1. 1-11. Disponível em WWW: <URL: [https://www.researchgate.net/publication/276078616\\_Detailed\\_Analysis\\_of\\_the\\_Construction\\_Operating\\_Maintenance\\_and\\_Rehabilitation\\_Costs\\_of\\_Green\\_Toronto\\_Schools](https://www.researchgate.net/publication/276078616_Detailed_Analysis_of_the_Construction_Operating_Maintenance_and_Rehabilitation_Costs_of_Green_Toronto_Schools)>. ISSN 1076-0431
- 1943-5568.
- KAMEL MOHAMED RAHLA, Luís Bragança, Ricardo Mateus (2019) - *Comparative sustainability assessment of binary blended concretes using Supplementary Cementitious Materials (SCMs) and Ordinary Portland Cement (OPC)*. Journal of Cleaner Production [Em linha]. 220: 445-

459. Disponível em WWW: <URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.010>>. ISSN 09596526.
- KYUMAN CHO, Yoojung Yoon (2016) - *Decision Support Model for Determining Cost-Effective Renovation Time*. Journal of Management in Engineering [Em linha]. 32:3. Disponível em WWW:<URL:[https://www.researchgate.net/publication/291016912\\_Decision\\_Support\\_Model\\_for\\_Determining\\_Cost-Effective\\_Renovation\\_Time](https://www.researchgate.net/publication/291016912_Decision_Support_Model_for_Determining_Cost-Effective_Renovation_Time)>. ISSN 0742-597X  
1943-5479.
- LOMBILLO, I.; BIEZMA, M. V.; VILLEGAS, L. (2015) - *Construction Rehabilitation in Civil Engineering at the Bachelor Degree Level: Guideline Course*. Journal of Performance of Constructed Facilities [Em linha]. 29:2. Disponível em WWW: <URL: [https://www.researchgate.net/publication/273024702\\_Construction\\_Rehabilitation\\_in\\_Civil\\_Engineering\\_at\\_the\\_Bachelor\\_Degree\\_Level\\_Guideline\\_Course](https://www.researchgate.net/publication/273024702_Construction_Rehabilitation_in_Civil_Engineering_at_the_Bachelor_Degree_Level_Guideline_Course)>. ISSN 0887-3828  
1943-5509.
- LUÍS BRAGANÇA, Ricardo Mateus (2017) - *Avaliação da Sustentabilidade das Operações de Reabilitação Urbana*. ISBN 978-989-96543-9-6.
- MATEUS, Ricardo; BRAGANÇA, Luís (2006) - *Tecnologias construtivas para a sustentabilidade da construção*. ISBN 978-989-95194-1-1.
- MENDES, Catarina Magalhães (2016) - *Avaliação da viabilidade reabilitação energética de conjuntos habitacionais com vista à sua autonomia energética*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Dissertação de mestrado.
- MOTA, Diogo (2017) - *Avaliação da Sustentabilidade de uma Intervenção de Reabilitação. Complexo Escolar como Caso de Estudo*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Dissertação de mestrado.
- NOVAIS, Ana Sofia Araújo Ferreira Santos (2017) - *Avaliação do Ciclo de Vida de solução de reabilitação caso de Estudo*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Dissertação de mestrado.
- P.B. LOURENÇO, J.M. Branco, H. Cruz e L. Nunes (2013) - *Sustentabilidade e independencia energética da arquitectura viva, a solução CEM*. Universidade do Porto.
- PEREIRA, Marcelo José Branquinho (2015) - *Avaliação da sustentabilidade de soluções construtivas para a reabilitação da envolvente exterior dos edifícios*. Universidade do Minho Escola de Engenharia. Dissertação de mestrado.
- PINHEIRO, Manuel Duarte (2006) - *Ambiente e Construção Sustentável*. Instituto do Ambiente. Instituto Superior Técnico - Departamento de Engenharia Civil. ISBN 972-8577-32-X.
- RGEU (2009) - *Regulamento Geral das Edificações Urbanas* ISBN 978-972-0-01309-5.
- RODRIGUES, Diogo João Afonso da Costa (2020) - *A Sustentabilidade na Reabilitação de Edifícios Estudo de Casos* Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Dissertação de mestrado.
- SAMPAIO, Luís Prosil (2017) - *A sustentabilidade na reabilitação de um edifício habitacional – caso de estudo* Universidade Fernando Pessoa Faculdade de Ciência e Tecnologia. Dissertação de mestrado.

SÁNCHEZ CORDERO, Antonio Gómez Melgar, Sergio Andújar Márquez, José Manuel (2019) - *Green Building Rating Systems and the New Framework Level(s): A Critical Review of Sustainability Certification within Europe*. *Energies* [Em linha]. 13:1. Disponível em WWW: <URL: <https://doi.org/10.3390/en13010066>>. ISSN 1996-1073.

SANTOS, Francisco Cunha (2017) - *Uso de Vegetação na Envolvente Vertical dos Edifícios*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

SANTOS, Joana Dias (2018) - *Métodos de Avaliação da Sustentabilidade de Empreendimentos de Construção - Comparação entre GBC/LEED e Casa Azul* Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Dissertação de mestrado.

TA, Ngoc-Binh (2013) - *Étude de la durabilité des ouvrages dans un contexte de développement durable: application aux ponts mixtes*. Université Paris-Est.

TAVARES, Fernando Daniel Simões (2016) - *Aplicabilidade de metodologias de avaliação da sustentabilidade à mobilidade urbana*. Universidade de Aveiro. Dissertação de mestrado.

UNISINOS, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – (2017) - *Anais do IX Encontro Nacional, VII Encontro Latino - Americano, II Encontro latino - Americano e Europeu sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis* ISBN 2526-687X.

VALE, António Carlos da Costa (2017) - *A avaliação da sustentabilidade na construção: Aplicação do índice LiderA* Instituto Politécnico de Viana do Castelo. Dissertação de mestrado.

#### SITES DE INTERNET

<https://www.breeam.com/>, acedido recorrentemente entre março de 2020 e junho de 2020.

[https://www.breeam.com/BREEAMIntNDR2016SchemeDocument/content/01\\_introduction\\_newcon/2introductiontobreeam\\_nc.htm](https://www.breeam.com/BREEAMIntNDR2016SchemeDocument/content/01_introduction_newcon/2introductiontobreeam_nc.htm), acedido recorrentemente entre março de 2020 e junho de 2020.

[www.ccscheme.org.uk](http://www.ccscheme.org.uk), acedido recorrentemente entre março de 2020 e junho de 2020.

<http://www.dgeg.gov.pt/>, acedido recorrentemente entre março de 2020 e junho de 2020.

<https://dre.pt/>, acedido recorrentemente entre março de 2020 e junho de 2020.

<https://gbci.org/>, acedido recorrentemente entre março de 2020 e junho de 2020.

<http://www.lidera.info/>, acedido recorrentemente entre março de 2020 e junho de 2020.

[www.superhomes.org.uk](http://www.superhomes.org.uk), acedido recorrentemente entre março de 2020 e junho de 2020.

<https://www.usgbc.org/leed/why-leed>, acedido recorrentemente entre março de 2020 e junho de 2020.



## ANEXO

# CÁLCULOS DO CRITÉRIO: ENE 02 – VERIFICAÇÃO REGULAMENTAR DO CRITÉRIO ENE 01

### ESTADO ATUAL DOS CASOS DE ESTUDO, RELATIVAMENTE AOS PARÂMETROS DO CRITÉRIO

#### Morada Azurara

- Cálculo do U (W/m<sup>2</sup>.°C) das paredes exteriores:

$$RT = R_{se} + \frac{Esp.reboco\ ext.}{\lambda\ reboco} + RT_{j15} + R_{AR} + RT_{j7} + \frac{Esp.reboco\ int.}{\lambda\ reboco} + R_{si} \leftrightarrow$$

$$\leftrightarrow 0,04 + \frac{0,035}{1,3} + 0,39 + 0,18 + 0,19 + \frac{0,02}{1,3} + 0,13 = 0,97\ m^2.\text{°C}/W$$

$$UT = \frac{1}{RT} = \frac{1}{0,97} = 1\ W/\ m^2.\text{°C}$$

- Cálculo do A<sub>env</sub>/A<sub>pav</sub> (%) do fator solar:

Janela cozinha:

$$\frac{\text{Área do envidraçado}}{\text{Área do pavimento}} = \frac{1}{10,2} = 10,2\ \%$$

Janela da sala:

$$\frac{\text{Área do envidraçado}}{\text{Área do pavimento}} = \frac{2,25}{13} = 17\ \%$$

Janela do quarto poente:

$$\frac{\text{Área do envidraçado}}{\text{Área do pavimento}} = \frac{1,8}{10} = 18\ \%$$

Janela do quarto sul:

$$\frac{\text{Área do envidraçado}}{\text{Área do pavimento}} = \frac{1,32}{10} = 13,2\ \%$$

Janela do quarto norte:

$$\frac{\text{Área do envidraçado}}{\text{Área do pavimento}} = \frac{1,32}{9,3} = 14\ \%$$

Morada Junqueira

Cálculo do U (W/m<sup>2</sup>.°C) das paredes exteriores:

$$RT = R_{se} + \frac{Esp.Acab.Mineral}{\lambda Acab.Mineral} + \frac{Esp. Fibra de vidro}{\lambda Fibra de vidro} + \frac{Esp.Arg.Rev.}{\lambda Arg.Rev} + \frac{Esp. P.expandido}{\lambda P.expandido} + \frac{Esp.Fibra de vidro}{\lambda Fibra de vidro} + \frac{Esp.Arg.Colagem}{\lambda Arg.Colagem} + Bloco_{15} + R_{AR} + Bloco_7 + \frac{Esp.Reboco int.}{\lambda Reboco} + R_{si}$$

$$\leftrightarrow 0,04 + \frac{0,002}{0,55} + \frac{0,0058}{0,25} + \frac{0,005}{0,7} + \frac{0,04}{0,042} + \frac{0,0058}{0,25} + \frac{0,0025}{0,7} + 0,54 + 0,18 + 0,5 + \frac{0,0058}{0,25} + 0,13 = 2,41 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$$

$$UT = \frac{1}{RT} = \frac{1}{0,97} = 0,4 \text{ W/ m}^2 \cdot \text{°C}$$

Cálculo do A<sub>env</sub>/A<sub>pav</sub> (%) do fator solar:

Janela cozinha:

$$\frac{\text{Área do envidraçado}}{\text{Área do pavimento}} = \frac{1,2}{12} = 10 \%$$

Janela da sala:

$$\frac{\text{Área do envidraçado}}{\text{Área do pavimento}} = \frac{1,62}{11} = 15 \%$$

Janela do quarto poente:

$$\frac{\text{Área do envidraçado}}{\text{Área do pavimento}} = \frac{1,185}{9,6} = 12 \%$$

Janela do quarto nascente:

$$\frac{\text{Área do envidraçado}}{\text{Área do pavimento}} = \frac{2,39}{12} = 20\%$$

Janela do quarto norte:

$$\frac{\text{Área do envidraçado}}{\text{Área do pavimento}} = \frac{1,165}{9} = 13 \%$$

Morada Bento de Moura

Cálculo do U (W/m<sup>2</sup>.°C) das paredes exteriores:

$$RT = R_{se} + \frac{Esp.Pedra}{\lambda Pedra} + \frac{Esp.Lã de rocha}{\lambda Lã de rocha} + \frac{Esp. Gesso Cartonado}{\lambda Gesso Cartonado} + R_{si} \leftrightarrow$$

$$\leftrightarrow 0,04 + \frac{0,4}{2,8} + \frac{0,03}{0,045} + \frac{0,013}{1,3} + 0,13 = 0,98 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$$

$$UT = \frac{1}{RT} = \frac{1}{0,97} = 1 \text{ W/ m}^2 \cdot \text{°C}$$

Cálculo do A<sub>env</sub>/A<sub>pav</sub> (%) do fator solar:

Janela cozinha/sala:

$$\frac{\text{Área do envidraçado}}{\text{Área do pavimento}} = \frac{1,143}{35,85} = 3,1 \%$$

Janela do quarto sul:

$$\frac{\text{Área do envidraçado}}{\text{Área do pavimento}} = \frac{2,46}{15} = 16,4 \%$$

Janela do quarto nascente:

$$\frac{\text{Área do envidraçado}}{\text{Área do pavimento}} = \frac{2,4}{11,2} = 21\%$$

Janela do quarto norte:

$$\frac{\text{Área do envidraçado}}{\text{Área do pavimento}} = \frac{3,8}{13,35} = 28 \%$$



