

# ERRATA

Errata referente à Dissertação de Mestrado com o título “Análise da sustentabilidade dos materiais de construção: Definição de uma matriz de avaliação”, realizada por Luis Miguel Cardoso Lourenço

- Na página 13,

Onde se lê:

As categorias de impactos ambientais usualmente utilizadas neste tipo de análise podem ser:

- Consumo de recursos não renováveis;
- Consumo de água;
- Potencial de aquecimento global;
- Potencial de redução da camada de ozono;
- Potencial de eutrofização;
- Potencial de acidificação;
- Potencial de formação de smog;
- Toxicidade humana;
- Toxicidade ecológica;
- Produção de resíduos;
- Uso de terra;
- Poluição do ar;
- Alteração de habitats

Deve ler-se:

*“As categorias de impactos ambientais correntemente utilizados para as ACV, podem abranger as seguintes:*

- *Consumo de recursos não renováveis;*
- *Consumo de água;*
- *Potencial de aquecimento global;*
- *Potencial de redução da camada de ozono;*
- *Potencial de eutrofização;*
- *Potencial de acidificação;*
- *Potencial de formação de smog;*
- *Toxicidade humana;*
- *Toxicidade ecológica;*
- *Produção de resíduos;*
- *Uso de terra;*
- *Poluição do ar;*
- *Alteração de habitats.” (Pacheco-Torgal & Jalali, 2012, p.443)*

Onde se lê:

Mas, dependendo do local onde a análise é efetuada, a ponderação associada a cada uma destas categorias pode variar, por exemplo, num país onde a água é um recurso escasso, o impacto ambiental associada à categoria “consumo de água” será naturalmente maior do que num país onde este recurso seja abundante.

Deve ler-se:

Mas, dependendo do local onde a análise é efetuada, a ponderação associada a cada uma destas categorias pode variar, por exemplo, num país onde a água é um recurso escasso, o impacto ambiental associada à categoria “consumo de água” será naturalmente maior do que num país onde este recurso seja abundante [29].

- Na página 18,

Onde se lê:

Existe um grau de incerteza associado, pois não é possível saber se 1 tonelada de dióxido de enxofre é mais poluente que a emissão de 3 toneladas de dióxido de carbono, ou se a poluição da água é mais gravosa que a poluição do ar.

Deve ler-se:

Existe um grau de incerteza associado, pois não é possível saber se 1 tonelada de dióxido de enxofre é mais poluente que a emissão de 3 toneladas de dióxido de carbono, ou se a poluição da água é mais gravosa que a poluição do ar [29].

- Na página 20,

Onde se lê:

risco ambiental em termos da preservação da biodiversidade, bem como de poluição de fontes de água potável.

Deve ler-se:

*“um risco ambiental em termos da preservação da biodiversidade, bem como de poluição de fontes de água potável.” (Pacheco-Torgal & Jalali, 2012, p.31)*

Onde se lê:

Desde 1970, houve 30 acidentes ambientais graves em minas, 5 dos quais na europa.

Deve ler-se:

Desde 1970, houve 30 acidentes ambientais graves em minas, 5 dos quais na europa [29].

Onde se lê:

Abril de 1998 na mina de Aznalcollar, onde rompeu-se um dos aterros de contenção do depósito de lamas tóxicas (Figura 5), das quais cinco milhões de toneladas foram libertadas no rio Agrio, afluente do rio Guadiana.

Deve ler-se:

Abril de 1998 na mina de Aznalcollar, onde rompeu-se um dos aterros de contenção do depósito de lamas tóxicas (Figura 5), das quais cinco milhões de toneladas foram libertadas no rio Agrio, afluente do rio Guadiana [29].

Onde se lê:

As lamas espalharam-se numa extensão de 40 km contaminando 2650 hectares do Parque Nacional de Donana, Património Mundial.

Deve ler-se:

*“As lamas espalharam-se numa extensão de 40 km contaminando 2650 hectares do Parque Nacional de Donana, Património Mundial” (Pacheco-Torgal & Jalali, 2012, p.32)*

- Na página 62,

Onde se lê:

Este programa apresenta como vantagem o fato de ser facilmente acessido através da internet, no entanto tem a desvantagem de as bases de dados utilizarem valores relativos a produtos produzidos nos Estados Unidos da America

Deve ler-se:

Este programa apresenta como vantagem o fato de ser facilmente acessido através da internet, no entanto tem a desvantagem de as bases de dados utilizarem valores relativos a produtos produzidos nos Estados Unidos da America [29].

- Na Bibliografia

Onde se lê:

[29] F. P. T. Said Jalali, *A sustentabilidade dos materiais de construção*, TecMinho. Gráfica Vilaverdense, Lda, 2010, p.460.

Deve ler-se:

[29] Pacheco-Torgal, F.; Jalali, S., *A sustentabilidade dos materiais de construção*, TecMinho. Gráfica Vilaverdense, Lda, 2010.



Instituto Politécnico  
de Castelo Branco  
Escola Superior  
de Tecnologia

# Análise da sustentabilidade dos materiais de construção: Definição de uma matriz de avaliação

Mestrado em Construção Sustentável

Luis Miguel Cardoso Lourenço

**Orientadora**  
Doutora Ana Teresa Vaz Ferreira Ramos

janeiro de 2013





Instituto Politécnico  
de Castelo Branco  
Escola Superior  
de Tecnologia

# **Análise da sustentabilidade dos materiais de construção: Definição de uma matriz de avaliação**

Luis Miguel Cardoso Lourenço

## **Orientadora**

Doutora Ana Teresa Vaz Ferreira Ramos

Dissertação apresentada à Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco do Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Construção Sustentável, realizada sob a orientação científica da Doutora Ana Teresa Vaz Ferreira Ramos, Professora Adjunta da Unidade Técnico-Científica de Engenharia Civil da Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

janeiro de 2013



## Composição do júri

Presidente do júri

Doutora Cristina Calmeiro dos Santos,

Professora Adjunta da Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco

Vogais

Doutor Raimundo Mendes da Silva,

Professor Associado da Universidade de Coimbra

Doutora Maria Constança Simões Rigueiro,

Professora Adjunta da Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco

Doutora Ana Teresa Vaz Ferreira Ramos,

Professora Adjunta da Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco



## **Dedicatória**

Dedicado à minha mulher, Gisela Martins pelo amor incondicional demonstrado desde o dia que nos conhecemos e por ter gerado o nosso maior tesouro, o nosso filho.

Ao Dinis Martins Lourenço pela alegria, alento, felicidade, esperança e vontade de viver o futuro, que trouxe à minha vida. Obrigado filho!



## Agradecimentos

A minha admiração à orientadora, Professora Doutora Ana Teresa Vaz Ferreira Ramos, pela excelência profissional, os meus sinceros agradecimentos e reconhecimento pela sua valiosa orientação, transmissão de conhecimentos, pelas sugestões, pela cedência de bibliografia e disponibilidade que me dedicou desde o início deste estudo.

Aos meus pais, irmã, cunhado e sobrinho o meu profundo agradecimento pela força, coragem, paciência, e compreensão, pelo grande incentivo, ânimo e, em especial, pela presença nos momentos mais difíceis e pela alegria, sorriso, carinho que me ofereceram e ainda por me terem proporcionado todas as condições essenciais à concretização desta dissertação sem as quais esta não teria sido realizada.

À memória dos meus avós, especialmente à minha avó materna, que infelizmente já não se encontra comigo e, com gratidão e muita saudade, permanecerão eternamente no meu coração.

Aos meus amigos e amigas, que me acompanharam e apoiaram ao longo de todo o meu percurso académico, o meu sincero agradecimento pelo companheirismo, pela partilha de momentos de alegria e por toda a amizade demonstrada.

E a outros que mereciam ser aqui lembrados,

A todos, o meu muito obrigado!



## Resumo

Na área da construção, existem muitas empresas de pequena dimensão ou de dimensão familiar, onde uma análise ambiental do produto pode marcar a diferença entre ganhar ou perder um trabalho, perante um cliente que considere esta questão fulcral.

O apuramento do impacto ambiental associado a um material de construção pode ter alguma dificuldade associada, não só pela falta ou omissão de informação, mas também pela triagem necessária fazer ao excesso de informação (desinformação), por vezes deliberadas por parte dos fabricantes para o efeito que se pretende.

Mas de onde surgiu toda esta preocupação com o ambiente, o que é a consciência ecológica e o que significa desenvolvimento sustentável? Ao longo deste trabalho, procuramos dar resposta a estas questões, explicar porque é que a ACV – Análise de Ciclo de Vida é dos métodos mais utilizados em todo o mundo e que outros tipos de informação ecológica, como rótulos ambientais, podem acompanhar um produto.

Baseando-se em critérios pormenorizadamente analisados ao longo deste documento, a matriz desenvolvida permite quantificar e qualificar cada um destes critérios, possibilitando ainda que cada uma das avaliações a eles efetuada possa ser sujeita a ponderações devidamente fundamentadas, devolvendo no final uma qualificação dos produtos analisados, tendo em conta a importância que o utilizador pretende dar, por exemplo, ao custo ou à exigência funcional de um material.

Resumidamente, este trabalho pretende ser uma ferramenta de apoio, com base em informação acessível, para fazer uma análise com base em critérios sustentáveis e com hipótese de adequar a ponderação de acordo com o interesse do utilizador da matriz.

No final da análise, pretende-se que a informação resultante ajude na decisão de compra dos produtos analisados

## Palavras chave

Ciclo de vida, ACV – Análise de Ciclo de Vida, materiais de construção, matriz de análise



## **Abstract**

In construction, there are many small companies where an environmental analysis of the product can make the difference between winning or losing a job, dealing with a customer who consider this a key question.

It's not easy to reach a result for the environmental impact of a construction material, because the lack or omission of information, or the excess of it, can be an obstacle, sometimes purposely.

But when appeared all this concern with the environment, what is the ecological awareness and the meaning of sustainable development? Along this document, we'll try to answer to this questions, explain why LCA – Life Cycle Assessment is one of the most used methods in all world and what kind of ecological information is provided with the product, like ecolabels.

Based on criteria analyzed in detail throughout this document, the matrix developed should allow to quantify and qualify each of these criteria, that can be subject to weights properly justified, taking into account the importance that the user intends to, for example, cost or the functional requirement of a material.

This document intends to be a support tool, based in information easily accessible, with the objective to analyze the sustainable criteria, with the chance to suit the weighing with the user interest. In the end of the analysis, it is intended that the resultant information, can help to distinguish between material object of evaluation, given them a classification, assisting in the purchase decision.

It will be given special attention to the LCA in the environmental decision, once the databases and tools used in this document, are based in this system.

## **Keywords**

Life cycle, LCA – Life Cycle Assessment, Construction materials, array analysis.



## Índice geral

1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - ENQUADRAMENTO E MOTIVAÇÃO.....	1
1.2 - OBJECTIVOS.....	1
1.3 - ESTRUTURA DO TRABALHO.....	2
2 - AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA.....	3
2.1 - INTRODUÇÃO.....	3
2.2 - HISTÓRICO DO DESENVOLVIMENTO DA ACV.....	11
2.3 - EM QUE CONSISTE UMA ANÁLISE DE CICLO DE VIDA?.....	13
2.4 - COMPONENTES DA ACV.....	19
2.4.1 - COMPONENTE AMBIENTAL.....	19
2.4.1.1 - INTRODUÇÃO.....	19
2.4.1.2 - IMPACTO AMBIENTAL ASSOCIADO A UM PRODUTO.....	19
2.4.1.3 - IMPACTO AMBIENTAL ASSOCIADO A UM PROJETO DE CONSTRUÇÃO.....	22
2.4.2 - A ENERGIA INTRÍNSECA.....	25
2.4.3 - A QUESTÃO DO TRANSPORTE.....	29
2.5 - IMPACTO NA SAÚDE HUMANA.....	33
2.5.1 - COV – COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS.....	36
2.5.2 - PLÁSTICOS.....	37
2.5.3 - MATERIAIS CONTENDO AMIANTO.....	38
2.6 – MANUTENÇÃO.....	41
2.7 - DEPOSIÇÃO FINAL / RECICLAGEM.....	43
2.8 - QUAL A INFORMAÇÃO DISPONÍVEL PARA EFETUAR O LEVANTAMENTO DO IMPACTO AMBIENTAL DE UM PRODUTO?.....	45
2.8.1 – ENQUADRAMENTO.....	45
2.9 - BASE DE DADOS UTILIZADAS.....	56
2.9.1 – INTRODUÇÃO.....	56
2.9.2 - ACV - ANÁLISE DE CICLO DE VIDA.....	56
2.9.3 - ICE – INVENTORY OF CARBON & ENERGY.....	57
2.9.4 - BEES – BUILDING FOR ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC SUSTAINABILITY	
61	
3 - OUTROS FACTORES RELEVANTES NA DECISÃO DE ESCOLHA.....	65
3.1 – INTRODUÇÃO.....	65
3.2 - CUSTO.....	66
3.3 - QUALIDADE.....	67
3.4 - EXIGÊNCIA FUNCIONAL / CARACTERÍSTICA DE UM MATERIAL.....	69

4 – MODELO.....	70
4.1 – INTRODUÇÃO.....	70
4.2 - ESTRUTURA DO MODELO.....	70
4.3 - QUAIS AS VARIÁVEIS DO MODELO E COMO QUANTIFICÁ-LAS?.....	73
4.3.1 – CUSTO.....	73
4.3.2 - EXIGÊNCIA FUNCIONAL / ESTÉTICA.....	74
4.3.3 - ENERGIA INTRÍNSECA DE UM MATERIAL.....	75
4.3.4 - IMPACTO AMBIENTAL PARA A PRODUÇÃO DO MATERIAL.....	76
4.3.5 - IMPACTO AMBIENTAL DO TRANSPORTE.....	78
4.3.6 - SAÚDE HUMANA.....	80
4.3.7 - MANUTENÇÃO / DURABILIDADE.....	81
4.3.8 - RECICLAGEM / DESTINO FINAL.....	82
4.3.9 – PONDERAÇÃO.....	82
5 - APLICAÇÃO DO MODELO.....	91
5.1 - INTRODUÇÃO.....	91
5.2 - ÂMBITO DA APLICAÇÃO.....	91
5.3 - CASO DE ESTUDO – TINTAS INTERIORES MATE.....	91
5.3.1 – INTRODUÇÃO.....	91
5.3.2 – CUSTO.....	92
5.3.3 - EXIGÊNCIA FUNCIONAL/ESTÉTICA.....	93
5.3.4 - ENERGIA INTRÍNSECA DE UM MATERIAL.....	94
5.3.5 - IMPACTO AMBIENTAL PARA A PRODUÇÃO DO MATERIAL.....	94
5.3.6 - IMPACTO AMBIENTAL DO TRANSPORTE.....	95
5.3.7 - SAÚDE HUMANA.....	96
5.3.8 - MANUTENÇÃO / DURABILIDADE.....	98
5.3.9 - RECICLAGEM.....	98
5.3.10 - PONDERAÇÕES – TINTA.....	99
5.4 - CASO DE ESTUDO – PAVIMENTO INTERIOR.....	100
5.4.1 - INTRODUÇÃO.....	100
5.4.2 – CUSTO.....	100
5.4.3 - EXIGÊNCIA FUNCIONAL/ESTÉTICA.....	101
5.4.4 - ENERGIA INTRÍNSECA DE UM MATERIAL.....	102
5.4.5 - IMPACTO AMBIENTAL PARA A PRODUÇÃO DO MATERIAL.....	103
5.4.6 - IMPACTO AMBIENTAL DO TRANSPORTE.....	104
5.4.7 - SAÚDE HUMANA.....	105
5.4.8 - MANUTENÇÃO / DURABILIDADE.....	106

5.4.9 – RECICLAGEM.....	107
5.4.10 - PONDERAÇÕES – PAVIMENTOS INTERIORES.....	108
6 – CONCLUSÕES.....	110
6.1 - BREVE DESCRIÇÃO DO TRABALHO REALIZADO.....	110
6.2 - CONCLUSÕES GERAIS.....	110
6.3 - TRABALHOS FUTUROS.....	112
7 - BIBLIOGRAFIA.....	113
ANEXOS.....	117



## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> – <i>Acidentes com grande impacto ambiental</i> .....	6
<b>Figura 2</b> – As fases do Ciclo de Vida .....	14
<b>Figura 3</b> – Estrutura de uma ACV .....	15
<b>Figura 4</b> - Esquema da ACV, com pormenorização da fase de interpretação .....	16
<b>Figura 5</b> - Acidente de Aznalcollar, Espanha, 1998 .....	20
<b>Figura 6</b> – Estudo sobre a Energia Intrínseca numa moradia .....	24
<b>Figura 7</b> - Extração de areia a partir de um rio .....	26
<b>Figura 8</b> – Representação esquemática das fases de ciclo de vida .....	28
<b>Figura 9</b> - Energia consumida na UE27 em 2010, por setor .....	30
<b>Figura 10</b> - Emissões de CO2 na UE27 em 2009, por tipo de transporte .....	30
<b>Figura 11</b> - Amianto .....	40
<b>Figura 12</b> – Exemplo gráfico com a noção de Manutenção e Reabilitação .....	42
<b>Figura 13</b> - Diagrama geral de um processo de triagem e reciclagem .....	44
<b>Figura 14</b> – Ecolabel .....	48
<b>Figura 15</b> – Grupos de produtos que beneficiam do rótulo ecológico .....	49
<b>Figura 16</b> - Exemplos de rotulagem ambiental do tipo II .....	53
<b>Figura 17</b> - Cabeçalho da tabela ICE .....	58
<b>Figura 18</b> – Parâmetros considerados no programa BEES .....	61
<b>Figura 19</b> - BEES - Alteração da ponderação para a performance ambiental .....	63
<b>Figura 20</b> - Ponderações do BEES e escolha do material a analisar .....	63
<b>Figura 21</b> - Afetação do transporte e escolha do material .....	64
<b>Figura 22</b> - Efetuar cálculos .....	64
<b>Figura 23</b> - Relatórios / Resultados BEES .....	64
<b>Figura 24</b> - Gráfico final com o resultado da energia intrínseca associada ao material escolhido .....	65
<b>Figura 25</b> - Exemplo de um mapa comparativo de preços .....	67
<b>Figura 26</b> - Exemplo de Mapa Comparativo de Características de Materiais .....	71
<b>Figura 27</b> - Modelo proposto para a Matriz de Avaliação da Sustentabilidade de Materiais de Construção .....	73
<b>Figura 28</b> - Classificação de materiais a partir do resultado do Mapa Comparativo de Preços .....	74

<b>Figura 29</b> - Classificação de materiais a partir do resultado do Mapa Comparativo de Exigências/Características .....	75
<b>Figura 30</b> - Valores da Energia Intrínseca e Coeficientes de Carbono da tabela ICE associados ao alumínio virgem .....	76
<b>Figura 31</b> - Pontuação a atribuir a um produto, dependendo da distância a percorrer desde local onde é produzido até ao local de destino .....	79
<b>Figura 32</b> - Mapa comparativo - custo de tintas.....	92
<b>Figura 33</b> - Pontuação associada à análise da exigência funcional de tintas .....	93
<b>Figura 34</b> - Energia intrínseca associada a tintas de água .....	94
<b>Figura 35</b> - Pontuação associada à análise ambiental de tintas.....	94
<b>Figura 36</b> - Impacto ambiental associado ao transporte - Tintas.....	96
<b>Figura 37</b> - Ponderação "Média" aplicada sobre os resultados à análise de tintas .....	99
<b>Figura 38</b> - Mapa comparativo - custo de pavimentos .....	101
<b>Figura 39</b> - Pontuação associada à análise da exigência funcional de pavimentos interiores .....	102
<b>Figura 40</b> - Pontuação associada à análise do Impacto ambiental de pavimentos interiores .....	103
<b>Figura 41</b> - Mapa comparativo - Impacto ambiental do transporte, pavimentos interiores .....	105
<b>Figura 42</b> - Mapa comparativo - Saúde humana, pavimentos interiores .....	106
<b>Figura 43</b> - Ponderação "MAS" aplicada sobre os resultados obtidos para a análise dos critérios dos pavimentos interiores.....	108

## Lista de tabelas

<b>Tabela 1</b> - Principais momentos da relação economia-meio ambiente.....	5
<b>Tabela 2</b> - Diferentes ponderações de categorias de impactos ambientais .....	14
<b>Tabela 3</b> - Quantidade de matérias-primas geradas durante o processo extrativo ....	19
<b>Tabela 4</b> - Quadro com ferramentas de apoio à ACV na construção civil .....	21
<b>Tabela 5</b> - Alguns exemplos de sistemas e ferramentas de avaliação de reconhecimento da construção sustentável.....	22
<b>Tabela 6</b> - Quadro comparativo de meios necessários para a obtenção de areia dependendo da quantidade .....	26
<b>Tabela 7</b> - Valores da Energia Intrínseca associada a alguns materiais de construção (adaptado de.....)	27
<b>Tabela 8</b> - Impacto do transporte em percentagem, relativamente à energia intrínseca despendida na produção de um material de construção .....	31
<b>Tabela 9</b> - Exemplo do impacto ambiental associado ao transporte de mosaico.....	32
<b>Tabela 10</b> - Fatores que afetam a Qualidade do Ambiente Interior .....	35
<b>Tabela 11</b> - Agentes com poder cancerígeno presentes em tintas .....	36
<b>Tabela 12</b> - Materiais plásticos, divididos pela sua categoria e exemplos da sua utilização .....	38
<b>Tabela 13</b> - Lista de materiais e produtos contendo amianto .....	39
<b>Tabela 14</b> - Vários exemplos de rótulos ecológicos do tipo I.....	47
<b>Tabela 15</b> - Tabela com quantidade de produtos diretamente utilizados na indústria da construção, comercializados com rótulo Ecolabel .....	50
<b>Tabela 16</b> - Comparação entre os vários tipos de rótulos ambientais .....	55
<b>Tabela 17</b> - Exemplo do resultado de uma análise ACV .....	57
<b>Tabela 18</b> - Relação média por grupo de produtos entre a energia intrínseca e o respetivo carbono intrínseco .....	59
<b>Tabela 19</b> - Fronteiras definidas para a base de dados ICE .....	60
<b>Tabela 20</b> - Pontuação a atribuir no caso de rótulo ecológico.....	77
<b>Tabela 21</b> - Exemplo de uma análise do impacto da saúde humana;.....	80
<b>Tabela 22</b> - QAI associada a vários tipos de materiais utilizados como pavimentos .	80
<b>Tabela 23</b> - Vida útil expectável associada a vários tipos de materiais utilizados como pavimentos.....	81

<b>Tabela 24</b> - Pontuação a atribuir no critério “Manutenção / Durabilidade” .....	82
<b>Tabela 25</b> - Atribuição de pontuação ao critério "Reciclagem / Destino Final" .....	82
<b>Tabela 26</b> - Ponderação média dos critérios considerados no modelo da tese.....	83
<b>Tabela 27</b> - Breeam EcoHome 2006 - Critérios e respetivas ponderações.....	83
<b>Tabela 28</b> - Enquadramento dos critérios e ponderações do programa BREEAM EcoHome 2006, nos critérios do modelo da tese .....	84
<b>Tabela 29</b> – Resultado Final da Análise - Enquadramento dos critérios e ponderações do programa BREEAM EcoHome 2006, nos critérios do modelo da tese .....	85
<b>Tabela 30</b> - Programas informáticos alvo de análise para efetuar ponderações do modelo da tese.....	86
<b>Tabela 31</b> - Tabela com os critérios dos MAS analisados, enquadrados nos critérios do modelo da tese.....	87
<b>Tabela 32</b> - Ponderações dos critérios dos MAS associados aos critérios do modelo da tese.....	88
<b>Tabela 33</b> - Cálculo da ponderação "Custo".....	89
<b>Tabela 34</b> - Ponderações - Modelo.....	90
<b>Tabela 35</b> - Classificação - Custo, Tintas .....	93
<b>Tabela 36</b> - Classificação - Exigência funcional, Tintas .....	93
<b>Tabela 37</b> - Classificação – Impacto ambiental, Tintas.....	95
<b>Tabela 38</b> - Classificação – Impacto transporte, Tintas .....	96
<b>Tabela 39</b> - Cálculo da pontuação - Critério Saúde Humana, Tintas.....	97
<b>Tabela 40</b> - Classificação – Saúde humana, Tintas.....	97
<b>Tabela 41</b> - Classificação – Manutenção / Durabilidade, Tintas.....	98
<b>Tabela 42</b> - Classificação – Reciclagem, Tintas.....	98
<b>Tabela 43</b> – Várias hipóteses de classificação das tintas analisadas no modelo, dependendo da ponderação.....	99
<b>Tabela 44</b> - Quadro resumo com os dados por critério da Tinta interior mate – Dyrumat Nature .....	100
<b>Tabela 45</b> - Classificação - Custo, Pavimentos interiores.....	101
<b>Tabela 46</b> – Classificação – Exigência funcional, pavimentos interiores .....	102
<b>Tabela 47</b> – Classificação – Energia Intrínseca, pavimentos interiores.....	103
<b>Tabela 48</b> - Classificação - Critério Impacto ambiental, Pavimentos interiores.....	104
<b>Tabela 49</b> - Classificação – Impacto transporte, Pavimentos interiores .....	105

<b>Tabela 50</b> - Classificação – Saúde humana, Pavimentos interiores .....	106
<b>Tabela 51</b> - Classificação – Manutenção / Durabilidade, Pavimentos interiores .....	107
<b>Tabela 52</b> - Classificação – Reciclagem, Pavimentos Interiores.....	107
<b>Tabela 53</b> – Várias hipóteses de classificação dos pavimentos interiores analisados no modelo, dependendo da ponderação.....	108
<b>Tabela 54</b> - Quadro resumo com os dados por critério do modelo do pavimento flutuante laminado - Tarkett Woodstock .....	109



## Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

ACV – Análise de Ciclo de Vida

BEES - Building for Environmental and Economic Sustainability

CE – Comunidade Europeia

CEE – Comunidade Económica Europeia

CEN – Centro Europeu de Normalização

CO – Monóxido de Carbono

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono

COV – Composto Orgânico Volátil

DAP – Declarações Ambientais de Produto

DRE – Doenças Relacionadas com Edifícios

EPA - Environmental Protection Agency

EPD – Environmental Product Declaration

EU – União Europeia

GEE – Gases de Efeito Estufa

IARC – International Agency for Research on Cancer

ICE – Inventory of Carbon & Energy

ISO – International Organization for Standardization

LCA – Life Cycle Assessment

LER – Lista Europeia de Resíduos

MAS – Modelos de Avaliação da Sustentabilidade

MRI - Midwest Research Institute

NO<sub>x</sub> – Designação geral dos óxidos de azoto formados durante a queima de um combustível

NP EN – Norma Portuguesa / Norma Europeia

OMS – Organização Mundial de Saúde

PPGR - Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos

RCD – Resíduos de Construção e Demolição

REC – Rótulo Ecológico Comunitário

REPA – Resource and Environmental Profile Analysis

S.I. – Sistema Internacional

SED – Síndrome de Edifício Doente

SETAC - Society of Environmental Toxicology and Chemistry

SO<sub>2</sub> – Dióxido de Azoto. Gás formado na combustão de combustíveis contendo enxofre

VLE – Valor Limite de Emissão

# 1 - INTRODUÇÃO

## 1.1 - ENQUADRAMENTO E MOTIVAÇÃO

Num mundo em que a globalização é um facto, é cada vez mais importante arranjar ferramentas e métodos que nos ajudem a decidir de forma consciente sobre qual a melhor opção perante uma “infinidade” de escolhas, que na sua grande maioria são condicionadas pelas regras de mercado.

Sabendo nós, à partida, que no mundo empresarial a economia é prioritária a qualidade do produto tem de ser máxima, assim como as garantias dadas por quem disponibiliza um produto têm de ser cumpridas, pelo que é possível concluir que as questões ambientais se podem tornar secundárias.

Atualmente existe uma série de programas e bases de dados que permitem efetuar as avaliações de ciclo de vida de produtos, estas constituem ferramentas de avaliação e reconhecimento da sustentabilidade na construção, no entanto são, na sua maioria disponibilizadas mediante pagamento.

Uma vez que em Portugal, as empresas de construção são essencialmente micro, pequenas ou de média dimensão [1] muitas delas de origem familiar, a redução de custos é inevitável fruto da crise que o sector da construção atualmente enfrenta. Naturalmente, tudo o que for considerado acessório e necessite de investimento ficará em “stand-by” até haver necessidade, ou imposição para aplicar essas melhorias nas empresas ou instituições.

Com a questão ambiental a ganhar cada vez mais uma importância fulcral no seio das organizações, torna-se necessário olhar para esta como uma mais-valia e não como um obstáculo ou obrigação, mostrando a toda a envolvente da organização que não é um problema, mas sim uma questão de trabalho que sabem resolver e prestar esclarecimentos sobre a mesma.

Tendo em conta este enquadramento, o que é que pode ser feito para complementar de uma forma prática, credível e acessível, a análise normalmente efetuada para decidir a escolha/aquisição de um produto ambientalmente correto?

Pretende-se, com esta tese, contribuir para a reflexão sobre este tema e sobre as formas de abordagem pertinentes à análise desta questão.

## 1.2 - OBJECTIVOS

Esta tese tem como objetivo a elaboração de um procedimento de análise da sustentabilidade de materiais de construção, que permita aos utilizadores do mesmo, obter um resultado devidamente fundamentado, a partir de ferramentas e informação

disponibilizada através da internet ou outro meio/suporte, tornando-se dessa forma um indicador credível e mais um dado para apoio á decisão final de compra, ou de inclusão de um produto ou material num projeto.

### **1.3 - ESTRUTURA DO TRABALHO**

O presente trabalho está estruturado para que se entenda a origem da questão ambiental, começando a pormenorizar vários temas como por exemplo a ACV, o Ecolabel, até à pormenorização de vários critérios, servindo toda esta informação de base ao desenvolvimento do modelo e à sua aplicação.

No seguimento do exposto no parágrafo anterior, este trabalho tem o seu início com um capítulo introdutório onde se faz referência ao enquadramento e motivação do autor para execução deste trabalho, e qual o objetivo e estrutura deste.

No capítulo 2, apresenta-se um resumo histórico de como surgiu a consciência ecológica, porque é que se tornou a ACV – Análise de Ciclo de Vida um dos métodos preferenciais da análise do impacto ambiental de um produto e quais os parâmetros visados nesta metodologia. Também neste capítulo se expõe qual a informação disponibilizada para efetuar o levantamento do impacto ambiental de um produto, desenvolvendo-se nomeadamente a informação que nos é facultada no ICE – Inventory of Carbon & Energy e no programa BEES - Building for Environmental and Economic Sustainability.

Para além destes temas, aborda-se a influência de outros critérios a ter em conta na decisão de escolha de um produto e qual a importância destes para o efeito.

Seguidamente, expõe-se no capítulo 4 o modelo proposto utilizar neste trabalho e, no capítulo 5, a sua aplicação com dois casos de estudo, um sobre tintas interiores e outro sobre pavimentos interiores. No final deste capítulo analisa-se os resultados obtidos.

No último capítulo apresenta-se as conclusões gerais, propostas de trabalhos futuros e bibliografia.

## 2 - AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA

### 2.1 - INTRODUÇÃO

O homem desde os primórdios da sua existência sempre interagiu com o meio envolvente para dar resposta às suas necessidades, mas com a industrialização, alguns impactos ambientais ganharam uma dimensão nunca antes vista, uma vez que começaram a surgir fenómenos como as chuvas ácidas, o “El Niño” [2], o buraco na camada de ozono [3], o aquecimento global, entre muitos outros que são sinais de alerta para o facto de estarmos a atingir alguns limites, pois estes são considerados fatores geradores das mudanças climáticas [4], afetando dessa forma os ecossistemas a uma velocidade acelerada.

Para alguns autores [5] as consequências das mudanças climáticas são imprevisíveis, podendo mesmo comprometer a sobrevivência da espécie humana. Por exemplo, o fenómeno do efeito de estufa é também responsável pelas seguintes consequências:

- ✓ O degelo de glaciares e calotas polares;
- ✓ A subida do nível médio dos oceanos;
- ✓ Mudanças nos regimes de chuvas e ventos, com intensificação de fenómenos extremos como furacões, tufões, ciclones, tempestades tropicais e inundações;
- ✓ Intensificação do processo de desertificação e acesso à água potável;
- ✓ Perda da Biodiversidade;
- ✓ Perda de áreas agrícolas;
- ✓ Aumento de algumas doenças transmissíveis por alguns vetores;
- ✓ Aumento do risco de incêndio, entre outros.

Mas como surgiu a consciência ecológica? Podemos dizer que surgiu no século XIX com o início da industrialização, onde apareceram os primeiros problemas, problemas para a saúde humana, ambientais, entre outros, que desencadearam soluções no âmbito da saúde com o desenvolvimento da medicina no trabalho e a nível ecológico com as primeiras ações ambientais.

As primeiras medidas de proteção ambiental conhecidas foram implementadas como forma de combate aos fumos poluentes provocados sobretudo pela combustão do carvão em Inglaterra, são elas, em 1843, pela Manchester Association for the Prevention of Smoke e, em 1863, pela Britain’s Alkali and Public Health Acts, que foi a primeira legislação com o objetivo de regular os problemas de saúde resultantes de atividades industriais [6].

O pioneirismo na proteção ambiental no século XIX deve-se aos Ingleses, no entanto, o movimento ambientalista desenvolveu-se também nos Estados Unidos da América com a criação de várias organizações pioneiras e dos primeiros parques nacionais dos quais se destaca a criação em 1872 do Parque Nacional de Yellowstone [7].

Na primeira metade do século XX, a temática ambiental não teve grande expressão sendo esta mantida pelos movimentos humanista e naturalista.

Só com o final da segunda grande guerra e com a mediatização de estudos científicos é que a temática Ambiental ganha projeção e se instala nas preocupações públicas, sociais e políticas. Conjuntamente com a consciencialização das questões demográfica/fome e nuclear, esta última desencadeada pela explosão da bomba atômica de Hiroshima/Nagasaki que deu origem a movimentos anti-nuclear, anti-desarmamento e agitação civil, é que o tema “Ambiente” se torna numa pressão política à qual tem de ser dada resposta [8].

Na sequência do modelo económico adotado nos países industrializados na década de 1960, começa-se a sentir as suas consequências, nomeadamente o registo de níveis alarmantes de poluição atmosférica nos grandes centros urbanos (Los Angeles, Nova York, Chicago, Berlim, Tóquio e Londres). Em 1970 surge o conceito de “desenvolvimento sustentável”, originado pela discussão controversa sobre qual a relação “crescimento económico” versus “meio ambiente” que pretendemos. Neste contexto, surge em 1972 a Conferência de Estocolmo, organizada pela ONU sob a temática “Meio Ambiente Humano”, na qual participaram 113 países, dando origem à “Declaração sobre o Ambiente Humano” e a um plano de ação. Estes documentos são a base das atuais políticas de gestão ambiental [9].

Para além de outras ações e conferências que foram decorrendo ao longo dos anos, só em 1986, com a elaboração do relatório intitulado “Our Common Future”, também conhecido por relatório de Brundtland, é que o conceito ficou definido da seguinte forma: “Desenvolvimento Sustentável é o desenvolvimento que responde às necessidades das gerações presentes sem comprometer a possibilidade de satisfazer essas mesmas necessidades às gerações futuras” [10].

No seguimento desta definição, na Rio-92, Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento Humanos e Fórum Global, a qual produziu um documento denominado “Agenda 21”, instituiu-se o conceito de desenvolvimento sustentável como sendo o desenvolvimento harmonioso das limitações ecológicas do planeta para que as gerações futuras tenham a possibilidade de existir e viver bem, de acordo com as suas necessidades (melhoria da qualidade de vida e das condições de sobrevivência) [11].

Tabela 1 - Principais momentos da relação economia-meio ambiente (Fonte [12])

Ano	Local	Evento	Ações / Resultado
1971	Founex, Suíça	Encontro preparatório para a conferência de Estocolmo	
1972	Estocolmo, Suécia	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano	Discussão entre países desenvolvidos e em vias de desenvolvimento das questões ambientais globais e o desenvolvimento. Resultados: Programa Ambiental das Nações Unidas; conjunto de conferências nas Nações Unidas sobre alimentação, habitação, população, direitos humanos e das mulheres e forma de interação humana com o ambiente.
1974	Cocoyoc, México	Conferência das Nações Unidas sobre o Comércio e Desenvolvimento	Nova percepção da relação entre a sociedade e o meio ambiente, existindo limites ambientais e sociais para o desenvolvimento econômico.
1975	Suécia	Relatório da Fundação Dag-Hammarskjöld	Analisa o abuso de poder e sua interligação com a degradação ecológica
1982	Nairobi, Quênia	Conferência de Estocolmo + 10	Criação da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED, implementada em 1983).
1986		Relatório "Our Common Future"	Definição do conceito de desenvolvimento sustentável. Preparação do mundo para a necessidade da Rio'92.
1991/92	Nova Iorque, EUA	Encontros Preparatórios para a Conferência do Rio	
1992	Rio de Janeiro, Brasil	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento Humanos e Fórum Global	Assinatura de documentos diversos pelos líderes das nações que sintetizam as preocupações do planeta relativamente às questões ambientais. Agenda 21, Declaração do Rio, Declaração de Princípios sobre o uso das Florestas, Convenção sobre a Diversidade Biológica e Convenção-Quadro sobre Mudanças Climáticas. Criação, em 1993, da Comissão de Desenvolvimento Sustentável para avaliar a implementação da Agenda 21.
	Istambul, Turquia	Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos - Habitat II	Papel do setor da Construção Civil na procura pelo desenvolvimento sustentável dos países, regiões e municípios.
1997	Cairo, Egito	Sessão Especial da Assembleia-geral das Nações Unidas (Rio + 5)	Avaliar a implementação da Agenda 21 no planeta. Obstáculos apontados: exiguidade de recursos financeiros, aumento das dívidas externas dos países em desenvolvimento, falhas na transferência de tecnologia, redução dos níveis produtivos e consumo nos países industrializados.
1997	Kyoto, Japão	Protocolo de Kyoto	Definição dos objetivos para a redução da produção dos gases que contribuem para o efeito estufa
2002	Bali, Indonésia	Encontro Preparatório para a Conferência de Joanesburgo	Obtenção de consenso na ratificação e implementação mais eficiente das conversações e acordos internacionais relacionados com o meio ambiente e com o desenvolvimento, como o Protocolo de Quioto.
2002	Joanesburgo, África do Sul	Cúpula Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável (Rio + 10)	O menos efetivo dos grandes encontros globais. Desenvolvimento sustentável como o conceito aberto a múltiplas intervenções.
2009	Copenhaga, Dinamarca	Realização da conferência de Copenhaga sobre alterações climáticas	

O desenvolvimento referido pela Comissão é entendido como uma procura permanente de equilíbrios e compromissos entre:

- ✓ Os interesses das gerações atuais e futuras;
- ✓ Os interesses dos países industrializados do Norte e os países em desenvolvimento do Sul;
- ✓ As necessidades dos seres humanos e a preservação dos ecossistemas;
- ✓ Os interesses dos diferentes grupos sociais no mesmo país;
- ✓ O urbano e o rural. Para se conseguir atingir um desenvolvimento sustentável existe a necessidade de equilibrar a tecnologia e o ambiente, este entendido como parte integrante do processo de desenvolvimento.

Na Tabela 1, indica-se quais os momentos mais relevantes na relação economia-meio ambiente.

Como reforço da consciência ambiental estão os acidentes graves que foram ocorrendo e sendo mediatizados contribuindo para a sensibilização e esclarecimento da opinião pública para esta temática, eis alguns deles [13] [14]:

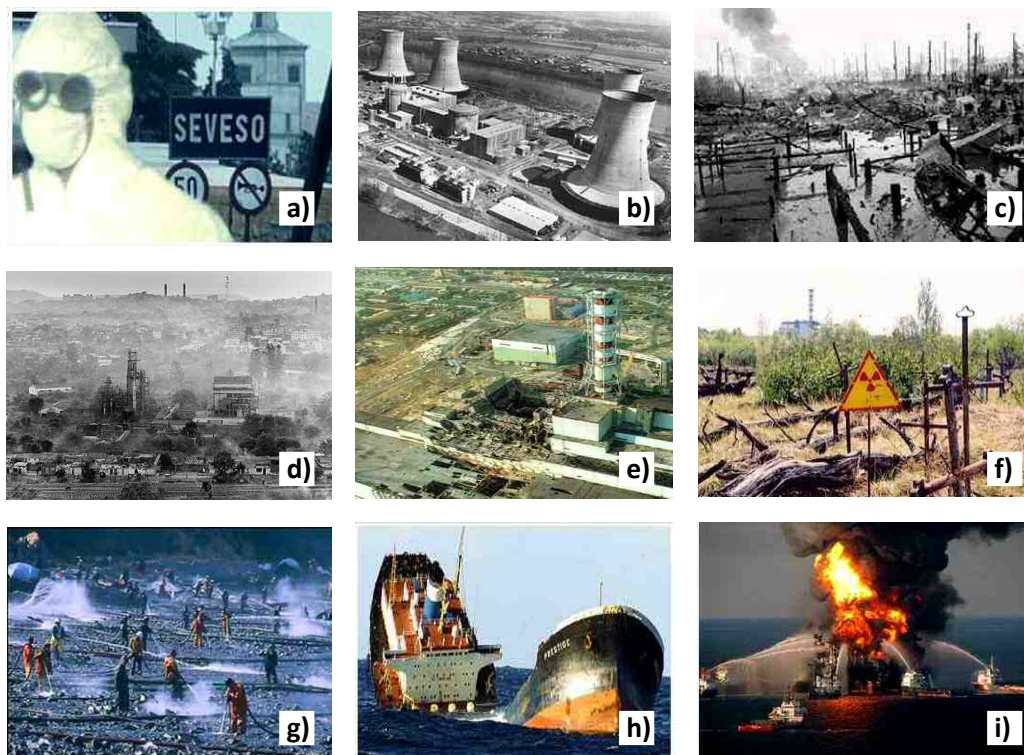


Figura 1 - Acidentes com grande impacto ambiental

- a) 1973 – Knaspsack, Alemanha - Acidente ocorrido na cidade de Knaspsack, a qual foi declarada inabitável por causa da poluição do ar;
- b) 1976 – Seveso, Itália – [Figura 1 a)] Em 10 de Julho de 1976, a empresa ICMESA libertou para a atmosfera a dioxina TCDD (2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina), devido à rotura de um tanque de armazenagem, causado pelo fato de o processo de fabrico do, 2,4,5-triclorofenol, um herbicida, fungicida, e produtos químicos intermediários ter ficado a meio. A dioxina libertada depositou-se na planície Lombarda (entre Milão e o lago de Como), estando associada a esta a morte de 3.000 animais. Para além destes, mais 70.000 tiveram de ser abatidos para evitar a contaminação da cadeia alimentar. Não está associado a este acidente a morte de seres humanos, no entanto, atribui-se a este o aparecimento de cloracne e outros sintomas em 193 pessoas, uma vez que as mesmas se encontravam na zona afetada.
- c) 1979 – Pensilvânia, Estados Unidos da América – No dia 28 de Março de 1979, atribui-se à falha de equipamento, causada pelo mau estado do sistema técnico e principalmente por erros humanos de decisão e operação, o acidente da Central Nuclear de “Three Mile Island” [Figura 1 b)]. Estes fatos, conjugados com o corte de custos na manutenção, levaram a que fossem utilizados nas reparações de manutenção materiais de qualidade inferior, o que desencadeou uma série de acontecimentos que fizeram com que o núcleo do reator reagisse aquecendo, parou de aquecer e a pressão aumentou. Seguiu-se uma descarga de 1,5 milhões de litros de água radioativa no rio Susquehanna, libertaram-se para a atmosfera gases radioativos, tendo outros elementos radioativos atravessado as paredes do reator. Um dia depois foram efetuadas medições e registou-se num raio de 16 quilómetros valores oito vezes superiores ao máximo considerado letal, tendo a ordem de evacuação num raio de 8 quilómetros (5 milhas) de mulheres grávidas e crianças em idade pré-escolar surgido apenas dois dias após o acidente. No seguimento deste anúncio, nos dias seguintes registou-se o abandono voluntário daquela zona de 140.000 pessoas.
- d) 1984 – Vila Socó, Brasil [Figura 1 c)] – No dia 24 de Fevereiro, pelas 22h30m, em Vila Socó, uma povoação constituída por palafitas construída numa zona alagadiça, os habitantes repararam na fuga de gasolina a partir de um oleoduto que passava nas proximidades. Com a agitação provocada pelas marés, o combustível espalhou-se, sucedendo 2 horas após o início da fuga o pior, ignição seguida de incêndio, queimando as palafitas.

Oficialmente, consta que morreram noventa e três pessoas, no entanto, julga-se que esse número seja de aproximadamente quinhentas, uma vez que houve alunos que deixaram de comparecer na escola, houve corpos não reclamados, julgando-se por isso que morreram famílias inteiras no incêndio. Este acidente deveu-se ao mau alinhamento entre tubagens por um operador durante a sua instalação, e iniciou a trasfega da gasolina por uma outra tubagem que se encontrava fechada, criou sobrepressão e esta cedeu, espalhando cerca de setecentos mil litros deste combustível pelo mangal.

- e) 1984 – Bhopal, Índia [Figura 1 d) – Este é considerado um dos piores desastres industriais de que há memória. Na fábrica de pesticidas da Union Carbide (atualmente, pertencente à Dow Chemicals), na madrugada do dia 3 de Dezembro de 1984, ocorreu o derrame de quarenta toneladas de gases tóxicos, expondo mais de quinhentas mil pessoas àquelas substâncias, das quais 2800 a 3400 morreram de imediato, sendo este apontado como a causa de aproximadamente vinte e sete mil mortes, cinquenta mil pessoas ficaram incapacitadas para o trabalho e cento e cinquenta mil ainda sofrem os efeitos deste acidente. Consta que esta unidade fabril permanece abandonada desde o acidente, estando ainda espalhados dentro e na zona envolvente à fábrica, materiais, produtos e resíduos perigosos contaminando o solo, as águas superficiais e subterrâneas.
- f) 1986 – Acidente na Central Nuclear de Chernobyl, Ucrânia [Figura 1 e) e 1 f)] – Este acidente tornou-se uma referência para o grau máximo de acidente nuclear, pois é o pior de que há memória na história para este tipo de energia. Estima-se que o material radioativo libertado neste acidente é equivalente a 30/40 vezes a radioatividade libertada pelas bombas atômicas lançadas sobre Hiroshima e Nagasaki. O acidente aconteceu na madrugada do dia 26 de Abril de 1986, no entanto só no dia 28 de Abril é que a União Soviética assumiu o acidente devido à pressão efetuada pela comunidade internacional, pois no dia anterior, na Central Nuclear de Forsmark (Suécia) foram evacuados todos os funcionários daquela unidade devido aos monitores de radiação terem registado a presença de elementos radioativos (iodo e cobalto). Após análise das instalações por especialistas, verificou-se que a central não tinha qualquer problema e que a radiação estava no ar, com origem no interior do território da Ex-União Soviética. Como consequências diretas, temos a morte ou danos decorrentes da exposição à radiação dos moradores, trabalhadores envolvidos na resolução desta tragédia. Para além destes, têm surgido relatos que os animais desta zona nascem cada vez mais com defeitos congénitos e

crecem naquela área árvores (pinheiros e choupos) anormalmente grandes. Outra consequência grave é a entrada da radiação no ciclo da água, o que irá afetar para além da fauna e flora local, cerca de dez milhões de pessoas. Estudos continuam a ser efetuados sobre esta catástrofe e as consequências não param de aumentar [15].

- g) 1989 – Exxon Valdez, Alasca [Figura 1 g)] – No dia 24 de Março de 1989, na enseada do Príncipe Guilherme, na costa do Alasca, o navio “Exxon Valdez”, da empresa ExxonMobil, encalhou derramando para o mar cerca de 257.000 barris de petróleo. A figura demonstra o esforço efetuado pelas equipas para limpar o crude que afetou toda aquela zona da costa. Como consequência deste desastre ambiental, centenas de milhares de animais acabariam por morrer. Estima-se que morreram 250.000 pássaros marinhos, 2.800 lontras, 250 águias, 22 orcas e bilhões de ovos de salmão. A limpeza custou 2,5 bilhões de dólares.
- h) 2002 – Navio Prestige, Espanha [Figura 1 h)] – O navio grego Prestige sofreu danos no seu casco, julga-se que tenha sido devido à tempestade que enfrentou ao largo da costa da Galiza, Espanha, no dia 13 de Novembro de 2002, derramando por esse motivo cerca de cinco mil toneladas de fuelóleo que transportava. No dia 19 de Novembro de 2002, o navio parte-se em dois e afunda-se. Estima-se que tenha libertado onze milhões de litros de óleo, afetando a indústria pesqueira local, setecentas praias numa zona de grande importância ecológica e quinze mil aves tendo morrido outras vinte mil na sequência deste acidente. Sensivelmente mês e meio após o acidente, a mancha de óleo encontrava-se a 50 km da costa francesa. Para controlar o derrame, no dia 2 de Dezembro, utilizou-se um submarino (Nautile) que efetuou várias operações de avaliação e controlo da situação a 3.600 metros de profundidade. Em 2004 recolheu-se no fundo do mar, a 4.000 metros de profundidade, aproximadamente 95% do petróleo que ali restava, no âmbito da campanha da Repsol YPF "Prestige Recovery Project".
- i) 2010 – Deepwater Horizon, Golfo do México [Figura 1 i)] – Esta plataforma petrolífera da empresa BP no golfo do México, tinha por missão perfurar poços de petróleo no subsolo marinho. Quando terminasse a perfuração, esta plataforma deslocar-se-ia para outro local e a extração ficaria a cargo de outra plataforma e equipa para o efeito. No dia 20 de Abril de 2010, a 80km ao largo de Nova Orleães, ocorreu uma explosão que viria a causar dois dias depois o naufrágio da plataforma, derramando cerca de 4,9

milhões de barris de crude, o qual prejudicou o habitat de centenas de espécies de aves. Houve muita dificuldade na selagem da entrada do poço perfurado devido à profundidade a que este se encontrava.

Como podemos verificar pelo exposto, a preocupação ecológica e o seu impacto na humanidade, fauna e flora, tem sido até aos nossos dias, uma constante nas últimas décadas. Quanto mais esclarecidos ficamos sobre este assunto, mais se sente que é imperioso fazer algo que minimize a pegada ecológica, nomeadamente “mexendo nas variáveis da equação” que podem alterar o resultado final. Uma das principais variáveis é a atividade humana considerada por alguns autores como uma das causas principais para as mudanças climáticas [5].

Por todos os motivos referidos, a preocupação ecológica é um fato, sendo ela por si só fonte geradora de ideias, que podem ir desde simples gestos, mudanças de atitude até ao desenvolvimento e elaboração de ferramentas mais complexas como equipamentos ou programas informáticos.

No meio empresarial, surgiram alguns métodos de análise do impacto ambiental causado pela produção de produtos em todas as fases da sua existência, o mais utilizado e aceite é a ACV - Análise de Ciclo de Vida, método este, também utilizado na indústria da construção para avaliação de materiais ou projetos.

## 2.2 - HISTÓRICO DO DESENVOLVIMENTO DA ACV

Atualmente existe um procedimento normalizado pela ISO 14040:1997, denominado de ACV – Análise de Ciclo de Vida, mas até se chegar a este documento foi necessário percorrer um longo percurso e efetuar uma série de estudos que serviriam de base à elaboração desta norma.

Das primeiras referências que se conhecem sobre um estudo semelhante à ACV, foi em 1963, quando Harold Smith na “World Energy Conference” apresentou os primeiros conceitos semelhantes a este tipo de análise, nomeadamente o cálculo de energia intrínseca requerida para a produção de produtos químicos.

De acordo com a mesma fonte, a pedido de uma empresa de refrigerantes, a “The Coca-Cola Company”, foi realizado em 1969 pelo MRI - Midwest Research Institute, a primeira análise de inventário de ciclo de vida que pretendia responder à questão “Qual o recipiente que menos afeta as reservas de recursos naturais, consome menor quantidade de energia e menos afeta o ambiente com os seus resíduos?”. Neste estudo, denominado REPA – Resource and Environmental Profile Analysis quantificou-se o uso de matérias-primas, energia e emissões ambientais em diversos processos utilizados na produção de embalagens.

A pedido da EPA - Environmental Protection Agency, foi realizado pelo MRI - Midwest Research Institute, em 1974 um estudo mais exaustivo com base no REPA envolvendo diversas outras fontes de energia. Este estudo suscitou tanto interesse que os investigadores da MRI fundam um dos maiores escritórios de consultoria em ACV dos EUA, a “Franklin Associates”. Na década de 70, desconhecia-se por razões várias o impacto ambiental que a produção de um produto apresentava, principalmente pela falta de informação fornecida pelas empresas fabricantes na respectiva ACV conjuntamente com a crise do petróleo, fez com que este tipo de análise praticamente caísse no esquecimento, mantendo apenas algumas empresas como a “Franklin Associates” este tipo de estudos.

Só nos anos 80, incentivado pelo Green Movement na Europa, se voltou a dar importância à ACV devido ao crescimento da produção de lixo doméstico, principalmente dos desperdícios de alimentos e embalagens. Com os novos conhecimentos tecnológicos e ambientais este tipo de análise ganhou relevância em análises de impacto ambiental de embalagens. Também nesta década, a Comissão Europeia criou o Diretório Ambiental (DG X1) e o Liquid Food Container Directive em 1985 que obrigava as empresas a monitorizar o consumo de recursos naturais e a produção de resíduos durante o processo de produção/transformação dos seus produtos [16] [17] [18] [19].

Foi nesta altura que surgiu a necessidade de uniformizar um método de análise, pois fizeram-se muitos estudos ACV, e verificou-se a não coerência de resultados, porque não existia um método comum de análise e estes fundamentavam-se em bases

de dados diferentes. Com o intuito de avançar com essa uniformização, o “SETAC - Society of Environmental Toxicology and Chemistry” organizou, em 1990, um seminário internacional sob o tema “Life Cycle Assessment”, termo este que se impôs em detrimento de outros utilizados até então (Ex: REPA – Resource and Environmental Profile Analysis) por quem trabalhava na área, principalmente na Europa e Estados Unidos. No referido seminário foram lançadas algumas das bases que originaram a futura legislação europeia [20] [21].

Mas porque é que se decidiu a partir daqui incluir a reciclagem nos referidos estudos? Havendo uma consciencialização global de que se estavam a esgotar rapidamente as jazidas de petróleo e de outras matérias-primas [22], na década de 80, através da Declaração da Conferência de Nairobi há uma chamada de *“atenção particular ao papel das inovações técnicas, no sentido de promover a substituição, a reciclagem e a conservação de recursos naturais”* [23], razão pela qual os órgãos de comunicação social começaram a difundir o termo reciclagem e a mostrar como fazer, como forma de alerta. Desta forma sensibilizou-se a população para o fato de o espaço disponível para a deposição de resíduos começar a faltar.

Foi nesta altura que surgiu e se divulgou a política dos três “R”, Reciclar, reutilizar e reduzir o desperdício, desta forma minimizaríamos o impacto ambiental associado à atividade humana, razão pela qual se começou a incluir a reciclagem nos estudos de ACV [24].

Foi também em 1990, que foi levado a cabo na Suíça um estudo patrocinado pelo Ministério do Meio Ambiente que originou uma base de dados oficial. Este estudo consistiu na comparação de danos causados pela rejeição para o meio ambiente das embalagens mais utilizadas na comercialização de leite, nomeadamente as garrafas de vidro, as embalagens de papelão revestidas com lâmina de alumínio no seu interior (Tetrapack), assim como as garrafas de policarbonato reutilizáveis, utilizando a metodologia ACV, [25] [20].

Outro marco importante foi o desenvolvimento em 1991 do primeiro programa informático para analisar a ACV, o Ökobase I e II, que foi desenvolvido por Habersatter e Widmer [20].

Em 1993, a ISO – International Organization for Standardization criou um comité (Comité Técnico CT 207) responsável pela criação das normas da série ISO 14000, que têm por objetivo definir as diretrizes sobre a área de gestão ambiental das empresas [26], [27].

Em 1997 foi finalmente lançada a ISO 14040:1997, que define quais os princípios e estrutura que uma ACV deve cumprir. Esta norma foi transposta para o nosso direito interno pela NP EN ISO 14040:2005, entretanto revista pela NP EN ISO 14040 de Junho de 2008, sendo esta a versão mais atualizada [20], [21], [28].

Desde então, a legislação tem vindo a ser transposta para o direito interno dos vários países que a adotaram, tem vindo a ser revista, tornando-se cada vez mais

específica; por outro lado o número de programas com base neste tipo de análise tem vindo a aumentar, bem como as bases de dados em que estes se baseiam e a sua fiabilidade. Com todos estes ajustes e ferramentas disponíveis, a implementação desta metodologia tem-se generalizado pelas instituições, empresas e sido alvo de desenvolvimento académico/científico em todo o mundo.

## 2.3 - EM QUE CONSISTE UMA ANÁLISE DE CICLO DE VIDA?

A ACV, também designada por LCA – Life Cycle Assessment, de acordo com a norma [28], aborda os aspetos ambientais e os potenciais impactos ambientais (por exemplo, utilização de recursos e consequências ambientais das emissões e descargas) ao longo de todo o ciclo de vida do produto, desde a obtenção das matérias-primas, passando pela produção, utilização, tratamento no fim-de-vida, reciclagem e deposição final, ou seja uma análise designada do berço ao túmulo (cradle to grave).

As categorias de impactos ambientais usualmente utilizadas neste tipo de análise podem ser:

- ✓ Consumo de recursos não renováveis;
- ✓ Consumo de água;
- ✓ Potencial de aquecimento global;
- ✓ Potencial de redução de camada de ozono;
- ✓ Potencial de eutrofização;
- ✓ Potencial de acidificação;
- ✓ Potencial de formação de smog;
- ✓ Toxicidade humana;
- ✓ Toxicidade ecológica;
- ✓ Produção de resíduos;
- ✓ Uso de terra;
- ✓ Poluição do ar;
- ✓ Alteração de habitats;

Mas, dependendo do local onde a análise é efetuada, a ponderação associada a cada uma destas categorias pode variar, por exemplo, num país onde a água é um recurso escasso, o impacto ambiental associada à categoria “consumo de água” será naturalmente maior do que num país onde este recurso seja abundante.

Na Tabela 2, apresenta-se dois exemplos de ponderações diferentes utilizadas na Análise de Ciclo de Vida de duas instituições diferentes, a Universidade de Harvard e a E.P.A. – Environmental Protection Agency.

Tabela 2 - Diferentes ponderações de categorias de impactos ambientais (Fonte [29])

Categoria	Universidade de Harvard	EPA
Aquecimento global	6	24
Acidificação	22	8
Eutrofização	11	8
Consumo de combustíveis fósseis	11	8
Qualidade do ar interior	11	16
Alteração de habitats	6	24
Consumo de água	11	4
Poluentes aéreos	22	8

São várias as aplicações que uma ACV pode ter, desde a definição de cenários de prioridade e de política ambiental, desenvolvimento de produtos, até à rotulagem ecológica e regulação, tornando-se desta forma uma ferramenta importantíssima no apoio à decisão e na definição da política ambiental de uma empresa por exemplo.

Atualmente as normas ISO que regulamentam a ACV são:

- ✓ ISO 14040 (2006) – Avaliação do Ciclo de Vida – Princípios e enquadramento;
- ✓ ISO 14041 (1998) – Definição de objetivo e âmbito e análise do inventário;
- ✓ ISO 14042 (2000) – Avaliação do impacto do ciclo de vida;
- ✓ ISO 14043 (2000) – Interpretação do ciclo de vida;
- ✓ ISO 14044 (2006) – Requisitos e linhas de orientação;



Figura 2 - As fases do Ciclo de Vida [30]

A Figura 2, representa um esquema que nos indica outros conceitos importantes a ter em conta numa ACV, nomeadamente, saber definir as entradas e saídas do sistema, bem como as suas fronteiras.

As entradas de um sistema podem ir desde a extração de matéria prima, consumo de água, aquisição de materiais ou energia necessárias ao(s) processo(s) em causa.

A fronteira do sistema, consiste em criar os limites, ficando claramente definido qual o objeto-alvo da análise a efetuar, a qual deve considerar todas as tarefas, processos, meios, materiais, recursos, desde a extração, transporte, produção/transformação, utilização e gestão do seu fim de vida (deposição em aterro, reciclagem, etc...).

As saídas, são todos os produtos resultantes do processo de fabrico, sejam eles subprodutos, efluentes, resíduos, emissões gasosas que devem ser identificadas neste ponto.

Após estar bem definida a fronteira do sistema a analisar, podemos avançar para a análise de ciclo de vida.

Esquemáticamente, a estrutura de uma ACV é representada de acordo com a Figura 3:

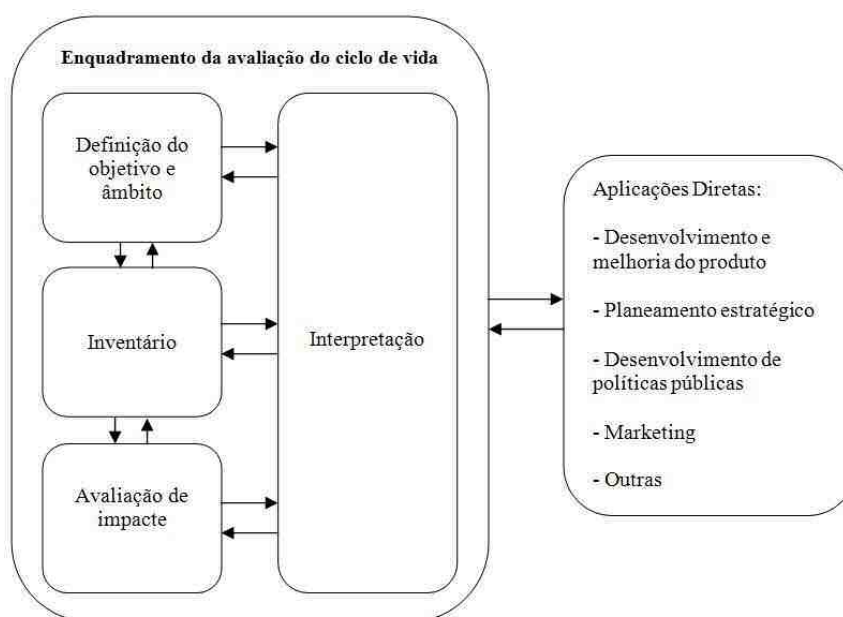


Figura 3 - Estrutura de uma ACV (Fonte: [28])

Podemos observar que o processo de análise do ciclo de vida de um produto é iterativo, pois está constantemente a ser interpretado em cada uma das suas fases para se tomarem medidas corretivas, caso seja necessário.

Os estudos de ACV devem incluir na sua estrutura os seguintes capítulos:

- ✓ Definição do objetivo e do âmbito - Define e descreve o produto, processo ou atividade. Estabelece o contexto no qual a avaliação é para ser feita e identifica os limites e efeitos ambientais a serem revistos para a avaliação.
- ✓ Inventário - Identifica e quantifica a energia, água e materiais utilizados e descargas ambientais (por exemplo: emissões para o ar, deposição de resíduos sólidos, descargas de efluentes líquidos)
- ✓ Avaliação de impacto - Analisa os efeitos humanos e ecológicos da utilização de energia, água, e materiais e das descargas ambientais identificadas na análise de inventário.
- ✓ Interpretação de resultados - Avalia os resultados da análise de inventário e efetua a análise de impacto para selecionar o produto preferido, processo ou serviço com uma compreensão clara das incertezas e suposições utilizadas para gerar os resultados.

Este último ponto é fulcral, uma vez que as melhorias e medidas corretivas (se necessárias), dependem da interpretação dos resultados.

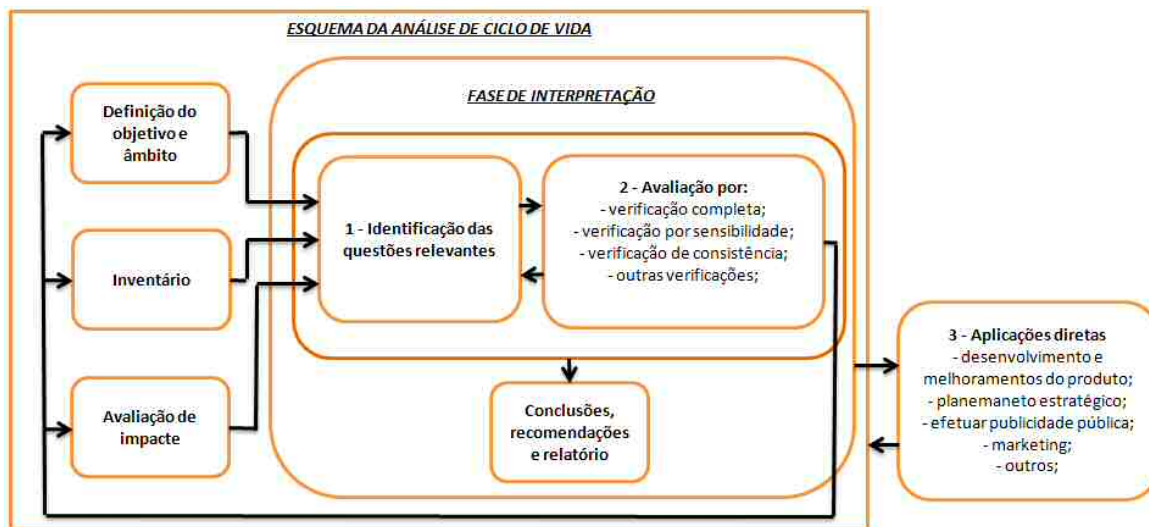


Figura 4 - Esquema da ACV, com pormenorização da fase de interpretação (Fonte: [31])

A interpretação do ciclo de vida é um processo sistemático para identificar, qualificar, verificar e avaliar informação a partir dos resultados da análise do impacto do ciclo de vida.

A vantagem de fazer adequadamente esta interpretação é o fato de esta poder evidenciar algumas semelhanças com outras técnicas de gestão ambiental, concentrando-se no resultado.

A Interpretação do ciclo de vida inclui a comunicação, para dar credibilidade aos resultados de outras fases da LCA, de forma que seja compreensível e útil para a tomada de decisões.

Mas quais as vantagens e desvantagens de uma Análise de Ciclo de Vida? [32]

Vantagens de um estudo ACV

- a) Este método é o único que permite identificar a transferência de impactos ambientais de um meio para o outro (por exemplo, a eliminação de emissões atmosféricas pode ser feita à custa do aumento das emissões de efluentes líquidos) e/ou de um estágio de ciclo de vida para o outro (por exemplo, da fase de aquisição de matérias-primas para a fase de utilização).
  
- b) Numa situação em que estejamos perante dois produtos, podemos ter a sensação que o produto A, por necessitar de menos matérias-primas na fase de produção do que o produto B é melhor para o ambiente, no entanto, porque na elaboração de um estudo ACV são considerados todos os estágios do ciclo de vida, podemos vir a averiguar que o produto A é o que causa maior impacto no ambiente devido a um maior consumo de energia durante a fase de utilização que o produto B. Sem um estudo ACV, difíceis situações deste género serão detetadas.
  
- c) O estudo ACV pode ajudar os responsáveis pela tomada de decisão na otimização do espaço visado, métodos, escolha de processos ou produtos que causem um menor impacto no ambiente, quando cruzados com outra informação como dados de performance ou custos.

Ao elaborar um estudo ACV, quem pesquisa pode:

- ✓ Desenvolver uma avaliação sistemática das consequências ambientais associadas a um dado produto;
  
- ✓ Analisar os balanços (ganhos/perdas) ambientais associados a um ou mais produtos/processos específicos de modo a que os visados (estado, comunidade, etc...) aceitem um plano de intervenção;

- ✓ Apurar quais os estágios que mais contribuem para as descargas ambientais, uma vez que as emissões para a água, solo e ar são quantificadas;
- ✓ Alertar para a identificação de trocas significativas de impactos ambientais entre estágios de ciclo de vida e meio ambiente;
- ✓ Identificar o impacto de um produto/processo ou comparar o impacto ambiental na saúde humana entre dois ou mais produtos/processos concorrentes;
- ✓ Avaliar o impacto ambiental a vários níveis (local, regional, mundial) decorrente do consumo de materiais e descargas ambientais;

Temos como desvantagens de um estudo ACV, o seguinte:

- ✓ Processo muito moroso;
- ✓ Exige grandes quantidades de dados sobre os impactos ambientais dos materiais, para as diversas fases que constituem o ciclo de vida;
- ✓ Devido à morosidade e aos muitos recursos normalmente envolvidos num processo desta natureza, deverá ser apurado antes de iniciar o estudo, quais os benefícios previsíveis que este pode trazer de modo a garantir o financiamento daquele.
- ✓ Existe um grau de incerteza associado, pois não é possível saber se 1 tonelada de dióxido de enxofre é mais poluente que a emissão de 3 toneladas de dióxido de carbono, ou se a poluição da água é mais gravosa que a poluição do ar, entre outros exemplos possíveis.

## 2.4 - COMPONENTES DA ACV

### 2.4.1 - COMPONENTE AMBIENTAL

#### 2.4.1.1 - INTRODUÇÃO

Pretende-se nos dois pontos seguintes, clarificar qual o impacto ambiental associado a um produto de construção e a um projeto de construção. A diferença entre estes impactos, justifica a sua análise em separado, primeiro porque os materiais de construção têm um impacto profundo devido à extração de matéria prima e são fabricados em ambiente controlado, e segundo porque um projeto de construção tem uma logística associada à construção e um peso ambiental durante a sua utilização que evidencia a importância de ser feita a análise isolada de cada um destes pontos.

#### 2.4.1.2 - IMPACTO AMBIENTAL ASSOCIADO A UM PRODUTO

A produção de materiais de construção tem associado a si impactos ambientais muito significativos uma vez que implica na maioria das vezes extração de matérias-primas, recursos esses que não são inesgotáveis. Apesar de não ser consensual a duração prevista para as reservas, a noção importante a reter é que estas não são infinitas, devendo por isso ser privilegiados os materiais que minimizem o impacto ambiental associado a esta atividade.

Tabela 3 - Quantidade de matérias-primas geradas durante o processo extrativo (Fonte [29])

Matéria-prima	Quantidade de rocha ou solo extraído (Milhões de Toneladas)	Quantidade que é aproveitada (%)
Ferro	25503	40
Cobre	11026	1
Zinco	1267	0,05
Alumínio	869	30
Chumbo	1077	2,5
Estanho	195	1
Níquel	387	2,5
Tungsténio	125	0,25
Manganês	75	30

Para além da questão das reservas, esta atividade tem associada a si a destruição da biodiversidade inerente à produção de resíduos, alguns deles tóxicos, resultando em escomboreiras de grandes dimensões. Na Tabela 3 podemos observar por matéria-prima, qual a quantidade aproveitada (em percentagem) das quantidades de rocha ou solo extraído (em milhões de toneladas).

Como podemos verificar, a maior parte do material extraído é resíduo, sendo este depositado em escomboreiras ao largo das minas, [29] tornando-se num risco ambiental em termos da preservação da biodiversidade, bem como de poluição de fontes de água potável. Desde 1970, houve 30 acidentes ambientais graves em minas, 5 dos quais na Europa. Um deles foi bem próximo de nós, em Espanha, no dia 25 de Abril de 1998 na mina de Aznalcollar, onde rompeu-se um dos aterros de contenção do depósito de lamas tóxicas (Figura 5), das quais cinco milhões de toneladas foram libertadas no rio Agrio, afluente do rio Guadiana. As lamas espalharam-se numa extensão de 40 km contaminando 2650 hectares do Parque Nacional de Doñana, Património Mundial. Em investigações efetuadas, verificou-se a presença de valores elevados de metais pesados em espécies vegetais e animais decorrentes deste acidente.



Figura 5 - Acidente de Aznalcollar, Espanha, 1998 (Fonte [33])

Após termos a matéria-prima disponível, a produção de um material de construção implica muitos outros impactos ambientais, tais como os resultantes do transporte, da energia necessária à sua produção, emissões de GEE - gases de efeito estufa, resíduos, consumo de água no processo, entre outros.

Para calcularmos o seu impacto, temos baseado na ACV, uma série de programas que nos permitem obter essa indicação, nomeadamente o BEES que iremos explorar no ponto 2.9.4, que nos permite efetuar uma avaliação “cradle-to-gate”, ou cradle-to-site”.

Tabela 4 - Quadro com indicação de ferramentas de apoio à ACV na construção civil

ENTIDADE / ORGANIZAÇÃO	LINK
EC Joint Research Centre (JRC) database Europa	<a href="http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub/index.vm">http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub/index.vm</a>
BEAT Dinamarca	<a href="http://www.dbur.dk">www.dbur.dk</a>
Build it Alemanha	Software de avaliação ambiental de edifícios, baseado na ACV;
EcoEffect Suécia	<a href="http://www.ecoeffect.tk">www.ecoeffect.tk</a>
Eco-Install Holanda	Software que calcula o efeito ambiental de uma instalação que integra um projecto de construção civil.
EcoPro Alemanha	<a href="http://cic.vtt.fi/eco/e_ecopro.htm">http://cic.vtt.fi/eco/e_ecopro.htm</a>
EcoProP Finlândia	<a href="http://cic.vtt.fi/eco/e_ecopro.htm">http://cic.vtt.fi/eco/e_ecopro.htm</a>
Eco-Quantum Greencalq Holanda	<a href="http://www.sbr.nl/default.aspx?ctid=2322">www.sbr.nl/default.aspx?ctid=2322</a>
EcoSoft Suíça, Áustria, Alemanha	<a href="http://www.ibo.at">www.ibo.at</a>
Ecotech Alemanha, Áustria	<a href="http://www.ecotech.cc">www.ecotech.cc</a>
OI3-Index Áustria	<a href="http://www.oebox.at">www.oebox.at</a>
Invest Reino Unido	<a href="http://www.bre.co.uk/service.jsp?id=52">www.bre.co.uk/service.jsp?id=52</a>
Equer França	<a href="http://www.uni-weimar.de/scc/PRO/TOOLS/fr-equer.html">www.uni-weimar.de/scc/PRO/TOOLS/fr-equer.html</a>
GEQ Áustria	<a href="http://www.zet.at">www.zet.at</a>
LEGEP Alemanha	<a href="http://www.legep.de">www.legep.de</a>
OGIP Suíça	<a href="http://www.uni-weimar.de/scc/PRO/TOOLS/ch-ogip.html">www.uni-weimar.de/scc/PRO/TOOLS/ch-ogip.html</a>
TEAM Internacional	<a href="http://www.ecobilan.com">www.ecobilan.com</a>

A UE disponibiliza, a partir da página de internet da Comissão Europeia [34], na sua secção do Ambiente, a possibilidade de consultar o documento “Purchasing Recommendations” [43], disponibilizado como complemento de informação à Ficha de Produto para Contratos Públicos Ecológicos. No referido documento pode-se observar, no seu capítulo “6.2 – LCA tools for construction”, a sugestão de diversas ferramentas indicadas para apoiar a avaliação do ciclo de vida dos materiais (Tabela 4), condição esta, necessária para obter a citada ficha.

Por fim, é indicado uma ligação à página de internet da Universidade de Weimar [35], onde é feito um acompanhamento de diferentes ferramentas e instrumentos relacionados com edifícios, mas durante a execução desta tese, o mesmo esteve sempre indisponível.

### 2.4.1.3 - IMPACTO AMBIENTAL ASSOCIADO A UM PROJETO DE CONSTRUÇÃO

O âmbito deste documento centra-se na análise de materiais de construção, no entanto, o objetivo maior dessa análise é garantir que temos no final um produto constituído por elementos sustentáveis que no seu conjunto funcionam de uma forma sustentável. Para esse efeito, e uma vez que a questão “Qual o impacto ambiental de um projeto de construção?” pode facilmente surgir antes, durante ou após a execução do mesmo, vamos fazer esta abordagem para elucidar sobre este assunto.

Um projeto de construção pode incorporar centenas, e por vezes milhares de produtos individuais o que torna a tarefa de ACV complexa e morosa, no entanto é o método preferido na avaliação da pressão ambiental causada pelos materiais, elementos construtivos e totalidade do ciclo de vida de um edifício.

A ACV é sem dúvida uma mais-valia, pois permite equacionar várias soluções alternativas que satisfaçam o desempenho pretendido para o projeto em causa, comparando os diferentes resultados em termos de impacte ambiental.

Tabela 5 - Alguns exemplos de sistemas e ferramentas de avaliação de reconhecimento da construção sustentável

NOME	PAÍS DE ORIGEM
<b>BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method</b>	Reino Unido
<b>LEED - Leadership in Energy &amp; Environmental Design</b>	Estados Unidos da América
<b>CASBEE - Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency</b>	Japão
<b>LiderA - Sistema de Avaliação da Sustentabilidade</b>	Portugal
<b>SBTool - Sustainable Building Tool</b>	Canadá

Para ajudar nesta enorme tarefa, existe atualmente no mercado programas informáticos que permitem reconhecer e avaliar um projeto de construção como sendo sustentável, tais como os que se apresentam na Tabela 5 a título de exemplo.

Um dos problemas associado à utilização destes programas é a não possibilidade de comparar resultados entre eles, isto devido às diferentes ferramentas e sistemas não partilharem o mesmo método para a quantificação do desempenho ambiental [36].

Perante este cenário, o CEN – Centro Europeu de Normalização institui em 2005 o CEN/TC 350 – Comité Técnico 350, denominado “Sustentabilidade dos Trabalhos de Construção”, com o objetivo de padronizar os diferentes métodos de avaliação de sustentabilidade de obras de construção novas e existentes desenvolvidos nos países europeus. Em simultâneo, pretende-se que desenvolvam o enquadramento normativo das DAP – Declarações Ambientais de Produto, também designada em inglês por EPD – Environmental Product Declaration.

Até á data, as pré-normas e normas resultantes do trabalho desta equipa foram [36]:

- ✓ CEN/TR 15941:2010, Sustentabilidade de obras de construção – Declarações ambientais de produto – Metodologia para a seleção e utilização de dados genéricos;
- ✓ EN 15643-1:2010, Sustentabilidade dos trabalhos de construção – Avaliação da sustentabilidade de edifícios – Parte 1: Enquadramento geral;
- ✓ EN 15643-2:2010, Sustentabilidade dos trabalhos de construção – Avaliação de edifícios – Parte 2: Enquadramento à avaliação do desempenho ambiental;
- ✓ FprEN 15643-3, Sustentabilidade dos trabalhos de construção – Avaliação de edifícios – Parte 3: Enquadramento à avaliação do desempenho económico;
- ✓ FprEN 15643-4, Sustentabilidade dos trabalhos de construção – Avaliação de edifícios – Parte 4: Enquadramento à avaliação do desempenho económico;
- ✓ prEN 15978, Sustentabilidade dos trabalhos de construção – Avaliação do desempenho ambiental dos edifícios – Método de cálculo;
- ✓ FprEN 15942, Sustentabilidade dos trabalhos de construção – Declarações ambientais de produto – Formato de comunicação business-to-business;
- ✓ prEN 16309, Sustentabilidade dos trabalhos de construção – Avaliação do desempenho social de edifícios – Métodos.

Em resumo, uma vez que cada projeto de construção é único, os ciclos de vida previstos exceccionalmente longos, podendo atingir as dezenas e até mesmo as

centenas de anos, é natural que a decisão de efetuar uma análise deste tipo seja feita com base numa destas ferramentas disponíveis.

Mas ainda não respondemos à questão inicial, sobre qual o impacto ambiental associado a um projeto de construção?

Neste sentido, serão apresentados exemplos que permitam visualizar a sua implementação. Por exemplo, em edifícios como habitações ou escritórios [36], o impacto ambiental deve-se maioritariamente ao consumo de energia para a climatização. Estima-se que para extrair materiais, transporte e produção o consumo total de energia do ciclo de vida de edifícios convencionais seja aproximadamente 6% a 20%, enquanto na fase de utilização se atingem uns incríveis 80% a 94% e menos de 1% é consumida nos cenários de fim de vida [36] [37].

De acordo com outro estudo, da autoria de Peter Graham [38], o impacto ambiental de uma moradia familiar Australiana é o que se apresenta no gráfico da Figura 6, estando representado no eixo das ordenadas os anos previstos utilizar a moradia (aproximadamente 35 anos) e nas abcissas alguns campos que fazem parte da vivência de uma família, representando cada uma das colunas do gráfico o respetivo impacto associado a três formas energia intrínseca, a inicial ou de construção/produção, de manutenção/reabilitação e de utilização.

O tema da energia intrínseca será desenvolvido no ponto 4.3.3, sendo relevante neste contexto a informação nele disponibilizada para se entender qual o contributo energético nas fases de vida útil do edifício analisadas.

É importante acrescentar que a percentagem de energia intrínseca da fase de utilização depende essencialmente dos hábitos dos ocupantes, pois o edifício pode ser altamente eficiente a nível energético, no entanto, se os utilizadores não souberem tirar proveito dessas características, o edifício pode acabar por ser um grande consumidor de energia anulando a eficiência para o qual foi concebido.

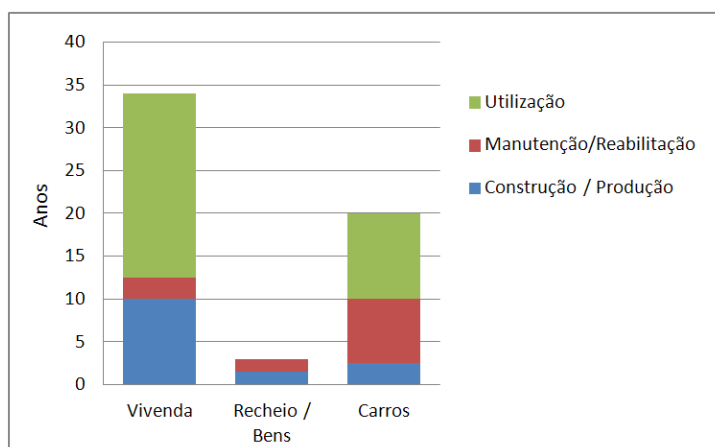


Figura 6 - Estudo sobre a Energia Intrínseca numa moradia (Adaptado de [38])

Analisando o gráfico, podemos constatar que os grandes responsáveis pelo dispêndio de energia são o carro e a moradia, sendo o contributo da coluna do recheio/bens pouco significativa em relação às outras duas.

Na barra da “vivenda”, vemos a importância e o peso que a fase de utilização de um edifício tem, pois 2/3 da sua vida útil correspondem à energia necessária ao seu funcionamento e utilização. Por esta razão, é importante garantir que conjuntamente com um edifício energeticamente eficiente, os utilizadores saibam utilizar essas características do edifício para que a redução da energia intrínseca na fase de utilização surta efeito.

Facilmente se conclui que as equipas de projeto devem prever soluções que minimizem o impacto causado pela utilização de um edifício de escritórios, pois notoriamente esta parcela é a maior responsável pelo impacto ambiental deste tipo de projetos. Noutro tipo de construções como pontes ou barragens, a utilização já não tem este impacto, sendo mais importante nestes casos prever a utilização de materiais eco eficientes.

#### **2.4.2 - A ENERGIA INTRÍNSECA**

Todos temos a noção que um artigo, material, equipamento ou qualquer produto processado pelo homem, não surge espontaneamente na natureza sendo necessário uma série de tarefas, recursos, meios para que o mesmo se apresente à nossa disposição com as qualidades que nos interessam adquirir. Mesmo que exista um material na natureza disponível para utilizarmos, este é normalmente alvo de algum tipo de intervenção ou processamento, por exemplo, ignorando outros requisitos necessários à atividade extrativa, tais como licenças e eventuais questões administrativas, foquemo-nos no seguinte cenário:

Considerando, a título de exemplo, que é necessário extrair areia localizada à beira de um rio, que se encontra a alguma distância sendo necessário recorrer a transporte, para utilização numa intervenção no âmbito da construção civil, é preciso garantir que a mesma não contém elementos orgânicos, sendo necessário por isso, limpar este material, procedendo à sua crivagem para retirar possíveis ramos, ervas, pedras de maior dimensão, etc.

Tabela 6 - Quadro comparativo de meios necessários para a obtenção de areia dependendo da quantidade

QUANTIDADE PRETENDIDA	MEIOS UTILIZADOS
2 baldes	1 Transporte (Viatura ligeira); 2 Baldes; 1 Pá; 1 Pessoa; Limpeza da areia feita manualmente;
1 carrinha de caixa aberta	1 Transporte (Viatura ligeira de mercadorias); 1 Crivo portátil de dimensão média; 2 Pás; 2 Pessoas; Limpeza da areia feita manualmente pela passagem da areia pelo crivo;
15 camiões semi-reboque	1 Camião Semi-reboque; Eventual transporte dos meios para o local onde se efetue a recolha, processamento e carregamento da areia e retorno dos mesmos ao local de origem; Retroescavadora / Pá Carregadora, Crivador mecânico; 1 Motorista, 1 Operador de máquina; Limpeza da areia feita pela passagem da areia pelo crivo mecânico;
1500 Toneladas	Vários Camiões Semi-reboque; Eventual transporte dos meios para o local onde se efetue a recolha de areia e retorno dos mesmos ao local de origem e/ou central de dragagem de areia; Retroescavadora / Pá Carregadora para recolha de areia; Central de crivagem; Motoristas, Operador(es) de máquina, Operador(es) de central de crivagem; Limpeza da areia efetuada pela central de dragagem ou de crivagem;

Dependendo da quantidade necessária, elaborou-se a Tabela 6 onde observamos que dependendo da necessidade de extração do material em causa, os recursos e meios utilizados vão variando, bem como o impacto associado a cada uma das situações.



Figura 7 - a) Ilha de areia num rio b) Extração de areia a partir de um rio

Comparando as duas situações extremas da tabela, o impacto associado à extração de dois baldes, mal se notaria na paisagem de um rio [Figura 7 a)], mas no cenário mais desfavorável, numa extração de média/grande dimensão, o aspeto após intervir no local já será semelhante ao da Figura 7 b), onde para além do impacto visual temos associado ao material toda a energia necessária para efetuar a sua extração (usualmente combustíveis fósseis, eletricidade), transporte com as consequências daí decorrentes, tais como emissões para o ar e água, utilização de água no processo, entre outros.

Extrapolando este exemplo para os produtos em geral, é natural que surja a questão “Qual o custo ambiental associado a um produto?”. Esse é o conceito de energia intrínseca, ou seja, é um valor que nos indica qual a energia despendida para produzir um artigo.

Podemos então definir “Energia Intrínseca” de um material de construção como sendo a energia primária total consumida (emissões de carbono libertado) ao longo do seu ciclo de vida, sendo usualmente expressa nas unidades “MJ/Kg”. Na Tabela 7, apresentamos exemplos de valores da energia intrínseca de alguns materiais usualmente utilizados na construção civil.

Tabela 7 - Valores da Energia Intrínseca associada a alguns materiais de construção (adaptado de [38])

Material	Energia Intrínseca (MJ/Kg)
Madeira maciça serrada seca ao ar	0,5
Terra compactada	0,7
Blocos de cimento	1,5
Betão (Feito em obra)	1,9
Madeira maciça serrada seca em estufa	2,0
Tijolo cerâmico	2,5
Placas de gesso cartonado	4,4
Cimento	5,6
Contraplacado de madeira	10,4
MDF (Placa de fibra de madeira de média densidade)	11,3
Vidro	12,7
Aço	34,0
PVC	80,0
Alumínio	170,0

Esta análise inclui pelo menos a extração, produção e transporte [39], havendo alguns autores que ainda incluem o transporte até ao local de utilização. A energia intrínseca pode ainda ser majorada se considerarmos por exemplo a manutenção associada a um produto ou o reequipamento ou substituição de elementos de um edifício. De acordo com um estudo Australiano sobre a energia intrínseca associada a

um edifício de escritórios em Melbourne, no qual contemplaram o reequipamento e manutenção, concluíram que para um período de projeto de 40 anos, a energia intrínseca correspondia a 60% da energia total despendida no edifício [38].

Idealmente, os limites a considerar deveriam ser a extração das matérias-primas (incluindo combustível), até ao fim de vida do produto (incluindo a energia de produção, transporte, energia usada na produção de equipamento essencial à produção do produto, aquecimento e iluminação do espaço industrial, manutenção, etc...), conhecido como avaliação “Cradle-to-Grave”.

Pela dificuldade associada no apuramento de um valor que indique a energia intrínseca de um material, tornou-se prática comum especificar a “Energia Intrínseca” como o percurso “Cradle-to-Gate”, que considera toda a energia (na sua forma primária) até o produto sair da unidade fabril [39], uma vez que as variáveis a partir daquele ponto da vida útil do produto são difíceis de quantificar, seja por defeito ou por excesso, nomeadamente no que se refere ao transporte, manutenção e destino final.

A Figura 8, representa esquematicamente as diferentes fases de ciclo de vida.

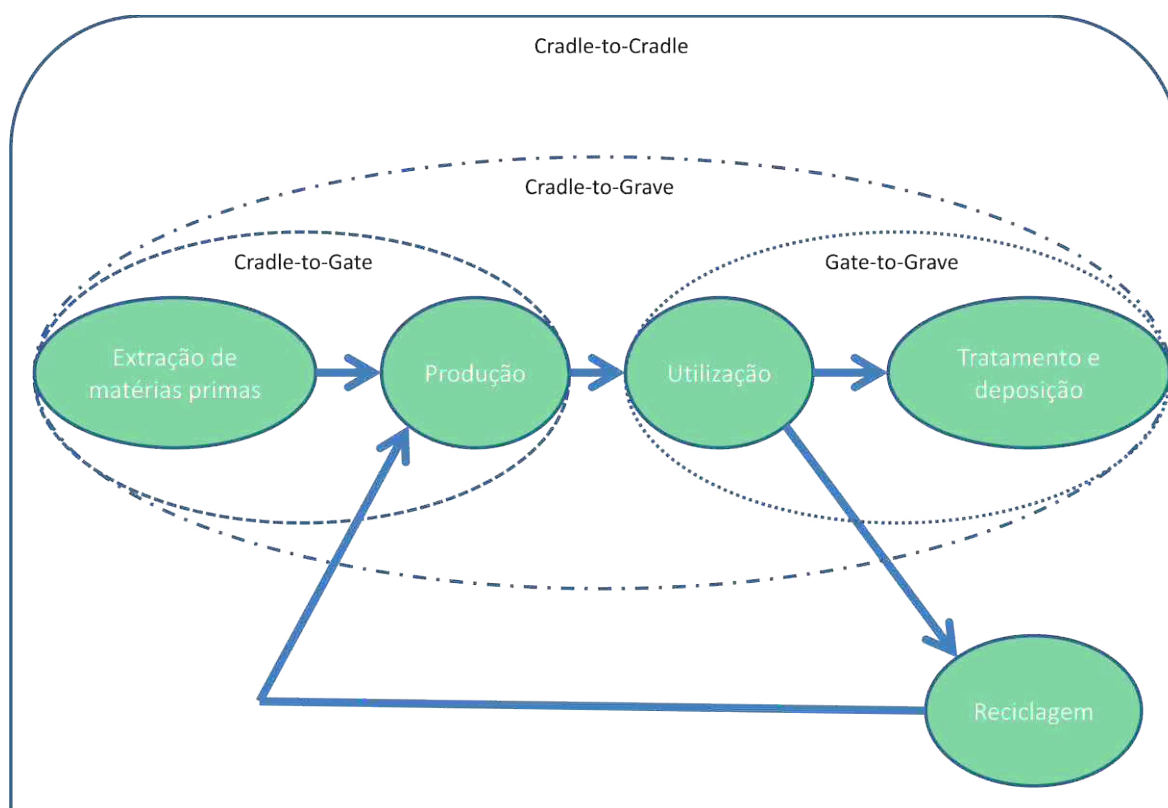


Figura 8 - Representação esquemática das fases de ciclo de vida (Adaptado de [36]).

Com a introdução da reciclagem no sistema de análise de ciclo de vida, esta veio alterar o impacto que advinha da deposição de materiais em aterro, em locais a céu aberto ou não apropriados como forma de nos “livrarmos” daqueles resíduos de construção.

Os aterros sanitários são os locais com condições para receber estes resíduos, pois garantem que estes não vão ser um problema para a saúde pública e ambiente, no entanto, a falta de espaço para receber novos resíduos é um problema. É na diminuição do volume de resíduos ali colocados que a reciclagem desempenha um papel fulcral minimizando o impacto ambiental.

Por exemplo, o alumínio em fim de vida pode ser submetido a um processo de reciclagem, permitindo a sua recuperação total, pois é 100% reciclável, evitando a extração de matéria-prima (alumina) e ocupar espaço em aterro com o material em fim de vida.

Com a reintrodução de material reciclado na fase de produção, este processo veio acrescentar aos sistemas tradicionais de ACV, “Berço ao portão”, “Portão ao túmulo”, “Berço ao túmulo” um novo tipo de análise denominada “Berço ao Berço”, ou “Cradle-to-Cradle” conforme indicado na Figura 8.

Resumidamente, a Energia Intrínseca é um indicador muito útil na análise de impacto ambiental de um material, pois ficamos rapidamente elucidados do seu valor, se tivermos referências como por exemplo aquelas identificadas na Tabela 7, e, de preferência, referências quantitativas de materiais da mesma família que vamos adquirir.

### 2.4.3 - A QUESTÃO DO TRANSPORTE

Os transportes vieram revolucionar a forma como nos deslocamos e transportamos bens conseguindo vencer distâncias cada vez maiores em menos tempo, de qualquer e para qualquer parte do mundo. Mas esta grande vantagem da qual a população mundial depende e dificilmente abdicará, tem um custo elevado para o meio ambiente.

Olhando para a realidade Portuguesa, como no resto do Continente Europeu, o transporte rodoviário é dominante, em particular porque apresenta uma série de vantagens em relação aos restantes modos, nomeadamente, os reduzidos tempos de entrega porta-a-porta, a flexibilidade das rotas, a elevada fiabilidade e a regularidade de serviços.

De acordo com os últimos dados disponibilizados pela união europeia [40], o consumo de energia do setor dos transportes em Portugal representa aproximadamente 30% das emissões totais. Este valor tem vindo a baixar, possivelmente devido ao abrandamento da economia, pois em 2009, era um dos

países em que este setor tinha maior peso (cerca de 38%), relativamente à média na UE27 que atualmente se situa nos 31,7% (Figura 9).

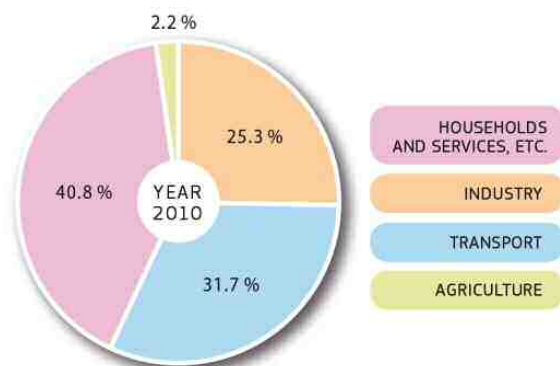


Figura 9 - Energia consumida na UE27 em 2010, por setor

Quanto às emissões de dióxido de carbono, o setor dos transportes em Portugal foi responsável pela emissão de 37,9%, sendo responsável por 78,9% deste valor o transporte rodoviário, acima da média da união europeia que se situava em 2009 nos 71,7% (Figura 10).

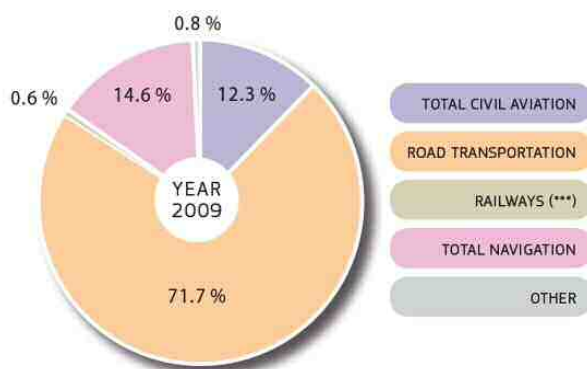


Figura 10 - Emissões de CO2 na UE27 em 2009, por tipo de transporte

Para além do transporte de produtos, existe o transporte de toda a logística inerente a um projeto de construção, tal como a montagem e desmontagem do estaleiro (infraestruturas, espaços sociais, escritórios), transporte dos colaboradores e deslocações em obra, as quais podem ser muito significativas em obras extensas como vias rodoviárias ou ferroviárias. Mas na nossa análise onde o objeto é o produto, não iremos considerar o impacto referido neste parágrafo, sendo o mesmo relevante para outro tipo de análises ou desenvolvimento de trabalhos futuros.

Conforme referido no ponto 2.4.1.3, um projeto de construção pode incorporar centenas, e por vezes milhares de componentes que têm de ser transportados desde onde são produzidos até ao local de obra.

Para ter noção do impacto associado a este fato, A. Miller efetuou dois estudos [38] no Reino Unido.

O primeiro visou quantificar a energia necessária para transportar materiais de construção para uma obra em Brighton, Inglaterra. O projeto em causa consistia num edifício de apartamentos com sete andares, implantado em 400,00m<sup>2</sup>, no qual concluiu que o transporte contribuiu com 220,1 GJ de acréscimo à energia intrínseca dos materiais de construção em causa, representando este valor aproximadamente 6% do total de energia intrínseca necessária para a produção desses mesmos materiais.

No segundo, o objeto de estudo foi uma moradia T3 em Londres, com 73,00m<sup>2</sup> de área onde chegou a uma conclusão semelhante, que o transporte representava cerca de 6% da energia intrínseca dos materiais de construção utilizados.

A nível ambiental, devido à utilização intensiva e crescente de recursos fósseis, o setor dos transportes tem um impacto notório, primeiro a nível local (poluição atmosférica) e numa perspetiva global, as alterações climáticas que advém da sua utilização. Para além destes mais óbvios, existem outros, como os impactos decorrentes da construção e utilização da infraestrutura necessária á circulação, nomeadamente o efeito de barreira, intrusão visual, modificações no uso e ocupação do solo, o ruído, vibrações, acidentes e poluição da água.

Este impacto pode naturalmente ser agravado com o aumento da distância do transporte e com a ineficiência da viagem.

Quando estão em causa materiais leves como isolamentos (XPS ou EPS), ou com uma energia intrínseca baixa, o impacto do transporte ganha ainda mais relevância. Alguns exemplos são apresentados na Tabela 8:

**Tabela 8** - Impacto do transporte em percentagem, relativamente à energia intrínseca despendida na produção de um material de construção [38]

Material	Impacto do transporte relativamente à energia intrínseca do material (%)
Isolamento (EPS ou XPS)	22
Ferragens em aço	>20
Areia / Agregados	55 a 70

Dada a importância do setor dos transportes em Portugal, e no âmbito dos compromissos assumidos com a assinatura do Protocolo de Quioto, é urgente adotar medidas de redução das emissões poluentes, sem pôr em causa o desenvolvimento

económico, pois a fatura no comércio de emissões poderá ser incomportável para o País a médio prazo.

Uma forma imediata de reduzir o impacto dos transportes no meio ambiente consiste em privilegiar num projeto de construção a escolha de produtos produzidos localmente em detrimento de outros provenientes de locais mais distantes. Por exemplo, a exportação de elementos em betão leve da Noruega para a Coreia utiliza 10.000 MJ/m<sup>3</sup> de energia para o efeito, enquanto que, a energia primária utilizada na produção desse produto é 3.500 MJ/m<sup>3</sup> [37], ou seja, só em transporte, gasta-se aproximadamente mais 186,00 % de energia em relação à energia primária necessária para produzir aquele material.

Tendo em conta o exposto e a importância deste assunto no resultado final de uma avaliação ambiental de produto, como se pretende efetuar nesta tese, as fronteiras ideais de ACV a considerar são “Cradle-to-Gate”, pois desta forma será possível isolar o impacto ambiental do transporte e das restantes fases a que um determinado material está sujeito.

Por exemplo, a distância desde o local de fabrico de um pavimento cerâmico até à Avenida do Empresário em Castelo Branco é 283,00 Km. Considerando que necessitamos de transportar três paletes de mosaico cerâmico com um peso líquido de material de 726 Kg/paleta (cada uma pesa 751 Kg incluindo paleta e embalagens), totaliza 2.178 Kg de material. Efetuemos o seguinte exercício:

**Tabela 9** - Exemplo do impacto ambiental associado ao transporte de mosaico

Distância percorrida (Km)	Emissão (Kg CO <sub>2</sub> /Km)	Emissão total (Kg CO <sub>2</sub> )	Impacto ambiental por Kg de material (Kg CO <sub>2</sub> /Kg)
<b>283,00</b>	<b>0,1864</b>	<b>52,75</b>	<b>0,024</b>

Consultando a tabela ICE (Ponto 2.9.3), verificamos que o valor para as emissões de CO<sub>2</sub> associado a um mosaico é 0,74 Kg CO<sub>2</sub>/Kg, o qual adicionado ao valor do transporte resulta em 0,764 Kg CO<sub>2</sub>/Kg. Este é um valor “Cradle to Site”, correspondente ao Carbono Intrínseco deste material entregue na Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco.

Ainda se pode atribuir um valor ao combustível (normalmente gasóleo), considerando que um camião consome em média 40 litros / 100 km, podemos apurar o custo em combustível para efetuar o transporte, neste caso  $[(283,00 \times 40,00) / 100] \times 1,35 \text{ €/l} = 152,82\text{€}$ . Aqui considere só um percurso de 283Km e não 566Km (Ida e volta), porque normalmente este tipo de transporte é otimizado com várias entregas. Para sermos mais rigorosos, teríamos de considerar todo o custo operacional associado sobre o valor por quilómetro, ou seja, o custo dos pneus, revisões, etc...

## 2.5 - IMPACTO NA SAÚDE HUMANA

Como já foi referido, o impacto na saúde humana está presente na indústria da construção em todas as suas fases, seja no processo extrativo de matéria-prima, na produção de materiais, na utilização de espaços onde haja materiais/equipamentos que nos afetem ou no final de vida de materiais ou edifícios.

Sabendo à partida que todos os materiais são tóxicos se emitirem concentrações relevantes, também é verdade que a sua toxicidade varia ao longo do seu ciclo de vida. Muitos materiais de construção utilizados de forma vulgar, são tóxicos para o ser humano e para o ambiente, como por exemplo o cádmio e crómio utilizado na galvanização que são cancerígenos, o cromato e arsénico utilizados em conservantes da madeira podem provocar dermatites se entrar em contato direto com a pele ou causar cancro do pulmão se forem inalados, e ainda o formaldeído que está presente em espumas, colas de madeiras e MDF, suspeita-se que seja carcinogénico [38].

No contexto industrial europeu (extração / produção), existem medidas, como o sistema de Higiene e Segurança no Trabalho que minimizam ou anulam os riscos dos trabalhadores decorrentes do processo produtivo em causa, mas num ambiente como escritórios ou habitações familiares, dificilmente acreditamos que existam ameaças à nossa saúde, mas existem.

Considerando o exposto nos parágrafos anteriores, por vezes algumas doenças ou mal-estar podem ter outra origem que não a do SED - Síndrome de Edifício Doente, normalmente associado a sistemas de climatização. O SED consiste em situações de desconforto laboral e/ou de problemas agudos de saúde referidos pelos trabalhadores/moradores, que parecem estar relacionados com a permanência no interior de alguns edifícios [41]. Quando uma percentagem significativa de ocupantes de um edifício apresentam determinados sintomas que desaparecem quando abandonam o local, podemos estar perante um SED. Segundo Kibert [42], podemos definir um SED como sendo a *“condição em que pelo menos 20% dos ocupantes de um edifício apresentam sintomas de doença mais de duas semanas, não se conseguindo identificar a causa da doença”*.

As causas ou fatores principais que podem contribuir para a ocorrência deste síndrome podem ser ventilação inadequada ou insuficiente, contaminantes químicos

originados no interior do edifício, contaminantes químicos externos e contaminantes biológicos.

Os sintomas associados a um SED podem ser:

- ✓ Astenia/fadiga;
- ✓ Cefaleias;
- ✓ Dificuldade de concentração;
- ✓ Hipersensibilidade a odores;
- ✓ Irritação ocular, nasal e/ou faringes;
- ✓ Náuseas e tonturas/vertigens;
- ✓ Prurido cutâneo e/ou pele seca;
- ✓ Tosse seca;

Já o termo DRE – Doenças Relacionadas com Edifícios, é utilizado quando os sintomas de uma doença específica estão relacionados com um determinado edifício e são atribuídos a eventuais contaminantes ambientais/aéreos. Os sinais ou sintomas de DRE geralmente são os seguintes [41]:

- ✓ Arrepios;
- ✓ Dores musculares;
- ✓ Febre;
- ✓ Sensação de opressão torácica;
- ✓ Tosse.

Relacionado com o emprego de alguns materiais de construção, ou utilização de edifícios estão também alguns impactos na saúde humana, pois as construções atuais podem conter numerosas combinações de químicos e metais pesados, quer libertando para o ar interior elevadas quantidades de produtos químicos, quer contaminando a água que bebemos. Alguns desses impactos podem ser [29]:

- ✓ Irritações da pele, olhos e vias respiratórias;
- ✓ Distúrbios cardíacos, digestivos, renais ou hepáticos;
- ✓ Dores de cabeça e mal-estar generalizado;

- ✓ Distúrbios do sistema nervoso, como perturbações da memória, de atenção, concentração e fala, stress e ansiedade;
- ✓ Perturbações do sistema hormonal (problemas fetais e de reprodução);
- ✓ Desenvolvimento de cancros das fossas nasais, dos seios frontais e pulmões.

Como podemos verificar nos primeiros quatro pontos, a semelhança com os sintomas de um SED é significativa.

Tabela 10 - Fatores que afetam a Qualidade do Ambiente Interior (Adaptado de [42])

<b>Elementos construtivos que afetam a Qualidade do Ambiente Interior</b>	
<b>Operação e manutenção do edifício</b>	Padrões de ventilação e desempenho Horários e operações de manutenção de rotina do sistema de ventilação Arrumação e limpeza Manutenção do equipamento e formação do operador
<b>Ocupantes do edifício e suas atividades</b>	Atividades dos ocupantes: Profissional, educativa, recreativa, doméstica Metabolismo: Dependente da atividade e das características do corpo Higiene pessoal: Banho, cuidados com os dentes, utilização das instalações sanitárias, estado de saúde dos ocupantes
<b>Conteúdo e constituintes do edifício</b>	Equipamento: AVAC, elevadores Materiais: Emissões dos materiais de construção do edifício e produtos utilizados na limpeza e manutenção. Mobiliários Eletrodomésticos
<b>Ambiente externo</b>	Humidade do ar Qualidade ambiental do ar: Gases e partículas provenientes da combustão, processos industriais, metabolismo das plantas (pólen, fungos, bactérias), atividades humanas Solo: Partículas de pó, pesticidas, bactérias Água: Radão, químicos orgânicos incluindo solventes, pesticidas resultantes do processo de tratamento decorrentes de reações químicas
<b>Estrutura do edifício</b>	Cobertura: Emissões do material, infiltrações, intrusão da água Estrutura Pisos e divisórias

Se ao SED, associarmos fatores físicos como a qualidade da iluminação, ruído, temperatura, humidade, odores e vibrações, alargamos a análise para além da Qualidade do Ar Interior, designando-se esta por Qualidade do Ambiente Interior [42].

Podemos observar na

Tabela 10 quais os fatores que se pensa que podem afetar a qualidade do ambiente interior de um edifício, podendo estes ainda ser classificados como químicos, físicos e biológicos.

É importante analisar este tema de forma mais aprofundada, neste sentido serão desenvolvidos, nos próximos pontos, vários aspetos relacionados com materiais de construção e a utilização de edifícios que afetam de alguma forma a saúde humana.

### 2.5.1 - COV - COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS

Tintas, solventes, decapantes, colas, vernizes, combustíveis armazenados, sprays aerossóis, ambientadores, perfumes, entre outros, são materiais conhecidos pela libertação de COVs, compostos estes que contêm carbono e evaporam rapidamente à temperatura ambiente. Em qualquer ambiente interior pode existir mais de 100 tipos de COV com diferentes concentrações. Em locais mal ventilados, a concentração destes poluentes podem agravar os seus efeitos, sendo nefastos para a saúde humana [42].

Este tipo de materiais, como o caso das tintas, pode conter metais pesados com elevado poder cancerígeno, conforme indicado na Tabela 11.

Tabela 11 - Agentes com poder cancerígeno presentes em tintas [29]

Agente Cancerígeno	Fonte
<b>Crómio</b>	Primários, Tintas
<b>Cádmio</b>	Pigmentos
<b>Benzeno</b>	Solventes
<b>Cloreto de metileno</b>	Decapantes
<b>Estireno</b>	Solventes orgânicos
<b>Níquel</b>	Pigmentos
<b>Chumbo</b>	Primários, secantes, pigmentos

De acordo com a listagem da IARC, as tintas podem provocar cânceros do pulmão, do mesotélio, da bexiga e pensa-se que também poderá estar relacionada com o aparecimento de leucemia e/ou linfomas [43].

Relativamente às madeiras, estas são um material de eleição do ponto de vista da sustentabilidade, no entanto, têm um grave problema, a sua resistência a agentes biológicos, fungos e insetos (carunchos e térmitas) é muito baixa. Por este motivo é necessário dotar este material de propriedades que lhe permita fazer face a estas ameaças, o que até muito recentemente foi conseguido com a impregnação com inseticidas, fungicidas, creosote (contem agentes com elevado potencial cancerígeno) ou outros à base de sais metálicos como o cobre, crómio e arsénio (CCA). Os sais metálicos, são bastante tóxicos e quando entram em contato com a água das chuvas, ou outra, grande parte destes acabam sendo lixiviados contaminando o meio ambiente [29].

### 2.5.2 - PLÁSTICOS

Os materiais plásticos são amplamente utilizados na indústria da construção, nomeadamente em redes de água, esgotos domésticos e pluviais, isolamentos, espumas, pavimentos, entre outros, sendo por isso este ponto de extrema relevância por esse motivo.

Estes materiais derivam da destilação do petróleo dividindo-se em duas categorias [29]:

- ✓ Termoplásticos – São fornecidos prontos a aplicar, mas podem ser moldados por ação da temperatura;
- ✓ Termoendurecíveis – Só adquirem a forma final quando misturados com endurecedores;

Na Tabela 12, temos o enquadramento dos vários tipos de materiais plásticos na sua categoria com exemplo da sua utilização.

**Tabela 12** - Materiais plásticos, divididos pela sua categoria e exemplos da sua utilização [29]

CATEGORIA	PRODUTO	EXEMPLO UTILIZAÇÃO
<b>Termoplásticos</b>	PVC - Policloreto de vinilo	Tubagens
	PE - Polietileno	Tubagens
	PP - Polipropileno	Tubagens
	Poliestireno	Isolamento EPS e XPS
<b>Termoendurecíveis</b>	Poliuretano	Espumas, verniz, cola
	Melaminas	Pavimentos flutuantes
	Estireno butadieno	Pneus
	Epóxi	Tintas
	Colas sintéticas	Colas

Todos estes materiais são de alguma forma perigosos para a saúde humana, principalmente durante a sua produção.

Para além dos impactos na saúde humana e no ambiente na fase de produção, há que ter em conta que estes materiais não são biodegradáveis, implicando a emissão de gases poluentes no seu tratamento em fim de vida [29].

### 2.5.3 - MATERIAIS CONTENDO AMIANTO

O amianto foi um material introduzido nos EUA na década de 1930 e amplamente utilizado de 1940 até 1973 [42]. Desde 1960 que se conhece a relação entre doenças profissionais e a exposição ao amianto, mas só na década de 80 é que a união europeia e consequentemente Portugal legislaram sobre este assunto [29].

Apesar de ter sido proibida a sua produção na união europeia desde 1983, a realidade é que só em Portugal estima-se que atualmente ainda existam 600.000 ha de coberturas de fibrocimento contendo amianto [29].

O que é o amianto? De acordo com artigo 2º do Decreto Lei n.º 266/2007, de 24 de julho, entende-se por amianto todos os silicatos fibrosos com as seguintes designações: amianto actinolite, amianto grunerite (também designado por amosite), amianto antofilite, crisótilo, crocidolite e amianto tremolite. São consideradas fibras respiráveis de amianto, as fibras com um comprimento superior a 5 µm e um diâmetro inferior a 3µm, cuja relação entre o comprimento e o diâmetro seja superior a 3:1.

Tabela 13 - Lista de materiais e produtos contendo amianto (Fonte [29])

Tipo de material e teor de amianto	Função comum	Onde se aplica	Estado
<b>Revestimentos aplicados à pistola (10% a 25% de amianto)</b>	Isolamento térmico e acústico, proteção contra incêndios e condensação	Em estruturas de aço; edifícios antigos que sofreram remodelações. Em tetos e vãos atuando como barreiras corta-fogo	Friável
<b>Revestimentos de pisos (até 25% de amianto)</b>	Resistência mecânica contra o desgaste	Em pavimentos como rolo ou mosaico	Não friável
<b>Materiais de enchimento (até 100% de amianto)</b>	Isolamento térmico e acústico	Em sótãos, porta de courette, caixas-de-ar de paredes duplas, porta corta-fogo, argamassa em furação para fixação de equipamentos elétricos	Friável
<b>Guarnições, embalagens, cordões e tecidos (de 1% a 100% de amianto)</b>	Isolamento térmico e vedante	Em tubagens e caldeiras (mantas de amianto); recipientes sobre pressão; selantes resistentes ao calor (cordão de isolamento em juntas de tubagens, selagem de caldeiras e condutas); argamassa para assentamento de alvenaria;	Friável
<b>Paredes, painéis e tetos falsos (até 100% de amianto)</b>	Proteção contra incêndios, isolamento térmico e acústico	Painéis sandwich, divisórias, placas para tetos, revestimento de fornos;	Friável
<b>Cartão, papel e produtos de papel (90% a 100% de amianto)</b>	Isolamento térmico e proteção contra incêndios em geral	Em materiais compósitos com aço, revestimentos de paredes e coberturas, revestimento de painéis combustíveis laminados resistentes ao fogo e tubos;	Friável
<b>Fibrocimento (10% a 15% de amianto)</b>	Revestimento de paredes e proteções contra as intempéries	Em forros de paredes e tetos, proteções de lareiras, pisos flutuantes, revestimentos, produtos moldados prefabricados (caixilhos de janelas, lajes para calçadas, cisternas e tanques, coletores e condutas de águas, esgotos e incêndio, condutas de ventilação, calhas e condutas para cabos, divisórias em edifícios, painéis decorativos, chapas perfiladas para coberturas	Não friável
<b>Produtos betuminosos (10% a 15% de amianto)</b>	Impermeabilização e revestimento	Em coberturas, tubos de queda, feltros betuminosos e impermeáveis para coberturas, placas semi-rígidas para coberturas, impermeabilização de caleiras e tubos para escoamento pluvial, em mantas de paredes exteriores;	Não friável
<b>Mástiques, selantes e tintas (5% a 10% de amianto)</b>	Impermeabilização	Em selagem de janelas e pisos, tintas texturadas e em elementos metálicos estruturais	Não friável
<b>Plásticos reforçados e proteção de cabos elétricos (5% a 25% de amianto)</b>	Revestimento, proteção contra choque	Em painéis plastificados, batentes de janelas	Não friável

As poeiras de amianto são partículas suspensas no ar, ou depositadas, mas suscetíveis de ficar suspensas. É ainda relevante referir que o valor limite de exposição é 0,1 fibra por cm<sup>3</sup>, conforme legislado no artigo n.º4 do mesmo Decreto Lei [44].

Este material continua a ser usado fora da Europa e também em muitos materiais aplicados na união europeia, conforme podemos observar na Tabela 13, devido às suas características e propriedades. O fato de ser incombustível, possuir uma elevada resistência à tração, facilidade para a sua fibra ser tecida e um baixo custo torna a utilização deste material apetecível na indústria da construção.

Desde que se descobriu que as partículas de amianto se podiam alojar nos pulmões, provocando cancro do pulmão, começou-se a deixar de utilizar em alguns países este material [42].



Figura 11 - a) Remoção de painéis em fibrocimento [45] b) Pormenores das fibras de amianto [46] [47]

O problema do fibrocimento prende-se com o fato de este conter no seu interior amianto. Enquanto o painel de fibrocimento estiver intacto, a probabilidade de este representar perigo para a saúde humana é muito diminuta. O perigo surge quando as fibras são libertadas para o ar, por razões várias, como por exemplo, a deterioração e/ou a remoção dos painéis, entre outros [42].

## 2.6 - MANUTENÇÃO

A atual conjuntura mundial, e particularmente de Portugal, tem tido um forte impacto na atividade da Construção Civil e Obras Públicas, facilmente perceptível pela falta de construção de novos empreendimentos associado às perspectivas de evolução pouco animadoras.

È neste contexto que a Manutenção de Edifícios ganha destaque, pois o seu correto entendimento na perspetiva da sustentabilidade, pode trazer várias vantagens, entre elas o prolongamento da vida útil das construções em uso até ao limite possível do seu envelhecimento natural.

Realizando a manutenção segundo rigorosos critérios de gestão, de forma periódica e atempada, consegue-se minimizar situações em que, por não se ter intervindo de forma preventiva, é necessário recorrer a ações de carácter reativo como a Reabilitação. Desta forma, é consensual que do ponto de vista económico e de sustentabilidade ambiental, a Manutenção é uma mais-valia.

A Manutenção pode consistir no seguinte tipo de intervenções a implementar de acordo com um plano de ação preestabelecido: limpezas, inspeções, reparações leves (ou pesadas – entre as quais a Reabilitação), ou ainda a substituição dos vários sistemas ou componentes do edifício [48].

Na Figura 12, podemos verificar qual a possível evolução de um edifício sem manutenção e sujeito a diferentes planos de manutenção.

Analisando o gráfico, podemos verificar que a linha 4 representa a situação mais desfavorável para um edifício, ou seja, na ausência total de manutenção, a edificação em cerca de 100 anos fica no limiar da demolição e naturalmente com um baixo desempenho.

As linhas 2 e 3, representam duas situações intermédias em que a edificação tem alguma manutenção e entretanto, num determinado ponto da sua vida útil, é sujeita a uma intervenção de reabilitação.

A intervenção R1 (linha 3) foi apenas para aproximar o nível de desempenho do edifício ao que este apresentava no seu início de vida, conseguindo desta forma prolongar a sua vida útil em algumas décadas em relação à situação mais desfavorável (linha 4).

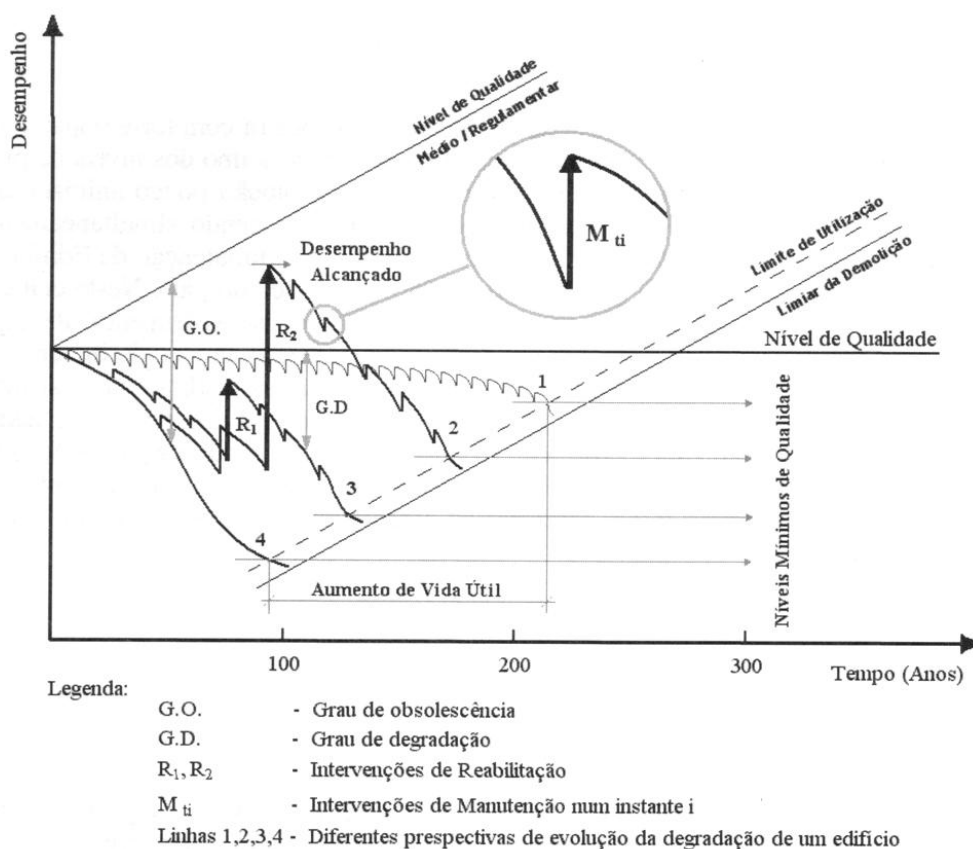


Figura 12 - Exemplo gráfico com a noção de Manutenção e Reabilitação (in [48])

A intervenção R2 (linha 2), foi uma intervenção profunda, uma vez que em relação ao desempenho que a edificação apresentava no seu início de vida, este foi melhorado significativamente, possivelmente com melhoramentos na cobertura, caixilharias, inclusão de novas infraestruturas como aquecimento central, isolamento, entre outros. Com esta intervenção, verificamos que para além da melhoria do nível de qualidade e desempenho, também se prolongou a sua vida útil quase para o dobro da atingida pela linha 4.

É importante referir que antes e depois das intervenções, os dois casos representados pelas linhas 2 e 3 foram sendo sujeitas, embora de forma irregular, a algum tipo de manutenção.

Acompanhando a linha 1, verificamos que fazendo uma manutenção periódica, a vida útil do mesmo edifício, mais que duplica, ultrapassando os 200 anos, com uma perda de desempenho pouco significativa.

Podemos concluir que, a manutenção de edifícios, desde que implementada após a conclusão das obras, prolonga a vida útil dos mesmos, desde que seja implementado um plano de manutenção adequado às necessidades dos projetos.

## 2.7 - DEPOSIÇÃO FINAL / RECICLAGEM

A indústria da construção, foi de acordo com os últimos dados disponibilizados pelo Eurostat, responsável em 2010 pela geração de 11.070.556 toneladas de resíduos em Portugal, o que corresponde a 29% do total de resíduos produzidos naquele ano [49].

Pelos números apresentados, conseguimos entender que mais de  $\frac{1}{4}$  dos resíduos, são RCD - Resíduos de Construção e Demolição, os quais devem ser transportados para operador licenciado, devendo o transporte desse material ficar registado em “Modelo A”, de forma a se conseguir rastrear o resíduo em causa.

Nas construções em fim de vida, o processo normalmente utilizado é a demolição, processo este que se deve iniciar do topo para a base da construção, terminando até à algum tempo atrás num monte de resíduos misturados em aterro por ser a forma mais rápida de se efetuar esta tarefa.

Com a imposição legal de maximizar a reutilização e reciclagem de RCD, como é indicado no Artigo n.º1, do Decreto-Lei N.º46/2008 de 12 de Março, que diz “estabelece o regime das operações de gestão de resíduos resultantes de obras ou demolições de edifícios ou de derrocadas, abreviadamente designados resíduos de construção e demolição ou RCD, compreendendo a sua prevenção e reutilização e as suas operações de recolha, transporte, armazenagem, triagem, tratamento, valorização e eliminação”, deu origem à demolição seletiva, ou desconstrução [50].

Nesta fase, entramos em outros dois processos fundamentais, a triagem e a reciclagem. A primeira é obrigatória para RCD, uma vez que estes não podem ser depositados em aterro sem terem sido objeto de triagem em obra ou em operador licenciado. Na Figura 13 apresenta-se um diagrama com o exemplo de um processo de triagem e reciclagem utilizado por uma unidade de produção de agregados reciclados [29].

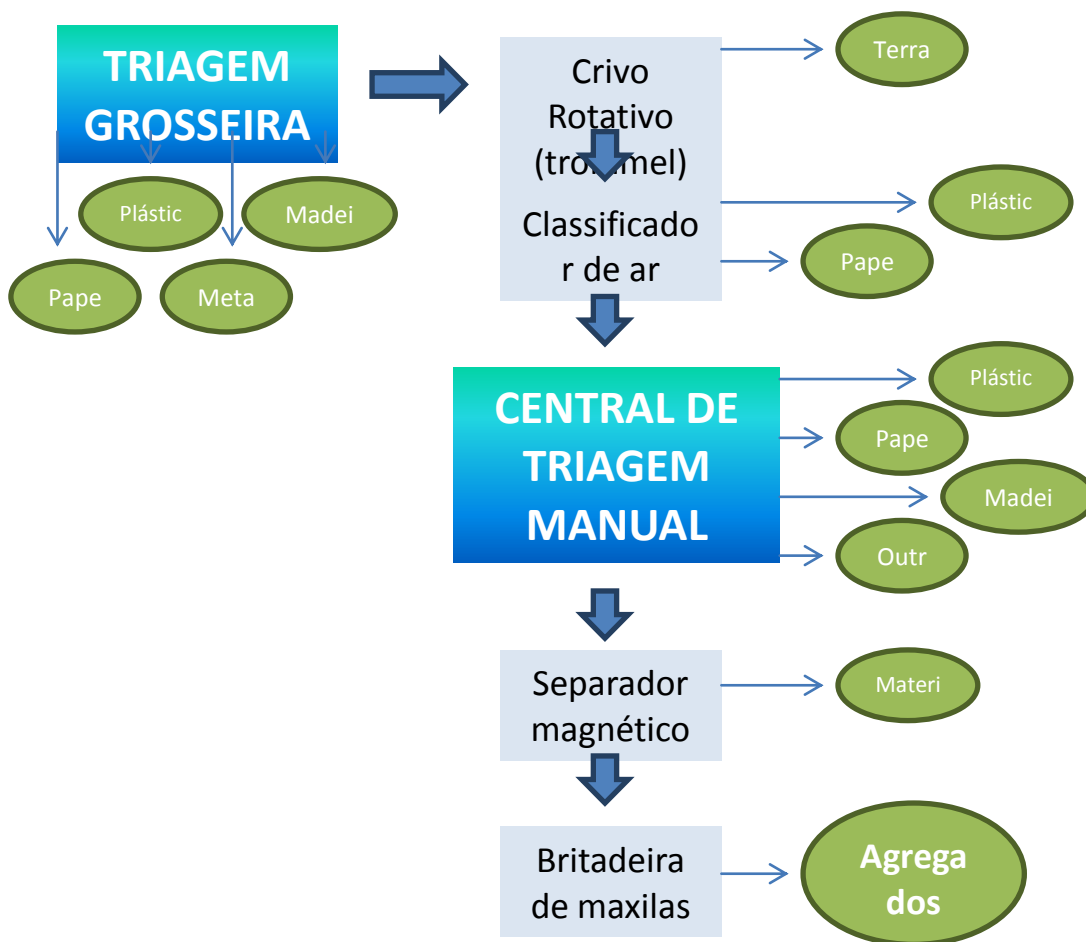


Figura 13 - Diagrama geral de um processo de triagem e reciclagem [29]

Para sabermos enquadrar um resíduo, a união europeia elaborou uma LER - Lista Europeia de Resíduos, os quais devem de ser devidamente encaminhados para operador licenciado para o resíduo em causa.

É nesta fase que se pode reciclar vários materiais, como por exemplo o alumínio que é totalmente reciclável.

Para os materiais que tenham de ir para aterro, a legislação em vigor é o Decreto-Lei N.º183/2009 de 10 de Agosto e prevê três tipos diferentes de aterros, um para resíduos inertes, outro para resíduos não perigosos e um terceiro tipo para resíduos perigosos, estando o encaminhamento dependente da verificação de limites em termos do ensaio de lixiviação [51].

## 2.8 - QUAL A INFORMAÇÃO DISPONÍVEL PARA EFETUAR O LEVANTAMENTO DO IMPACTO AMBIENTAL DE UM PRODUTO?

Existem diversas questões relevantes na análise da avaliação do ciclo de vida, por exemplo, podem ser várias as fontes através das quais podemos obter informação sobre o impacto ambiental de um produto, mas qual a fiabilidade dessa informação? Será que o impacto causado pelo fabrico de um tijolo nos EUA é igual a um fabricado na Europa ou na Ásia? Os programas informáticos disponibilizados baseiam-se em que tipo de informação? Quem controla a informação disponibilizada na ficha ambiental de um produto?

Pretende-se esclarecer a utilização de algumas das ferramentas e informação existentes que consideramos mais relevantes, para que se consiga interpretar a informação disponibilizada contextualizando-a à realidade ou uso pretendido.

### 2.8.1 - ENQUADRAMENTO

Primeiro há que esclarecer que Certificação Ambiental é diferente de Rotulagem Ambiental. A Certificação Ambiental tem como público alvo as empresas e a Rotulagem Ambiental os consumidores, sendo a primeira regida pela ISO 14001:2004 e a segunda pelas ISO 14024 (Tipo I), 14021 (Tipo II) e 14025 (Tipo III).

A preocupação ambiental tornou-se um fator de diferenciação de produtos do mesmo género, pois ao adquiri-los, o consumidor está a concordar com a política ambiental de quem vende, conseguindo as empresas desse modo chegar a clientes que de outra forma dificilmente chegariam.

No entanto, com a diversificação da informação ambiental facultada, tornou-se imperioso “controlá-la” para evitar a desconfiança de quem compra.

Perante este cenário, a ISO – International Organization for Standardization, separou logo dois tipos de fez uma análise da informação disponibilizada definindo à partida o seguinte [52]:

- ✓ O objetivo de um rótulo ecológico é *“encorajar a procura e a oferta de produtos que causam menores pressões no ambiente ao longo do seu ciclo*

*de vida, através da comunicação da informação verificável e fiável, não enganosa, acerca dos aspetos ambientais de produtos e serviços”;*

- ✓ A informação deve ser de fácil leitura e interpretação, direcionada para o cliente;

Partindo destas definições, a ISO identificou três tipos de rótulos voluntários:

#### Tipo I – Rótulos Ecológicos Certificados [53]

Este tipo de rótulo, pode ser atribuído a qualquer produto desde que o fabricante se candidate através da página de internet da União Europeia, onde encontram as regras, formulários e indicações para submissão do processo.

Uma organização independente define um conjunto de critérios que terão de ser cumpridos, tais como seleção de categorias, critérios ambientais e características funcionais dos produtos, para avaliar e demonstrar a sua conformidade.

Pela especificidade das normas para cada uma das categorias de produtos, é possível diferenciá-los, com base no seu desempenho ambiental e em considerações de ACV.

Por fim, a certificação é efetuada por uma terceira entidade independente, que verifica o cumprimento dos critérios definidos dando desta forma credibilidade à informação disponibilizada ao consumidor final.

Este rótulo tem uma validade de 3 a 5 anos, podendo o produtor ser alvo de fiscalização sem aviso prévio durante esse período. Antes do prazo expirar, o produto é reavaliado, renovando-se o contrato automaticamente se as condições que conduziram à sua distinção se mantiverem [53] [54].

Na Tabela 14, podemos observar vários exemplos de rótulos ambientais do tipo I. No tópico seguinte, vamos explorar um dos Rótulos Ambientais mais relevantes, o ECOLABEL.

Tabela 14 - Vários exemplos de rótulos ecológicos do tipo I

Símbolo	País	Observações
	UNIÃO EUROPEIA	ECOLABEL
	FRANÇA	NF ENVIRONMENT
	ALEMANHA	BLUE ANGEL
	NORUEGA, SUÉCIA, DINAMARCA, FINLÂNDIA E ISLÂNDIA	NORDIC SWAN
	ESPANHA	AENOR
	ÁUSTRIA	UMWELTZEICHEN
	REPÚBLICA CHECA	EKOLOGICKÝ SETRNY VÝROBEK
	REPUBLICA ESLOVACA	ENVIRONMENTALNE VHODNY VYROBOK
	CANADÁ	ENVIRONMENTAL CHOICE

## ECOLABEL OU REC - RÓTULO ECOLÓGICO COMUNITÁRIO

O Ecolabel, ou Rótulo Ecológico Comunitário (REC), é uma forma administrativa de agir em matéria ambiental e consiste de acordo com o n.º1 do artigo 1º, do Regulamento n.º 1980/2000, de 17/7/2000, num rótulo ecológico onde são fornecidas informações e orientações aos consumidores, com o objetivo de “promover produtos suscetíveis de contribuir para a redução de impactos ambientais negativos, por comparação com outros produtos do mesmo grupo, contribuindo deste modo para a utilização eficiente dos recursos e para um elevado nível de proteção do ambiente”.

Este instituto foi criado pelo Regulamento do Conselho n.º880/92/CEE, de 23/3/1992, atualmente regulado pela Posição Comum n.º6/2000/CE, de 11/11/1999 e pelo Regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho n.º1980/2000, de 17/7/2000. Em Novembro de 2009, foi realizada uma atualização do regulamento através do Regulamento (CE) n.º 66/2010 para corrigir algumas deficiências e ampliar o alcance deste modelo.

O REC (Ecolabel), de acordo com a descrição efetuada no número anterior, enquadra-se nos rótulos do tipo I, sendo por isso, muito fiável que o fabricante do produto que ostente este símbolo tenha cumprido com os requisitos estipulados para a produção do mesmo.

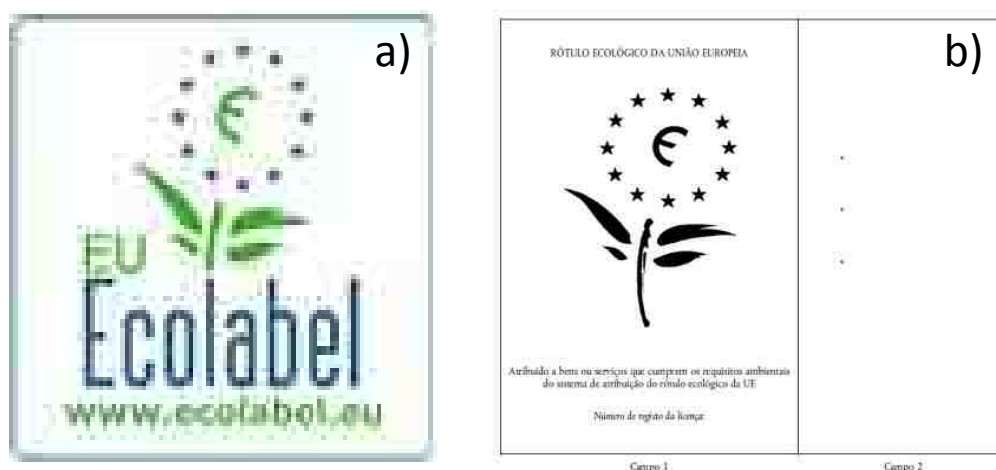


Figura 14 - a) Ecolabel (Fonte: [54]) b) Símbolo Ecolabel (Fonte: [55])

O REC deve prestar informações e orientações corretas aos consumidores, assentes numa base científica sobre os produtos. São princípios orientadores desta atuação administrativa a nível europeu:

- ✓ A difusão de uma correta informação ambiental;
- ✓ O estabelecimento de critérios uniformes;
- ✓ A utilização dos próprios mecanismos de mercado;
- ✓ A apresentação de alternativas menos prejudiciais para o ambiente;
- ✓ O carácter voluntário (na medida em que depende da atuação dos interessados);

A atribuição do REC pode ser solicitado pelo fabricante de qualquer produto, com exceção dos alimentos, bebidas, produtos farmacêuticos e dispositivos médicos definidos pela Diretiva 93/42/CEE, as substâncias ou preparações classificadas como perigosas nos termos das Diretivas 67/548/CEE e 1999/45/CEE e os produtos fabricados por processos suscetíveis de prejudicar de forma significativa o ser humano e/ou o ambiente [54], [56].







Figura 15 - Grupos de produtos que beneficiam do rótulo ecológico (Fonte: [57])

Existem atualmente mais de 17.000 produtos distribuídos por 30 grupos que beneficiam deste rótulo ecológico, no entanto, em Portugal, só estão disponíveis 183 produtos distribuídos por 14 grupos.

Relativamente aos produtos de diretamente utilizados na indústria da construção comercializados com este logotipo, existem quatro categorias sobre as quais apresentamos a seguinte tabela:

**Tabela 15** - Tabela com quantidade de produtos diretamente utilizados na industria da construção, comercializados com rótulo Ecolabel (Fonte: [57])

Grupo		 Hard coverings	 Indoor Paints & Varnishes	 Outdoor Paints & Varnishes	 Wooden floor coverings	TOTAL
QUANTIDADE DE PRODUTOS COM SELO ECOLABEL	DISPONÍVEIS EM PORTUGAL	0	6	0	0	6
	DISPONÍVEIS NA UNIÃO EUROPEIA	6256	2467	104	0	8827
	DISPONÍVEIS GLOBALMENTE (Austrália, China, Colômbia, Montenegro, Nova Zelândia, Noruega, Suíça, Taiwan, Tailândia e Turquia)	6256	2467	104	0	8827

Podemos observar que nos produtos específicos para a construção, apenas uma ínfima parte dos produtos Ecolabel disponíveis (0,07%), são comercializados em Portugal.

Para percebermos a especificidade para atribuição do REC, analisemos a DECISÃO DA COMISSÃO, de 13 de Agosto de 2008 [58], que estabelece os critérios ecológicos para a atribuição do rótulo ecológico comunitário a tintas e vernizes para interiores, onde observamos que são considerados os seguintes critérios:

1. **Pigmentos Brancos** - As tintas devem apresentar um teor de pigmentos brancos inferior ou igual a 36 g por m<sup>2</sup> de película seca, com 98 % de opacidade. Este requisito não é aplicável aos vernizes e lasures (velaturas);

2. **Dióxido de Titânio** - as emissões e descargas de resíduos da produção de qualquer pigmento de dióxido de titânio utilizado não podem exceder determinados níveis definidos nesta diretiva;
3. **Compostos Orgânicos Voláteis (COV)** – O teor de COV não pode exceder os valores definidos na tabela constante na diretiva em causa, que são mais exigentes que os valores da diretiva europeia que regulamenta estas emissões, a Diretiva 2004/42/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 21 de Abril de 2004, relativa à limitação das emissões de compostos orgânicos voláteis resultantes da utilização de solventes orgânicos em determinadas tintas e vernizes e em produtos de retoque de veículos e que altera a Diretiva 1999/13/CE. Por exemplo, para as “Tintas mate para paredes e tectos (brilho < 25 a 60 °)”, o limite imposto pela EU é 30 g/l, para ser atribuído o rótulo ecológico europeu, a mesma categoria de produto não pode exceder 15 g/l;
4. **Hidrocarbonetos aromáticos voláteis (HAV)** - Não podem ser directamente adicionados hidrocarbonetos aromáticos voláteis ao produto antes ou durante a afinação da cor (se aplicável);
5. **Metais pesados** – Alguns metais pesados ou seus compostos definidos nesta diretiva, não podem ser usados como ingredientes do produto ou corante (se aplicável) (quer enquanto substância, quer como parte de qualquer preparação utilizada);
6. **Substâncias perigosas** - o produto não pode ser classificado como muito tóxico, tóxico, perigoso para o ambiente, cancerígeno, tóxico para a reprodução, nocivo, corrosivo, mutagénico ou irritante (apenas quando tal decorre da presença de ingredientes classificados com a frase R43), de acordo com a Directiva 1999/45/CE do Parlamento Europeu e do Conselho ( 3 ), antes ou após a afinação da cor (quando aplicável). Neste número, é ainda visado se os ingredientes para fabrico do produto em causa são muito tóxicos, tóxicos, cancerígenos, mutagénicos, tóxicos para

a reprodução, perigosos para o ambiente, estando ainda visados compostos específicos como, Alquilfenóis etoxilados (APEO), Compostos de isotiazolinona, Formaldeído, Solventes orgânicos halogenados, Ftalatos, entre outros;

7. **Adequação ao uso** – Neste ponto são visados parâmetros que têm de ser garantidos aquando da utilização/aplicação do produto, tais como, rendimento, resistência à esfrega húmida, resistência à água, aderência e abrasão;
8. **Informações ao consumidor** – Este ponto estabelece que informação deve constar na embalagem ou estar apensa à mesma.
9. **Informações a figurar no rótulo ecológico** – O campo 2 do rótulo ecológico deve conter o seguinte texto:
  - ✓ Bons resultados na utilização em interiores,
  - ✓ Uso limitado de substâncias perigosas,
  - ✓ Baixo teor de solventes.

Como podemos notar, os critérios considerados, não têm nada a ver com a produção de um pavimento cerâmico por exemplo.

Como os critérios de atribuição do rótulo são escolhidos especificamente para cada grupo de materiais, exigindo que se minimize ao máximo o impacto causado ao longo do seu processo produtivo, processo este verificado por uma entidade independente, garante-se desta forma que os critérios são cumpridos, razão pela qual o produto pode ostentar o “ECOLABEL”. Desta forma acredita-se que a credibilidade da acreditação chegue aos consumidores, confiando nos produtos com REC.

O resultado de uma avaliação para obter o ECOLABEL consiste na aprovação, ou não, do produto em causa.

## Tipo II – Auto declarações ambientais

São declarações dos fabricantes, importadores ou distribuidores de produtos, elaboradas de acordo com a norma ISO 14021:1999 [59] que especifica os requisitos necessários cumprir, tais como, textos, símbolos e gráficos, bem como termos usualmente utilizados em declarações ambientais e qualificações para o seu uso. Nessa norma, consta um método de avaliação e verificação geral para efetuar este tipo de declaração.

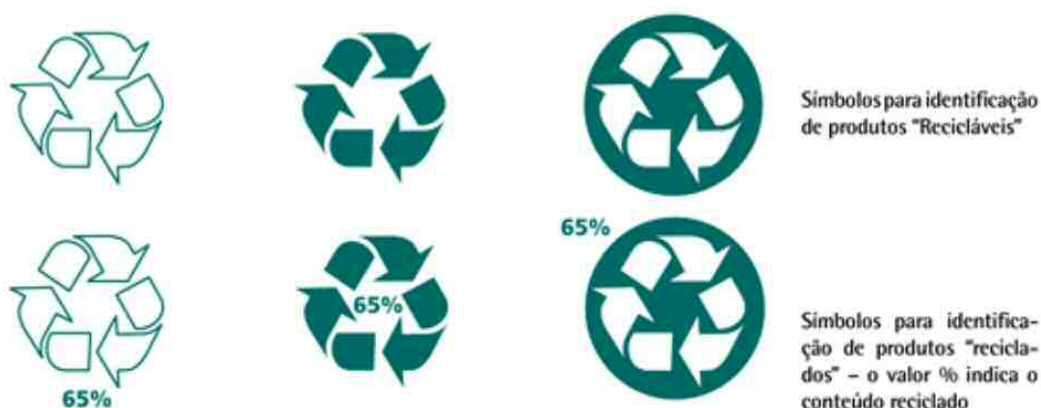


Figura 16 - Exemplos de rotulagem ambiental do tipo II ([60])

Devem ser evitadas declarações indefinidas como “amigo do meio ambiente”, “sustentável”, etc...

## Tipo III – Declarações Ambientais de Produto (DAP) (ISO 14025)

A DAP, ou EPD – Environmental Product Declaration, considera um conjunto de parâmetros previamente qualificados e selecionados, com base na Avaliação do Ciclo de Vida. Esta declaração fornece dados ambientais sobre os produtos, acompanhada por nota explicativa para interpretação dos mesmos.

Estes rótulos são concedidos e licenciados por organizações externas independentes [61] [62].

No seguinte tópico vamos explorar o tema sobre este tipo de rótulo.

## DAP - DECLARAÇÃO AMBIENTAL DE PRODUTO

A DAP – Declaração Ambiental de Produto (EPD – Environmental Product Declaration), é um documento que nos faculta informação quantitativa e ambiental sobre o ciclo de vida de um material, permitindo desta forma a comparação entre produtos da mesma tipologia.

A informação de uma DAP baseada em estudos de ACV é do tipo III, e nela deve constar um conjunto de indicadores ambientais relevantes, tais como aquecimento global, consumo de recursos, produção de resíduos, etc...) apresentados na forma de diagramas, com nota explicativa da informação nela contida.

A existência deste documento permite transformar a proteção do ambiente num valor social, o qual se torna naturalmente numa mais valia económica para quem comercializa produtos que disponibilizam esta informação.

Este método encontra-se devidamente normalizado através da ISO 14025 (Type III – Environmental Declarations) [61] e na sua essência visa promover o diálogo entre empresa/empresa e entre empresa/consumidores, pois é a procura destes últimos por produtos que causem menor pressão ambiental que dita a maior ou menor oferta dos mesmos.

As DAP, ao transmitirem informação verificável, exata e não enganosa (pois é verificada por uma entidade independente ao estudo efetuado), encorajam a oferta e procura por este tipo de produtos.

As DAP têm como objetivo o seguinte:

- ✓ Apresentar informação baseada numa avaliação do ciclo de vida (ACV) e informação adicional acerca dos aspetos ambientais dos produtos;
- ✓ Ajudar compradores e utilizadores a efetuar comparações informadas entre produtos, apesar das declarações não serem afirmações comparativas;
- ✓ Incentivar a melhoria do desempenho ambiental;
- ✓ Fornecer informação para a avaliação dos impactos ambientais dos produtos durante o respetivo ciclo de vida.

Relativamente aos produtos comercializados no setor da construção, existe uma norma específica, a ISO 21930 (EPDs for Buildings), onde são aprofundados alguns aspetos desta atividade.

Em Portugal, foi aprovado em Outubro de 2011 a EN 15804 que define as regras, por categoria de produtos, para o desenvolvimento de DAP's e está em curso a aprovação da prEN 15942, relativa ao formato de comunicação das declarações.

No anexo A, apresenta-se o exemplo de uma DAP.

### Resumo sobre a Rotulagem Ecológica

Como podemos verificar, existem vários tipos de rótulos ambientais, com efeitos diferentes. Na Tabela 16 podemos observar as principais características de cada um dos tipos de rotulagem ambiental.

Tabela 16 - Comparação entre os vários tipos de rótulos ambientais (adaptado de [63])

<b>Tipo I</b> <b>ISO 14024</b>	<b>Tipo II</b> <b>ISO 14021</b>	<b>Tipo III</b> <b>ISO 14025</b>
<b>Voluntário</b>	Voluntário	Voluntário
<b>Sistema de aprovação / reprovação;</b>	Declaração na forma de texto e/ou logotipo;	Informação quantificada;
<b>Licença concedida por entidade independente (normalmente um logotipo);</b>	Melhorias devem ser quantificáveis;	Pode ser apresentado de diversas formas, por exemplo texto, gráfico, ilustração;
<b>Critérios múltiplos, baseados em impactos do ciclo de vida do produto;</b>	Normalmente baseia-se num único critério, mas pode ser de múltiplos critérios;	Critérios múltiplos, baseados em estudo de avaliação do ciclo de vida do produto;
<b>Conjunto de critérios e avaliação do produto determinados por uma entidade independente;</b>	Auto-declaração, sem envolvimento de entidades independentes;	Conjunto de dados ambientais quantitativos determinados por entidade independente, mas que devem ser revistos de forma crítica;
A partir do rótulo apresentado é possível o consumidor comparar com produtos da mesma categoria a informação nele constante;		A decisão é deixada para o consumidor ou usuário final, que deve comparar os resultados das informações disponibilizadas de todas as categorias de impacto ambientais;
<b>Exemplos:</b> ECOLABEL - União Europeia; Blue Angel - Alemanha; Nordic Swan - Países Nórdicos;	<b>Exemplo:</b> “Feito com x% de material reciclado”;	<b>Exemplo:</b> Declaração Ambiental de Produto da empresa Renova;

Podemos então concluir que os rótulos ambientais do tipo I e III são os mais fiáveis, pois são sempre verificados por entidades independentes e baseiam-se em estudos ACV, ou em partes deles.

O rótulo ambiental do tipo II, devido a ser uma autodeclaração feita pela empresa sem verificação por uma entidade independente, é questionável, pois é o menos informativo dos três tipos de rótulo [63].

## **2.9 - BASE DE DADOS UTILIZADAS**

### **2.9.1 - INTRODUÇÃO**

Com este ponto, pretende-se elucidar sobre as bases de dados utilizadas no modelo proposto neste trabalho, para compreender qual a fiabilidade e proveniência da informação nelas contidas, no entanto há que ter em conta que mesmo o método preferencial de análise do impacto ambiental de um produto, a ACV, contém à partida um grau de incerteza no resultado apurado [39]. Se compararmos o resultado de diversas bases de dados na análise efetuada a um produto, poderemos encontrar semelhanças, mas também diferenças significativas. A incerteza, na análise da energia intrínseca está presente mesmo nos dados considerados mais fiáveis.

Tendo presente estas premissas, terá de ser a sensibilidade de quem analisa os dados a filtrar e interpretar a informação fornecida, para decidir se aquele é um valor próximo ou não da realidade onde se encontra (Estados Unidos, Europa, Ásia, etc...).

### **2.9.2 - ACV - ANÁLISE DE CICLO DE VIDA**

As bases de dados a utilizar no modelo para apurar o valor da energia intrínseca associada a um produto devem basear-se neste tipo de avaliação, preferencialmente com as fronteiras do sistema definidas como “cradle to gate”.

O aspeto de um resultado de ACV – Análise de Ciclo de Vida é o que se apresenta na Tabela 17.

Tabela 17 - Exemplo do resultado de uma análise ACV (Adaptado de [42])

Componentes da Construção	Energia Intrínseca (Gj)	Resíduos Sólidos (Toneladas)	Poluição do ar* (Fórmula)	Poluição da água* (Fórmula)	GWP**	Utilização de recursos (Toneladas)
					(Toneladas de CO2 equivalente)	
Estrutura	52,432	3,273	859.0	147.0	13,701	34,098
Revestimento	17,187	281	649.8	24.7	5,727	2,195
Cobertura	3,435	145	64.8	5.8	701	1,408
Total	73,054	3,554	1,573.6	177.5	20,129	37,701
Por m2	2.36	0.11	0.05	0.006	0.65	1.21

\* Os índices de poluição do ar e água são baseados no volume crítico medido (metodologia)

\*\* GWP - Global Warming Potential (Potencial de Aquecimento Global). A energia e emissões estimadas não incluem a energia operacional

Este método foi desenvolvido no ponto 2, razão pela qual passamos à explicação das outras ferramentas que serviram de base a este método de análise de impacto ambiental.

### 2.9.3 - ICE - INVENTORY OF CARBON & ENERGY

Este documento consiste numa base de dados denominada ICE – Inventory of Carbon & ICE, onde consta coeficientes de carbono e energia intrínseca de materiais utilizados na indústria de construção.

A primeira versão deste documento foi disponibilizada em Outubro de 2005, pelos autores, Prof. Geoff Hammond & Craig Jones, da Universidade de Bath, no Reino Unido.

Atualmente este documento vai na sua sétima versão lançada em Janeiro de 2011 (ICE Version 2.0), com a particularidade de ter sido disponibilizado pela primeira vez um ficheiro excel, para além do tradicional documento em PDF. No Anexo C, apresentamos listagem ICE V2.0 que iremos utilizar no modelo desta tese.

Os dados apresentados, têm origem em publicações de domínio público, como artigos de jornais, livros, Análises de Ciclo de Vida, conferências, entre outras, não estando por isso em causa questões de direitos de autor.

Os autores e a Universidade alertam para a não dispensa de verificação por parte do utilizador da informação facultada, no entanto, segundo os mesmos, a informação constante neste documento provou ser consistente, comparando com outros dados do género existentes.

A base de dados disponibilizada consiste num resumo com a informação mais relevante da versão alargada do ICE, mas quando foi lançada a versão 1.6, a base de dados já continha mais de 1700 registos de energia intrínseca.

INVENTORY OF CARBON & ENERGY (ICE) SUMMARY				
Materials	Embodied Energy & Carbon Coefficients			Comments
	EE - MJ/kg	EC - kgCO2/kg	EC - kgCO2e/kg	
				EE = Embodied Energy, EC = Embodied Carbon

Figura 17 - Cabeçalho da tabela ICE (Fonte [64])

O aspeto da base de dados disponibilizada, é o que podemos ver na Figura 17.

Na primeira coluna encontra-se o campo que designam o material, na segunda apresentam o valor de energia intrínseca desse material expresso em MJ/Kg, na terceira e quarta coluna aparece o valor do carbono intrínseco associado ao material expresso em KgCO<sub>2</sub>/Kg, sendo a diferença entre estes dois valores o fato de na quarta coluna o valor ser corrigido, incluindo para além do CO<sub>2</sub>, o impacto de outros GEE, acrescentando-se o “e” para marcar essa diferença, e a quinta e última coluna é um campo destinado a comentários.

Na última versão (V2.0), houve uma série de alterações, sendo uma das mais visíveis a referida coluna com valores corrigidos do carbono intrínseco ao material. Nesta coluna, o valor apresentado contempla para além do dióxido de carbono outros gases de efeito estufa (GEE) como o metano, fluorocarbonetos, entre outros. As unidades aparecem em KgCO<sub>2</sub>e/Kg de produto.

Os materiais que constituem a tabela resumo do ICE foram agrupados em 38 grupos, para os quais foram criados perfis individuais. Para despistar se existe um fator de conversão direto entre a energia intrínseca e o carbono intrínseco, analisou-se a tabela do ICE da seguinte forma, em cada material dividiu-se o valor do carbono intrínseco pelo respetivo valor da energia intrínseca e depois achou-se a média desses valores para cada um dos grupos de materiais, valor esse que se encontra expresso em percentagem na Tabela 18.

Tabela 18 - Relação média por grupo de produtos entre a energia intrínseca e o respetivo carbono intrínseco

Grupo de Materiais	Relação EC / EE (Média em %)	Relação ECE / EE (Média em %)
Agregados	6	6
Alumínio	5	6
Asfalto	2	2
Betumes	1	1
Latão	6	6
Tijolos	8	8
Bronze	5	5
Tapetes	5	5
Cimento	14	15
Cerâmica	6	6
Argila	7	7
Betão	13	14
Cobre	6	6
Vidro	5	6
Isolamentos	5	7
Ferro	8	8
Chumbo	6	6
Cal	14	15
Linóleo	5	-
Materiais diversos	6	-
Tinta	3	4
Papel	5	-
Gesso	6	7
Plástico	3	4
Borracha	3	3
Areia	6	6
Selantes e adesivos	4	-
Terra	8	8
Aço	7	7
Pedra	6	6
Madeira	6	6
Estanho	5	6
Titânio	6	6
Pisos de Vinil	4	5
Zinco	5	6
Módulos fotovoltaicos	5	-
Estradas	4	4
Caixilharia	5	-

É de referir que na maioria dos casos, o valor médio apresentado é igual ao que efetivamente foi calculado para cada um dos materiais, variando num caso ou outro num ponto percentual. É exemplo disso os primeiros oito grupos de materiais da tabela, entre outros que nela surgem. No caso dos materiais do grupo do cimento, os valores já variam entre 8% e 17%, enquanto que no caso do grupo do betão variam entre 6% e 16%. Outros casos como este também surgem na tabela, no entanto, estamos a falar em famílias de materiais em que a gama de produtos é vasta, variando a composição do material e naturalmente os valores associados a estes parâmetros.

Tabela 19 - Fronteiras definidas para a base de dados ICE (Adaptado de [64])

Artigo	Definição das Fronteiras
Energia entregue	Toda a energia entregue é convertida em energia primária equivalente, ver ponto seguinte;
Energia primária	Método padrão que rastreia a energia primária até ao berço.
Eletricidade primária	Incluída, contada como teor energético da eletricidade.
Energias renováveis (incluindo electricidade)	Incluída.
Poder calorífico (CV) / Poder calorífico proveniente de combustíveis fósseis	Os valores padrão são os valores mais altos de aquecimento (HHV) ou Poder Calorífico Bruto (PCH), ambos são unidades equivalentes.
Poder calorífico a partir de materiais combustíveis orgânicos	Incluído quando usado como combustível, excluído quando usado como matéria-prima. Exemplo: As aparas de madeiras queimadas incluem o poder calorífico da madeira, mas a madeira utilizada numa mesa exclui o poder calorífico do produto de madeira;
Matéria prima derivada de fontes energéticas	Matéria-prima derivada de combustíveis fósseis está incluída na análise, mas identificada em separado. Por exemplo: A matéria-prima derivada do petróleo utilizada na produção de plástico está incluído. Ver abaixo a categoria de tratamento de matéria-prima orgânica.
Sequestro do Carbono e armazenamento de Carbono Biológico	Excluído, mas os utilizadores do ICE podem querer modificar os dados para incluir estes efeitos.
Emissões de Dióxido de Carbono relacionadas com combustível	Todas as emissões relacionadas com combustíveis fósseis estão incluídas.
Emissões de Dióxido de Carbono relacionadas com o processo	Incluídas. Por exemplo, as emissões de CO <sub>2</sub> da calcificação das cinzas na produção do cimento clinker estão incluídas.
Outros Gases de Efeito Estufa	A última versão da base de dados ICE (2.0), foi expandida para incluir dados sobre os GEE - Gases de Efeito Estufa. A informação principal consta na coluna do CO <sub>2</sub> e a que inclui os GEE está na coluna do CO <sub>2</sub> e.
Transporte	Incluído dentro dos limites especificados. Exemplo: Berço ao portão (cradle-to-gate).

É importante mencionar que os limites privilegiados nos valores apresentados na base de dados ICE são do berço ao portão (cradle-to-gate), no entanto, mesmo com esta definição, existe uma grande variedade de fatores que podem afetar os limites efetivos do estudo. Um dos principais problemas é o fato de os dados se basearem em

informação secundária, informação essa que possui por vezes outras fronteiras definidas que não a privilegiada pelo ICE, podendo este problema originar uma vasta gama de resultados.

Para minimizar esta questão, a equipa que desenvolve este projeto, definiu as fronteiras ideais para os valores que pretendem que integrem a listagem ICE. Os critérios são os que se encontram listados na Tabela 19.

Uma vez que o ICE disponibiliza toda a informação sobre cada uma das famílias de materiais, permitindo aceder à informação específica de cada uma delas, como por exemplo se o valor disponibilizado na listagem é referente a um produto “cradle-to-gate”, ou “cradle to-grave”.

Por todos estes motivos, acreditamos estar perante uma base de dados fiável que permite adaptar os valores ao nosso caso.

#### 2.9.4 - BEES - BUILDING FOR ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC SUSTAINABILITY

O BEES é um programa informático desenvolvido pelo laboratório de engenharia do NIST (National Institute of Standard and Technology), e baseia-se no método de Análise de Ciclo de Vida especificado na norma ISO 14040 para analisar o desempenho ambiental de materiais de construção. Os criadores deste programa pretendiam que o mesmo fosse objetivo, prático e transparente.



Figura 18 - Parâmetros considerados no programa BEES [65]

Na Figura 18, temos um esquema que é disponibilizado no manual do BEES, que consiste para além dos custos iniciais e custos futuros no seguinte:

- ✓ Potencial de aquecimento global (Dióxido de Carbono, Metano e Óxido Nitroso);
- ✓ Potencial de acidificação;
- ✓ Potencial de eutrofização;
- ✓ Consumo de combustíveis fósseis;
- ✓ Qualidade do ar interior;
- ✓ Alteração de habitats;
- ✓ Poluição da água;
- ✓ Critérios de análise dos poluentes do ar;
- ✓ Saúde pública;
- ✓ Potencial de formação de smog;
- ✓ Potencial de degradação da camada de ozono;
- ✓ Toxicidade ecológica;

Este programa apresenta como vantagem o fato de ser facilmente acedido através da internet, no entanto, tem a desvantagem de as bases de dados utilizarem valores relativos a produtos produzidos nos Estados Unidos da América.

Para que a análise resultante deste programa seja o mais aproximado possível do ICE, devem ser tidos em conta os seguintes passos:

1º - Definir a performance ambiental da análise como 100% (Figura 19).

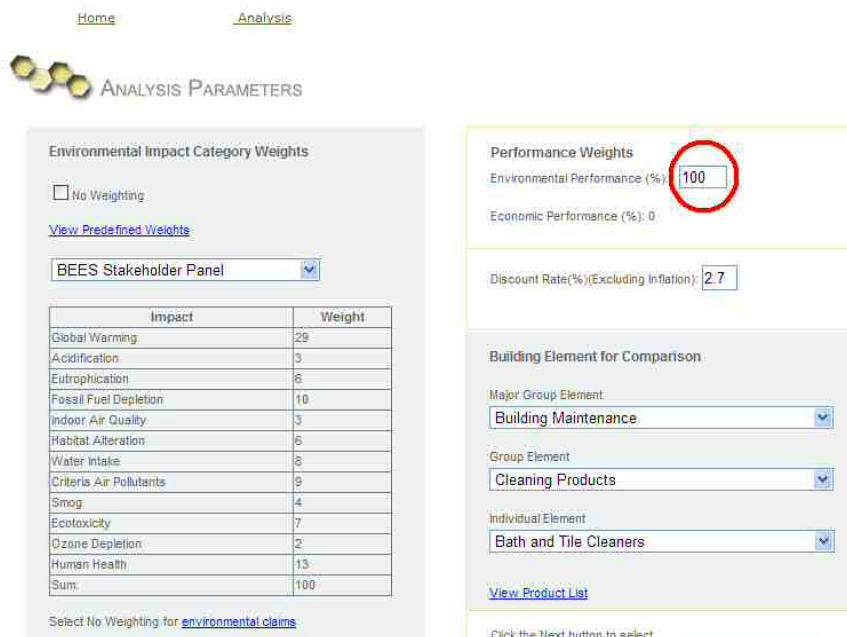


Figura 19 - BEES - Alteração da ponderação para a performance ambiental [65]

2º - Verificar se as ponderações são as correspondentes ao “BEES Stakeholder Panel” e escolher o material que se pretende avaliar nos três campos do “Building Element Comparison” (Figura 20).

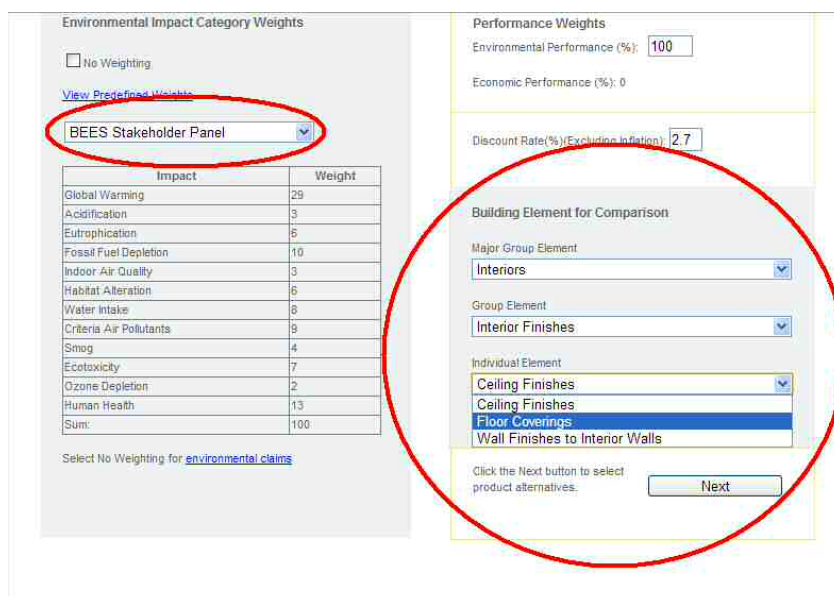


Figura 20 - Ponderações do BEES e escolha do material a analisar [65]

3º - Selecionar o material pretendido na listagem do campo “Select Product Alternatives” e colocar “0 miles” no campo “Transportation distance from manufacture to use” e clicar em “update”, para o programa assumir a distância de 0

Km/miles, fazendo desta forma uma análise “Cradle-to-Grave” e depois clicar em “Select alternative” (Figura 21).

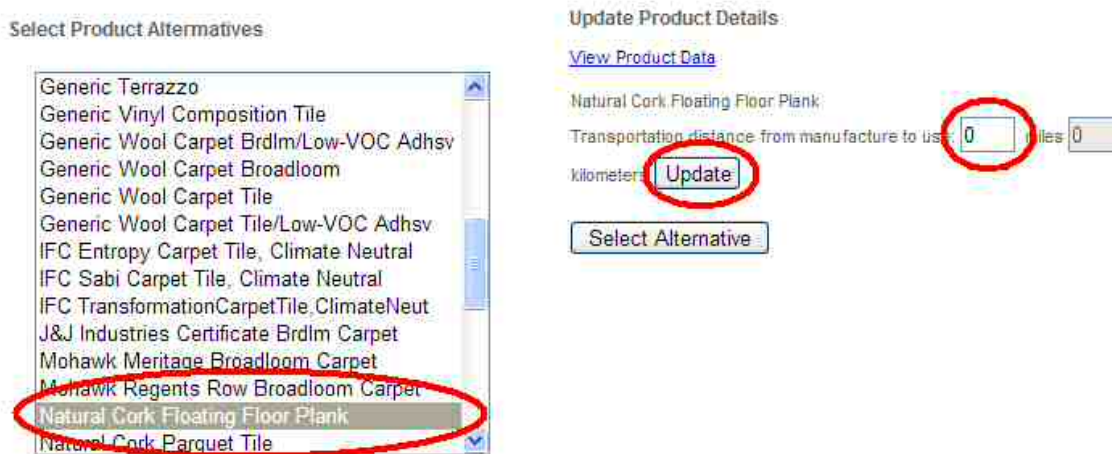


Figura 21 - Afetação do transporte e escolha do material [65]

4º - Após clicar em “Select alternative”, aparecerá um novo campo onde aparece a opção “compute”, na qual se deve clicar (Figura 22).



Figura 22 - Efetuar cálculos [65]

5º - Clicar em “View Reports” para surgirem os resultados (Figura 23).



Figura 23 - Relatórios / Resultados BEES [65]

6º - Por fim deve-se seleccionar qual ou quais os relatórios que se pretende ver. Para efeitos da análise a efetuar, pretende-se especificamente o gráfico da energia intrínseca (Figura 24).

Como exemplo, efetuamos todos estes passos para um linóleo da Forbo, e obtivemos no BEES um valor de 24,61 MJ/Kg e no ICE temos 25,00 MJ/Kg, valores muito próximos que pode ter a ver com arredondamentos, no entanto,



Figura 24 - Gráfico final com o resultado da energia intrínseca associada ao material escolhido [65]

## 3 - OUTROS FACTORES RELEVANTES NA DECISÃO DE ESCOLHA

### 3.1 - INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão abordados vários temas normalmente considerados ou a ter em conta na decisão de escolha de materiais, bens ou serviços, nomeadamente, a questão económica, da qualidade, do comportamento técnico de materiais e manutenção.

Existem vários fatores que podem influenciar a escolha de um produto, nomeadamente, algum tipo de imposição, como por exemplo o fato de o produto ter de cumprir com determinada exigência funcional ser mais relevante que o custo, impacto ambiental ou outro fator.

Como tratar e analisar a informação para efetuar a escolha de um produto? Neste capítulo vamos esclarecer os pontos mais relevantes na perspectiva da construção sustentável e como cada um pode contribuir para um melhor desempenho no conjunto final.

### **3.2 - CUSTO**

Este é, sem dúvida, dos fatores mais relevantes, senão mesmo o mais significativo na decisão de aquisição de serviços, materiais ou bens em todas as empresas, pois como diz uma das suas definições mais simples, “Uma empresa é uma entidade com fins lucrativos”, ou seja, esta tem que gerar lucro.

É neste contexto que surge o processo normalmente utilizado em meio laboral para comparar as várias propostas com valores de um bem, materiais ou serviços na consulta a diferentes fornecedores, o mapa comparativo de preços.

A elaboração deste documento, normalmente feito numa folha de cálculo, consiste em definir qual o objeto da consulta (quais as quantidades e quais os materiais, bens ou serviços a adquirir), procurar e consultar no mercado quem fornece o produto ou serviço e aguardar o envio das propostas das empresas consultadas.

A informação que consta neste documento varia de empresa para empresa, pois algumas têm modelos próprios inseridos nos planos de qualidade, ou não da organização, com mais ou menos informação.

MAPA COMPARATIVO DE PREÇOS											
LOGOTIPOEMPRESA											
DATA: _____											
CENTRO CUSTO: _____											
DESIGNAÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADES	EMPRESA 1			EMPRESA 2			EMPRESA 3		
			€/UN	€ (PARCIAL)	OBSERV.	€/UN	€ (PARCIAL)	OBSERV.	€/UN	€ (PARCIAL)	OBSERV.
Produto 1	500	m2	3,35 €	1.675,00 €	melhor preço	3,42 €	1.710,00 €		3,70 €	1.850,00 €	
Produto 2	1000	ml	4,32 €	4.320,00 €		4,18 €	4.180,00 €		3,98 €	3.980,00 €	
Produto 3	2000	un	0,35 €	700,00 €		0,34 €	680,00 €	melhor preço	0,41 €	820,00 €	
<b>TOTAL</b>				6.695,00 €		<b>TOTAL</b>	6.570,00 €		<b>TOTAL</b>	6.650,00 €	
OBSERVAÇÕES:											
ADJUDICAR A: _____ DATA: __/__/____											

Figura 25 - Exemplo de um mapa comparativo de preços

A informação básica que deve constar num documento deste género deve ser a apresentada na Figura 25.

Podemos verificar que após preenchimento do mapa na figura acima exposta, as várias propostas apresentam o melhor preço em pelo menos um dos produtos, podendo por isso dar azo a uma nova renegociação e as propostas serem melhoradas.

No entanto a adjudicação pode ainda depender de outros fatores, tais como as condições de pagamento pretendidas pelo fornecedor, se o transporte está ou não incluído no preço, prazos de entrega, entre outros que possam surgir.

Conseguindo negociar os melhores preços com o menor número de fornecedores possíveis, programando as entregas de materiais, irá seguramente reduzir o impacto ambiental do transporte, que de outra forma, ou noutra fase de obra dificilmente será possível reduzir.

### 3.3 - QUALIDADE

Neste ponto, será abordada a questão da qualidade dos produtos individualmente, a questão da mão-de-obra e o produto final da construção.

Hoje em dia, com a generalização da implementação de medidas de controlo da qualidade do produto nas linhas de produção das unidades fabris, a garantia que estamos a adquirir um produto que cumpre com a descrição efetuada na ficha técnica que o deve acompanhar é de modo geral fiável se possuir marcação CE.

Na fase de estudo do projeto, é muito importante dar especial atenção à compatibilização de todos os projetos de especialidades, para conseguir planear e identificar eventuais problemas que possam ser resolvidos antes de serem

executados em obra, pois teriam de ser retificados tornando-se assim na solução mais danosa a vários níveis, nomeadamente a nível económico, ambiental e de prazos de obra. Também nesta fase é importante ter uma noção de toda a logística necessária (estaleiro de obra) para concretizar o projeto.

Em obra, partindo do princípio que não existem maus materiais, mas sim más aplicações, para que o material cumpra com a sua função este terá de ser bem aplicado, razão pela qual normalmente materiais mais específicos, como paredes e tetos falsos, membranas de isolamento ou impermeabilização são entregues a empresas especializadas para haver uma maior garantia da aplicação, do funcionamento do material e da obra como um todo.

Num projeto de construção a garantia final do produto, para além da fiscalização, é entregue ao dono de obra sob a forma de um documento denominado “compilação técnica”, onde se encontram as fichas técnicas dos produtos utilizados, empresas intervenientes mais relevantes, planos de manutenção entre outras informações pertinentes, conforme estipulado na lei e onde deve constar um historial da conceção e execução do projeto para memória futura.

A nível ambiental, existe uma forma de atestar a “garantia ambiental” da obra cumprindo com as indicações da Comissão Europeia dadas num documento denominado “Ficha de Produto para Contratos Públicos de Construção”, elaborado no âmbito da temática “Ferramentas de Formação de Contratos Públicos Ecológicos”.

Esta ficha de produto “contém recomendações para a adjudicação de empreitadas de obras públicas, incluindo o fornecimento de equipamentos conexos, tais como sistemas de refrigeração, aquecimento e ventilação, e ainda o abastecimento de eletricidade. São ainda abordadas as fases de conceção, construção, utilização e demolição de edifícios, nomeadamente edifícios de serviços públicos e de escritórios” [66]. Apesar de referir que se aplica a edifícios de serviços públicos e de escritórios, como as indicações são generalistas, estas podem ser aplicadas a qualquer projeto de construção, razão pela qual este requisito poderá ser cumprido.

Pelo exposto, este documento deve também ele, ser anexo à compilação técnica. No anexo B, apresenta-se um exemplo de uma Ficha de Produto - Isolamento Térmico, para Contratos Públicos Ecológicos.

Por último, e na prática mais visível, é a garantia que o construtor tem de garantir sobre a construção que executou, vigorando em Portugal um prazo de 5 anos

para tal. No decorrer deste prazo, todas as anomalias decorrentes do fabrico, ou mau funcionamento de fábrica de todos os equipamentos cobertos por essa garantia na altura da entrega do imóvel, terão de ser reparadas(os).

Tendo em conta todos estes elementos e as indicações anteriores, estas farão prova de que a construção funcionará como um todo garantindo o desempenho para o qual foi concebida e dimensionada.

### **3.4 - EXIGÊNCIA FUNCIONAL / CARACTERÍSTICA DE UM MATERIAL**

A exigência funcional ou a característica de um material pode influenciar fortemente a decisão de escolha, uma vez que um destes parâmetros pode ser na ótica do projetista/dono de obra fundamental cumprir.

É este o peso deste parâmetro, no entanto, há fases de análise de uma obra ou intervenção em que este critério pode ter um peso mais ou menos importante.

Caso a consulta de materiais esteja a ser feita na fase de conceção do projeto, é natural que este parâmetro seja mais importante ter em consideração do que o custo por exemplo.

Se estivermos em fase de obra, uma vez que as características e exigências funcionais já vêm definidas de projeto, o critério preço torna-se mais importante. Em caso de recuperação ou reabilitação, o custo e a exigência funcional / característica deverão ter um peso semelhante na decisão, uma vez que normalmente se pretende resolver situações, usando para isso materiais que garantam a funcionalidade, ou estética pretendida ao um custo considerado aceitável.

## **4 - MODELO**

### **4.1 - INTRODUÇÃO**

Pretende-se neste capítulo elaborar um procedimento baseado numa matriz com informação acessível e expedita, que permita quantificar e qualificar as propostas mais sustentáveis de um mapa comparativo de produtos, devolvendo esta análise, a indicação do produto que tem menor impacto ambiental, na qual também está contemplada o impacto na saúde humana, embora de uma forma não exaustiva.

A questão que se coloca é a forma como se pode obter a informação pertinente sobre o material em análise, num prazo de tempo aceitável considerando a necessidade de tomada de decisão.

Esta é a questão a que nos propomos responder neste capítulo.

### **4.2 - ESTRUTURA DO MODELO**

A abordagem que gera a necessidade de escolha de um material, depende do contexto em que esta surge, pois a relevância da informação de um produto na fase de projeto incide naturalmente no desempenho funcional e/ou acabamento, enquanto na fase de obra, uma vez que as exigências referidas já vêm definidas de projeto, incide no valor do material.

Numa eventual reparação, já depende da natureza dos trabalhos a realizar. Então, podemos definir que a nossa análise começa quando necessitamos de consultar materiais, produtos ou serviços, seja na fase de projeto, execução de obra ou reparações, mas uma vez que podemos querer atribuir mais importância a determinado a um critério, teremos de criar várias ponderações para ter em conta estas situações.

Nesta fase, deve ser solicitado aos fornecedores, o envio de todos os elementos informativos sobre o material, inclusive, informação disponível na página de internet do produto.

Na fase de consulta, a informação relevante para a comparação dos materiais consta nos seguintes documentos que devem ser analisados:

- ✓ Ficha Técnica do Produto;
- ✓ Ficha de Segurança do Produto;
- ✓ REC - Rótulo Ecológico Europeu (Ecolabel / DAP);
- ✓ ACV;
- ✓ Energia Intrínseca;
- ✓ Custo de aquisição;
- ✓ Distância do ponto de fabrico/produção até à obra/local de descarga;
- ✓ Informação sobre a Durabilidade e Manutenção associada ao produto (Normalmente na ficha técnica ou na ficha de segurança);

MAPA COMPARATIVO - ANÁLISE DE MATERIAL A APLICAR EM PEDOVIA			
	PRODUTO 1	PRODUTO 2	PRODUTO 3
<b>Descrição</b>	Argamassa colorida bicomponente. <b>Componente A:</b> betume sintético resinoso com materiais finos de granulometria seleccionada / <b>Componente B:</b> funciona como catalizador;	Revestimento acrílico de base aquosa / Revestimento lizo de copolímeros acrílicos / Plástico de acabamento acetinado para interiores e exteriores;	Pintura plástica formulada com resinas estireno-acríticas em dispersão aquosa;
<b>Característica anti-derrapante</b>	É uma característica deste produto uma vez que material inerte de granulometria controlada faz parte da sua composição;	Na ficha técnica diz que tem características anti-derrapantes, no entanto, no esclarecimento dado pelo fabricante, diz que depende das características do suporte.	Ficha técnica menciona que tem boa aderência, sendo aplicado em espaços interiores/exteriores, em pistas desportivas, zonas desportivas, vias turísticas, caminhos de peregrinação, impregnação e/ou proteção final de pavimentos onde esteja aplicado slurry;
<b>Preparação do produto</b>	A mistura dos dois componentes desencadeia uma reação química, resultando no endurecimento da mistura;	1ª capa - Diluir até 40% / 2ª capa - Diluir até 20%;	Para aplicar sobre betuminoso, o fabricante esclareceu que não deve ser feita diluição;
<b>Aplicação</b>	O material pode ser aplicado até 2 horas após a mistura. O revestimento deve ser aplicado com uma demão;	Aplica-se à pistola, espátula, pincel, rolo ou "airless";	Aplica-se como se fosse uma tinta
<b>Rendimento</b>	Betume 1,5 a 2 Kg / m <sup>2</sup> ; Gravelha 4Kg / m <sup>2</sup> ;	10 a 12 m <sup>2</sup> /Kg por camada (O número de camadas depende da utilização)	0,4 a 0,7 Kg/m <sup>2</sup> , dependendo da solução aquosa;
<b>Tempo de Secagem</b>	a 20°C, 24horas (Cura completa)	2 horas	Entre 12 a 24 horas;
<b>Vantagens</b>	Não contém solventes e tem excelentes propriedades adesivas e resistência mecânica;	Grande dureza, facilmente lavável, boa resistência à intempérie, características anti-deslizamento, não inflamável, secagem rápida (2 horas) e mantém a mesma textura de acabamento e 95% da cor original durante o período de vida útil; Ecológica, não contém solventes;	
<b>Desvantagens</b>	Poderá haver dificuldade na aplicação ou espalhamento da gravelha pelos trabalhadores, sem pisar a zona com material aplicado. Tempo de secagem a 20°C é 24 horas, sendo a cura total e a abertura do tráfego pedonal efetuado 72h após a aplicação. Se a temperatura for inferior estes tempos de cura serão dilatados;		Não tem grande resistência a tráfego rodoviário; Não aplicar com temperaturas inferiores a 5°C;

Figura 26 - Exemplo de Mapa Comparativo de Características de Materiais

Com a análise parcial ou total destes elementos, é possível começar a selecionar e tratar a informação disponibilizada.

Conforme referido inicialmente, dependendo da fase em que nos encontramos, deve-se adequar o mapa comparativo ao momento em causa, por exemplo, se o mais importante for alguma(s) exigência/característica(s), pode ser feito um mapa como o da Figura 26.

Para efetuar a análise comparativa de preços, basta cumprir com as indicações do ponto 3.2, e elaborar um mapa como o da Figura 25.

Com a elaboração deste documento, iremos excluir à partida materiais que deixam de ter interesse por não cumprirem com as exigências/características pretendidas ou pelos valores em causa não serem competitivos, deixando por estas razões de ser elegíveis para a fase seguinte de avaliação.

Após esta triagem, inicia-se a análise ambiental do produto com a verificação, qualificação e quantificação de critérios vários, são eles:

- ✓ Energia Intrínseca;
- ✓ Impacto ambiental;
- ✓ Transporte;
- ✓ Saúde Humana;
- ✓ Manutenção / Durabilidade;
- ✓ Reciclagem.

Acontece que, se o fabricante já tiver submetido o seu produto a verificações externas e tiver comprovativo de o mesmo ter sido certificado (por exemplo: Rótulo Ecológico Comunitário), fica automaticamente dispensada a verificação de alguns dos referidos critérios, pois a existência do rótulo, ou documento equivalente, é garantia suficiente de que os mesmos foram cumpridos.

Por exemplo, a certificação com o Ecolabel, significa que o produto cumpre com normas europeias rigorosíssimas que minimizam o impacto no meio ambiente e na saúde humana, especificamente para o grupo a que pertence o produto visado. O cumprimento destas normas é verificado por entidades independentes, razão pela qual se privilegia no nosso modelo os materiais que tenham este tipo de rótulo em

relação a outros que até são mais vantajosos para um mesmo critério, mas que não têm qualquer tipo de verificação.

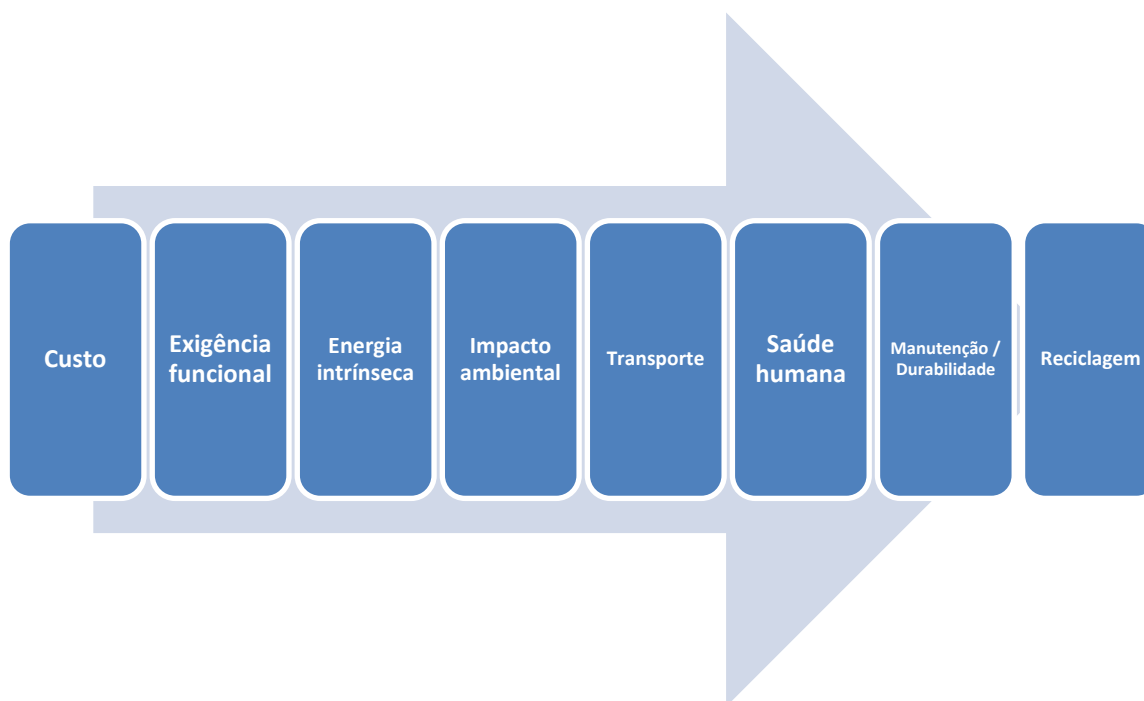


Figura 27 - Modelo proposto para a Matriz de Avaliação da Sustentabilidade de Materiais de Construção

Na Figura 27 apresenta-se esquema proposto para o funcionamento do modelo, bem como o desenvolvimento de como se pretende quantificar / qualificar as variáveis em causa.

### 4.3 - QUAIS AS VARIÁVEIS DO MODELO E COMO QUANTIFICÁ-LAS?

#### 4.3.1 - CUSTO

A distinção entre os produtos a analisar será feita através da sua classificação, conforme se passa a descrever.

O material classificado em primeiro lugar por ser o mais económico, ser-lhe-á atribuído 10 pontos, o segundo 9 pontos e assim sucessivamente. A partir do 10º lugar (inclusive) em diante, todos os materiais receberão como pontuação o valor de 1. Se dois, ou mais produtos tiverem o mesmo preço, deve de ser atribuído a estes a mesma pontuação.

Desta forma, o resultado da análise de um mapa comparativo de preços será semelhante ao que se apresenta no quadro da Tabela 23.

MAPA COMPARATIVO DE PREÇOS	
DESIGNAÇÃO	PONTUAÇÃO
Melhor preço	10
2º melhor preço	9
3º melhor preço	8
4º melhor preço	7
5º melhor preço	6
6º melhor preço	5
7º melhor preço	4
8º melhor preço	3
9º melhor preço	2
10º melhor preço em diante	1

Figura 28 - Classificação de materiais a partir do resultado do Mapa Comparativo de Preços

#### 4.3.2 - EXIGÊNCIA FUNCIONAL / ESTÉTICA

Caso o decisor faça questão que o material cumpra com determinada(s) característica(s) funcional/ais ou estética(s), os parâmetros exigidos devem ser comparados para que se proceda à diferenciação dos materiais avaliados, para a utilização pretendida.

À semelhança do ponto anterior, o material classificado em primeiro lugar por ter a exigência funcional /estética pretendida, ser-lhe-á atribuído 10 pontos, o segundo 9 pontos e assim sucessivamente. A partir do 10º lugar (inclusive) em diante, todos os materiais receberão como pontuação o valor de 1.

Desta forma, na análise de um mapa comparativo sobre características de materiais, terá um aspeto semelhante ao da Tabela 24.

MAPA COMPARATIVO DE MATERIAIS	
DESIGNAÇÃO	PONTUAÇÃO
Melhores exigências/caraterísticas	10
2º melhor exigências/características	9
3º melhor exigências/características	8
4º melhor exigências/características	7
5º melhor exigências/características	6
6º melhor exigências/características	5
7º melhor exigências/características	4
8º melhor exigências/características	3
9º melhor exigências/características	2
10º melhor exigências/características em diante	1

Figura 29 - Classificação de materiais a partir do resultado do Mapa Comparativo de Exigências/Características

#### 4.3.3 - ENERGIA INTRÍNSECA DE UM MATERIAL

Para saber qual o valor da energia intrínseca associada a um material, deve ser consultada a tabela ICE, no Anexo C (ver ponto 2.9.4). Se nesta base de dados não constar a informação pretendida, pode-se verificar se a mesma existe na base de dados do BEES, tendo em atenção os cuidados a ter com este programa mencionados em 0, nomeadamente, com a sua configuração para este devolver um resultado correspondente à análise “cradle-to-gate” e ter em consideração que esse resultado corresponde à realidade americana, em que os métodos de fabrico de um material diferem dos europeus. A informação do BEES, apesar de poder ter um grau de incerteza associado, torna-se relevante na ausência de dados, pois é preferível termos alguma referência do que nenhuma.

Na ausência total de informação fidedigna, deve-se atribuir a pontuação de 1, ou eventualmente outra, desde que devidamente fundamentada pelo utilizador da matriz. Como o grau de incerteza sobre este critério se torna muito elevado, o produto deve a partir daqui ser sinalizado, no campo observações por exemplo, para no caso de se tornar elegível, ou mesmo o mais bem posicionado, o decisor saber que existe esta incerteza na análise efetuada ao mesmo.

Quanto à classificação e seguindo o mesmo raciocínio do ponto anterior, esta deverá ser feita a partir do material que possuir a menor energia intrínseca, sendo

atribuído ao primeiro classificado 10 pontos, ao segundo 9 pontos e assim sucessivamente até ao 10º lugar que será atribuído a pontuação de 1. Do 10º classificado em diante todos os produtos receberão 1 ponto.

Caso estejamos a analisar vários materiais da mesma família que possuam o mesmo valor de energia intrínseca, a todos eles será atribuído a mesma pontuação correspondente à sua classificação.

A título de exemplo, se um gradeamento for feito em alumínio produzido a partir de alumina sem adição de alumínio reciclado, o valor da energia intrínseca associada a este material, consultando a base de dados ICE, será 218 MJ/Kg, ou 12,79 KgCO<sub>2</sub>/Kg, conforme indicado na Figura 30.

Materials	Embodied Energy & Carbon Coefficients			Comments
	EE - MJ/kg	EC - kgCO <sub>2</sub> /kg	EC - kgCO <sub>2</sub> e/kg	
<b>Aggregate</b>				<b>EE = Embodied Energy, EC = Embodied Carbon</b>
<b>General (Gravel or Crushed Rock)</b>	0,083	0,0048	0,0052	Estimated from measured UK industrial fuel consumption data
<b>Aluminium</b>	Main data source: International Aluminium Institute (IAI) LCA studies (www.world-aluminium.org)			
<b>General</b>	<b>155</b>	<b>8,24</b>	<b>9,16</b>	Assumed (UK) ratio of 25.6% extrusions, 55.7% Rolled & 18.7% castings. Worldwide average recycled content of 33%
Virgin	218	11,46	12,79	
Recycled	29,0	1,69	1,81	
<b>Cast Products</b>	<b>159</b>	<b>8,28</b>	<b>9,22</b>	Worldwide average recycled content of 33%
Virgin	226	11,70	13,10	
Recycled	25,0	1,35	1,45	
<b>Extruded</b>	<b>154</b>	<b>8,16</b>	<b>9,08</b>	Worldwide average recycled content of 33%
Virgin	214	11,20	12,50	
Recycled	34,0	1,98	2,12	
<b>Rolled</b>	<b>155</b>	<b>8,26</b>	<b>9,18</b>	Worldwide average recycled content of 33%
Virgin	217	11,50	12,80	
Recycled	28	1,67	1,79	
<b>Asphalt</b>				

Figura 30 - Valores da Energia Intrínseca e Coeficientes de Carbono da tabela ICE associados ao alumínio virgem

#### 4.3.4 - IMPACTO AMBIENTAL PARA A PRODUÇÃO DO MATERIAL

É do conhecimento geral que a produção de um material tem impactos ambientais associados, no entanto, existem alguns casos em que esses materiais são produzidos com medidas ainda mais rigorosas do que a impostas por lei, por exemplo, se cumprirem com os critérios de rotulagem ecolabel.

Desta forma, pretende-se neste ponto, desenvolver uma forma de entrar em consideração com este critério e classificar o produto tendo em conta este parâmetro.

Para perceber quais os critérios ambientais analisados numa ACV, ou BEES, apresenta-se a seguinte tabela:

- ✓ Aquecimento Global;

- ✓ Acidificação;
- ✓ Eutrofização;
- ✓ Diminuição das Reservas de Combustíveis Fósseis;
- ✓ Alteração de Habitat;
- ✓ Consumo de Água na Produção de um Material;
- ✓ Poluentes do Ar;
- ✓ Smog;
- ✓ Toxicidade Ecológica;
- ✓ Diminuição da Camada de Ozono;

Assim sendo, podemos iniciar a classificação deste produto assumindo que, se conseguimos obter o valor da energia intrínseca de um produto a partir de uma fonte fiável, esse valor foi sujeito a uma ACV. Pelo exposto, e uma vez que as fontes de informação da energia intrínseca do modelo proposto são as bases de dados ICE, BEES, outra base de dados fidedigna como programas específicos de análise de ACV ou eventualmente informação disponibilizada na ficha ambiental, técnica ou de segurança do produto, será dada uma classificação ao produto de 6 pontos.

Se o produto tiver algum tipo de rotulagem ecológica, tal classificação deve ser feita da seguinte forma:

Tabela 20 - Pontuação a atribuir no caso de rótulo ecológico

TIPO DE ROTULAGEM	OBSERVAÇÕES	PONTUAÇÃO A ATRIBUIR
<b>ECOLABEL</b>	De fácil leitura, comparação e baseado em critérios de ACV acreditado por entidade independente;	10
<b>III</b>	Acreditado por uma entidade externa, mas a informação disponibilizada deve ser interpretada por quem consulta o documento;	1 a 10
<b>I</b>	Rótulos ecológicos específicos de determinado país, ou países, exceto o “Ecolabel”. Acreditados por entidade independente;	8
<b>II</b>	É o tipo de rotulagem menos exigente dos três. Depende apenas da apresentação de uma declaração do produtor, importador ou distribuidor;	7

Optou-se pela pontuação e distinção mencionada na Tabela 20, porque o ECOLABEL é sem dúvida o rótulo de mais fácil leitura, com critérios rigorosíssimos baseados na ACV do produto e que efetivamente permite comparar com os outros tipos de rotulagem.

A rotulagem do tipo III aparece em segundo, mas com a possibilidade de a pontuação ir de 1 a 10. Isto acontece porque este tipo de rotulagem apesar de implicar uma ACV do produto e uma DAP deixa a decisão sobre a sua sustentabilidade para o consumidor/leitor, obrigando que o mesmo tenha conhecimento de causa sobre a informação a interpretar.

Os rótulos do tipo I, como são menos exigentes e abrangentes que o ECOLABEL, devido a serem rótulos mais localizados como por exemplo o “AENOR – ESPANHA”, terão direito a uma pontuação de 8 valores. Supostamente, a pontuação a atribuir deveria de ser 9 pontos, mas uma vez que a diferença entre estes rótulos (ver 2.8.1) e o ECOLABEL é grande, optou-se por acentuar a diferença de pontuação.

Os 7 valores são atribuídos aos rótulos do tipo II, referente a auto-declarações dos fabricantes, auto-declarações estas que são questionáveis uma vez que não são verificadas por entidade independente.

Caso não exista qualquer tipo de informação, deve ser atribuído a pontuação de 1 valor. Se existir algum tipo de informação ambiental, a pontuação a atribuir pode ser superior a 1, devendo nesse caso, ser justificada a atribuição da pontuação em causa.

Caso a informação seja escassa, poder-se-á analisar alguns parâmetros ambientais considerados relevantes e quantifica-los, mas tendo sempre em conta que as pontuações mais altas, serão sempre atribuídas de acordo com a Tabela 20, podendo a restante pontuação iniciar-se a partir dos 6 pontos e decrescer até 1.

#### **4.3.5 - IMPACTO AMBIENTAL DO TRANSPORTE**

Este assunto é extremamente relevante na análise a efetuar, uma vez que na avaliação de materiais da mesma família, este critério torna-se diferenciador, pois dificilmente, dois materiais estarão à mesma distância desde o local onde são produzidos até ao local onde são descarregados.

Para qualificar o produto, partiu-se da realidade portuguesa para criar níveis associados a distâncias que os materiais têm de percorrer.

Sabendo que Portugal tem de Norte a Sul aproximadamente 550 Km e uma largura do litoral ao interior que varia entre 130 a 200 Km, definiu-se que a distância entre o local onde é produzido o material e o seu local de entrega, irá definir a pontuação a atribuir a esse material. Os valores das distâncias foram agrupados de acordo com a proveniência dos materiais, dependendo se a sua proveniência é local, regional, nacional, ibérica ou fora da península ibérica. Na Figura 31, apresenta-se a tabela com as indicações descritas.

DISTÂNCIA	TIPO	PONTUAÇÃO
0 Km - 100 Km	Local	10
101 Km - 250 Km	Regional	7
251 Km - 500 Km	Nacional	5
501 Km - 1000 Km	Ibérico	3
> 1000 Km	Fora da península ibérica	1

Figura 31 - Pontuação a atribuir a um produto, dependendo da distância a percorrer desde local onde é produzido até ao local de destino

Para interpretar a tabela, podemos dar como exemplo um material pré-fabricado em betão, que foi transportado 47 Km desde a fábrica até à obra. A este produto será atribuído a pontuação máxima numa escala de 10, uma vez que é um produto local, correspondente a uma distância menor ou igual a 100 Km entre o ponto de produção e o local de entrega. Seguindo a mesma ordem de ideias, o nível seguinte corresponde a produtos produzidos na região / regiões limítrofes, variando a sua distância entre os 101 e 250 Km á qual corresponde a uma pontuação de 7 valores e assim sucessivamente. 5 pontos para distâncias entre 251 Km - 500 Km, 3 pontos para distâncias entre 501 Km - 1000 Km e para distâncias superiores a 1000 Km, 1 ponto.

#### 4.3.6 - SAÚDE HUMANA

A classificação proposta para este critério consiste em colocar sempre a mesma questão às várias fases analisadas neste parâmetro.

As fases são Produção, Aplicação, Utilização, Manutenção e Reciclagem / Deposição Final. A questão para cada uma delas é, “Existe risco para a saúde humana na fase em causa?”.

Esta análise parte do pressuposto que os produtos analisados não têm impacto na saúde humana, obtendo à partida classificação de 10 pontos. Por cada resposta positiva ou comentário por fase analisada, deduz-se 2 pontos até ao mínimo de 1 ponto.

Tabela 21 - Exemplo de uma análise do impacto da saúde humana;

	Pontuação inicial	Produção	Aplicação	Utilização	Manutenção	Reciclagem	Pontuação Final
<b>Pavimento Madeira</b>	<b>10</b>	Carpintaria / Colas	Carpintaria	-	COV - Verniz	-	<b>4</b>

Analisando a Tabela 21 e tendo em conta as indicações do parágrafo anterior, concluímos que a pontuação deste material equivale a  $10 - 2 - 2 - 0 - 2 - 0 = 4$  pontos.

A pontuação atingida neste parâmetro será a que entrará diretamente na análise final da ponderação.

Na Tabela 22, apresenta-se o resultado de uma análise efetuada pela University of Minnesota onde se apresenta a relação entre a qualidade do ar interior de um edifício e o respetivo material.

Tabela 22 - Qualidade do Ar Interior associada a vários tipos de materiais utilizados como pavimentos (Adaptado de [67])

DESIGNAÇÃO	QUALIDADE DO AR INTERIOR
Pavimento em madeira	Sem efeitos significativos
Pavimento flutuante laminado	Sem efeitos significativos
Pavimento em mosaicos de vinílico	Sem emissões durante a instalação e manutenção
Linóleo	Sem emissões durante a instalação e manutenção
Ladrilho cerâmico	Sem efeitos significativos
Pavimento em cortiça	Sem emissões durante a instalação e manutenção
Carpete em nylon	Sem emissões durante a instalação e manutenção
Carpete em lã	Sem emissões durante a instalação e manutenção

Também para efeitos desta análise, temos como documento base de análise a lista da IARC (Anexo D) [43] que relaciona algumas atividades humanas com o aparecimento de cancro em seres humanos, como por exemplo a pintura, ou a produção de borracha. No caso de existir alguma relação entre as chamadas de atenção desta listagem e o produto que estamos a analisar, devemos ter esse fato em consideração na pontuação a atribuir neste critério ao produto em causa.

#### 4.3.7 - MANUTENÇÃO / DURABILIDADE

A manutenção e a durabilidade de um material estão diretamente relacionadas, sendo esse o motivo pelo qual este critério se analisa num único ponto. Na sequência da mesma análise efetuada pela University of Minnesota na Tabela 22, na Tabela 23 podemos observar a vida útil expectável associada aos produtos nela constante, tendo em conta que estes são alvo de manutenção adequada.

Tabela 23 - Vida útil expectável associada a vários tipos de materiais utilizados como pavimentos (Adaptado de [67])

DESIGNAÇÃO	VIDA ÚTIL EXPECTÁVEL DO PRODUTO (ANOS)
Pavimento em madeira	25-100
Pavimento flutuante laminado	15-30
Pavimento em mosaicos de vinílico	10-25
Linóleo	40
Ladrilho cerâmico	25-100
Pavimento em cortiça	30-40
Carpete em nylon	8-11
Carpete em lã	25-30

Por vezes, como a informação sobre a durabilidade de materiais não é apresentada de uma forma clara, deve-se considerar para efeitos de análise deste parâmetro o período de tempo em que o produto tem garantia dada pelo fabricante.

Se tivermos acesso a esta informação, basta adaptá-la à Tabela 24 para conseguir quantificar, e qualificar o produto para a nossa análise.

Em caso de ausência de informação, deve-se atribuir 1 ponto ao produto.

Tabela 24 - Pontuação a atribuir no critério "Manutenção / Durabilidade"

DESIGNAÇÃO	PONTUAÇÃO
Mais de 50 anos / Ciclo de vida do edifício	10
Entre 26 e 50 anos	9
Entre 16 e 25 anos	8
Entre 11 e 15 anos	7
Entre 6 e 10 anos	6
Entre 0 e 5 anos	4
Sem garantia / Sem informação	1

#### 4.3.8 - RECICLAGEM / DESTINO FINAL

A atribuição de uma classificação para este critério será feita de acordo com as indicações da Tabela 25, favorecendo a pontuação, os materiais que num cenário de fim de vida sejam maioritariamente recicláveis.

Tabela 25 - Atribuição de pontuação ao critério "Reciclagem / Destino Final"

DESIGNAÇÃO	PONTUAÇÃO
Se for totalmente reciclável (>90%)	10
Maioritariamente reciclável (>60-90%)	8
Reciclável parcialmente (10-59%)	6
Destino final sem ser em aterro / Utilização como fonte de energia	4
Não reciclável (<10%)	2
Ausência de informação / Aterro	1

Relativamente a materiais que não tenham esta questão definida, deve ser feita uma análise caso a caso para se fundamentar a pontuação a atribuir.

#### 4.3.9 - PONDERAÇÃO

Pretende-se com este ponto, efetuar uma análise que permita elaborar várias listas de valores associados a cada um dos critérios considerados neste modelo, para que cada um deles ocupe um lugar proporcional à sua importância real.

A forma mais imediata de obtermos valores para uma ponderação, é atribuindo a mesma importância a todos os critérios, neste caso 12,5%. Na Tabela 26 apresenta-se a distribuição referida.

Tabela 26 - Ponderação média dos critérios considerados no modelo da tese

CRITÉRIOS	PONDERAÇÃO
CUSTO AQUISIÇÃO	12,5 %
EXIGÊNCIA FUNCIONAIS	12,5 %
ENERGIA INTRÍNSECA	12,5 %
IMPACTO AMBIENTAL	12,5 %
TRANSPORTE	12,5 %
SAÚDE HUMANA	12,5 %
MANUTENÇÃO / DURABILIDADE	12,5 %
RECICLAGEM / DESTINO FINAL	12,5 %
<b>TOTAL</b>	<b>100,00 %</b>

Mas qual a ponderação mais adequada a uma análise em que os critérios ambientais e de análise do ciclo de vida devem ter uma importância preponderante? E quais os critérios que devem ter uma influência menor no resultado da análise final?

Tabela 27 - Breeam EcoHome 2006 - Critérios e respectivas ponderações

CRITÉRIOS	PONDERAÇÃO
Gestão	10,0 %
Saúde e bem estar	14,0 %
Energia	22,0 %
Transporte	8,0 %
Água	10,0 %
Materiais	14,0 %
Ocupação do Solo e Ecologia Local	12,0 %
Poluição	10,0 %
<b>TOTAL</b>	<b>100,00 %</b>

Para responder a estas questões, efetuou-se a análise dos critérios e respetivas ponderações consideradas em vários MAS - Modelos de Avaliação da Sustentabilidade de referência [68]. Para se entender o procedimento adotado para todos os modelos, tomemos como exemplo a análise efetuada ao programa BREEAM EcoHome 2006, uma versão direcionada para edifícios de habitação unifamiliar novos ou modificados. Os critérios e ponderações deste programa são os que se apresentam na Tabela 27.

Desta forma, começou-se a “encaixar” os critérios do modelo de avaliação da sustentabilidade em causa, nos critérios equivalentes, ou mais adequados do modelo desta tese.

No entanto, verificou-se que alguns critérios dos modelos de avaliação da sustentabilidade não têm enquadramento nos critérios considerados no modelo da tese, neste caso, o critério “Gestão”, com uma ponderação de 10,0 %, não tem um enquadramento nos critérios do modelo da tese, razão pela qual o valor total atinge apenas 90,0 %.

Tabela 28 - Enquadramento dos critérios e ponderações do programa BREEAM EcoHome 2006, nos critérios do modelo da tese

CRITÉRIOS (MODELO)	CRITÉRIOS (BREEAM ECOHOME 2006)	PONDERAÇÃO (ADAPTADA)
<b>CUSTO AQUISIÇÃO</b>	-	-
<b>EXIGÊNCIA FUNCIONAIS</b>	Materiais,	14,0 %
<b>ENERGIA INTRÍNSECA</b>	Energia,	22,0 %
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	Água, Poluição, Ocupação do Solo e Ecologia Local,	32,0 %
<b>TRANSPORTE</b>	Transporte,	8,0 %
<b>SAÚDE HUMANA</b>	Saúde e Bem-estar,	14,0 %
<b>MANUTENÇÃO DURABILIDADE</b>	/	-
<b>RECICLAGEM / DESTINO FINAL</b>	-	-
<b>TOTAL</b>		<b>90,0 %</b>

Nestas situações, dilui-se em partes iguais o valor ponderado sobranete (10,0 %), pelo número de critérios que não têm cotação nenhuma, neste caso em concreto  $10/3 = 3,33\%$  / critério. Assim sendo, o resultado final desta análise será o seguinte:

Tabela 29 - Resultado Final da Análise - Enquadramento dos critérios e ponderações do programa BREEAM EcoHome 2006, nos critérios do modelo da tese

CRITÉRIOS (MODELO)	CRITÉRIOS (BREEAM ECOHOME 2006)	PONDERAÇÃO (ADAPTADA)
<b>CUSTO AQUISIÇÃO</b>	<i>Gestão (10/3)</i>	3,33 %
<b>EXIGÊNCIA FUNCIONAIS</b>	Materiais,	14,0 %
<b>ENERGIA INTRÍNSECA</b>	Energia,	22,0 %
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	Água, Poluição, Ocupação do Solo e Ecologia Local,	32,0 %
<b>TRANSPORTE</b>	Transporte,	8,0 %
<b>SAÚDE HUMANA</b>	Saúde e Bem-estar,	14,0 %
<b>MANUTENÇÃO DURABILIDADE</b>	<i>/ Gestão (10/3)</i>	3,33 %
<b>RECICLAGEM / DESTINO FINAL</b>	<i>Gestão (10/3)</i>	3,33 %
<b>TOTAL</b>		100,0 %

Caso todos os CMT - Critérios do Modelo da Tese já tenham associado um Critério MAS, e no final não se consiga fazer o enquadramento de algum desses critérios, deve-se dividir o valor total das ponderações sobranes pelo número total de CMT, devendo este resultado ser somado aos valores obtidos até ao momento em cada um dos CMT.

Os sistemas de avaliação da sustentabilidade, analisados no âmbito desta tese, estão referenciados na Tabela 30.

Por último, se os Critérios MAS forem enquadrados em apenas um ou mais CMT, não abrangendo a totalidade daqueles critérios, será essa a versão considerada para a análise pretendida, conforme acontece com a análise do programa BEES na Tabela 31.

Tabela 30 - Programas informáticos alvo de análise para efetuar ponderações do modelo da tese

PROGRAMAS INFORMÁTICOS ANALISADOS	PAÍS	DESCRIÇÃO
<b>BEES - BUILDING FOR ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC SUSTAINABILITY</b>	E.U.A.	Baseia-se no método de ACV para analisar o desempenho ambiental de materiais de construção;
<b>BREEAM ECOHOME 2006</b>	REINO UNIDO	Edifícios de habitação unifamiliar novos ou modificados;
<b>BREEAM ECOHOME XB 2006</b>	REINO UNIDO	Específico para reabilitações;
<b>CASBEE - COMPREHENSIVE ASSESSMENT SYSTEM FOR BUILDING ENVIRONMENTAL EFFICIENCY</b>	JAPÃO	Sistema de certificação japonês que tem como objetivo avaliar edifícios residenciais, escolares e de escritórios;
<b>GBC - GREEN BUILDING CHALLENGE (atualmente designado por SB TOOL)</b>	CANADÁ (iiSBE)	Tem como objectivo o desenvolvimento de um método para a avaliação do desempenho ambiental de edifícios, com vista à sua adequação às diferentes tecnologias, tradições construtivas e valores culturais de diferentes regiões do mesmo país ou de países diferentes;
<b>LEED - LEADERSHIP IN ENERGY &amp; ENVIRONMENTAL DESIGN</b>	E.U.A.	Tem como objetivo a classificação e certificação ambiental de edifícios para os profissionais e para a indústria de construção;
<b>NABERS - NATIONAL AUSTRALIAN BUILDINGS ENVIRONMENTAL RATING SYSTEM</b>	AUSTRÁLIA	Método desenvolvido para avaliar escritórios e residências já existentes;
<b>LIDERA - SISTEMA VOLUNTARIO PARA AVALIAÇÃO DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL</b>	PORTUGAL	Tem como objectivos apoiar o desenvolvimento de planos e projectos que procurem a sustentabilidade: avaliar o nível de sustentabilidade nas várias fases do edifício (conceção, obra e operação); suportar a gestão na fase de construção e operação e certificar através de uma avaliação independente;



Reunindo os resultados da Tabela 31 e efetuando a média resultante em cada um dos critérios do modelo da tese, obtemos a ponderação derivada da análise dos modelos de avaliação da sustentabilidade constante na Tabela 32:

Tabela 32 - Ponderações dos critérios dos MAS associados aos critérios do modelo da tese

Critérios (Modelo da tese)	BEES	BREEAM EcoHome 2006	BREEAM EcoHome XB 2006	CASBEE	GBC	LEED	NABERS	LIDERA	MÉDIA
CUSTO AQUISIÇÃO	-	3,3 %	4,68 %	-	5,0 %	1,38 %	5,3 %	6,0 %	3,2 %
EXIGÊNCIA FUNCIONAIS	-	14,0 %	4,68 %	-	2,8 %	1,38 %	5,3 %	5,5 %	4,2 %
ENERGIA INTRÍNSECA	-	22,0 %	35,09 %	35,0 %	23,0 %	44,6 %	34,0 %	32,0 %	28,2 %
IMPACTO AMBIENTAL	84,0 %	32,0 %	22,8 %	15,0 %	27,0 %	9,1 %	7,0 %	25,0 %	27,7 %
TRANSPORTE	-	8,0 %	3,51 %	-	2,8 %	27,2 %	17,0 %	5,5 %	8,0 %
SAÚDE HUMANA	16,0 %	14,0 %	5,26 %	50,0 %	34,0 %	13,6 %	13,0 %	15,0 %	20,1 %
MANUTENÇÃO / DURABILIDADE	-	3,3 %	4,68 %	-	2,8 %	1,38 %	5,3 %	5,5 %	2,9 %
RECICLAGEM / DESTINO FINAL	-	3,3 %	19,3 %	-	2,8 %	1,38 %	13,0 %	5,5 %	5,7 %
<b>TOTAL</b>	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

Conforme mencionado nos primeiros parágrafos do ponto 4.3.2, como se deve proceder caso queiramos dar mais importância ao custo, ou exigência funcional para efetuar esta análise a um material de construção?

Tendo como base a ponderação anteriormente obtida, verificamos que o critério custo tem uma importância pouco relevante (3,2%) em relação aos critérios “Energia intrínseca”, “Impacto ambiental” e “Saúde humana” que variam entre 20% e 30%.

Tomando como ponto de partida a ponderação resultante da análise dos modelos de avaliação da sustentabilidade, é necessário que o critério “Custo” tenha uma importância idêntica aos critérios mais importantes, devendo para isso a ponderação daquele critério possuir valores próximo dos 20%.

Para o efeito, procedeu-se ao seguinte cálculo:

1. Com exceção do critério “Custo”, multiplicou-se por 0,8 todos os valores ponderados dos critérios do modelo;

2. Subtraindo a 100% o somatório dos valores obtidos no ponto anterior (77,4%), obtemos que o critério “Custo” terá de ter uma ponderação associada de 22,6%;

Na Tabela 33, apresenta-se os cálculos descritos nos números anteriores para se chegar à ponderação “Custo”, para que este critério se torne num fator com mais influência no resultado final.

Tabela 33 - Cálculo da ponderação “Custo”

CRITÉRIOS (MODELO - TESE)	PONDERAÇÃO (MAS)			PONDERAÇÃO (CUSTO)
<b>CUSTO AQUISIÇÃO</b>	3,2 %	-	-	22,6 %
<b>EXIGÊNCIA FUNCIONAIS</b>	4,2 %	x 0,8	3,4 %	3,4 %
<b>ENERGIA INTRÍNSECA</b>	28,2 %	x 0,8	22,6 %	22,6 %
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	27,7 %	x 0,8	22,2 %	22,2 %
<b>TRANSPORTE</b>	8,0 %	x 0,8	6,4 %	6,4 %
<b>SAÚDE HUMANA</b>	20,1 %	x 0,8	16,1 %	16,1 %
<b>MANUTENÇÃO DURABILIDADE</b>	/	2,9 %	x 0,8	2,3 %
<b>RECICLAGEM / DESTINO FINAL</b>	5,7 %	x 0,8	4,6 %	4,6 %
	100,0 %		77,4 %	100,0 %

Para a obtenção da ponderação “Material”, em que o critério “Exigência funcional” se torna preponderante, procedeu-se da mesma forma que se procedeu para a ponderação “Custo”.

No caso da ponderação “Custo & Material”, procedeu-se de forma idêntica, com a variante de o fator multiplicador ser 0,7 em vez de 0,8, pois neste caso verificou-se que para equilibrar a influência destes critérios com os critérios com ponderações mais elevadas, a utilização daquele fator é mais adequado.

Aplicando todas estas considerações, obtemos as ponderações constantes na Tabela 34

Tabela 34 - Ponderações - Modelo

CRITÉRIOS (MODELO)	MÉDIA	MAS	CUSTO	MATERIAL	CUSTO & MATERIAL
CUSTO AQUISIÇÃO	12,5 %	3,2 %	22,6 %	2,6 %	17,6 %
EXIGÊNCIA FUNCIONAIS	12,5 %	4,2 %	3,4 %	23,4 %	17,6 %
ENERGIA INTRÍNSECA	12,5 %	28,2 %	22,6 %	22,6 %	19,7 %
IMPACTO AMBIENTAL	12,5 %	27,7 %	22,2 %	22,2 %	19,4 %
TRANSPORTE	12,5 %	8,0 %	6,4 %	6,4 %	5,6 %
SAÚDE HUMANA	12,5 %	20,1 %	16,1 %	16,1 %	14,1 %
MANUTENÇÃO / DURABILIDADE	12,5 %	2,9 %	2,3 %	2,3 %	2,0 %
RECICLAGEM / DESTINO FINAL	12,5 %	5,7 %	4,6 %	4,6 %	4,0 %
	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

## **5 - APLICAÇÃO DO MODELO**

### **5.1 - INTRODUÇÃO**

Pretende-se com este capítulo aplicar o modelo proposto no capítulo anterior, colocando em prática a análise de critérios ambientais através de um procedimento, para no final obter uma quantificação / qualificação dos produtos avaliados, que ao ser sujeitos à ponderação mais adequada à pretensão do utilizador, o seu resultado contribua para uma decisão mais esclarecida sobre a questão ambiental.

### **5.2 - ÂMBITO DA APLICAÇÃO**

O campo de aplicação deste modelo é na análise de materiais de construção, com o intuito de obter um indicador que nos informe se o material/produto em causa é comparativamente com as outras opções em causa, mais ou menos amigo do ambiente.

Para o efeito é necessário que a informação disponível sobre os mesmos seja filtrada, e devidamente tratada para que seja possível interpretá-la facilmente e comparar os produtos que satisfazem o propósito desejado.

Vão ser efetuadas duas análises, uma direcionada para uma família de produtos, tintas interiores mate, e outra análise para escolher o material mais adequado ao revestimento interior de um pavimento.

### **5.3 - CASO DE ESTUDO - TINTAS INTERIORES MATE**

#### **5.3.1 - INTRODUÇÃO**

O caso proposto analisar, consiste em escolher uma tinta interior branca mate para pintar uma área de 1000,00 m<sup>2</sup> de paredes interiores, que dê resposta aos critérios de sustentabilidade considerados no nosso modelo.

No final, o resultado da análise será submetida às várias ponderações também criadas no nosso modelo para averiguar qual a tinta, ou tintas que dão resposta àquelas ponderações, esclarecendo dessa forma quem tem de decidir.

### 5.3.2 - CUSTO

Para efetuar uma avaliação mais adequada, optou-se por avaliar o custo do material por metro quadrado, conforme se apresenta no seguinte mapa comparativo:

**MAPA COMPARATIVO DE PREÇOS**

DATA: 16-01-2013

DESIGNAÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADES	Barbot		Brell		Cin	
			€/UN	€(PARCIAL)	€/UN	€(PARCIAL)	€/UN	€(PARCIAL)
Tinta Interior Mate	1000	m <sup>2</sup>	0,60 €	600,00 €	0,86 €	855,03 €	1,06 €	1.060,00 €
<b>TOTAL</b>			<b>0,60 €</b>	<b>600,00 €</b>	<b>0,86 €</b>	<b>855,03 €</b>	<b>1,06 €</b>	<b>1.060,00 €</b>

PRODUTO	BarboMat	PRODUTO	Breilmatt	PRODUTO	Vinyomatt
Área a pintar	1000	Área a pintar	1000	Área a pintar	1000
Rendimento	10	Rendimento	11	Rendimento	11
Emb. 15L Necessárias	7	Emb. 15L Necessárias	6	Emb. 15L Necessárias	6
Preço (L/VA) Emb. 15L	90,00 €	Preço (L/VA) Emb. 15L	141,06 €	Preço (L/VA) Emb. 15L	175,53 €
Preço do Litro (L/VA)	6,00 €	Preço do Litro (L/VA)	9,41 €	Preço do Litro (L/VA)	11,70 €
Preço do m <sup>2</sup> (L/VA)	0,60 €	Preço do m <sup>2</sup> (L/VA)	0,86 €	Preço do m <sup>2</sup> (L/VA)	1,06 €

**MAPA COMPARATIVO DE PREÇOS**

DATA: 16-01-2013

DESIGNAÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADES	Neuce		Sofinco		Dyrup	
			€/UN	€(PARCIAL)	€/UN	€(PARCIAL)	€/UN	€(PARCIAL)
Tinta Interior Mate	1000	m <sup>2</sup>	0,46 €	460,00 €	2,51 €	2.510,00 €	0,60 €	600,00 €
<b>TOTAL</b>			<b>0,46 €</b>	<b>460,00 €</b>	<b>2,51 €</b>	<b>2.510,00 €</b>	<b>0,60 €</b>	<b>600,00 €</b>

PRODUTO	Neucebell	PRODUTO	Stridor Mate	PRODUTO	Dynamat Nature
Área a pintar	1000	Área a pintar	1000	Área a pintar	1000
Rendimento	11	Rendimento	8	Rendimento	8
Emb. 15L Necessárias	6	Emb. 15L Necessárias	8	Emb. 15L Necessárias	10
Preço (L/VA) Emb. 15L	76,62 €	Preço (L/VA) Emb. 15L	301,07 €	Preço (L/VA) Emb. 15L	62,16 €
Preço do Litro (L/VA)	5,11 €	Preço do Litro (L/VA)	20,07 €	Preço do Litro (L/VA)	4,78 €
Preço do m <sup>2</sup> (L/VA)	0,46 €	Preço do m <sup>2</sup> (L/VA)	2,51 €	Preço do m <sup>2</sup> (L/VA)	0,60 €

Figura 32 - Mapa comparativo - custo de tintas

Após analisados os valores, obtém-se a seguinte classificação para o critério custo:

Tabela 35 - Classificação - Custo, Tintas

PRODUTO	PREÇO / m <sup>2</sup>	PONTUAÇÃO
Neucebell (NEUCE)	0,46 €	10
BarboMat (BARBOT)	0,60 €	9
Dyrumat Nature (DYRUP)	0,60 €	9
Brellmatt (BRELL)	0,86 €	8
Vynilmatt (CIN)	1,06 €	7
Stridor Mate (SOTINCO)	2,51 €	6

### 5.3.3 - EXIGÊNCIA FUNCIONAL/ESTÉTICA

Para efetuar esta distinção, optou-se por considerar apenas o rendimento por litro de tinta, pois outros dados disponíveis como valores COVs, ou sólidos em peso, são mais relevantes para a análise do impacto na saúde humana ou impacto ambiental, respetivamente. Desta forma, analisando as fichas técnicas, qualificamos os produtos da seguinte forma.

REQUISITOS ECOLABEL - Tintas & Vernizes Interiores		ANÁLISE FICHAS TÉCNICAS DE PRODUTOS - EMPRESAS					
Rend. mínimo (Cor branca com 98% de cobertura): 8m <sup>2</sup> /Litro		BARBOT		BRELL		CIN	
		BarboMat	P	BrellMatt	P	VynilMatt	P
		10	9	9	8	11	10
		9		8		10	

REQUISITOS ECOLABEL - Tintas & Vernizes Interiores		ANÁLISE FICHAS TÉCNICAS DE PRODUTOS - EMPRESAS					
Rend. mínimo (Cor branca com 98% de cobertura): 8m <sup>2</sup> /Litro		NEUCE		SOTINCO		DYRUP	
		Neucebel	P	Stridor Mate	P	Dyrumat Nature	P
		11	10	8	7	8	7
		10		7		7	

Figura 33 - Pontuação associada à análise da exigência funcional de tintas

Analisando os valores, obtemos a classificação da seguinte tabela:

Tabela 36 - Classificação - Exigência funcional, Tintas

PRODUTO	RENDIMENTO MÍNIMO (m <sup>2</sup> / L)	PONTUAÇÃO
Neucebell (NEUCE)	11	10
Vynilmatt (CIN)	11	10
BarboMat (BARBOT)	10	9
Brellmatt (BRELL)	9	8
Dyrumat Nature (DYRUP)	8	7
Stridor Mate (SOTINCO)	8	7

### 5.3.4 - ENERGIA INTRÍNSECA DE UM MATERIAL

A análise deste critério vai ser igual para todos os produtos, uma vez que o valor em causa é respeitante a tinta branca mate de base aquosa. Assim sendo o valor de energia intrínseca associada a este tipo de produto, de acordo com a listagem ICE é 59 MJ/Kg.

INVENTORY OF CARBON & ENERGY (ICE) SUMMARY				
Materials	Embodied Energy & Carbon Coefficients			Comments
	EE - MJ/kg	EC - kgCO2/kg	EC - kgCO2e/kg	
Paint				
General	70,00	2,42	2,91	Large variations in data, especially for embodied carbon. Includes feedstock energy. Water based paints have a 70% market share. Water based paint has a lower embodied energy than solvent based paint.
EXAMPLE: Single Coat	10.5 MJ/Sqm	0.36 kgCO2/Sqm	0,44	Assuming 6.66 Sqm Coverage per kg
EXAMPLE: Double Coat	21.0 MJ/Sqm	0.73 kgCO2/Sqm	0,87	Assuming 3.33 Sqm Coverage per kg
EXAMPLE: Triple Coat	31.5 MJ/Sqm	1.09 kgCO2/Sqm	1,31	Assuming 2.22 Sqm Coverage per kg
Waterborne Paint	59,00	2,12	2,54	Waterborne paint has a 70% of market share. Includes feedstock energy.
Solventborne Paint	97,00	3,13	3,76	Solventborne paint has a 30% share of the market. Includes feedstock energy. It was difficult to estimate carbon emissions for Solventborne paint.

Figura 34 - Energia intrínseca associada a tintas de água

Desta forma, todos os produtos obtêm a mesma pontuação, ou seja, 10 pontos.

### 5.3.5 - IMPACTO AMBIENTAL PARA A PRODUÇÃO DO MATERIAL

A análise deste critério, baseou-se na análise de dois parâmetros, o teor de sólidos e o teor em COVs, conforme se apresenta no seguinte quadro. Conforme explicado no ponto 4.3.4, a tinta “Dyrumat Nature”, por possuir “Ecolabel”, obtêm 10 pontos por esse fato.

REQUISITOS ECOLABEL - Tintas & Vernizes Interiores	ANÁLISE FICHAS TÉCNICAS DE PRODUTOS - EMPRESAS					
	BARBOT		BRELL		CIN	
Teor de sólidos	Barbotat	P	BrellMatt	P	VinylMatt	P
Teor de COVs (Primário, primário fixador e tintas mate) 15 g/l	36 +/- 2%	10	35 +/- 2%	10	54,3	9
	29	6	11	10	14	9
		16		20		18
REQUISITOS ECOLABEL - Tintas & Vernizes Interiores	ANÁLISE FICHAS TÉCNICAS DE PRODUTOS - EMPRESAS					
	NEUCE		SOTINCO		DYRUP	
Teor de sólidos	Neucebel	P	Stridor Mate	P	Dyrumat Nature	P
Teor de COVs (Primário, primário fixador e tintas mate) 15 g/l	Não Fornecido	1	65%	8	59	
	20	8	25	7	5	
		9		15		Ecolabel

Figura 35 - Pontuação associada à análise ambiental de tintas

No seguimento da análise efetuada, a classificação das tintas objeto de avaliação vai ser a que se apresenta no seguinte quadro.

Tabela 37 - Classificação - Impacto ambiental, Tintas

PRODUTO	Observações	PONTUAÇÃO
<b>Dyrumat Nature (DYRUP)</b>	Ecolabel	10
<b>Brellmatt (BRELL)</b>	-	7
<b>Vinylmatt (CIN)</b>	-	6
<b>BarboMat (BARBOT)</b>	-	5
<b>Stridor Mate (SOTINCO)</b>	-	4
<b>Neucebell (NEUCE)</b>	Sem informação sobre Teor de Sólidos	2

No caso da tinta “Neucebell”, uma vez que dos parâmetros analisados, não temos informação sobre o teor de sólidos, penalizou-se em 1 ponto a ausência desta informação, ficando por esse motivo com 2 pontos.

### 5.3.6 - IMPACTO AMBIENTAL DO TRANSPORTE

Para se proceder à classificação deste critério, foi necessário identificar todos os locais de produção, tendo-se definido como local de entrega, a “Avenida do Empresário, Castelo Branco”. Após sabermos qual a distância a percorrer podemos obter valores indicativos do custo do combustível, ou das emissões. Para se obter os valores apresentados nas seguintes tabelas, assumiu-se que o transporte do material é feito por via terrestre (camiões), com um consumo médio de 40litros/100 Km, com um custo por litro de gasóleo de 1,30€/litro e uma emissão de 0,1864KgCO<sub>2</sub>/Km.

	EMPRESAS		
	Barbot	Brell	CIN
<i>Distância do transporte</i>	292	235	305
<i>Custo combustível</i>	151,84 €	122,20 €	158,60 €
<i>Emissão de CO2 (Kg)</i>	54428,8	43804	56852

Rua da Palmeira, 240 Apartado 29 4431-953 V. N. G. Tel.: +351 227 169 200 Fax: +351 227 169 218 <a href="mailto:barbot.sede@barbot.pt">barbot.sede@barbot.pt</a> Lat: 41°06' 6,77"N Long: 17°04'16"O	Rua Joaquim Pires Jorge nº 3 2610-083 Almada Portugal Tel: (+351) 212 586 200 Fax: (+351) 212 586 208 E-mail: <a href="mailto:geral@brell.pt">geral@brell.pt</a>	CIN, S.A. Avenida Dom Mendo nº 831 Apartado 1008 4471-909 Maia Tel.: + 351 229 405 000 Fax: + 351 229 485 661 <a href="http://www.cin.pt">www.cin.pt</a>
---	---	--

	EMPRESAS		
	Neuce	Sotinco	Dyrup
<i>Distância do transporte</i>	267	305	215
<i>Custo combustível</i>	138,84 €	158,60 €	111,80 €
<i>Emissão de CO2 (Kg)</i>	49768,8	56852	40076

Apartado 4514 3701-902 <b>Romariz</b> PORTUGAL N 40° 55,934 W 08° 27,462	Divisão SOTINCO / CIN, S.A. Tintas Dyrup, S.A. Avenida Dom Mendo nº 831 Apartado 1008 4471-909 Maia <b>Número Azul:</b> 808 282 200	Rua Cidade de Goa, 26 2685-038 <a href="http://Sacavém">Sacavém</a> Telefone: +351 218 410 200 Fax: +351 219 414 582 Email: <a href="mailto:clientes@dyrup.pt">clientes@dyrup.pt</a>
--	---	---

Figura 36 - Impacto ambiental associado ao transporte - Tintas

Desta forma, e tendo em conta a Figura 36, obtemos a seguinte classificação para o critério transporte:

Tabela 38 - Classificação - Impacto transporte, Tintas

PRODUTO	Distância (Fábrica / Castelo Branco)	PONTUAÇÃO
Dyrumat Nature (DYRUP)	215	7
Brellmatt (BRELL)	235	7
Vinylmatt (CIN)	305	5
BarboMat (BARBOT)	292	5
Stridor Mate (SOTINCO)	305	5
Neucebell (NEUCE)	267	5

### 5.3.7 - SAÚDE HUMANA

De acordo com as indicações do ponto 4.3.6, vamos aplicar a análise descrita a este caso em concreto.

Consultando a tabela da IARC – International Agency for Research on Cancer, verificamos que existem evidências suficientes em humanos para a presença de agentes cancerígenos em tintas, causando por isso cânceros do pulmão, mesotélio (pleura e peritônio), bexiga. Existem também alguns indícios de que as tintas podem provocar leucemia e/ou linfoma. Por estas razões, se considerou na nossa análise que as fases de produção e aplicação devem ser penalizadas devido ao impacto causado na saúde humana.

Quanto à fase de utilização, a penalização surge devido à emissão de COVs. Independentemente de as emissões mais concentradas acontecerem nos primeiros dias após a aplicação, este impacto efetivamente acontece na fase de utilização. Em relação à vida útil, o tempo de emissão de COVs pode ser desprezível para alguns utilizadores deste modelo, no entanto, optou-se por considerar esta penalização. Uma das tintas (Dyrumat Nature) apresenta valores muito baixos de emissão de COVs, podendo considerar-se desprezível para aquele material, mas optou-se por manter o pressuposto anterior, uma vez que existe emissão na fase de utilização, daí a penalização generalizada na fase de utilização.

Tabela 39 - Cálculo da pontuação - Critério Saúde Humana, Tintas

	Pontuação inicial	Produção	Aplicação	Utilização	Manutenção	Reciclagem	Pontuação Final
Tintas Aquosas	10	-2	-2	-2	0	0	<b>4</b>

Desta forma, a pontuação a atribuir a cada uma das tintas será, a seguinte:

Tabela 40 - Classificação - Saúde humana, Tintas

PRODUTO	OBSERVAÇÕES	PONTUAÇÃO
<b>Dyrumat Nature (DYRUP)</b>	Ecolabel	10
<b>Brellmatt (BRELL)</b>	-	4
<b>Vinylmatt (CIN)</b>	-	4
<b>BarboMat (BARBOT)</b>	-	4
<b>Stridor Mate (SOTINCO)</b>	-	4
<b>Neucebell (NEUCE)</b>	-	4

### 5.3.8 - MANUTENÇÃO / DURABILIDADE

Como as tintas não têm manutenção associada, o valor vai ser igual para todas as marcas:

Tabela 41 - Classificação - Manutenção / Durabilidade, Tintas

PRODUTO	PONTUAÇÃO
<b>Dyrumat Nature (DYRUP)</b>	1
<b>Brellmatt (BRELL)</b>	1
<b>Vinylmatt (CIN)</b>	1
<b>BarboMat (BARBOT)</b>	1
<b>Stridor Mate (SOTINCO)</b>	1
<b>Neucebell (NEUCE)</b>	1

Como não existe garantia associada a tintas, porque o seu desempenho depende de muitos fatores, como por exemplo as condições do suporte, a aplicação, os elementos a que esta fica exposta, entre outros, optou-se por atribuir a pontuação de 1 valor.

### 5.3.9 - RECICLAGEM

Como as tintas não têm a possibilidade de serem recicladas, o valor vai ser igual para todas as marcas:

Tabela 42 - Classificação - Reciclagem, Tintas

PRODUTO	PONTUAÇÃO
<b>Dyrumat Nature (DYRUP)</b>	1
<b>Brellmatt (BRELL)</b>	1
<b>Vinylmatt (CIN)</b>	1
<b>BarboMat (BARBOT)</b>	1
<b>Stridor Mate (SOTINCO)</b>	1
<b>Neucebell (NEUCE)</b>	1

Optou-se por atribuir a pontuação de 1 valor, porque a tinta no seu final de vida, é um resíduo, devendo por isso ser levados para um aterro os resíduos resultantes de limpeza, desprendimentos de tinta em final de vida.

### 5.3.10 - PONDERAÇÕES - TINTA

Na Figura 37, apresenta-se a forma como foi efetuada a análise aos valores obtidos das tintas visadas, bem como a aplicação da ponderação “Média” que nos dá a classificação final da análise.

	ANÁLISE FICHAS TÉCNICAS DE TINTAS - EMPRESAS										Ponderação		
	BARBOT		BRELL		CIN		NEUCE		SOTINCO			DYRUP	
	Barbomat	P	BrellMatt	P	VinylMatt	P	Neucebel	P	Stridor Mate	P		Dyrumat Nature	P
CUSTO AQUISIÇÃO	9	1,13	8	1,00	7	0,88	10	1,25	6	0,75	8	1,00	12,5%
EXIGÊNCIA FUNCIONAIS	9	1,13	8	1,00	10	1,25	10	1,25	7	0,88	7	0,88	12,5%
ENERGIA INTRÍNSECA	10	1,25	10	1,25	10	1,25	10	1,25	10	1,25	10	1,25	12,5%
IMPACTO AMBIENTAL	5	0,63	7	0,88	6	0,75	3	0,38	4	0,50	10	1,25	12,5%
TRANSPORTE	5	0,63	7	0,88	5	0,63	5	0,63	5	0,63	7	0,88	12,5%
SAÚDE HUMANA	4	0,50	4	0,50	4	0,50	4	0,50	4	0,50	10	1,25	12,5%
MANUTENÇÃO / DURABILIDADE	1	0,13	1	0,13	1	0,13	1	0,13	1	0,13	1	0,13	12,5%
RECICLAGEM	1	0,13	1	0,13	1	0,13	1	0,13	1	0,13	1	0,13	12,5%
SOMA	44	5,50	46	5,75	44	5,50	44	5,50	38	4,75	54	6,75	100%
CLASSIFICAÇÃO													

Figura 37 - Ponderação “Média” aplicada sobre os resultados à análise de tintas

Efetuando este procedimento para todas as ponderações consideradas no nosso modelo, obtemos a Tabela 43 com as respetivas classificações de produtos por tipo de ponderação.

Tabela 43 - Várias hipóteses de classificação das tintas analisadas no modelo, dependendo da ponderação

CLASSIFICAÇÃO	PONDERAÇÃO				
	Média	MAS	Custo	Material	Custo & Material
1º	<i>Dyrumat Nature</i>	<i>Dyrumat Nature</i>	<i>Dyrumat Nature</i>	<i>Dyrumat Nature</i>	<i>Dyrumat Nature</i>
2º	<i>BrellMatt</i>	<i>BrellMatt</i>	<i>BrellMatt</i>	<i>VinylMatt</i>	<i>BrellMatt</i>
3º	<i>Barbomat;</i> <i>VinylMatt;</i> <i>Neucebel</i>	<i>VinylMatt</i>	<i>VinylMatt</i>	<i>BrellMatt</i>	<i>VinylMatt</i>
4º	<i>Stridor Mate</i>	<i>Barbomat</i>	<i>Barbomat</i>	<i>Barbomat</i>	<i>Barbomat</i>
5º	-	<i>Stridor Mate</i>	<i>Neucebel</i>	<i>Neucebel</i>	<i>Neucebel</i>
6º	-	<i>Neucebel</i>	<i>Stridor Mate</i>	<i>Stridor Mate</i>	<i>Stridor Mate</i>

Observando a tabela podemos deduzir que de uma forma genérica, a tinta mais indicada para o efeito pretendido é a “Dyrumat Nature”, seguida da “BrellMatt” e na terceira posição a “VinylMatt”.

Ao sujeitar os resultados, às combinações de ponderações criadas no modelo desta tese, o resultado é consistente, todos indicam que a tinta “Dyrumat Nature” é o material que dá resposta aos critérios preponderantes deste modelo.

Tabela 44 - Quadro resumo com os dados por critério da Tinta interior mate - Dyrumat Nature

CRITÉRIOS (MODELO)	PONTUAÇÃO	OBSERVAÇÕES
<b>CUSTO AQUISIÇÃO</b>	9	0,60 € / m <sup>2</sup>
<b>EXIGÊNCIA FUNCIONAIS</b>	7	Rendimento: 8,00 m <sup>2</sup> /Litro
<b>ENERGIA INTRÍNSECA</b>	10	59,00 MJ/Kg
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	10	Possui rótulo ambiental do tipo I - Ecolabel
<b>TRANSPORTE</b>	7	Distância Fábrica / Castelo Branco 215,00 Km
<b>SAÚDE HUMANA</b>	10	Possui rótulo ambiental do tipo I - Ecolabel
<b>MANUTENÇÃO DURABILIDADE</b>	/	1
<b>RECICLAGEM / DESTINO FINAL</b>		1

## 5.4 - CASO DE ESTUDO - PAVIMENTO INTERIOR

### 5.4.1 - INTRODUÇÃO

Pretende-se avaliar vários materiais e escolher o mais adequado para pavimentar uma área no interior de um edifício com 150,00m<sup>2</sup>, tendo em conta os critérios considerados no modelo desta tese.

### 5.4.2 - CUSTO

Para efetuar a análise do custo, consultou-se o preço dos materiais e utilizou-se os valores de tabela sem descontos associados, dando origem ao mapa comparativo seguinte:

## MAPA COMPARATIVO DE PREÇOS

DATA: 17-01-2013

CENTRO CUSTO: Obra 345

DESIGNAÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADES	Linóleo - Forbo Marmoleum Click		Vinílico - Forbo Sarlon Traffic		Pavimento Flutuante Laminado - Tarkett Woodstock	
			€/UN	€ (PARCIAL)	€/UN	€ (PARCIAL)	€/UN	€ (PARCIAL)
Pavimento interior	150	m2	27,50 €	4.125,00 €	23,50 €	3.525,00 €	14,15 €	2.122,50 €
			<b>TOTAL</b>	<b>4.125,00 €</b>	<b>TOTAL</b>	<b>3.525,00 €</b>	<b>TOTAL</b>	<b>2.122,50 €</b>

## MAPA COMPARATIVO DE PREÇOS

DATA: 17-01-2013

CENTRO CUSTO: Obra 345

DESIGNAÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADES	Pavimento Madeira - Nordstar Hardwood		Pavimento Flutuante Cortiça - ArtConfort		Pavimento Cerâmico - Cinca Heart of Stone	
			€/UN	€ (PARCIAL)	€/UN	€ (PARCIAL)	€/UN	€ (PARCIAL)
Pavimento interior	150	m2	32,00 €	4.800,00 €	40,35 €	6.052,50 €	20,52 €	3.078,00 €
			<b>TOTAL</b>	<b>4.800,00 €</b>	<b>TOTAL</b>	<b>6.052,50 €</b>	<b>TOTAL</b>	<b>3.078,00 €</b>

Figura 38 - Mapa comparativo - custo de pavimentos

A partir do mapa comparativo, elaborou-se a Tabela 45 com a classificação dos produtos nela apresentados:

Tabela 45 - Classificação - Custo, Pavimentos interiores

PRODUTO	PREÇO / m2	PONTUAÇÃO
Pavimento Flutuante Laminado - Tarkett Woodstock	14,15 €	10
Pavimento Cerâmico - Cinca Heart of Stone	20,52 €	9
Vinílico - Forbo Sarlon Traffic	23,50 €	8
Linóleo - Forbo Marmoleum Click	27,50 €	7
Pavimento Madeira - Nordstar Hardwood	32,00 €	6
Pavimento Flutuante Cortiça - ArtConfort	40,35 €	5

## 5.4.3 - EXIGÊNCIA FUNCIONAL/ESTÉTICA

Para efetuar esta análise, primeiro foi necessário selecionar os materiais elegíveis para o efeito e averiguar qual, ou quais as características transversais à

maioria deles através da análise das fichas técnicas e documentação que acompanha o produto.

As características selecionadas foram “Resistência ao tráfego”, “Revestimento antiderrapante”, “Revestimento anti estático” e “Reação ao fogo”. Os resultados apurados foram os que se apresentam na Figura 39

ANÁLISE FICHAS TÉCNICAS DE PRODUTOS - PAVIMENTOS INTERIORES						
REQUISITOS	Linóleo		Vinílico		Pavimento Flutuante Laminado	
Resistência ao tráfego	<i>Forbo Marmoleum Click</i>	<b>P</b>	<i>Forbo Sarlon Traffic</i>	<b>P</b>	<i>Tarkett Woodstock</i>	<b>P</b>
Anti-derrapante	<i>Doméstico 23 / Comercial 32</i>	9	-	1	-	1
Revestimento anti-estático	<i>DS</i>	10	<i>DS</i>	10	<i>&gt;= 30 - Class DS</i>	10
Reação ao fogo	<i>&lt; 2Kv</i>	10	<i>&lt; 2Kv</i>	10	<i>Antiestático</i>	10
	<i>Cfl</i>	10	<i>Cfl - S1</i>	10	<i>Cfl - S1</i>	10
<b>SOMA</b>		<b>39</b>		<b>31</b>		<b>31</b>

ANÁLISE FICHAS TÉCNICAS DE PRODUTOS - PAVIMENTOS INTERIORES						
REQUISITOS	Pavimento Flutuante		Pavimento Madeira		Pavimento Cerâmico	
Resistência ao tráfego	<i>ArtConfort - Wicanders</i>	<b>P</b>	<i>Nordstar Hardwood</i>	<b>P</b>	<i>Cinca Heart of Stone</i>	<b>P</b>
Anti-derrapante	<i>Doméstico 23 / Comercial 31</i>	10	-	1	<i>Verifica</i>	8
Revestimento anti-estático	<i>DS</i>	10	-	1	<i>Verifica</i>	9
Reação ao fogo	<i>Não é anti-estático</i>	1	-	1	-	1
	<i>Cfl - S1</i>	10	-	1	-	1
<b>SOMA</b>		<b>31</b>		<b>4</b>		<b>19</b>

Figura 39 - Pontuação associada à análise da exigência funcional de pavimentos interiores

Ordenando os materiais pela pontuação atingida, corresponde a pontuação do modelo constante na Tabela 46.

Tabela 46 - Classificação - Exigência funcional, pavimentos interiores

PRODUTO	PONTUAÇÃO (Análise FT)	PONTUAÇÃO (Modelo)
Linóleo - Forbo Marmoleum Click	39	10
Vinílico - Forbo Sarlon Traffic	31	9
Pavimento Flutuante - Tarkett Woodstock	31	9
Pavimento Flutuante - ArtConfort Wicanders	31	9
Pavimento Cerâmico - Cinca Heart of Stone	19	8
Pavimento Madeira - Nordstar Hardwood	4	7

#### 5.4.4 - ENERGIA INTRÍNSECA DE UM MATERIAL

Após se ter apurado os valores de energia intrínseca associada a cada um dos materiais e ordenado os materiais, obteve-se a seguinte tabela:

Tabela 47 - Classificação - Energia Intrínseca, pavimentos interiores

PRODUTO	MJ/Kg	FONTE	PONTUAÇÃO
Pavimento Madeira - Nordstar Hardwood	9,5	ICE	10
Pavimento Cerâmico - Cinca Heart of Stone	12,0	ICE	9
Pavimento Flutuante - Tarkett Woodstock	12,0	ICE	9
Pavimento Flutuante - ArtConfort Wicanders	19,2	BEES	8
Linóleo - Forbo Marmoleum Click	25,0	ICE	7
Vinílico - Forbo Sarlon Traffic	68,6	ICE	6

### 5.4.5 - IMPACTO AMBIENTAL PARA A PRODUÇÃO DO MATERIAL

À semelhança da análise efetuada para a “Exigência funcional”, para se conseguir efetuar a análise deste critério, foi necessário escolher critérios ambientais que fossem comuns a todos os materiais, para permitir a sua comparação. Esses critérios foram, “Libertação de outros gases GEE (Gases efeito Estufa) CO2e/Kg” e “Utilização de recursos (matérias primas renováveis ou não)”, análise esta que deu origem ao mapa da Figura 40.

ANÁLISE FICHAS TÉCNICAS DE PRODUTOS - PAVIMENTOS INTERIORES					
Linóleo		Vinílico		Pavimento Flutuante Laminado	
Forbo Marmoleum Click	<b>P</b>	Forbo Sarlon Traffic	<b>P</b>	Tarkett Woodstock	<b>P</b>
1,21	6	3,19	5	0,87	8
97% da matéria prima é natural, sendo 70% desta rapidamente renovável. O teor reciclado é 43%.		Sem informação		84% matéria prima é proveniente de florestas sustentáveis;	
	9		1		8
<b>SOMA</b>		<b>6</b>		Tem rótulo ambiental - Blau Angel <b>16</b>	

ANÁLISE FICHAS TÉCNICAS DE PRODUTOS - PAVIMENTOS INTERIORES					
Pavimento Madeira		Pavimento Flutuante Cortiça		Pavimento Cerâmico	
Nordstar Hardwood	<b>P</b>	ArtConfort - Wicanders	<b>P</b>	Cinca Heart of Stone	<b>P</b>
0,65	10	0,91	7	0,78	9
Renovável		De 9 em 9 anos, é renovável;		Sem informação	
	10		7		1
<b>SOMA</b>		<b>14</b>		<b>10</b>	

Figura 40 - Pontuação associada à análise do Impacto ambiental de pavimentos interiores

Ordenando a pontuação obtida, o primeiro lugar pertence ao pavimento em madeira “Nordstar Hardwood”, no entanto, o segundo classificado, como possui rótulo ambiental do tipo I, ser-lhe-á atribuído o primeiro lugar com 8 pontos. Assim sendo, a classificação deste critério é o que consta na Tabela 48.

Tabela 48 - Classificação - Critério Impacto ambiental, Pavimentos interiores

PRODUTO	PONTUAÇÃO (IMPACTO AMBIENTAL)	PONTUAÇÃO (MODELO)
Pavimento Flutuante Laminado - Tarkett Woodstock	16	8 (Tem rótulo ambiental tipo I - Blau Angel)
Pavimento Madeira - Nordstar Hardwood	20	6
Linóleo - Forbo Marmoleum Click	15	5
Pavimento Flutuante - ArtConfort Wicanders	14	4
Pavimento Cerâmico - Cinca Heart of Stone	10	3
Vinílico - Forbo Sarlon Traffic	6	2

É de salientar que a pontuação do modelo passa de 8 para 6, porque a pontuação 7 está destinada a produtos com o rótulo ambiental do tipo II.

#### 5.4.6 - IMPACTO AMBIENTAL DO TRANSPORTE

Á semelhança da análise efetuada para as tintas, também aqui se acrescentou alguma informação para além da classificação deste critério, falamos do custo com combustível e emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera, assumindo que o transporte é feito via terrestre, e que os consumos associados ao mesmo são 40litros/100Km, considerando gasóleo como combustível, com um custo de 1,30€/litro e uma emissão de 0,1864KgCO<sub>2</sub>/Km.

	EMPRESAS		
	Linóleo	Vinílico	Pavimento Flutuante Laminado
	<i>Forbo Marmoleum Click</i>	<i>Forbo Sarlon Traffic</i>	<i>Tarkett Woodstock</i>
<b>Distância do transporte</b>	1692	1692	1914
<b>Custo combustível</b>	879,84 €	879,84 €	995,28 €
<b>Emissão de CO2 (Kg)</b>	315,3888	315,3888	356,7696
<b>Custo ambiental de CO2 (€)</b>			
	Forbo Linoleum B.V. Industrieweg 12 NL-1566 JP Assendelft	Forbo Linoleum B.V. Industrieweg 12 NL-1566 JP Assendelft	Eiweiler, Heusweiler, Alemanha
	EMPRESAS		
	Pavimento Madeira	Pavimento Cerâmico	Pavimento Flutuante Cortiça
	<i>Nordstar Hardwood</i>	<i>Cinca Heart of Stone</i>	<i>Pav. Flut. Cortiça - ArtConfort</i>
<b>Distância do transporte</b>	> 1000 Km	283	276
<b>Custo combustível</b>		147,16 €	143,52 €
<b>Emissão de CO2 (Kg)</b>		52,7512	51,4464
<b>Custo ambiental de CO2 (€)</b>			
	Estados Unidos da América	Fiães	Rua do Ribeirinho, nº 202 Apartado 13 4536 - 907 S.Paio Oleiros Portugal

Figura 41 - Mapa comparativo - Impacto ambiental do transporte, pavimentos interiores

Como resultado da análise deste critério, temos a classificação da Tabela 49:

Tabela 49 - Classificação - Impacto transporte, Pavimentos interiores

PRODUTO	Distância (Fábrica / Castelo Branco)	PONTUAÇÃO
<b>Pavimento Flutuante Cortiça - ArtConfort</b>	276	5
<b>Pavimento Cerâmico - Cinca Heart of Stone</b>	283	5
<b>Linóleo - Forbo Marmoleum Click</b>	1692	1
<b>Vinílico - Forbo Sarlon Traffic</b>	1692	1
<b>Pavimento Flutuante Laminado - Tarkett Woodstock</b>	1914	1
<b>Pavimento Madeira - Nordstar Hardwood</b>	>1000 (E.U.A.)	1

#### 5.4.7 - SAÚDE HUMANA

Reunindo o máximo de informação possível acerca de cada um dos materiais, conseguimos elaborar o seguinte mapa comparativo:

	Pontuação inicial	Produção	Aplicação	Utilização	Manutenção	Reciclagem	Pontuação Final
Pavimento Cerâmico - Cinca Heart of Stone	10	Poeiras Finas	Poeiras provenientes do corte	Cádmio / Chumbo	Detergentes		2
Linóleo - Forbo Marmoleum Click	10				Detergentes		8
Vinílico - Forbo Sarlon Traffic	10			COV 0,1 mg/m3	Detergentes		6
Pavimento Flutuante Laminado - Tarkett Woodstock	10	Formaldeído			Detergentes	Libertação de subs nocivas	4
Pavimento Flutuante - ArtConfort Wicanders	10	Formaldeído E1			Detergentes		6
Pavimento Madeira - Nordstar Hardwood	10	Carpintaria e Colas	Carpintaria		COV - Verniz		4

Figura 42 - Mapa comparativo - Saúde humana, pavimentos interiores

Desta forma, a classificação é a que se apresenta na Tabela 50:

Tabela 50 - Classificação - Saúde humana, Pavimentos interiores

PRODUTO	PONTUAÇÃO (Critério Saúde Humana = Modelo)
<b>Linóleo - Forbo Marmoleum Click</b>	8
<b>Vinílico - Forbo Sarlon Traffic</b>	6
<b>Pavimento Flutuante - ArtConfort Wicanders</b>	6
<b>Pavimento Flutuante Laminado - Tarkett Woodstock</b>	4
<b>Pavimento Madeira - Nordstar Hardwood</b>	4
<b>Pavimento Cerâmico - Cinca Heart of Stone</b>	2

#### 5.4.8 - MANUTENÇÃO / DURABILIDADE

Efetuada a análise às garantias que os fabricantes dão aos seus produtos, obtemos a seguinte classificação sobre a manutenção / durabilidade de pavimentos interiores:

Tabela 51 - Classificação - Manutenção / Durabilidade, Pavimentos interiores

PRODUTO	Garantia (Mínima)	PONTUAÇÃO
Pavimento Madeira - Nordstar Hardwood	Vitalícia	10
Linóleo - Forbo Marmoleum Click	30 anos (mínimo)	9
Pavimento Cerâmico - Cinca Heart of Stone	25 anos (mínimo)	9
Pavimento Flutuante Laminado - Tarkett Woodstock	25 anos	9
Pavimento Flutuante - ArtConfort Wicanders	25 anos	9
Vinílico - Forbo Sarlon Traffic	10 anos (mínimo)	7

#### 5.4.9 - RECICLAGEM

De acordo com os dados disponíveis, conseguimos efetuar a seguinte análise ao critério “Reciclagem” de pavimentos interiores:

Tabela 52 - Classificação - Reciclagem, Pavimentos Interiores

PRODUTO	OBSERVAÇÕES	PONTUAÇÃO
Pavimento Madeira - Nordstar Hardwood	Utilizado como fonte de energia	10
Pavimento Flutuante Laminado - Tarkett Woodstock	95% do pó e resíduos de madeira é utilizado como fonte de energia, o que corresponde a 55% de toda a energia consumida para fabrico do produto;	6
Linóleo - Forbo Marmoleum Click	Decomposto é biodegradável ou utilizado como fonte de energia. Devido a eventuais emissões devido à queima, recebe esta pontuação;	4
Pavimento Cerâmico - Cinca Heart of Stone	RCD	2
Vinílico - Forbo Sarlon Traffic	Aterro	1
Pavimento Flutuante - ArtConfort Wicanders	Aterro	1

### 5.4.10 - PONDERAÇÕES - PAVIMENTOS INTERIORES

À semelhança da análise efetuada para as tintas, apresenta-se na Figura 43 os resultados para pavimentos interiores associados à ponderação média obtida a partir dos modelos de avaliação da sustentabilidade analisados no ponto 4.3.9.

	ANÁLISE FICHAS TÉCNICAS DE PAVIMENTOS - EMPRESAS										Ponderação MAS		
	Lindleo		Vinílico		Pav. Flutuante Laminado		Pav. Madeira		Pav. Flut. Cortiça			Pav. Cerâmico	
	Forbo Marmoleum Click	P	Forbo Sarlon Traffic	P	Tarkett Woodstock	P	Nordstar Hardwood	P	ArtConfort - Wicanders	P	Cinca Heart of Stone	P	
CUSTO AQUISIÇÃO	7	0,22	8	0,26	10	0,32	6	0,19	5	0,16	9	0,29	3,2%
EXIGÊNCIA FUNCIONAIS	10	0,42	9	0,38	9	0,38	7	0,29	9	0,38	8	0,34	4,2%
ENERGIA INTRÍNSECA	7	1,97	6	1,69	9	2,54	10	2,82	8	2,26	9	2,54	28,2%
IMPACTO AMBIENTAL	5	1,39	2	0,55	8	2,22	6	1,66	4	1,11	3	0,83	27,7%
TRANSPORTE	1	0,08	1	0,08	1	0,08	1	0,08	5	0,40	5	0,40	8,0%
SAÚDE HUMANA	8	1,61	6	1,21	4	0,80	4	0,80	6	1,21	2	0,40	20,1%
MANUTENÇÃO / DURABILIDADE	9	0,26	7	0,20	9	0,26	10	0,29	9	0,26	9	0,26	2,9%
RECICLAGEM / DESTINO FINAL	4	0,23	1	0,06	6	0,34	10	0,57	1	0,06	2	0,11	5,7%
SOMA	51	6,18	40	4,43	56	6,94	54	6,71	47	5,83	47	5,17	100%
CLASSIFICAÇÃO		3º		6º		1º		2º		4º		5º	

Figura 43 - Ponderação "MAS" aplicada sobre os resultados obtidos para a análise dos critérios dos pavimentos interiores

Da mesma forma, apresenta-se a seguir a Tabela 53 com a classificação obtida para cada uma das ponderações consideradas no nosso modelo:

Tabela 53 - Várias hipóteses de classificação dos pavimentos interiores analisados no modelo, dependendo da ponderação

CLASSIFICAÇÃO	PONDERAÇÃO				
	Média	MAS	Custo	Material	Custo & Material
1º	Tarkett Woodstock	Tarkett Woodstock	Tarkett Woodstock	Tarkett Woodstock	Tarkett Woodstock
2º	Nordstar Hardwood	Nordstar Hardwood	Nordstar Hardwood	Forbo Marmoleum Click	Forbo Marmoleum Click
3º	Forbo Marmoleum Click	Forbo Marmoleum Click	Forbo Marmoleum Click	Nordstar Hardwood	Nordstar Hardwood
4º	ArtConfort - Wicanders; Cinca Heart of Stone	ArtConfort - Wicanders	Cinca Heart of Stone	ArtConfort - Wicanders	Cinca Heart of Stone
5º	Forbo Sarlon Traffic	Cinca Heart of Stone	ArtConfort - Wicanders	Cinca Heart of Stone	ArtConfort - Wicanders
6º	-	Forbo Sarlon Traffic	Forbo Sarlon Traffic	Forbo Sarlon Traffic	Forbo Sarlon Traffic

Ao sujeitar os resultados, às combinações de ponderações criadas no modelo desta tese, o resultado é consistente, todos indicam que o pavimento flutuante laminado Tarkett Woodstock é o material que dá resposta aos critérios preponderantes deste modelo.

Tabela 54 - Quadro resumo com os dados por critério do modelo do pavimento flutuante laminado - Tarkett Woodstock

CRITÉRIOS (MODELO)	PONTUAÇÃO	OBSERVAÇÕES
<b>CUSTO AQUISIÇÃO</b>	10	14,15 € / m <sup>2</sup>
<b>EXIGÊNCIA FUNCIONAIS</b>	9	Resistência ao tráfego - Omisso Anti-derrapante >= 30 - Class DS
<b>ENERGIA INTRÍNSECA</b>	9	12,00 MJ/Kg
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	8	Possui rótulo ambiental do tipo I - Blau Angel
<b>TRANSPORTE</b>	1	Distância Fábrica / Castelo Branco 1.914,00 Km
<b>SAÚDE HUMANA</b>	4	Produção - Formaldeído / Manutenção - Uso de detergentes / Reciclagem - Liberação de substâncias nocivas
<b>MANUTENÇÃO DURABILIDADE</b>	/	9
<b>RECICLAGEM / DESTINO FINAL</b>	6	95% do pó e resíduos de madeira é utilizado como fonte de energia, o que corresponde a 55% de toda a energia consumida para fabrico do produto

## **6 - CONCLUSÕES**

### **6.1 - BREVE DESCRIÇÃO DO TRABALHO REALIZADO**

Esta tese surgiu a partir da necessidade de complementar com uma avaliação ambiental de produto as habituais análises de preços ou exigências funcionais / estéticas realizadas no mercado da construção.

Mas com as primeiras pesquisas, começaram a surgir questões várias, como por exemplo, onde e como surgiu a consciência ecológica? E o conceito de desenvolvimento sustentável? Por esta razão, este documento começou com o contexto de como e quando surgiu a necessidade de tomar medidas perante os impactos ambientais cada vez mais frequentes que iam surgindo com o desenvolvimento da era industrial, com impactos simultâneos na saúde humana.

Perante vários métodos propostos para avaliar o impacto ambiental causado pela produção de materiais, um deles evidenciou-se, a ACV, em relação a todos os outros demonstrou robustez e criou consenso na comunidade científica, sendo essa a razão pela qual se tornou no método preferencial atualmente utilizado.

Para facilitar a identificação e a qualificação de produtos, foram criados rótulos ambientais, sistemas de avaliação da sustentabilidade para o efeito, no entanto, é necessário saber interpretar toda esta informação e identificar se é ou não fiável.

Perante a identificação dos vários critérios e descrição de cada um deles, criou-se um modelo de avaliação ambiental de materiais de construção e aplicou-se o mesmo a tintas mate brancas e a pavimentos interiores.

### **6.2 - CONCLUSÕES GERAIS**

Com o intuito de arranjar uma forma de efetuar a avaliação ambiental de um ou vários materiais de construção, como complemento às habituais análises de mapas comparativos de preços, ou de exigências funcionais / estéticas, elaborou-se a matriz apresentada no presente trabalho para dar resposta a esta necessidade.

Construiu-se uma ferramenta expedita, que permite no menor tempo possível e com indicadores objetivos analisar os critérios definidos, atribuindo a devida

importância aos mesmos através da aplicação de ponderações adequadas ao interesse do utilizador da matriz.

Conforme mencionado na tese, um projeto de construção pode ser constituído por dezenas, centenas e mesmo milhares de componentes diferentes, tornando esta tarefa árdua para o método aqui desenvolvido. Na eventualidade de este tipo de análise se tornar um fator diferenciador exigido pela empresa, ou por clientes desta, poderá optar-se pela aquisição de um sistema de avaliação da sustentabilidade mais complexo que permita reduzir o tempo de avaliação, com acesso a bases de dados que são constantemente atualizadas, devendo idealmente haver um técnico especializado e dedicado para o efeito.

Em pequenas análises, este método tem como vantagem não ser dispendioso, além de que a informação sobre a qual se baseiam os critérios é fiável tornando a questão “análise sustentável de um material de construção”, conjuntamente com as referências mencionadas ao longo deste documento, não um problema, mas sim um assunto que pode ser analisado de forma objetiva. Deste modo, eleva-se a fasquia da resposta técnica que uma empresa de pequena/média dimensão pode dar, tornando uma análise à partida dificilmente executável pelo corpo técnico, como possível.

Outra vantagem da matriz apresentada, é o facto de esta ser mutável, pois podemos introduzir, retirar ou alterar os critérios a analisar, desde que as ponderações sejam adaptadas à nova realidade, fundamentando a avaliação dos novos critérios introduzidos (se for o caso). Também as ponderações efetuadas a partir de modelos de análise da sustentabilidade poderão ser alteradas, selecionando por exemplo modelos focados na reabilitação de edifícios, ou outros como edificações novas, tornando a matriz específica para o tipo de análise ambiental pretendida.

Deve-se ter em atenção que a fiabilidade deste modelo, depende das fontes de informação nele consideradas, razão pela qual se deve trabalhar com as versões mais atualizadas dos documentos, e estar atento à eventual existência de outras bases de dados que melhorem a análise efetuada a partir da matriz criada.

Atualmente, é importante verificar se estamos a trabalhar com a versão mais atualizada do ICE para a análise do critério “Energia intrínseca”, ou da listagem da IARC para a análise do critério “Saúde humana”.

### 6.3 - TRABALHOS FUTUROS

Muito há ainda por fazer, mas o caráter prático deste modelo pode ser um fator motivador para desenvolver a análise de produtos, ou várias famílias de produtos permitindo a elaboração de uma base de dados personalizada para a empresa ou entidade utilizadora deste modelo. Existem várias experiências que poderão ser feitas, seja alterando os critérios por outros mais adequados a um determinado nicho de mercado, seja alterando as ponderações dando por exemplo um peso maior ao transporte no caso de estarmos a analisar produtos com uma energia intrínseca baixa (exemplo: inertes), nos quais o transporte do material se torna altamente diferenciador no impacto ambiental associado ao produto.

Na análise efetuada sobre o transporte, surgiu a questão sobre qual o impacto ambiental do transporte em obras extensas tais como, construção de vias rodoviárias, ferroviárias, ou em que o transporte logístico (produtos, colaboradores, etc...) seja muito significativo. Nos estudos apresentados percebemos que o impacto do transporte associado à construção de um edifício representa cerca de 6% da energia total para a sua construção, o que pode ser considerado um valor excessivo face à construção como um todo. Neste sentido, é importante realizar estudos para otimizar esta análise do transporte e minimizar a sua influência no impacto ambiental decorrente do consumo de recursos relacionado com esta atividade.

## 7 - BIBLIOGRAFIA

- [1] D. Informa, "TECIDO EMPRESARIAL EM PORTUGAL 2011," 2011. [Online]. Available: [http://www.einforma.pt/images/tecido\\_empresarial.pdf](http://www.einforma.pt/images/tecido_empresarial.pdf). [Accessed: 01-Jan-2013].
- [2] NASA, "El Niño." [Online]. Available: <http://science.nasa.gov/earth-science/oceanography/ocean-earth-system/el-nino/>. [Accessed: 18-Nov-2012].
- [3] M. C. P. et al. Gloria L. Manney, Michelle L. Santee, Markus Rex, Nathaniel J. Livesey, Michael C. Pitts, Pepijn Veefkind, Eric R. Nash, Ingo Wohltmann, Ralph Lehmann, Lucien Froidevaux, Lamont R. Poole, Mark R. Schoeberl, David P. Haffner, Jonathan Davies, Valery Dorokh, "Unprecedented Arctic ozone loss in 2011," *Nature*, 02-Oct-2011.
- [4] C. A. Nobre, J. Reid, and A. P. S. Veiga, *Fundamentos Científicos das Mudanças Climáticas*, 1ª edição. 2012, p. 44.
- [5] P. H. P. André S., P. May, *Economia do Meio Ambiente: Teoria e Prática*. Rio de Janeiro: , 2003, p. 317.
- [6] J. McCormick, *The Global Environmental Movement*, 2ª edição. 1995.
- [7] A. Markham, *A Brief History of Pollution*. London: Earthscan, 1994.
- [8] L. SCHMIDT, "Políticas Ambientais em Portugal – processos e insucessos entre o 'global' e o 'nacional'," in *VI Congresso Português de Sociologia - Mundos Sociais: Saberes e Práticas*, 2008, p. 9.
- [9] G. F. Dias, *Pegada Ecológica e Sustentabilidade Humana*. São Paulo: Gaia, 2002, p. 257.
- [10] W. C. on E. and D. WCDE, *Our Common Future*. Oxford University Express, 1987, p. 383.
- [11] U. Nations, *AGENDA 21*. Rio de Janeiro: , 1992, p. 351.
- [12] A. T. V. F. Ramos, "OS CUSTOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL PARA A ENGENHARIA, ARQUITECTURA E CONSTRUÇÃO NOS PROCESSOS DE REABILITAÇÃO," Universidade de Coimbra, 2010.
- [13] C. G. Penna, *O Estado do Planeta: Sociedade de consumo e degradação ambiental*. Rio de Janeiro: Record, 1999, p. 252.
- [14] G. G. C. Alves, "Os nove maiores acidentes ambientais da história," *Prevenção Online*, 2011. [Online]. Available: <http://www.prevencaonline.net/2010/06/os-nove-maiores-acidentes-ambientais-da.html#axzz2Ie3X1y9W>. [Accessed: 01-Jan-2013].
- [15] C. da Web, "Chernobyl - O Que Houve Afinal?" [Online]. Available: <http://www.coladaweb.com/quimica/quimica-nuclear/chernobyl-o-que-houve-afinal>. [Accessed: 01-Jan-2013].
- [16] A. B. de C. de V. Vida, "Histórico do desenvolvimento da ACV." [Online]. Available: <http://www.abcvbrasil.org.br/index.php/historia-da-acv>. [Accessed: 21-Mar-2012].
- [17] J. Fava, *A Technical Framework for Life-Cycle Assessment*. Washington: SETAC, 1991.
- [18] B. W. Vigon, *Life Cycle Assessment: Inventory Guidelines and Principles*. Cincinnati: EPA, 1993.
- [19] S. C. M.A. & Young, "Report to the EPA on Streamlining LCA," 1996.
- [20] P. Sérgio Carvalho, "Tese Paulo Sérgio Carvalho," 1999.

- [21] "SETAC and Life Cycle Assessment." [Online]. Available: <http://www.setac.org/globe/2011/april/LCA.html>. [Accessed: 23-Apr-2012].
- [22] Wikipédia, "Relatório Brundtland." [Online]. Available: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Relatório\\_Brundtland](http://pt.wikipedia.org/wiki/Relatório_Brundtland). [Accessed: 01-Jan-2013].
- [23] U.-O. das N. para o M. A. Nações, "Súmula Declaração de Nairobi." 1982.
- [24] P. M. G. H. N. F. Godinho Teodoro, "Sustentabilidade na Reabilitação Urbana: O novo paradigma do mercado da construção," in *Contribuição para a Sustentabilidade na Construção Civil: Reciclagem e Reutilização de Materiais*, 2011, p. 8 (127-134).
- [25] J. R. B. Chehebe, *Análise do ciclo de vida de produtos: Ferramenta gerencial da ISO 14000*. Rio de Janeiro: , 2002.
- [26] U. da Madeira, "ISO 14000." [Online]. Available: [http://max.uma.pt/~a2050202/Guias\\_Normas/doc2.pdf.pdf](http://max.uma.pt/~a2050202/Guias_Normas/doc2.pdf.pdf). [Accessed: 25-Apr-2012].
- [27] E. . M. de A. e E. . D. Real, "A Família das Normas da Série ISO 14000." [Online]. Available: <http://www.qtel.pt/main.php?id=45&idt=30>. [Accessed: 25-Apr-2012].
- [28] IPQ, "NP EN ISO 14040:2008." p. 29, 2008.
- [29] F. P. T. Said Jalali, *A sustentabilidade dos materiais de construção*, TecMinho. Gráfica Vilaverdense, Lda, 2010, p. 460.
- [30] E. . A. G. (IST), "Análise de Ciclo de Vida - Conceitos, Metodologia, Aplicações." [Online]. Available: <https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/43475/1/ACV.pdf>. [Accessed: 21-Mar-2012].
- [31] ISO, "Reference number ISO 14043:2000(E) © ISO 2000 INTERNATIONAL STANDARD ISO 14043 First edition 2000-03-01 Environmental management — Life cycle assessment — Life cycle interpretation." p. 26, 2000.
- [32] J. V. R. Ferreira, "ANÁLISE DE CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS." p. 80, 2004.
- [33] D. B. Higman, "Seismic Risk at the Pebble Mine," 2008. [Online]. Available: [http://pebblescience.org/Pebble-Mine/seismic\\_risk.html](http://pebblescience.org/Pebble-Mine/seismic_risk.html). [Accessed: 01-Jan-2013].
- [34] E. Comission, "Environment." [Online]. Available: [http://ec.europa.eu/environment/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/index_en.htm). [Accessed: 01-Jan-2013].
- [35] Universidade Weimar, "Universidade Weimar." [Online]. Available: [www.uni-weimar.de/scc/PRO/TOOLS/inter.html](http://www.uni-weimar.de/scc/PRO/TOOLS/inter.html). [Accessed: 16-Jan-2013].
- [36] L. B. e R. Mateus, *Avaliação do Ciclo de Vida dos Edifícios: Impacte ambiental de soluções construtivas*, 1ª Edição. Multicomp, 2011, p. 40.
- [37] B. Berge, *Ecology of Building Materials*, Ilustrada., 2012, p. 480.
- [38] P. Graham, *Building Ecology - First Principles for a Sustainable Built Environment*. 2003, p. 290.
- [39] P. G. H. & C. Jones, "Inventory of Carbon Energy (ICE)," 2008. [Online]. Available: [www.bath.ac.uk/mech-eng/sert/embodied](http://www.bath.ac.uk/mech-eng/sert/embodied). [Accessed: 07-Feb-2012].
- [40] U. Europeia, *Transport in figures - Statistical Pocketbook 2012*. Luxemburgo: União Europeia, 2012, p. 135.

- [41] F. C. Silva, "Síndrome dos Edifícios Doentes," *Portal da Saúde Pública*, 2005. [Online]. Available: <http://www.saudepublica.web.pt/05-promocoesaude/054-SOcupacional/SED.htm>. [Accessed: 15-Jan-2013].
- [42] C. J. Kibert, *Sustainable Construction - Green Building Design and Delivery*. 2008, p. 411.
- [43] Oxford Journals, "List of Classifications by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans, Volumes 1 to 105\*," *Journal of the National Cancer Institute*, 2012.
- [44] D. da República, "Decreto Lei n.º 266/2007." p. 8, 2007.
- [45] "O VELHO IMPASSE DO AMIANTO." [Online]. Available: <http://econexos.com.br/velho-impasse-amianto>. [Accessed: 21-Jan-2013].
- [46] N. e Paz, "Amianto: dos problemas ao descarte." [Online]. Available: <http://naturezaepaz.blogspot.pt/2011/11/amianto-dos-problemas-ao-descarte.html>. [Accessed: 21-Jan-2013].
- [47] "Smaltimento Amianto." [Online]. Available: Smaltimento Amianto. [Accessed: 21-Jan-2013].
- [48] R. M. da S. Jorge Furtado Falorca, Rui Calejo Rodrigues, "Sustentabilidade na Reabilitação Urbana: O novo paradigma do mercado da construção," in *A manutenção de edifícios como fator de desenvolvimento sustentável da construção - Situação atual e perspectivas de evolução*, 2011, p. 8 (47-54).
- [49] Eurostat, "Generations of Waste," 2013. [Online]. Available: <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do;jsessionid=9ea7d07d30e37878e521fd6543828510f82026a1de27.e34MbxexSaxaSc40LbNiMbxexNaxyPe0>. [Accessed: 21-Jan-2013].
- [50] Diário da República, "Decreto Lei 46/2008 de 12 Março." 2008.
- [51] D. da República, "Decreto Lei 183/2009 d 10 de Agosto." 2009.
- [52] ISO, "ISO 14020:1998 Environmental labels and declarations - General principles." 1998.
- [53] ISO, "ISO 14024:1999 Environmental labels and declarations - Type I environmental labelling - Principles and procedures." p. 12, 1999.
- [54] D. Ambiente, "The European Ecolabel," 2011. [Online]. Available: <http://pensandoverde-direitodoambiente.blogspot.pt/2011/04/european-ecolabel.html>. [Accessed: 19-Nov-2012].
- [55] C. Europeia, "Atribuição de rótulo ecológico." p. 12, 2000.
- [56] M. R. F. T. da Silva, "O Rótulo Ecológico Comunitário (REC) E O ECO-MANAGEMENT AND AUDIT SCHEME (EMAS)," 2009.
- [57] A. Comissão Europeia, "Ecolabel." [Online]. Available: <http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/>. [Accessed: 03-Dec-2012].
- [58] C. Europeia, "Critérios ecológicos para a atribuição do rótulo ecológico comunitário a tintas e vernizes para interiores," *Jornal Oficial da União Europeia*, 2008. [Online]. Available: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:181:0027:0038:PT:PDF>. [Accessed: 04-Jan-2013].
- [59] ISO, "ISO 14021:1999 Environmental labels and declarations - Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling)." p. 23, 1999.
- [60] Elisa Quartim, "Rotulagem Ambiental," *Embalagem Sustentável*, 2008. [Online]. Available: <http://embalagensustentavel.com.br/2008/09/03/rotulagem-ambiental-i/>. [Accessed: 07-Jan-2013].

- [61] ISO, "ISO 14025:2006 Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations - Principles and procedures." p. 25, 2006.
- [62] P. Trindade, "Rotulagem Ambiental." Lisboa, p. 21.
- [63] P. D. S. R. R. da C. Carlos Eduardo de Lima Monteiro, "A Rotulagem Ambiental como meio de comunicação da Avaliação do Ciclo de Vida: sugestões para um programa brasileiro." p. 20, 2011.
- [64] P. G. H. & C. Jones, "Inventory of Carbon Energy (ICE) Version 2.0," 2011. [Online]. Available: [https://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.naturalstonespecialist.com%2Fdocuments%2FICEV2.0-Jan2011.xls&ei=g\\_8jUdPeN8nMhAeLrYBo&usg=AFQjCNEY53pYTtRLnv6qSPYMAwIoKNCBJQ&bvm=bv.42661473,d.ZG4](https://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.naturalstonespecialist.com%2Fdocuments%2FICEV2.0-Jan2011.xls&ei=g_8jUdPeN8nMhAeLrYBo&usg=AFQjCNEY53pYTtRLnv6qSPYMAwIoKNCBJQ&bvm=bv.42661473,d.ZG4). [Accessed: 03-Jan-2013].
- [65] N. National Institute of Standards and Technology, "BEES (Building for Environmental and Economic Sustainability)," 2010. [Online]. Available: <http://www.nist.gov/el/economics/BEESSoftware.cfm>. [Accessed: 13-Nov-2012].
- [66] A. Comissão Europeia, "Ficha de Produto para Contratos Públicos de Construção." p. 17, 2008.
- [67] C. of D. © 2004-2007 Regents of the University of Minnesota, Twin Cities Campus, "MINNESOTA GREEN AFFORDABLE HOUSING GUIDE," 2007. [Online]. Available: [http://www.greenhousing.umn.edu/comp\\_flooring.html](http://www.greenhousing.umn.edu/comp_flooring.html). [Accessed: 09-Jan-2013].
- [68] V. S. Lucas, "CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL – SISTEMA DE AVALIAÇÃO E CERTIFICAÇÃO," Universidade Nova de Lisboa - Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2011.

## ANEXOS

## **ANEXO A**

**RÓTULO AMBIENTAL TIPO III**

**DECLARAÇÃO AMBIENTAL DE PRODUTO - RENOVA**

## DECLARAÇÃO AMBIENTAL 2011



## DECLARAÇÃO AMBIENTAL 2011

### ÍNDICE

<b>APRESENTAÇÃO DA DECLARAÇÃO AMBIENTAL</b>	<b>3</b>
<b>RENOVA – FÁBRICA DE PAPEL DO ALMONDA S.A.</b>	
<b>APRESENTAÇÃO DA EMPRESA</b>	<b>4</b>
<b>PROCESSO PRODUTIVO</b>	<b>6</b>
<b>PRODUTOS FABRICADOS</b>	<b>6</b>
<b>POLÍTICA AMBIENTAL</b>	<b>7</b>
<b>SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL</b>	<b>11</b>
<b>COMUNICAÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>ASPECTOS E IMPACTES AMBIENTAIS</b>	<b>12</b>
<b>DESEMPENHO AMBIENTAL</b>	
<b>INDICADORES AMBIENTAIS</b>	<b>14</b>
<b>DESEMPENHO AMBIENTAL 2011</b>	<b>21</b>
<b>REQUISITOS LEGAIS APLICÁVEIS</b>	<b>22</b>
<b>OBJECTIVOS E METAS 2011</b>	<b>27</b>
<b>OBJECTIVOS E METAS 2012</b>	<b>30</b>
<b>GLOSSÁRIO</b>	<b>31</b>
<b>CONTACTOS</b>	<b>32</b>

#### APRESENTAÇÃO DA DECLARAÇÃO AMBIENTAL

No âmbito da renovação no registo EMAS, Regulamento (CE) n.º 1221/2009 de 25 de Novembro de 2009 da organização RENOVA, e publicada a 4ª Declaração Ambiental que pretende divulgar a todas as partes interessadas informações sobre o desempenho ambiental e cumprimento dos requisitos legais aplicáveis em matéria de ambiente.

Mantendo a consciência dos impactos ambientais que caracterizam a nossa actividade e o compromisso de garantir a melhoria contínua assumimos as preocupações ambientais como factor decisivo da estratégia de competitividade dos nossos negócios.

Numa altura em que as decisões estratégicas de desenvolvimento são cada vez mais fundamentadas e decididas com base em critérios económicos e muitas vezes economicistas, assumimos claramente enquanto organização que ao nível das preocupações ambientais não pode haver retrocessos. O nosso futuro apenas pode contemplar o desenvolvimento sustentado no respeito ambiental. Esse é o nosso compromisso para com os nossos colaboradores, fornecedores, parceiros de negócio, clientes e no fundo para com o planeta.

Com o objectivo de continuar a total integração do ambiente, qualidade e segurança, faz parte da nossa missão criar soluções sustentáveis, essenciais a uma vida melhor, mais segura e saudável para todas as pessoas.

Sendo este documento um instrumento de comunicação e porque a contribuição de todas as partes interessadas é importante, convidamo-lo a "interferir", apresentando dúvidas, sugestões ou críticas que considere oportunas (sga@renova.pt).



## RENOVA – FÁBRICA DE PAPEL DO ALMONDA S.A.

### APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A **RENOVA – Fábrica de Papel do Almonda, S.A.**, é uma empresa portuguesa de capital privado, constituída em 1939, com sede em Renova, concelho de Torres Novas, que desenvolve a sua actividade na produção e comercialização de produtos de consumo.

Possui duas unidades industriais, uma situada na nascente do Rio Almonda (Fábrica 1), e a outra a cerca de dois quilómetros de distância deste local (Fábrica 2).

Inicialmente dedicou-se à produção de papel de embalagem, escrita e impressão. Alguns anos mais tarde a Renova entrou numa área que viria a condicionar todo o seu futuro: os produtos de papel de uso doméstico e sanitário (tissue).

A crescente especialização na fabricação do papel tissue e os grandes investimentos em infra-estruturas culminaram na construção de uma nova fábrica, o que ampliou substancialmente o alcance da Renova e dos seus produtos. Esta altura é também o início de uma filosofia de total envolvimento com a natureza.

A qualidade Renova abriu-lhe as portas para o mundo. Num ambiente cada vez mais competitivo, uma profusão de mensagens distintas começa a proliferar no mercado: é o início do Marketing. A Renova compreendeu que a consciência das diferenças individuais cresceu nesta altura, tal como as possíveis escolhas dos cidadãos.

É dado o primeiro passo para a internacionalização com a criação da Renova Espanha, S.A. Para fazer face a esta estratégia de internacionalização são feitos grandes investimentos em infra-estruturas, equipamentos e tecnologia.

Numa altura em que era usual, mesmo publicitariamente, anunciar a "bondade" dos produtos não reciclados, a Renova decidiu investir numa unidade de Reciclagem (Divisão de Reciclagem).

Para além dos interesses ecológicos e económico o investimento também corresponde a uma integração industrial a montante, importante vantagem estratégica para a empresa.

Ao aumento da consciência ambiental na Europa e no Mundo, a Renova responde posicionando-se na fila da frente e tomando-se numa referência europeia, indo mais longe que a legislação e manifestando a sua preocupação e respeito pela preservação dos recursos naturais do nosso planeta.

Com a definição de uma estratégia verdadeiramente ibérica e com a modernização da organização a Renova decide-se a elevar o Bem – Estar à categoria máxima: Para um novo Bem – Estar do corpo do espírito e dos sentidos.

A Renova prossegue a sua estratégia de internacionalização com a entrada no mercado Francês. Dando continuidade à sua estratégia de aposta em mercados inovadores, dinâmicos e competitivos, a Renova lança-se passados alguns anos no mercado Belga.

Em 2005 a Renova faz um lançamento inesperado: o primeiro papel higiénico preto do mundo, no Galão "Maison&Object", em Paris.

Embora a intenção inicial fosse afirmar a diferença e carácter inovador num produto icónico, ao condensar num só objecto várias características chave da personalidade da marca Renova (qualidade, segurança, perfume, cor, embalagem), a fama do produto motivou um subsequente

#### Resumo do Relatório 2011

alargamento de gama e, sobretudo, uma rápida expansão da notoriedade da marca no mundo, com impacto positivo nos negócios internacionais da empresa.

Em 2007 a Renova empenhou-se a fundo no lançamento de uma gama alargada de produtos amigos do ambiente – Renovagreen. Produtos fabricados a partir de materiais reciclados e produzidos sem concessões para com o ambiente.

Uma maior aproximação aos cidadãos também tem sido a tônica dos tempos recentes, seja pela via da aposta na presença nas redes sociais e no negócio online, seja pelo investimento na capacidade de fabricar produtos personalizados.

A maior aproximação aos cidadãos está também patente na criatividade com que a Renova tem diversificado os seus canais comerciais, apostando nas "Boutiques Renova" inseridas em espaços comerciais de sucesso seguindo o princípio "Pop Up Store" ou até através da presença em espaços como o museu do Louvre em Paris.

Em suma, e partindo de um "Davor-Faire" papelero em que o nosso universo fundacional tem muito de tecnologia, de exigência, de consciência e de respeito, queremos construir uma identidade ligada ao bem-estar contribuindo para ele, inovando, especializando-nos nesse cuidado e antecipando as necessidades dos cidadãos.

## PROCESSO PRODUTIVO

A organização de produção da Renova inclui cinco Divisões de Produção repartidas pelas duas unidades fabris, Fábrica 1 e Fábrica 2.

Na Fábrica 1 o processo produtivo encontra-se repartido pela Divisão de Fabricação (DIFA) e Divisão de Produtos Sanitários (DISA).

A DIFA dispõe de uma máquina a produzir exclusivamente papéis tissue (máquina 4) e duas máquinas a produzir papéis de impressão, escrita e embalagem (máquinas 1 e 2). Utiliza como matérias-primas principais a pasta reciclada, produzida na Divisão de Reciclagem, na Fábrica 2, e a pasta virgem adquirida no exterior.

Na Divisão de Produtos Sanitários (DISA) são produzidas proteções sanitárias femininas.

Na Fábrica 2 o processo produtivo encontra-se repartido pela Divisão de Reciclagem (DIRE), Divisão de Fabricação (DIFA) e Divisão de Transformação (DITA).

Na DIRE produz-se a pasta reciclada a partir de papéis usados seleccionados, que representa cerca de 50% da matéria-prima fibrosa utilizada na Renova para a produção de papel.

Utilizando com principais matérias-primas a pasta reciclada e a pasta virgem na DIFA existem duas máquinas de papel especializadas na produção de papel tissue.

A DITA utiliza como principal matéria-prima o papel produzido na DIFA tendo com função a produção dos diversos produtos finais.

## PRODUTOS FABRICADOS

### Produtos de papel tissue

São produzidos vários produtos típicos de papel tissue, produtos de higiene, descartáveis, de uso doméstico e sanitário, como o papel higiénico, os rolos de cozinha, os guardanapos, as toalhitas de mão, os lenços de bolso e os lenços faciais.

### Papel de impressão, escrita e embalagem

Compreende um conjunto vasto de produtos fabricados a partir de fibras de celulose, predominantemente fibras recicladas, incluindo cargas minerais, com propriedades diferenciadas dependendo do fim a que se destina (suporte de escrita, cópia, impressão e material de embalagem).

## Política Ambiental

### POLÍTICA AMBIENTAL

A Política Ambiental da Renova é descrita no Pórtico Ecológico.

#### PÓRTICO ECOLÓGICO

"A DEVASTAÇÃO DO ESPAÇO VITAL NATURAL, QUE NÃO SÓ DESTRÓI O AMBIENTE EXTERNO ONDE VIVEMOS, MAS ELIMINA AINDA, NO PRÓPRIO HOMEM, TODA A REVERÊNCIA PERANTE A BELEZA E A GRANDEZA DE UMA CRIAÇÃO QUE O ULTRAPASSA."

KONRAD LORENZ

A eco-política da Renova, anunciada no Símbolo de Níoe e tomada pública em Junho de 1993, materializa o nosso desejo de, como organização, participar na protecção do Ambiente Global.

Com os seus melhores esforços, e em todas as actividades, a Renova vai:

1. Proteger o sistema ecológico e usar os recursos naturais e a energia de forma cuidadosa.
2. Promover novos desenvolvimentos tecnológicos e aplicações que não tenham um impacto negativo no Ambiente.
3. Desenvolver a consciência da protecção do Ambiente em cada um dos membros da Renova.
4. Fortalecer a interacção com os cidadãos e a comunidade.

PAULO MIGUEL PEREIRA DA SILVA

PRESIDENTE

## 1. PROTEGER O SISTEMA ECOLÓGICO E USAR OS RECURSOS NATURAIS E A ENERGIA DE FORMA CUIDADOSA

O sistema ecológico é um mundo onde todos os seres vivos interagem.

O humano na sua actividade, no exercício da sua liberdade, deve necessariamente respeitar as leis da Natureza. Ele não é senhor absoluto do Universo. Ele pode e deve interferir na Natureza, mas respeitando as suas leis fundamentais. Pode talvez criar equilíbrios ecológicos mas não pode simplesmente ignorar esses equilíbrios.

É por isso vontade da RENOVA, mais do que cumprir a legislação ambiental em vigor, dar origem a uma consciência de valores diferentes, para fazer acontecer uma nova ordem ecológica.

É também necessário perceber que os recursos naturais e a energia não são inesgotáveis.

Trabalhar para criar processos que minimizem e reutilizem os desperdícios está intimamente ligado com o uso racional dos recursos.

A frase do pensador francês Michel Serres: "Bom dia natureza gostaria de fazer um contrato contigo" deve traduzir a relação de cada membro da Renova com o seu Ambiente.

## 2. PROMOVER NOVOS DESENVOLVIMENTOS TECNOLÓGICOS E APLICAÇÕES QUE NÃO TENHAM UM IMPACTO NEGATIVO NA NATUREZA.

A Natureza é de tal forma complexa que exige uma atitude superior ao respeito. Exige observação, reflexão e acções concretas.



Qualquer acção sobre a Natureza pode ter implicações tão diversas quanto imprevisíveis.

A missão da Renova, a nossa missão - Para um Novo Bem Estar - também consiste em minimizar o impacto das nossas actividades sobre a Natureza, criando extensivos programas de reutilização e reciclagem.

É no domínio das mais modernas tecnologias que nos permitam reduzir os desperdícios e dos processos mais avançados para o tratamento de matérias de difícil decomposição, que vamos eleger as nossas opções de desenvolvimento.

Assim, enquanto aumentamos o bem estar e o conforto, promoveremos novos desenvolvimentos tecnológicos e aplicações que não tenham efeitos negativos sobre a Natureza.

**3. DESENVOLVER A CONSCIÊNCIA DA PROTECÇÃO DO AMBIENTE EM CADA UM DOS MEMBROS DA RENOVA**

Não importa com quanta agressividade a RENOVA trabalha para proteger o Ambiente, se a nossa política não se reflectir na acção das nossas pessoas.

Para suportar o esforço da organização, a consciência de cada um dos seus membros e as suas acções devem ser "amigas" da Natureza.

Um compromisso consciente de um sim à Natureza.



Renova – Fábrica de Papel do Alameda, SA

#### 4. FORTALECER A INTERACÇÃO COM OS CIDADÃOS E A COMUNIDADE

Cada cidadão consciente deseja ter rios limpos com peixes, florestas verdejantes para passear, espaços para as crianças brincarem...

Se o nosso Ambiente está protegido sentimos um grande bem estar. Para conseguir proteger globalmente a Natureza é necessário construir relações de cooperação.

Cooperação entre os que estão dentro e fora do local de trabalho, entre os que produzem e os que consomem os nossos produtos, entre os membros de diferentes organizações, entre cidadãos.

A Renova contribuirá para a protecção do Ambiente fortalecendo a interacção com os cidadãos e a comunidade, na partilha das suas convicções e das suas experiências e resultados.



## SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL

O Sistema de Gestão Ambiental da Renova encontra-se implementado de acordo com os requisitos da norma NP EN ISO 14001: 2004 e Regulamento EMAS. Encontra-se integrado com os outros sistemas de gestão implementados, nomeadamente Sistema de Gestão da Qualidade (norma NP EN ISO 9001:2008), Sistema de Gestão da Segurança e Saúde (OHSAS 18001: 2007), Sistema de Gestão de Investigação, Desenvolvimento e Inovação (NP 4457:2007) e Sistema de Gestão da Qualidade do Laboratório (NP EN ISO/IEC 17025). Baseado no ciclo de melhoria contínua, Planear, Fazer, Controlar, Actuar, este sistema garante a implementação das medidas de protecção do ambiente resultantes dos compromissos assumidos.



## COMUNICAÇÃO

Promovendo a **interactividade e participação de todos na gestão ambiental da empresa**, privilegamos a **comunicação directa** com todos os colaboradores. Existem e estão disponíveis várias formas de **comunicação** através das quais é possível fazer comentários, colocar dúvidas, efectuar reclamações, sugerir novas ideias ou oportunidades de melhoria, não só no âmbito do SGA, como também dos outros sistemas em vigor na Renova.

Todo o **suporte documental** (normas, procedimentos, instruções, etc.) está disponível em suporte informático (Intranet), de acesso livre, a todos os membros da organização.

Para além dos e-mails internos, os **Canais Oi** (Ambiente, Segurança, Qualidade) permitem a qualquer colaborador comunicar directamente (Intranet) com os responsáveis dos diferentes sistemas de gestão (SGA, SGS, SGQ).

O **"Surfer's Bar"** (canal de conversas on-line), disponível na Intranet, permite a qualquer colaborador fazer qualquer comentário ou sugestão sobre a organização.

A **comunicação dos sistemas de gestão para o universo da Renova** é realizada através de **Jornal electrónico (Renova Online)**, actualizado por uma série de "editores" internos.

O **GTS (Grupo de Trabalho de Segurança)**, formado pelos colaboradores internos, procedentes de todas as áreas e funções da Renova, discute, critica e opina sobre as actividades da organização no âmbito dos sistemas de gestão implementados.

## Declaração Ambiental 2011

A nossa abertura ao exterior é um traço da nossa cultura que se estende à gestão ambiental. Resultante desta interação é o importante número de visitantes que recebemos nas nossas instalações (6272 em 2011) e as parcerias existentes com diversas instituições/universidades.

Demos continuidade à parceria com a agência nacional para a cultura científica e tecnológica, no âmbito da iniciativa "Engenharia no Verão", programa "Ciência Viva 2011", do Ministério da Ciência e Tecnologia. A promoção da cultura científica e tecnológica, área em que a Ciência Viva tem vindo a exercer a sua actividade, passa também pela divulgação da ciência e da tecnologia nas empresas portuguesas, estimulando o interesse da comunidade pelo trabalho desenvolvido nas diferentes indústrias. Neste contexto, a Renova abriu de novo as suas portas a um público especialmente interessado na aplicação da ciência e da tecnologia.

No nosso site [www.walbelinqworld.com](http://www.walbelinqworld.com) disponibilizamos um canal para que todos os interessados possam interagir e consultar o presente documento (4ª Declaração Ambiental).

### ASPECTOS E IMPACTES AMBIENTAIS

Na identificação e avaliação dos aspectos e impactos ambientais da Renova, directos e indirectos, são consideradas as actividades, produtos ou serviços que podem interferir no meio ambiente e sobre os quais é possível ter controlo ou influência, determinando quais deles podem originar impactos ambientais significativos.

Os aspectos ambientais são considerados significativos de acordo com o nível de severidade, probabilidade de ocorrência e capacidade de detecção; por estarem abrangidos por legislação ou pela Política Ambiental da Renova.

No quadro seguinte apresentam-se, de forma resumida e agregada, os aspectos ambientais directos e indirectos associados a impactos ambientais significativos, resultantes das actividades da organização:

ASPECTOS AMBIENTAIS DIRECTOS	ACTIVIDADE	IMPACTE AMBIENTAL
Consumo de matérias-primas e subsidiárias	Produção	Diminuição dos recursos naturais
Consumo de energia (energia eléctrica, gás natural e combustíveis)	Produção	Diminuição dos recursos naturais
Consumo de água	Produção	Diminuição dos recursos naturais
Emissões atmosféricas	Caldreiras, transportes; utilização de equipamentos de condicionamento e refrigeração;	Polluição do ar/efeito de estufa/destruição da camada de ozono
Efluentes líquidos	Produção	Polluição da água; poluição do solo; efeitos na biodiversidade
Resíduos	Todos os processos	Polluição do solo
Ruído	Global	Inconforto na comunidade envolvente

ASPECTOS AMBIENTAIS DIRECTOS		
ASPECTOS AMBIENTAIS DIRECTOS	ACTIVIDADE	IMPACTE AMBIENTAL
Produção de energia	Cogeração	Poluição da água; poluição do solo; efeitos na biodiversidade. Economia global da energia primária; redução das emissões CO <sub>2</sub> .
ASPECTOS AMBIENTAIS INDIRECTOS		
ASPECTOS AMBIENTAIS INDIRECTOS	ACTIVIDADE	IMPACTE AMBIENTAL
Emissões atmosféricas	Transportes de matérias-primas e produto acabado	Poluição do ar
Resíduos	Consumo dos nossos produtos	Poluição do solo
Produção de matérias-primas	Produção	Diminuição dos recursos naturais
ASPECTOS AMBIENTAIS DE RISCO		
ASPECTOS AMBIENTAIS DE RISCO	ACTIVIDADE	IMPACTE AMBIENTAL
Incêndio	Todas	Poluição do ar/solo/água
Derrame	Utilização de substâncias perigosas	Poluição do solo/água
Exposição de equipamentos sob pressão	Produção de vapor	Poluição do ar/solo/água

Tabela 1 – Aspectos e Impactes ambientais e sua relação com as actividades.



## DESEMPENHO AMBIENTAL

### INDICADORES AMBIENTAIS

De modo a comparar-se a evolução do desempenho ambiental da organização apresentam-se os resultados dos últimos três anos. Os valores são apresentados por unidade industrial, Fábrica 1 e Fábrica 2.

#### Consumo de Energia

Nas duas unidades fabris, Fábrica 1 e Fábrica 2, as fontes de energia utilizadas no processo são a electricidade e o gás natural. Os consumos energéticos das duas instalações são significativamente diferentes devido à existência na Fábrica 2 de uma unidade de cogeração, estando a ser considerada a energia consumida na produção de energia eléctrica.

Como formas de energia, as instalações consomem energia eléctrica e energia térmica nas diferentes fases do processo produtivo. Toda a energia térmica é proveniente do consumo do combustível gás natural, utilizado na produção de vapor e ar quente.

Na Fábrica 2 a produção de energia térmica resulta predominantemente do calor produzido pela Central de Cogeração constituída por uma turbina a gás natural associada ao sistema de secagem da máquina de papel 5 e a uma caldeira de recuperação, equipada com um sistema de pós-combustão, capaz de gerar todo o vapor necessário ao processo.

A instalação dispõe ainda de uma central convencional de produção de vapor, constituída por três caldeiras alimentadas a gás natural, a qual produzirá vapor aquando da paragem da turbina.

#### Consumo de Água

A água consumida no processo produtivo provém de uma captação superficial localizada na nascente do Rio Almonda.

No gráfico 2 apresenta-se o consumo específico de água, expresso nas unidades  $m^3/ton$ .

Quanto ao consumo específico de água na Fábrica 1 na sequência da optimização dos consumos foi possível retomar os valores obtidos em 2009, invertendo assim o aumento verificado em 2010.

Na Fábrica 2 manteve-se em 2011 o desempenho verificado em 2010.

Verificou-se o cumprimento consistente dos valores limite mensais e anuais, estabelecidos nas Licenças Ambientais.



Gráfico 1 - Consumo Específico de Energia (GJ/ton)

Naveira - Fábrica de Papel do Alentejo, SA



Gráfico 2 - Consumo Específico de Água ( $m^3/ton$ )

24

Consumo de Matérias-Primas

**Consumo de Matérias-Primas**

As principais matérias-primas consumidas no processo fabril são o papel velho e a pasta virgem.

O papel velho é utilizado como matéria-prima na Divisão de Reciclagem (DIRE) para a produção de pasta reciclada, a qual será depois utilizada na Divisão de Fabricação (DIFA) em conjunto com a pasta virgem. Na produção de papéis de escrita, embalagem e Impressão são também introduzidas cargas minerais (talcos e carbonato de cálcio), utilizadas para adaptar este tipo de produtos ao seu uso final.



Gráfico 3 - Consumo de matérias-primas na Fábrica 1

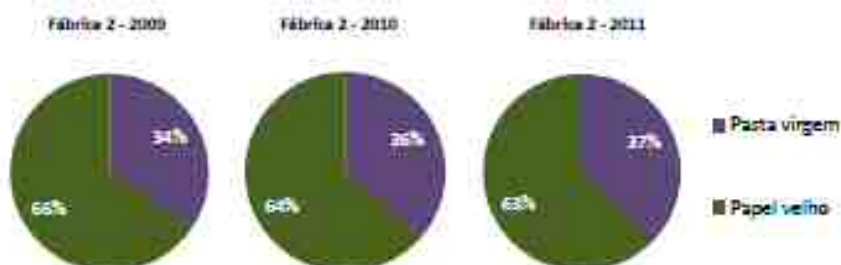


Gráfico 4 - Consumo de matérias-primas na Fábrica 2

### Emissões Atmosféricas

Em relação às emissões atmosféricas mantêm-se as oito fontes de emissão de gases provenientes do consumo de gás natural em processos de combustão. Na Fábrica 1 temos a Caldeira 4 e a Caldeira de Termofluido e na Fábrica 2, 3 caldeiras de vapor, os sistemas de secagem de papel das máquinas 5 e 6 e a central de cogeração.

Tendo em conta a periodicidade estabelecida nas respectivas licenças ambientais, em 2011, foram efectuadas duas monitorizações pontuais nas duas fontes da Fábrica 1 e na Central de Cogeração, instalada na Fábrica 2, tendo-se verificado o cumprimento de todos os valores limite de emissão.

A monitorização das emissões de CO<sub>2</sub> é efectuada com base nos consumos de combustíveis e de acordo com a metodologia de cálculo definida no CELE (Comércio Europeu de Licenças de Emissão).

Na tabela seguinte apresentam-se os totais emitidos, em toneladas, dos poluentes monitorizados, calculados com base nas monitorizações pontuais efectuadas em 2011 e no número de horas de funcionamento dos equipamentos:

	Fab1	Fab2
	2011	2011
ton Partículas	0,18	0,75
ton SO <sub>2</sub>	0,47	3,24
ton NO <sub>x</sub>	6,21	10,05
ton CO <sub>2</sub>	7117	43048
ton CO	-	35,58
ton COv/NIH	-	3,47

Tabela 2 – Total de emissões atmosféricas (ton)

### Efluentes Líquidos

Há gerações que a Renova mantém uma relação íntima com o Rio Almonda. Assumimos por isso um compromisso utilizando e tratando a sua água de forma cuidadosa.

Para assegurar o tratamento dos efluentes líquidos em cada instalação fabril dispomos de uma estação de tratamento de efluentes. O tratamento na Fábrica 1, Etar 1, consiste num tratamento físico-químico de coagulação/floculação seguido de decantação.

Na Fábrica 2, o tratamento de efluentes consiste num tratamento primário seguido de tratamento secundário. O tratamento primário consiste num processo físico-químico de coagulação/floculação, seguido de flutuação, que permite a remoção dos sólidos em suspensão presentes no efluente. O tratamento secundário consiste numa oxidação biológica por lamas activadas da carga orgânica dissolvida no efluente, seguido de processo de decantação, que tem como objectivo a separação do efluente tratado das lamas.

O efluente final é monitorizado diariamente a partir de amostras compostas de 24 horas antes de ser descarregado no rio Almonda. A monitorização dos efluentes é realizada no laboratório da empresa, acreditado segundo a norma NP EN ISO 17025.

Na tabela seguinte apresentam-se os valores médios anuais, expressos em kg/ton de papel produzido, resultantes da monitorização efectuada, verificando-se a conformidade legal em todos os parâmetros.

	FÁBRICA 1			VLE	FÁBRICA 2			VLE
	2009	2010	2011	-	2009	2010	2011	-
Caudal (m <sup>3</sup> /ton)	41	38,5	39,0	50	23,2	19,0	18,6	30
BST (kg/ton)	0,7	0,5	0,6	1	0,3	0,3	0,2	0,5
COQ (kg/ton)	4,5	3,4	3,7	5	2,3	1,9	1,5	4
CO <sub>2</sub> (kg/ton)	1,2	1,0	1,0	1,3	0,1	0,1	0,1	0,4
Fósforo (kg/ton)	0,014	0,007	0,009	0,025	0,007	0,006	0,002	0,019
Azoto (kg/ton)	0,25	0,18	0,18	0,4	0,16	0,14	0,082	0,25

Tabela 3 – Valores específicos anuais, em kg/ton, da monitorização do efluente líquido da Etar 1 e Etar 2.



Figura 3 – Fábrica de Papel do Almonda, SA

## Resíduos

A necessidade de minimizar a produção de resíduos e de assegurar a sua gestão sustentável transformou-se, sem dúvida, numa questão de cidadania. Defendendo o princípio da reutilização, reciclagem e valorização, promovemos uma gestão de resíduos que tem o objectivo de minimizar os volumes com destino a eliminação.

Em relação à produção específica de resíduos verificou-se, na Fábrica 1, uma redução bastante significativa em comparação ao valor de 2010. Em 2010 foram gerados mais resíduos resultantes de intervenções pontuais, como a intervenção na horta da MP4, que não ocorreram em 2011.

Quanto à produção de resíduos na Fábrica 2 apresentou também um decréscimo significativo resultante da quantidade de lamas produzidas, resultado do decréscimo da produção da Divisão de Reciclagem.

	FÁBRICA 1			FÁBRICA 2		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011
<b>NÃO PERIGOSOS</b>						
Eq. eléctrico e electrónico	-	-	-	-	0,037	0,049
Madeira	2,19	4,008	1,714	2,12	2,096	2,562
Papel e cartão	5,4	6,209	3,956	8,1	7,582	7,900
Plástico	0,72	1,071	0,715	2,42	3,12	3,018
Metais	1,99	5,901	1,556	6,37	3,515	4,037
Rejeitados da DIRE	-	-	-	57,98	72,15	71,789
Resíduos Sólidos Domésticos	0,38	0,624	0,439	3,32	2,519	2,426
Lamas do processo	131,9	152,714	146,302	969,96	869,396	809,750
Tintas, produtos adesivos, colas	-	0,007	-	-	0,011	-
Lamas de fossas sépticas	2,7	-	-	-	-	-
Resíduos de lamas de ca)	0,33	-	-	-	-	-
Resíduos de construção e demolição	1,99	1,943	1,877	4,08	5,48	1,373
Papel destruído (incêndio)	-	-	-	25,13	-	-
Materiais Filtrantes	-	-	-	-	0,025	-
Outros resíduos orgânicos	-	-	0,142	-	-	-
Outros resíduos (bomacha/esferovite)	-	-	-	-	-	0,005
<b>PERIGOSOS</b>						
Embalagens de substâncias perigosas	0,01	-	0,009	0,029	0,003	0,016
Óleos usados/resíduos oleosos	0,23	0,232	0,501	0,04	0,507	0,063

Produção de Resíduos

	FABRICA 1			FABRICA 2		
Resíduos Inorgânicos	0,08	0,018	+	0,25	0,055	
Produtos químicos laboratório	-	-	-	0,008	0,028	0,013
Resíduos de higiene	0,095	0,095	0,002	0,002	0,003	0,003
Resíduos Hospitalares	-	-	-	0,001	0,0004	0,0004
Coisas não inflamáveis	0,19	+	+	+	+	+
Resíduos contendo hidrocarbonetos/outras substâncias perigosas	1,09	0,223	0,807	-	0,178	0,119
Toners/Caruchos impressão	0,01	-	-	0,004	-	-
Baterias	-	0,027	-	0,004	0,095	-
Fontes radioativas	-	+	+	0,0001	-	-
Materiais de isolamento	-	0,133	-	-	0,468	0,105
Lâmpadas	-	0,033	-	-	0,014	-
Líquidos de lavagem	+	+	+	+	0,034	+
<b>TOTAL</b>	<b>149,11</b>	<b>173,045</b>	<b>158,131</b>	<b>1078,44</b>	<b>267,605</b>	<b>903,249</b>

Tabela 4 – Produção específica de resíduos (kg/ton de papel produzido)



Renova – Fábrica de Papel do Alameda, SA

## Biodiversidade

Entendendo a biodiversidade como pedra basilar da vida no nosso planeta o compromisso e actuação da Renova assentam em dois vectores estratégicos, um local e outro global.

Enquanto vectores estratégicos de actuação, são ambos muito importantes para a Renova – se bem que muito diferentes no âmbito. Um abraça temas de importância regional – mais vocacionados para a sensibilização e preservação da envolvente local das nossas Fábricas e o outro atarga o seu horizonte ao ciclo de vida dos produtos, abrangendo assim os impactos mais materiais do nosso negócio a nível global.

Concretizando, o nosso compromisso baseia-se na continuação das seguintes ações:

### 1. VECTOR LOCAL

#### OBJECTIVO 1.1. VALORIZAÇÃO E CONSERVAÇÃO DA ENVOLVENTE LOCAL

- Plantação de espécies autóctones de árvores, plantação de vegetação bio diversa para enriquecimento da flora, fauna e carga orgânica dos solos.

#### OBJECTIVO 1.2. SENSIBILIZAÇÃO PARA A IMPORTÂNCIA DA BIODIVERSIDADE

- Disponibilização aos colaboradores da Renova de parcelas agrícolas para prática de agricultura tradicional e biológica (agricultura biodiversa de baixa intensidade).

### 2. VECTOR GLOBAL

#### OBJECTIVO 2.1. USO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS BIOLÓGICOS

- Gestão do ciclo de fibras: implementação de sistemas de certificação da cadeia de responsabilidade FSC e PEFC. Fibras provenientes de fontes sustentáveis.

- Aposta industrial no desenvolvimento da central de reciclagem.

- Educação dos consumidores: Aposta de marketing e branding em produtos baseados em fibras recicladas.

Quanto ao indicador relativo à utilização de solos, apresentamos na tabela seguinte a área de implantação ocupada por toneladas de produção:

	Área Implantação (m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup> /ton		
		2009	2010	2011
F1	15 375	0,86	0,95	0,97
F2	69 315	1,43	1,33	1,35

Tabela E – Área de Implantação da Fábrica 1 e Fábrica 2 por tonelada de produção.

Quarta-Feira, 20 de Junho de 2012

### DESEMPENHO AMBIENTAL 2011

	FÁBRICA 1		FÁBRICA 2	
	13,813		51,508	
<b>PRODUÇÃO (ton)</b>				
<b>CONSUMOS</b>	ton	kg/ton	ton	kg/ton
Pasta Virgem	5 165	327	30 634	595
Pasta Reciclada	10 391	557	-	-
Cargas Minerais	1 021	63	-	-
Papel Velho	-	-	51 251	995
	GJ	GJ/ton	GJ	GJ/ton
Energia	136 955	12,5	915 618	17,5
	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /ton	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /ton
Água	738 445	50,5	1 627 370	31,5
<b>EMISSÕES</b>	ton	kg/ton	ton	kg/ton
Resíduos	2 501	158	46 625	903
CO <sub>2</sub>	7 117	450	43 048	836

Tabela 6 – Resumo do desempenho ambiental 2011.

**REQUISITOS LEGAIS APLICÁVEIS**

Em matéria de ambiente destacamos os seguintes requisitos legais, como os mais relevantes para o desenvolvimento da nossa actividade:

ASPECTO AMBIENTAL	REQUISITO LEGAL	DESCRIÇÃO	AÇÕES A VERIFICAR	ANÁLISE DA CONFORMIDADE
Emissões Atmosféricas:	DL nº 233/2004, de 14 de Dezembro.	Estabelece o regime de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa.	Existência de título de emissão de gases com efeito de estufa e comunicação à Agência Portuguesa do Ambiente do relatório com as informações relativas às emissões da instalação verificadas em cada ano civil.	OK
Emissões atmosféricas	Decreto-Lei n.º 78/2004 de 03 de Abril	Estabelece o regime de prevenção e controlo das emissões de poluentes para a atmosfera, fixando os princípios, objectivos e instrumentos apropriados à garantia da protecção do recurso natural ar, bem como as medidas, procedimentos e obrigações dos operadores das instalações abrangidas, com vista a evitar ou reduzir a níveis aceitáveis a poluição atmosférica originada nessas mesmas instalações.	<p>Monitorização das emissões gasosas, garantindo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cumprimento dos VLE's estabelecidos nas licenças ambientais;</li> <li>Cumprimento das normas de descarga para atmosfera;</li> <li>Cálculo da altura das chaminés;</li> <li>Comunicação dos resultados de monitorização pontual à autoridade competente;</li> <li>Cumprimento dos métodos de medição, recolha e análise;</li> <li>Cumprimento das especificações sobre o conteúdo do relatório de autocontrolo.</li> </ul>	OK

ASPECTO AMBIENTAL	REQUISITO LEGAL	DESCRIÇÃO	AÇÕES A VERIFICAR	ANÁLISE DA CONFORMIDADE
Emissões Atmosféricas	Regulamento nº 1005/2006 de 18 de Setembro	Estabelece as regras para o controlo das substâncias que empobrecem a camada de ozono.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deteção e reparação de fugas dos gases;</li> <li>Registos das manutenções obrigatórias;</li> <li>Qualificação adequada dos técnicos.</li> </ul>	OK
Emissões Atmosféricas	Regulamento nº 842/2006 de 17 de Maio	Estabelece as regras para o controlo dos gases fluorados que provocam efeito de estufa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deteção e reparação de fugas dos gases;</li> <li>Registos das manutenções obrigatórias;</li> <li>Qualificação adequada dos técnicos.</li> </ul>	OK
Resíduos	Decreto-Lei n.º 73/2011 de 17 de Junho	Approva o regime geral da gestão de resíduos.	<p>Aplicação do princípio da hierarquia das operações de gestão de resíduos: reutilização, reciclagem, valorização e como última opção a eliminação. Envio dos resíduos produzidos para destino adequado.</p>	OK
Resíduos	Portaria n.º 209/2004 de 03 de Março	Approva a Lista Europeia de Resíduos (LER).	Classificação dos resíduos de acordo com a Lista Europeia de Resíduos (LER). Identificação das operações de valorização e de eliminação de resíduos.	OK

ASPECTO AMBIENTAL	REQUISITO LEGAL	DESCRIÇÃO	AÇÕES A VERIFICAR	ANÁLISE DA CONFORMIDADE
Resíduos	Decreto-Lei n.º 183/2009 de 10 de Agosto	Estabelece o regime jurídico da deposição de resíduos em aterro, as características técnicas e os requisitos a observar na concepção, licenciamento, construção, exploração, encerramento e pós-encerramento de aterros.	Caracterização básica anual dos resíduos depositados no aterro.	OK
Resíduos	Portaria n.º 335/07, de 18 de Maio	Fixa as regras relativas ao transporte de resíduos dentro do território nacional.	Garantir que o transporte de resíduos é efetuado por entidades devidamente licenciadas para o efeito, em condições ambientalmente adequadas, e acompanhados de vias de acompanhamento de resíduos (GAR)	OK
Resíduos	Decreto – Lei n.º 366-A/07, de 3 de Maio	Estabelece os princípios e as normas aplicáveis ao sistema de gestão de embalagens.	Gestão das embalagens colocadas no mercado por adesão ao Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens (SIGRE), que tem como entidade gestora a Sociedade Ponto Verde.	OK
Consumo Água; Efluentes Líquidos	Lei n.º 59/2005 de 28 de Dezembro	Lei da Água, que estabelece as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitorização dos consumos de água;</li> <li>Monitorização do efluente final;</li> <li>Comunicação dos resultados da monitorização.</li> </ul>	OK

ASPECTO AMBIENTAL	REQUISITO LEGAL	DESCRIÇÃO	AÇÕES A VERIFICAR	AVÁLISE DA CONFORMIDADE
Ruído	Decreto-Lei n.º 9/2007 de 17 de Janeiro	Aprova o Regulamento Geral do Ruído.	Monitorização do ruído sempre que ocorram alterações significativas em equipamentos ou processos ou, se estas não tiverem lugar, com uma periodicidade máxima de 5 anos.  A última monitorização foi realizada em 2007 na Fábrica 1 e em 2009 na Fábrica 2, na sequência da instalação da central de cogeração. Nos três períodos monitorizados (diurno, entardecer e nocturno) verificou-se o cumprimento dos limites de exposição e incomodidade.	OK
Todos	Decreto-Lei n.º 127/2008 de 21 de Julho	Regula a execução na ordem jurídica nacional do Regulamento (CE) n.º 166/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 18 de Janeiro, relativo à criação do Registo Europeu das Emissões e Transferências de Poluentes.	Comunicação anual até 31 de Março de cada ano, das emissões de poluentes para a água, ar e solo e quantidade de resíduos perigosos e não perigosos transferida para fora das instalações relativas ao ano anterior.	OK
Todos	Decreto-Lei n.º 173/2008 de 26 de Agosto	Estabelece o regime jurídico relativo à prevenção e controlo integrados da poluição (PCIP), transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2008/100/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de Janeiro, revogando o Decreto-lei n.º 184/2000.	Cumprimento dos requisitos das Licenças Ambientais: Licença Ambiental (Fábrica 1) nº 61/2007 Licença Ambiental (Fábrica 2) nº 54/2007	OK

Renova – Fábrica de Papel do Almondá, SA

Declaração Ambiental 2011

ASPECTO AMBIENTAL	REQUISITO LEGAL	DESCRIÇÃO	AÇÕES A VERIFICAR	ANÁLISE DA CONFORMIDADE
Todos	Decreto-Lei n.º 147/2008 de 28 de Julho	Estabelece o regime jurídico da responsabilidade por danos ambientais	<ul style="list-style-type: none"> <li>Responsabilidade ambiental na prevenção e reparação de danos ambientais;</li> <li>Constituição de garantias financeiras que permitam assumir a responsabilidade ambiental inerente à actividade desenvolvida</li> </ul>	OK

Documentação Ambiental 2011

### OBJECTIVOS E METAS 2011

Para minimização do impacto ambiental dos aspectos significativos estabelecem-se programas e acções de melhoria com objectivos bem definidos. Na tabela seguinte apresenta-se o resumo dos programas em curso durante o ano de 2011, e a sua relação com os aspectos ambientais.

ACTIVIDADE	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTE AMBIENTAL	OBJECTIVO	META	DATA PREVISTA CONCLUSÃO	STATUS
Produção	Consumo de Energia	Diminuição dos recursos naturais	Redução do consumo de energia na máquina de papel nº 4 por substituição do sistema de secagem	Redução de 5% com base no ano de 2008	Dezembro 2011	Concluído. Quanto à meta proposta de redução do consumo de energia não foi possível atingi-la, no entanto com a nova hotte foi possível atingir um aumento de cerca de 5% na produção horária da máquina de papel 4.
Produção	Consumo de matérias primas	Diminuição dos recursos naturais	Certificação da cadeia de responsabilidade FSC e PEFC	10 % de matéria prima consumida certificada	Dezembro 2012	A decorrer. A data prevista de conclusão foi alterada para Dezembro de 2012. Encontra-se em curso a implementação das alterações no sistema SAP de modo a que toda a informação necessária possa ser controlada através do sistema já utilizado na organização.

Relatório Ambiental 2011

ACTIVIDADE	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTE AMBIENTAL	OBJECTIVO	META	DATA PREVISTA CONCLUSÃO	STATUS
Produção	Consumo de água	Diminuição dos recursos naturais	Redução do consumo de água na Fábrica 1 e Fábrica 2	< 50 m <sup>3</sup> /ton (Fábrica 1)	Dezembro 2011	50,5 m <sup>3</sup> /ton
				< 30 m <sup>3</sup> /ton (Fábrica 2)		31,6 m <sup>3</sup> /ton
Global	Biodiversidade	Conservação da biodiversidade	Manutenção dos contratos de comodato de osseolina da terrenos para a prática agrícola tradicional. Incremento da área de plantação de espécies autóctones.	Manutenção dos 3 contratos existentes.	Dezembro 2011	Concluído. As metas foram alcançadas.
				Plantação de 1000 m <sup>2</sup> .		
Produção	Consumo de Energia	Diminuição dos recursos naturais	Manter o desempenho de 2010 nos consumos específicos de energia.	< 12,8 GJ/ton (Fábrica 1)	Dezembro 2011	12,6 GJ/ton
				< 18 GJ/ton (Fábrica 2)		17,8 GJ/ton
Cogeração	Produção de Energia	Emissões atmosféricas	Tratamento de água das caldeiras para eliminação de impurezas na água para a Central de Cogeração.	Aumento da produção de energia em 870 MW/ano.	Junho 2012	Foi instalado um sistema de tratamento de água para produção de vapor. Encontrar-se-á em curso a fase de monitorização para avaliação das metas.

Sustentabilidade Ambiental 2011

ACTIVIDADE	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTE AMBIENTAL	OBJECTIVO	META	DATA PREVISTA CONCLUSÃO	STATUS
Cogeração	Consumo de GN	Diminuição dos recursos naturais	Aumento da capacidade de produção de água quente na Central de Cogeração.	Aumento da disponibilidade de energia térmica na forma de água quente: 10% (energia térmica).	Junho 2012	O estudo da solução a implementar encontra-se concluído.
				Diminuição do consumo de gás natural nas caldeiras da Central de Vapor em 40000 m <sup>3</sup> /ano.	Junho 2012	A instalação está prevista para Março.
Geral	Consumo de Energia Eléctrica	Diminuição dos recursos naturais	Redução do consumo de energia em vários pontos de luz	50 % de redução do consumo de energia nos pontos de luz alterados	Junho 2011	A meta foi atingida uma vez que todos os locais inicialmente previstos para instalação deste novo sistema foram abrangidos.

**OBJECTIVOS E METAS 2012**

ACTIVIDADE	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTE AMBIENTAL	OBJECTIVO	META	DATA PREVISTA CONCLUSÃO
Produção	Consumo de Energia	Diminuição dos recursos naturais	Redução do consumo específico de energia na Fábrica 2.	A definir em resultado do diagnóstico inicial	Dezembro 2015
Produção	Consumo de Água	Diminuição dos recursos naturais	Optimização dos circuitos de água das máquinas de papel da Fábrica 2, e da unidade de reciclagem, aumentando a capacidade de reciclagem interna de água e monitorizando os consumos de cada consumidor individual, de forma a reduzir o consumo específico por tonelada de papel.	≤ 15 m <sup>3</sup> /ton	Junho 2013
Tratamento de Efluentes	Produção de Lamas	Solo	Optimização do processo de prensagem de lamas, de forma a aumentar o teor de matéria seca nas lamas produzidas na ETAR 2, reduzindo o volume deste resíduo.	≥ 55 %	Dezembro 2012
Global	Sensibilização Ambiental	Global (Benéfico)	Apresentar candidatura ao rótulo "Blue Angel" de vários produtos produzidos com fibra reciclada, contribuindo para a consciência ambiental dos cidadãos.	-	Dezembro 2012

## GLOSSÁRIO

**Impacte Ambiental** – Qualquer modificação sofrida pelo ambiente, adversa ou benéfica, causada pelo elemento de uma actividade, produto ou serviço.

**GJ** – Gigajoule. Unidade de medida de energia produzida ou consumida.

**Coagulação/Floculação** – Processo de aglomeração de partículas em suspensão através da formação de flocos de maior dimensão, por reacção com aditivos químicos. Permite uma melhor separação das partículas sólidas presentes no efluente a tratar.

**SST** – Sólidos suspensos totais. Parâmetro que mede a quantidade de materiais sólidos em suspensão num efluente líquido.

**CDO** – Carência química de oxigénio. Parâmetro que mede o potencial impacte ambiental de um efluente líquido sobre o meio receptor, causado pela oxidação química dos compostos orgânicos.

**CBO5** – Carência bioquímica de oxigénio. Parâmetro que mede o potencial impacte ambiental de um efluente líquido sobre o meio receptor, causado pela oxidação bioquímica dos compostos orgânicos.

**Fósforo** – Um elemento. Um índice elevado de fósforo, combinado com azoto e substâncias orgânicas pode conduzir ao aumento da actividade biológica na água, designada como eutrofização.

**Azoto** – Um elemento. Um índice elevado de azoto, combinado com fósforo e substâncias orgânicas, pode conduzir ao aumento da actividade biológica na água, designada como eutrofização.

**CO** – Monóxido de carbono.

**NOx** – Designação geral dos óxidos de azoto formados durante a queima de um combustível.

**SO2** – Dióxido de azoto. Gas formado na combustão de combustíveis contendo enxofre.

**VLE** – Valor limite de emissão.

**NP EN** – Norma Portuguesa / Norma Europeia.

**ETAR** – Estação de Tratamento de Águas Residuais.

**BRC** – Referencial de Qualidade, Higiene e Segurança Alimentar.

**PNALE** – Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão.

## CONTACTOS

*"A criatividade, as ideias e coragem dos jovens devem ser mobilizadas para forjar uma colaboração global com a finalidade de conseguir um desenvolvimento sustentado e assegurar um melhor futuro para todos"*

Princípio 21, Declaração do Rio de Janeiro para o Ambiente e o Desenvolvimento

*"O estado e as pessoas devem cooperar de boa fé e em espírito de colaboração no cumprimento dos princípios que constam desta declaração"*

Princípio 27, Declaração do Rio de Janeiro para o Ambiente e o Desenvolvimento

Para qualquer comentário, sugestão ou esclarecimento por favor contacte:

[ega@renova.pt](mailto:ega@renova.pt)

Mário Lopes (Direcção de Produção) – Telem. 919393306

Raquel Pereira (Sistema de Gestão Ambiental) – Telem. 916140880

Renova Fábrica de Papel do Almonda, SA

Renova

2354- 001 Tomes Novas – Portugal

Tel.: 351 249830200

Fax: 351 249830201

[www.wellbeingworld.com](http://www.wellbeingworld.com)

Verificador Ambiental: Bureau Veritas Certification Portugal

Nº de Acreditação: PT-V-0004

Data de verificação: 23/05/2012

Data de validação: 24/06/2012



**BUREAU VERITAS**  
Certification

**DECLARAÇÃO DO VERIFICADOR AMBIENTAL  
SOBRE AS ACTIVIDADES DE VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO**  
(EMAS III - ANEXO VII)

Bureau Veritas Certification, com o número de registo de verificador ambiental EMAS PT-V-0004 acreditado ou autorizado para o âmbito 17.12 (código NACE) declara ter verificado se o(s) local(is) de actividade ou toda a organização, tal como indicada na declaração ambiental actualizada, da organização **RENOVA FABRICA DE PAPEL DO ALMONDA, S.A** com o número de registo PT000013 cumpre todos os requisitos do Regulamento (CE) n.º 1221/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Novembro de 2009, que permite a participação voluntária de organizações num sistema comunitário de ecogestão e auditoria (EMAS).


Assinando a presente declaração, confirma-se que:

- a verificação e a validação foram realizadas no pleno respeito dos requisitos do Regulamento (CE) n.º 1221/2009;
- o resultado da verificação e validação confirma que não existem indícios do não cumprimento dos requisitos legais aplicáveis em matéria de ambiente;
- os dados e informações contidos na declaração ambiental/na declaração ambiental actualizada da organização/do local de actividade reflectem uma imagem fiável, credível e correcta de todas as actividades da organização/dos locais de actividade, no âmbito mencionado na declaração ambiental.

O presente documento não é equivalente ao registo EMAS. O registo EMAS só pode ser concedido por um organismo competente ao abrigo do Regulamento (CE) n.º 1221/2009. O presente documento não deve ser utilizado como documento autónomo de comunicação ao público.

Feito em Lisboa, em 24 de Junho de 2012

Assinatura (Direcção Geral BV CER)



Junho 2011

## **ANEXO B**

### **FICHA DE PRODUTO PARA CONTRATOS PÚBLICOS DE CONSTRUÇÃO**

Isolamento térmico – Ficha de produto

### Isolamento térmico Ficha de produto para Contratos Públicos Ecológicos (CPE)

Os Contratos Públicos Ecológicos (CPE) são um instrumento de carácter voluntário. A presente ficha apresenta um resumo dos critérios CPE elaborados para o grupo de produtos «isolamento térmico». Para uma descrição completa dos motivos que levaram à escolha destes critérios e obter informações mais aprofundadas, deve ser consultado o relatório de referência.

As recomendações relativas aos contratos de aquisição dos produtos em causa apresentam-se sob a forma de dois conjuntos de critérios:

- Os critérios fundamentais são os destinados a ser utilizados pelas entidades adjudicantes em todos os Estados-Membros e que abrangem os principais impactos ambientais do produto em questão. Estes critérios exigem apenas um pequeno esforço de verificação adicional ou um ligeiro aumento de custos.
- Os critérios complementares destinam-se às entidades adjudicantes que pretendem adquirir os melhores produtos disponíveis no mercado. Estes critérios podem exigir um esforço adicional de verificação ou um pequeno aumento do custo em relação a outros produtos com a mesma função.

No âmbito dos critérios fundamentais e dos critérios complementares, as orientações seguem as diversas etapas de um processo de adjudicação de contratos públicos e explicam os passos a seguir para integrar da melhor forma os critérios ambientais em cada etapa:

- **Objecto do contrato.** Trata-se do título do concurso, ou seja, uma breve descrição do produto, obra ou serviço a fornecer.
- **Especificações Técnicas.** Descrevem de maneira clara, precisa e completa os requisitos e as normas que os bens, as obras ou os serviços devem respeitar. Descrevem as especificações técnicas mínimas que todas as propostas devem respeitar. Estabelecem critérios ambientais específicos, nomeadamente limites que determinados produtos devem superar ou níveis que devem atingir.
- **Crítérios de selecção.** Assentam na capacidade e na competência dos proponentes para executar o contrato. Ajudam a seleccionar os fornecedores ou prestadores de serviços adequados, garantindo nomeadamente a disponibilidade de pessoal devidamente preparado ou a adopção de estratégias e procedimentos em prol da protecção do ambiente.
- **Crítérios de adjudicação.** São os critérios com base nos quais a entidade adjudicante vai comparar as ofertas e fundamentar a sua decisão de adjudicação. Os critérios de atribuição não são critérios de aprovação ou de exclusão, ou seja, as ofertas que não satisfaçam determinados critérios podem ainda ser consideradas na decisão final, consoante a pontuação que obtiverem nos demais critérios.
- **Cláusulas de execução do contrato.** Servem para especificar as condições a respeitar aquando da execução do contrato, por exemplo, o modo como os bens ou os serviços devem ser fornecidos, incluindo informações ou instruções sobre os produtos que o fornecedor deve entregar.

Nota-se que o adjudicatário é obrigado a respeitar o quadro legislativo em vigor.

Sempre que da verificação dos critérios resulte que são autorizados outros meios de prova adequados, estes podem consistir num dossier técnico do fabricante, um relatório de ensaio de um organismo reconhecido, ou outras provas adequadas. A entidade adjudicante deverá determinar numa base casuística se, do ponto de vista técnico e jurídico, as provas apresentadas podem ser consideradas adequadas.

## Isolamento térmico – Ficha de produto

### 1. Definição e âmbito de aplicação

Para efeitos dos presentes critérios CPE, entende-se por «isolamento térmico» o material utilizado para manter os edifícios mais frescos no Verão e mais quentes no Inverno, pela redução do fluxo de calor que atravessa as superfícies exteriores dos edifícios.<sup>1</sup> O isolamento é principalmente utilizado em seis aplicações, definidas com mais pormenor no relatório de referência relativo à presente ficha de produto:

1. Isolamento de paredes duplas.
2. Isolamento de paredes sólidas.
3. Isolamento de sótãos.
4. Isolamento de pavimentos.
5. Isolamento de telhados.
6. Isolamento de tubagens e condutas.

Os rótulos ecológicos existentes tendem a definir os produtos de isolamento de acordo com o material de que são feitos. Existem quatro tipos principais de categorias de materiais:

- Fibras minerais inorgânicas.
- Produtos derivados de combustíveis orgânicos.
- Derivados orgânicos de plantas ou animais.
- Outros.

Os rótulos ecológicos existentes não abrangem actualmente os produtos de isolamento para tubagens e condutas ou produtos de folha metálica. Como tal, os critérios enumerados no presente documento apenas se aplicam aos materiais classificados nas categorias 1 a 5 supra.

A maior parte dos produtos de isolamento térmico são abrangidos pela Directiva «Produtos de Construção» (ver ponto 6.2), são definidos segundo normas harmonizadas europeias e são objecto de métodos de ensaio indicados nas normas em questão. Os produtos de construção abrangidos pela referida directiva devem ostentar a marca CE. Esta é, por seu turno, acompanhada de informação técnica específica relativa ao desempenho destes produtos, em particular.

### 2. Principais impactos ambientais

Durante o ciclo de vida do isolamento térmico, os materiais perigosos constituem um dos principais impactos ambientais, sobretudo pela presença de agentes de expansão na sua composição química. Estes materiais podem afectar negativamente a qualidade do ar e da água, bem como a saúde pública, pelo facto de conterem muitas substâncias identificadas como cancerígenas ou irritantes para os doentes com patologias do foro respiratório. As características de perigosidade das referidas substâncias tornam muitas delas inadequadas para deposição em aterros que não estejam preparados para receber substâncias perigosas. Algumas podem ser recicladas, reduzindo assim o seu impacto no ambiente.

O consumo de energia constitui outro impacto relevante, em especial durante o fabrico e o transporte. Contudo, a redução do consumo de energia em edifícios, mediante a escolha de técnicas de isolamento de elevada eficiência, com boa resistência térmica, é extremamente importante e deverá ser um dos principais aspectos a considerar. O isolamento permitirá reduzir o consumo energético na fase de utilização, diminuindo a necessidade de combustível para aquecimento compensada pela energia contida nos materiais de isolamento. Uma vez determinada a resistência térmica pretendida, ainda é possível ter em conta os impactos ambientais dos diversos materiais de isolamento que cumprem aquele requisito principal. É nessa fase que devem ser considerados os impactos resumidos no esquema abaixo.

<sup>1</sup> Allen, E. Fundamentals of Building Construction: Materials and Methods. John Wiley & Sons, 3.<sup>rd</sup> ed. (1988).

Isolamento térmico – Ficha de produto

Principais impactos ambientais	Abordagem CPE
<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo de energia, sobretudo no fabrico e transporte.</li> <li>Consumo de energia na construção, em consequência de sistemas de isolamento menos eficientes.</li> <li>Polluição do ar, dos solos e da água decorrente da utilização de materiais perigosos, como, por exemplo, os agentes de expansão.</li> <li>Utilização / extração de matérias-primas.</li> <li>Produção de resíduos perigosos.</li> <li>Produção de resíduos, incluindo resíduos perigosos, embalagens e sua eliminação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aquisição de isolamento mais eficiente em termos energéticos.</li> <li>Aquisição de isolamento adequado às situações, de forma a assegurar o máximo benefício.</li> <li>Aquisição de sistemas de isolamento susceptíveis de restringir a utilização de materiais perigosos.</li> <li>Promover a manutenção adequada do isolamento de forma a prolongar o seu tempo de vida útil.</li> <li>Promover uma gestão de todo o ciclo de vida, por exemplo, sistemas de retoma / reutilização / reciclagem.</li> <li>Aquisição de produtos destinados a ser facilmente desmontados e reciclados.</li> <li>Promover a utilização de materiais respeitadores do ambiente.</li> <li>Promover a utilização de materiais reciclados para isolamento e embalagem, quer directamente, quer no caso da embalagem, através da participação num sistema de reciclagem acreditado.</li> </ul>

Note-se que a ordem de apresentação dos impactos não traduz necessariamente a sua ordem de importância.

### 3. Critérios CPE para o isolamento térmico

#### 3.1. Critérios fundamentais CPE para o isolamento térmico

<b>OBJECTO</b>
Aquisição de produtos de isolamento térmico eficientes em termos energéticos e respeitadores do ambiente.
<b>ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS</b>
<p>1. Com base no desempenho pretendido para o sector da construção no âmbito da Directiva relativa ao desempenho energético dos edifícios, a condutibilidade térmica do produto de isolamento térmico deve ser inferior a 0,044W/mK.</p> <p><b>Verificação:</b> Se os critérios enumerados para um produto constarem de uma norma harmonizada pertinente a nível europeu, nos termos da Directiva 89/106/CEE «Produtos</p>

## Isolamento térmico – Ficha de produto

<p>de Construção», para efeitos de aposição da marca CE, o fornecedor deve facilitar as <u>informações que acompanham a marcação CE</u>, a fim de comprovar a conformidade com os critérios enunciados.</p> <p>Caso os <u>critérios enumerados para um produto não constem das informações que acompanham o procedimento de marcação CE</u>, nos termos da Directiva 89/106/CEE Produtos de Construção, os produtos que ostentam um rótulo ecológico que indique a característica 1, que cumprem os critérios enumerados, serão considerados conformes. Serão também aceites outros meios de prova apropriados ou uma declaração devidamente assinada.</p>
<p>2. O produto não permitirá a libertação nem a migração de quaisquer substâncias acima dos valores-limite em vigor, estabelecidas nos seguintes regulamentos:</p> <p>a) Substâncias regulamentadas na UE pelo Regulamento (CE) n.º 843/2006 relativo a determinados gases fluorados com efeito de estufa.</p> <p>b) Quaisquer substâncias ou preparações classificadas nos termos da Directiva 1999/45/CE e da Directiva 67/548/CEE como cancerígenas (R40, R45, R49), nocivas para o aparelho reprodutor (R60, R61, R62, R63), mutagénicas (R46, R66), tóxicas (R23, R24, R25, R26, R27, R28, R51), alergénicas quando inaladas (R42), causadoras de alterações genéticas hereditárias (R46), susceptíveis de provocar lesões graves para a saúde após exposição prolongada (R48), ou possibilidade de efeitos irreversíveis (R66) não devem ser libertadas.</p> <p>c) Quaisquer substâncias ou preparações classificadas nos termos do Regulamento (CE) n.º 1272/2008<sup>2</sup> (CRE) como cancerígenas (H350-351), nocivas para o aparelho reprodutor (H360-361), mutagénicas (H340-341), tóxicas (H300- H301, H310-H311, H330-H331, H411), alergénicas quando inaladas (H334), causadoras de alterações genéticas hereditárias (H340), susceptíveis de provocar lesões graves para a saúde no caso de exposição prolongada (H372-373), ou possibilidade de efeitos irreversíveis (H371) não devem ser libertadas.</p> <p><b>Verificação:</b> O proponente deve fornecer elementos de prova apropriados do cumprimento deste critério.</p>

**CRITÉRIOS DE ADJUDICAÇÃO**

Serão atribuídos pontos adicionais pelos seguintes factores:

- Os materiais à base de madeira (por exemplo, a cortiça, a celulose), utilizados no fabrico de material de isolamento térmico, proveniente de florestas geridas de forma sustentável de modo a aplicar os princípios e medidas destinados a garantir a sua sustentabilidade, no âmbito de práticas legais, desde que tais critérios caracterizem e sejam essenciais para o produto. Na Europa, os referidos princípios e medidas devem corresponder, no mínimo, aos expressos nas directrizes operacionais pan-europeias para a gestão sustentável das florestas, aprovadas na Conferência Ministerial sobre a Protecção das Florestas na Europa (Lisboa, 2 a 4 de Junho de 1998). Em relação as florestas não europeias, esses princípios e medidas devem corresponder, no mínimo, aos princípios para a gestão florestal da CNUAD (Rio de Janeiro, Junho de 1992) e, quando aplicáveis, aos critérios ou orientações para a gestão sustentável das florestas, de acordo com as respectivas iniciativas internacionais e regionais (OIMT, Processo Montreal, Processo de Tarapoto, UNEP/FAO Dry-Zone Africa Initiative).

**Verificação:** A origem sustentável e legal da madeira e fibras de madeira pode ser comprovada através da instituição de um sistema de rastreabilidade da cadeia de controlo. Estes sistemas voluntários podem ser certificados por terceiros, muitas vezes

<sup>2</sup> <http://eur-lex.europa.eu/lexUriServ.do?uri=CELEX:32008R1272:pt:PT:20081117090003001-12081272>, pag. 1/32

## Isolamento térmico – Ficha de produto

<p>no âmbito das normas EN ISO 9000 e/ou EN ISO 14000 ou do sistema de gestão EMAS.</p> <p>Os certificados da cadeia de controlo de madeira e fibras de madeira no âmbito dos sistemas de certificação florestal FSC<sup>1)</sup>, PEFC<sup>2)</sup>, ou de qualquer outro meio de prova equivalente, também serão aceites como prova de conformidade. Se a madeira / fibra de madeira provier de um país que tenha assinado um acordo de parceria voluntário (APV) com a UE, a licença FLEGT poderá constituir prova de legalidade<sup>3)</sup>. Poderão ser aceites outros meios de prova, como um certificado CITES pertinente válido, ou outro meio equivalente comprovável, como a aplicação do sistema de «diligência». Relativamente à madeira virgem não certificada, os proponentes devem indicar os tipos (espécies), as quantidades e a origem da madeira ou fibras de madeira, juntamente com uma declaração a atestar a sua legalidade. Deste modo, será garantida a credibilidade da rastreabilidade da madeira ou das fibras de madeira em toda a cadeia de produção, desde a floresta até ao produto.</p>
<p><b>CLAUSULAS DE EXECUÇÃO DO CONTRATO</b></p> <p>1. O proponente deve fornecer informações sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fabricante e data de fabrico / número de lote.</li> <li>• Valores R do Produto e respectivas frases de risco a data do fabrico.</li> <li>• O material de que o produto é fabricado.</li> <li>• Peso e espessura.</li> <li>• Percentagem de materiais reciclados<sup>4)</sup>, em relação aos materiais, a percentagem de cada material deve constar claramente do rótulo mediante a indicação da massa e do volume.</li> <li>• Tempo máximo de armazenamento ou data-limite de instalação.</li> <li>• Tempo decorrido após a instalação, no qual o produto terá readquirido a sua espessura nominal.</li> <li>• Instruções de transporte e instalação.</li> <li>• Instruções escritas para armazenamento.</li> </ul> <p><b>Verificação:</b> Se os critérios enumerados para um produto constarem de uma norma harmonizada pertinente a nível europeu, nos termos da Directiva 89/106/CEE «Produtos de Construção», para efeitos de aposição da marca CE, o fornecedor deve facilitar as <u>informações que acompanham a marcação CE</u>, a fim de comprovar a conformidade com os critérios enumerados.</p> <p>Caso os critérios enumerados para um produto <u>não constem das informações que acompanham o procedimento de marcação CE</u>, nos termos da Directiva 89/106/CEE «Produtos de Construção», os produtos que ostentem um rótulo ecológico que indique a característica 1, que cumprem os critérios enumerados, serão considerados conformes. Serão também aceites outros meios de prova apropriados ou uma declaração devidamente assinada.</p>

<sup>1)</sup> FSC (Forest Stewardship Council - Conselho de Administração Florestal) <http://www.fsc.org/>

<sup>2)</sup> PEFC (Programa para o Reconhecimento de Sistemas de Certificação Florestal) <http://www.pefc.org/pt/pt/pt/>

<sup>3)</sup> O plano de acção relativo à aplicação na legislação, à governação e ao comércio no sector florestal no que respeita aos produtos de madeira importados para a União Europeia (FLEGT) foi adoptado pela UE em 2003. O Plano de Acção identifica uma série de medidas para acabar com a extração madeireira ilegal nos países em desenvolvimento. O Plano estabelece um regime de licenciamento de madeira para garantir a legalidade dos produtos de madeira importados. Para obter a licença, devem ser assinados Acordos de Parceria Voluntária (APV) entre os países produtores de madeira e a UE. Os produtos de madeira que tenham sido produzidos em países parceiros signatários de APV obtêm uma licença relativa à legalidade da produção; para mais informações, consultar: [http://ec.europa.eu/economy\\_finance/flegt.htm](http://ec.europa.eu/economy_finance/flegt.htm)

<sup>4)</sup> Conformidade definida de teor de material reciclado constante da norma EN ISO 14021.

## Isolamento térmico – Ficha de produto

## 3.2. Critérios complementares CPE para o isolamento térmico

<b>OBJECTO</b>
Aquisição de produtos de isolamento térmico eficientes em termos energéticos e respeitadores do ambiente.
<b>ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS</b>
<p>1. Com base no desempenho pretendido para o sector da construção no âmbito da Directiva relativa ao desempenho energético dos edifícios, a condutibilidade térmica do produto de isolamento térmico deve ser inferior a 0,044W/mK.</p> <p>Verificação: Se os critérios enumerados para um produto constarem de uma norma harmonizada pertinente a nível europeu, nos termos da Directiva 89/106/CEE «Produtos de Construção», para efeitos de aposição da marca CE, o fornecedor deve facilitar as informações que acompanham a marcação CE, a fim de comprovar a conformidade com os critérios enunciados.</p> <p>Caso os critérios enumerados para um produto não constem das informações que acompanham o procedimento de marcação CE, nos termos da Directiva 89/106/CEE «Produtos de Construção», os produtos que ostentam um rótulo ecológico que indique a característica 1, que cumprem os critérios enumerados, serão considerados conformes. Serão também aceites outros meios de prova apropriados ou uma declaração devidamente assinada.</p>
<p>2. O produto não permitirá a libertação nem a migração de quaisquer substâncias acima dos valores-limite em vigor, estabelecidas nos seguintes regulamentos:</p> <p>a) Substâncias regulamentadas na UE pelo Regulamento (CE) n.º 843/2006 relativo a determinados gases fluorados com efeito de estufa.</p> <p>b) Quaisquer substâncias ou preparações classificadas nos termos da Directiva 1999/45/CE e da Directiva 67/548/CEE como cancerígenas (R40, R45, R49), nocivas para o aparelho reprodutor (R60, R61, R62, R63), mutagénicas (R46, R68), tóxicas (R23, R24, R25, R26, R27, R28, R51), alérgicas quando inaladas (R42), causadoras de alterações genéticas hereditárias (R45), susceptíveis de provocar lesões graves para a saúde após exposição prolongada (R48), ou possibilidade de efeitos irreversíveis (R68) não devem ser libertadas.</p> <p>c) Quaisquer substâncias ou preparações classificadas nos termos do Regulamento (CE) 1272/2008* (RE) como cancerígenas (H350-351), nocivas para o aparelho reprodutor (H360-361), mutagénicas (H340-341), tóxicas (H300-301, H310-H311, H330-H331, H411), alérgicas quando inaladas (H334), causadoras de alterações genéticas hereditárias (H340), susceptíveis de provocar lesões graves para a saúde no caso de exposição prolongada (H372-373), ou possibilidade de efeitos irreversíveis (H371) não devem ser libertadas.</p> <p>Verificação: O proponente deve fornecer elementos de prova apropriados do cumprimento deste critério.</p>
<b>CRITÉRIOS DE ADJUDICAÇÃO</b>
Serão atribuídos pontos adicionais pelos seguintes factores:
<p>1. Os materiais à base de madeira (por exemplo, a cortiça; a celulose), utilizados no fabrico de material de isolamento térmico, proveniente de florestas geridas de forma</p>

\* <http://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2008/1272/oj/2008-06-03/pt/2008-06-03/pt/2008-06-03>

## Isolamento térmico – Ficha de produto

<p>sustentável de modo a aplicar os princípios e medidas destinados a garantir a sua sustentabilidade, no âmbito de práticas legais, desde que tais critérios caracterizem e sejam essenciais para o produto. Na Europa, os referidos princípios e medidas devem corresponder, no mínimo, aos expressos nas directrizes operacionais pan-europeias para a gestão sustentável das florestas, aprovadas na Conferência Ministerial sobre a Protecção das Florestas na Europa (Lisboa, 2 a 4 de Junho de 1998). Em relação às florestas não europeias, esses princípios e medidas devem corresponder, no mínimo, aos princípios para a gestão florestal da CNUAD (Rio de Janeiro, Junho de 1992) e, quando aplicáveis, aos critérios ou orientações para a gestão sustentável das florestas, de acordo com as respectivas iniciativas internacionais e regionais (OIMT, Processo Montreal, Processo de Tarapoto, UNEP/FAO Dry-Zone Africa Initiative).</p> <p><b>Verificação:</b> A origem sustentável e legal da madeira e fibras de madeira pode ser comprovada através da instituição de um sistema de rastreabilidade da cadeia de controlo. Estes sistemas voluntários podem ser certificados por terceiros, muitas vezes no âmbito das normas EN ISO 9000 e/ou EN ISO 14000 ou do sistema de gestão EMAS.</p> <p>Os certificados de cadeia de controlo de madeira e fibras de madeira no âmbito dos sistemas de certificação florestal FSC<sup>1)</sup>, PEFC<sup>2)</sup>, ou de qualquer outro meio de prova equivalente, também serão aceites como prova de conformidade. Se a madeira / fibra de madeira provier de um país que tenha assinado um acordo de parceria voluntário (APV) com a UE, a licença FLEGT poderá constituir prova de legalidade<sup>3)</sup>. Poderão ser aceites outros meios de prova, como um certificado CITES pertinente válido, ou outro meio equivalente comprovável, como a aplicação do sistema de «diligência». Relativamente a madeira virgem não certificada, os proponentes devem indicar os tipos (espécies), as quantidades e a origem da madeira ou fibras de madeira, juntamente com uma declaração a atestar a sua legalidade. Deste modo, será garantida a credibilidade da rastreabilidade da madeira ou das fibras de madeira em toda a cadeia de produção, desde a floresta até ao produto.</p>
<p>2. Nos casos em que o CPE abrange a instalação de um produto, os instaladores fornecem uma garantia de vinte anos, no mínimo. Nos casos em que o CPE abrange apenas a aquisição de produtos (sem trabalho de instalação, ou seja, tratando-se apenas da compra de produtos «em stock»), o fabricante fornece uma garantia de vinte anos, no mínimo, para o produto, desde que este tenha sido instalado de acordo com as respectivas orientações técnicas.</p> <p><b>Verificação:</b> O proponente deve fornecer elementos de prova apropriados do cumprimento deste critério.</p>
<p>3. Serão atribuídos pontos adicionais em função da percentagem de material reciclado<sup>4)</sup> existente no produto de isolamento em comparação com os mesmos materiais, desde que não seja aumentada a espessura do material necessário para fornecer o mesmo nível de isolamento. A utilização de produtos com materiais reciclados não</p>

<sup>1)</sup> FSC (Forest Stewardship Council - Conselho de Administração Florestal) <http://www.fsc.org>

<sup>2)</sup> PEFC (Programa para o Reconhecimento de Sistemas de Certificação Florestal) <http://www.pefc.org>

<sup>3)</sup> O plano de acção relativo à adopção da legislação, à governação e ao comércio no sector florestal no que respeita aos produtos de madeira importados para a União Europeia (FLEGT) foi adoptado pela UE em 2003. O Plano de Acção identifica uma série de medidas para acabar com a exportação de madeira ilegal nos países em desenvolvimento. O Plano estabelece um regime de licenciamento de madeira para garantir a legalidade dos produtos de madeira importados. Para obter a licença, devem ser assinados Acordos de Parceria Voluntária (APV) entre os países produtores de madeira e a UE. Os produtos de madeira que tenham sido legalmente produzidos em países parceiros signatários de APV obtêm uma licença relativa à legalidade da produção; para mais informações, consulte: [http://ec.europa.eu/external\\_relations/flegt.htm](http://ec.europa.eu/external_relations/flegt.htm)

<sup>4)</sup> De acordo com a definição de lei em materiais reciclados que consta da norma EN ISO 14021, ou seja, a proporção, em massa, do material reciclado existente num produto. Apenas os materiais pré-consumo ou pós-consumo serão considerados como tal, de acordo com as seguintes regras:

- **Material pré-consumo:** Material derivado do fluxo de resíduos durante o processo de fabrico, incluindo a utilização de materiais usados, como materiais transformados, vitreados ou acrílicos produzidos num processo e susceptíveis de ser recuperados no âmbito do processo que se gerou.
- **Material pós-consumo:** Material produzido pelas famílias ou por instalações comerciais, industriais e institucionais, no seu papel de consumidores finais do produto, que já não pode ser utilizado para os fins pretendidos. Este grupo inclui as deslocações de material da cadeia de distribuição. <http://www.ecomanual.com/defin/materiaisrecicla.htm>

## Isolamento térmico – Ficha de produto

<p>deve prejudicar as funções ou as propriedades térmicas do produto de isolamento (nem a quantidade de materiais necessários para toda a construção).</p> <p><b>Verificação:</b> O proponente deve fornecer elementos de prova apropriados do cumprimento deste critério. Para mais orientações sobre os níveis adequados de materiais reciclados, consultar o seguinte endereço: <a href="http://www.wrtb.org.uk/downloads/Standard_table-June_001_14057849_3001.pdf">http://www.wrtb.org.uk/downloads/Standard_table-June_001_14057849_3001.pdf</a></p>
<p>4. Serão atribuídos pontos adicionais aos produtos de isolamento que utilizem agentes de expansão com menor potencial de aquecimento global se, depois de comparados os agentes de expansão, os referidos produtos apresentarem os mesmos níveis de eficiência térmica do isolamento durante o ciclo de vida do produto.</p> <p><b>Verificação:</b> O proponente deve fornecer elementos de prova apropriados do cumprimento deste critério.</p>

## CLAUSULAS DE EXECUÇÃO DO CONTRATO

<p>1. O proponente deve fornecer informações sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fabricante e data de fabrico / número de lote.</li> <li>• Valores R do Produto à data do fabrico.</li> <li>• O material de que o produto é fabricado.</li> <li>• Peso e espessura.</li> <li>• Percentagem de materiais reciclados<sup>4</sup>, em relação aos materiais, a percentagem de cada material deve constar claramente do rótulo mediante a indicação da massa e do volume.</li> <li>• Tempo máximo de armazenamento ou data-limite de instalação.</li> <li>• Tempo decorrido após a instalação, no qual o produto terá readquirido a sua espessura nominal.</li> <li>• Instruções de transporte e instalação.</li> <li>• Instruções escritas para armazenamento.</li> </ul> <p><b>Verificação:</b> Se os critérios enumerados para um produto constarem de uma norma harmonizada pertinente a nível europeu, nos termos da Directiva 89/106/CEE «Produtos de Construção», para efeitos de aposição da marca CE, o fornecedor deve facilitar as informações que acompanham a marcação CE, a fim de comprovar a conformidade com os critérios enumerados.</p> <p>Caso os critérios enumerados para um produto não constem das informações que acompanham o procedimento de marcação CE, nos termos da Directiva 89/106/CEE Produtos de Construção, os produtos que ostentam um rótulo ecológico que indique a característica 1, que cumprem os critérios enumerados, serão considerados conformes. Serão também aceites outros meios de prova apropriados ou uma declaração devidamente assinada.</p>
--

<sup>4</sup> De acordo com a definição de teor em materiais reciclados que consta da norma EN ISO 14021.

#### Isolamento térmico – Ficha de produto

### 3.3. Materiais de isolamento: notas explicativas

1. Critérios de adjudicação: As entidades adjudicantes deverão indicar, no anúncio e nos documentos do concurso, o número de pontos adicionais que serão atribuídos para cada critério de adjudicação. Os critérios de adjudicação relativos ao ambiente deverão representar, em conjunto, pelo menos 10 a 15% do total de pontos disponíveis.
2. As entidades adjudicantes devem atender às condições locais dos trabalhos de construção aos quais se destina o isolamento, como a situação geográfica, o clima e as dimensões do edifício, para que sejam utilizados o nível e tipo de isolamento adequados.
3. Embalagem:

Nos termos do artigo 3.º da Directiva 94/62/CE, de 20 de Dezembro de 1994, relativa a embalagens e resíduos de embalagem, entende-se por «embalagem»:

- Todos os produtos feitos de quaisquer materiais, seja qual for a sua natureza, utilizados para conter, proteger, movimentar, entregar e apresentar mercadorias, desde as matérias-primas até aos produtos transformados, e desde o produtor até ao utilizador ou consumidor. Todos os artigos «descartáveis» utilizados para os mesmos fins devem ser considerados embalagens.

A medida em que a embalagem é uma preocupação ambiental importante para um produto depende de uma série de variáveis, nomeadamente o tempo de vida do produto e o material de que é feito. Por exemplo, para um produto com um tempo de vida curto, a embalagem é provavelmente mais importante do que para um produto de vida longa. De igual modo, a embalagem é provavelmente menos relevante, em termos de ciclo de vida, no caso de um produto que consuma energia.

Se a entidade adjudicante considerar que a embalagem constitui um aspecto importante, pode pretender obter informações, por parte dos potenciais fornecedores, para confirmar se estes, nas suas opções de embalagem, tiveram em conta o impacto ambiental da mesma e se o fornecedor em causa está em consonância com as políticas da entidade adjudicante.

## Isolamento térmico – Ficha de produto

## 4. Considerações relativas aos custos

A medida que aumentam os preços da energia e os custos de deposição de resíduos em aterros, os fabricantes e os utilizadores de edifícios estão a voltar a sua atenção para os materiais de isolamento como uma solução para o acréscimo de encargos. O quadro 1 apresenta o preço de diversos tipos de produtos de isolamento. Note-se que o presente quadro não contém dados sobre o custo de todos os materiais de isolamento, uma vez que se refere a uma fonte secundária. Note-se, ainda, que estes preços são fornecidos a título indicativo, estando sujeitos a oscilações do mercado.

Quadro 1. Comparação dos preços de diversos produtos de isolamento.<sup>7</sup>

Tipo de isolamento	Desempenho térmico (W/mK)	Preço/m <sup>2</sup>
Polistireno expandido	0,033	50mm Placa 3,14 EUR 100mm Placa 6,26 EUR 65mm Preenchimento de paredes duplas 4,40 EUR (incluindo instalação)
Lã de rocha mineral	0,034-0,036	4,40 EUR-7,80 EUR
Celulose	0,033	10,06 EUR
Fibras isoladas (isolamento de fibras naturais à base de lã)	50mm 0,035	50mm 5,52 EUR 100mm 9,48 EUR
Lã de ovinos natural	0,037	50mm 5,96 EUR 100mm 11,94 EUR
Espuma de melamina flexível	0,035	50mm 37,71 EUR
Cortiça	0,037	n.d.
Isolat (isolamento de fibras naturais à base de cânhamo) e fibra prensada de algodão reciclado	0,035	50mm 5,23 EUR 100mm 10,43 EUR

<sup>7</sup> Valores em euros, convertidos de libras esterlinas de acordo com <http://eu.finance.yahoo.com> em 27/2/2008.

Apesar de o EPS (poliestireno expandido – esferovite) ter custos de aquisição inferiores aos da maioria dos outros materiais para um desempenho térmico muito semelhante, incorpora mais energia no processo de fabrico. Por exemplo, o quadro 2 do Relatório Técnico de Referência mostra que o EPS tem quatro vezes mais energia incorporada no fabrico do que a lã de rocha mineral. De igual modo, apesar de a lã de ovinos natural com a espessura de 100mm custar aproximadamente o dobro do preço de uma placa de EPS de 100mm, para efeitos de comparação do desempenho térmico tem uma fracção (cerca de 4%) da energia incorporada no fabrico. Os consumidores devem considerar os custos de aquisição e instalação em função da durabilidade do material e da eficiência térmica necessária para o edifício, a fim de estabelecer uma relação de proporcionalidade. Por outras palavras, uma maior eficiência térmica pode ser adquirida e instalada a um preço mais elevado, mas pode não ser necessária para o objectivo pretendido da construção, atendendo à sua localização e ao clima.

Em termos de vida útil, o custo de um edifício inclui os seguintes elementos<sup>8</sup>:

- Custo do controlo das emissões para a atmosfera;
- Custo dos recursos durante a extração e produção do produto. Por exemplo, os custos de energia, transporte, embalagem, resíduos e emissões;
- Custo do tratamento e eliminação de efluentes;
- Custo do imposto ecológico;
- Custo das medidas de recuperação dos efeitos da poluição;
- Custos de gestão ambiental;
- Custo de serviços, por exemplo, água, electricidade e gás.

<sup>7</sup> Roof, S. et al. (2007) Ecohouse & Design Guide 3<sup>rd</sup> ed. Architectural Press

<sup>8</sup> Sussmeister & Richter (2004) Whole Life-cycle costing: Risk and risk responses. Blackwell Publishing

## Isolamento térmico – Ficha de produto

Alguns destes custos, geralmente decorrentes das fases de produção, repercutem-se no utilizador final, no preço do produto de isolamento. Os consumidores devem considerar este custo, comparativamente ao aumento dos custos de aquecimento e ventilação que tentam suportar se o isolamento não fosse aplicado. Há ainda a considerar eventuais regimes de incentivo disponibilizados pelo Governo ou pelas empresas prestadoras de serviços. A título de exemplo, no Reino Unido, a Energy Saving Trust (EST) calculou as economias esperadas neste domínio para uma casa geminada com três quartos e aquecimento central a gás, em que o isolamento foi aplicado por um profissional e o fornecedor local de energia ofereceu um desconto no preço dos materiais de isolamento.

Quadro 2 Poupança decorrente do isolamento

Produto	Poupança anual*	Custo instalado*	Retorno do investimento
Isolamento de paredes duplas	Aprox. 132 EUR	Aprox. 300 EUR **	Aprox. 2 anos
Isolamento de paredes internas	Aprox. 438 EUR	6600-10200 EUR ***	Aprox. 15 a 23 anos
Isolamento de paredes externas	Aprox. 462 EUR	12600-17400 EUR ***	Aprox. 27 a 37 anos
Isolamento de pavimentos	Aprox. 60	Aprox. 120 EUR ****	Aprox. 2 anos****

## Notas:

\*Todas as poupanças e custos em euros convertidos de libras esterlinas à taxa de câmbio de 1 Libra Esterlina = 1,20037 EUR

\*\*O custo instalado inclui a subvenção disponível proveniente das grandes fornecedoras de energia ao abrigo do objetivo de redução das emissões de carbono (*Carbon Emissions Reduction Target, CERT*), o custo típico não subvencionado é de cerca de 800 EUR.

\*\*\*Interno / Externo: Estes números referem-se a toda a instalação, contudo, no caso de renovação de paredes de habitação, são possíveis grandes poupanças se as paredes forem ao mesmo tempo isoladas.

\*\*\*\* Custo e retorno do pagamento para trabalhos de instalação

destaca alguns dos dados do estudo do EST.

Quadro 2 Poupança decorrente do isolamento

Produto	Poupança anual*	Custo instalado*	Retorno do investimento
Isolamento de paredes duplas <sup>8</sup>	Aprox. 132 EUR	Aprox. 300 EUR **	Aprox. 2 anos
Isolamento de paredes internas <sup>11</sup>	Aprox. 438 EUR	6600-10200 EUR ***	Aprox. 15 a 23 anos
Isolamento de paredes externas <sup>11</sup>	Aprox. 462 EUR	12600-17400 EUR ***	Aprox. 27 a 37 anos
Isolamento de pavimentos <sup>12</sup>	Aprox. 60	Aprox. 120 EUR ****	Aprox. 2 anos****

## Notas:

\*Todas as poupanças e custos em euros convertidos de libras esterlinas à taxa de câmbio de 1 Libra Esterlina = 1,20037 EUR

\*\*O custo instalado inclui a subvenção disponível proveniente das grandes fornecedoras de energia ao abrigo do objetivo de redução das emissões de carbono (*Carbon Emissions Reduction Target, CERT*), o custo típico não subvencionado é de cerca de 800 EUR.

\*\*\*Interno / Externo: Estes números referem-se a toda a instalação, contudo, no caso de renovação de paredes de habitação, são possíveis grandes poupanças se as paredes forem ao mesmo tempo isoladas.

\*\*\*\* Custo e retorno do pagamento para trabalhos de instalação

Note-se, ainda, que o período de retorno do investimento dos produtos de isolamento pode variar, consoante se trate de novas construções ou de remodelações. Como muitos imóveis mais antigos não satisfazem os mesmos níveis elevados de construção que os novos

<sup>8</sup> <http://www.energysavingtrust.org.uk/home-improvement-and-products/home-insulation-glazing/Cavity-wall-insulation>

<sup>11</sup> <http://www.energysavingtrust.org.uk/home-improvement-and-products/home-insulation-glazing/loft-wall-insulation>

<sup>12</sup> <http://www.energysavingtrust.org.uk/home-improvement-and-products/home-insulation-glazing/loft-wall-insulation>

<sup>13</sup> <http://www.energysavingtrust.org.uk/home-improvement-and-products/home-insulation-glazing/loft-insulation>

#### Isolamento térmico – Ficha de produto

edifícios actuais, os benefícios em termos de poupança de energia que podem resultar da substituição ou melhoramento dos níveis de isolamento podem ser ainda mais expressivos. Assim, obter-se-á uma redução do período de retorno do investimento, já que a factura da electricidade diminuirá substancialmente.

Isolamento térmico – Ficha de produto

## 5. Legislação pertinente da UE e fontes de informação

### 5.1. Legislação da UE

- Directiva 2010/31/UE relativa ao desempenho energético dos edifícios  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:PT:PDF>
- Directiva 2010/30/UE relativa à indicação do consumo de energia e de outros recursos por parte dos produtos relacionados com a energia, por meio de rotulagem e outras indicações uniformes relativas aos produtos  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0001:0012:PT:PDF>
- Directiva 89/106/CEE do Conselho relativa à aproximação das disposições legislativas, regulamentares e administrativas dos Estados-Membros no que respeita aos produtos de construção  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31989L0106:pt:HTML>
- Directiva 93/68/CEE do Conselho que altera várias Directivas, incluindo a Directiva 89/106/CEE (produtos de construção)  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31993L0068:PT:HTML>
- Regulamento (CE) n.º 1272/2008 (RE) do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro de 2008, relativo à classificação, rotulagem e embalagem de substâncias e misturas, que altera e revoga as Directivas 67/548/CEE e 1999/45/CE, e altera o Regulamento (CE) n.º 1907/2006  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:353:0001:1365:pt:PDF>
- Regulamento (CE) n.º 1907/2006 relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição de substâncias químicas (REACH)  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:336:0001:0849:PT:PDF>
- Protocolo de Montreal relativo às substâncias que empobrecem a camada de ozono  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:22001A0718/01:PT:HTML>
- Regulamento (CE) n.º 1005/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Setembro de 2009, relativo às substâncias que empobrecem a camada de ozono  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:256:0001:0030:EN:PDF>
- Directiva 94/62/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa a embalagens e resíduos de embalagens  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31994L0062:PT:HTML>
- Decisão da Comissão, de 26 de Janeiro de 1997, que cria o sistema de identificação dos materiais de embalagem, nos termos da Directiva 94/62/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa a embalagens e resíduos de embalagens (97/129/CE)  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31997D0129:PT:HTML>
- Directiva 2004/12/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de Fevereiro de 2004, que altera a Directiva 94/62/CE relativa a embalagens e resíduos de embalagens  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:047:0026:0031:PT:PDF>

## **ANEXO C**

### **ICE – IVENTORY OF CARBON & ENERGY**



# INVENTORY OF CARBON & ENERGY (ICE) Version 2.0

## Summary Tables

Prof. Geoff Hammond & Craig Jones

*January 2011*

Sustainable Energy Research Team (SERT)  
Department of Mechanical Engineering  
University of Bath, UK

The ICE database was originally joint funded under the Carbon Vision Buildings program by:



Making business sense  
of climate change



Full versions of ICE available from: [www.bath.ac.uk/mech-eng/sert/embodied/](http://www.bath.ac.uk/mech-eng/sert/embodied/)

# INVENTORY OF CARBON & ENERGY (ICE) SUMMARY

Materials	Embodied Energy & Carbon Coefficients			Comments
	EE - MJ/kg	EC - kgCO <sub>2</sub> /kg	EC - kgCO <sub>2</sub> e/kg	
				EE = Embodied Energy, EC = Embodied Carbon
<u>Aggregate</u>				
<b>General (Gravel or Crushed Rock)</b>	<b>0,083</b>	<b>0,0048</b>	<b>0,0052</b>	Estimated from measured UK industrial fuel consumption data
<u>Aluminium</u>	Main data source: International Aluminium Institute (IAI) LCA studies ( <a href="http://www.world-aluminium.org">www.world-aluminium.org</a> )			
<b>General</b>	<b>155</b>	<b>8,24</b>	<b>9,16</b>	Assumed (UK) ratio of 25.6% extrusions, 55.7% Rolled & 18.7% castings. Worldwide average recycled content of 33%.
Virgin	218	11,46	12,79	
Recycled	29,0	1,69	1,81	
<b>Cast Products</b>	<b>159</b>	<b>8,28</b>	<b>9,22</b>	Worldwide average recycled content of 33%.
Virgin	226	11,70	13,10	
Recycled	25,0	1,35	1,45	
<b>Extruded</b>	<b>154</b>	<b>8,16</b>	<b>9,08</b>	Worldwide average recycled content of 33%.
Virgin	214	11,20	12,50	
Recycled	34,0	1,98	2,12	
<b>Rolled</b>	<b>155</b>	<b>8,26</b>	<b>9,18</b>	Worldwide average recycled content of 33%.
Virgin	217	11,50	12,80	
Recycled	28	1,67	1,79	
<u>Asphalt</u>				

<b>Asphalt, 4% (bitumen) binder content (by mass)</b>	<b>2,86</b>	<b>0,059</b>	<b>0,066</b>	1.68 MJ/kg Feedstock Energy (Included). Modelled from the bitumen binder content. The fuel consumption of asphalt mixing operations was taken from the Mineral Products Association (MPA). It represents typical UK industrial data. Feedstock energy is from the bitumen content.
<b>Asphalt, 5% binder content</b>	<b>3,39</b>	<b>0,064</b>	<b>0,071</b>	2.10 MJ/kg Feedstock Energy (Included). Comments from 4% mix also apply.
<b>Asphalt, 6% binder content</b>	<b>3,93</b>	<b>0,068</b>	<b>0,076</b>	2.52 MJ/kg Feedstock Energy (Included). Comments from 4% mix also apply.
<b>Asphalt, 7% binder content</b>	<b>4,46</b>	<b>0,072</b>	<b>0,081</b>	2.94 MJ/kg Feedstock Energy (Included). Comments from 4% mix also apply.
<b>Asphalt, 8% binder content</b>	<b>5,00</b>	<b>0,076</b>	<b>0,086</b>	3.36 MJ/kg Feedstock Energy (Included). Comments from 4% mix also apply.
<b><u>Bitumen</u></b>				
<b>General</b>	<b>51</b>	<b>0.38 - 0.43 (?)</b>	<b>0.43 - 0.55 (?)</b>	42 MJ/kg Feedstock Energy (Included). Feedstock assumed to be typical energy content of Bitumen. Carbon dioxide emissions are particularly difficult to estimate, range given.
<b><u>Brass</u></b>				
<b>General</b>	<b>44,00</b>	<b>2.46 (?)</b>	<b>2.64 (?)</b>	Poor data availability. It is believed that the data may be largely dependent upon ore grade. Poor carbon data, making estimate of embodied carbon difficult.
Virgin	80,00	4.47 (?)	4.80 (?)	
Recycled	20,00	1.12 (?)	1.20 (?)	
<b><u>Bricks</u></b>				

<b>General (Common Brick)</b>	<b>3,00</b>	<b>0,23</b>	<b>0,24</b>	
<b>EXAMPLE: Single Brick</b>	<b>6.9 MJ per brick</b>	<b>0.53 kgCO<sub>2</sub> per brick</b>	<b>0,55</b>	Assuming 2.3 kg per brick.
<b>Limestone</b>	<b>0,85</b>	<b>?</b>	<b>-</b>	
<b>Bronze</b>				
<b>General</b>	<b>69.0 (?)</b>	<b>3.73 (?)</b>	<b>4.0 (?)</b>	Average of the only two references
<b>Carpet</b>				
<b>General Carpet</b>	<b>74 (187 per sqm)</b>	<b>3.9 (9.8 per sqm)</b>	<b>-</b>	For per square meter estimates see material profile. Difficult to estimate, taken from Ref. 94.
<b>Felt (Hair and Jute) Underlay</b>	<b>19,00</b>	<b>0,97</b>	<b>-</b>	Ref. 94.
<b>Nylon (Polyamide), pile weight 300 g/m<sup>2</sup></b>	<b>130 MJ per sqm</b>	<b>6.7 (GWP) per sqm</b>	<b>6.7 (GWP) per sqm</b>	Total weight of this carpet 1,477 g/m <sup>2</sup> . See Refs. 277 & 279. These carpets (inc. below) are a tufted surface pile made of 100% nylon (polyamide) with a woven textile backing and flame proofed on the basis of aluminium hydroxide.
<b>Nylon (Polyamide), pile weight 500 g/m<sup>2</sup></b>	<b>180 MJ per sqm</b>	<b>9.7 (GWP) per sqm</b>	<b>9.7 (GWP) per sqm</b>	Total weight of this carpet 1,837 g/m <sup>2</sup> . See Refs. 277 & 279.
<b>Nylon (Polyamide), pile weight 700 g/m<sup>2</sup></b>	<b>230 MJ per sqm</b>	<b>12.7 (GWP) per sqm</b>	<b>12.7 (GWP) per sqm</b>	Total weight of this carpet 2,147 g/m <sup>2</sup> . See Refs. 277 & 279.
<b>Nylon (Polyamide), pile weight 900 g/m<sup>2</sup></b>	<b>277 MJ per sqm</b>	<b>15.6 (GWP) per sqm</b>	<b>15.6 (GWP) per sqm</b>	Total weight of this carpet 2,427 g/m <sup>2</sup> . See Refs. 277 & 279.
<b>Nylon (Polyamide), pile weight 1100 g/m<sup>2</sup></b>	<b>327 MJ per sqm</b>	<b>18.4 (GWP) per sqm</b>	<b>18.4 (GWP) per sqm</b>	Total weight of this carpet 2,677 g/m <sup>2</sup> . See Refs. 277 & 279.
<b>Carpet tiles, nylon (Polyamide), pile weight 300 g/m<sup>2</sup></b>	<b>178 MJ per sqm</b>	<b>7.75 (GWP) per sqm</b>	<b>7.75 (GWP) per sqm</b>	Total weight of this carpet 4,123 g/m <sup>2</sup> . See Refs. 277 & 279. These carpet tiles (inc. below) are a tufted surface pile

				made of 100% nylon (polyamide) fleece-covered bitumen backing and flame-proofed on the basis of aluminium hydroxide
<b>Carpet tiles, nylon (Polyamide), pile weight 500 g/m2</b>	<b>229 MJ per sqm</b>	<b>10.7 (GWP) per sqm</b>	<b>10.7 (GWP) per sqm</b>	Total weight of this carpet 4,373 g/m2. See Refs. 277 & 279.
<b>Carpet tiles, nylon (Polyamide), pile weight 700 g/m2</b>	<b>279 MJ per sqm</b>	<b>13.7 (GWP) per sqm</b>	<b>13.7 (GWP) per sqm</b>	Total weight of this carpet 4,623 g/m2. See Refs. 277 & 279.
<b>Carpet tiles, nylon (Polyamide), pile weight 900 g/m2</b>	<b>328 MJ per sqm</b>	<b>16.7 (GWP) per sqm</b>	<b>16.7 (GWP) per sqm</b>	Total weight of this carpet 4,873 g/m2. See Refs. 277 & 279.
<b>Carpet tiles, nylon (Polyamide), pile weight 1100 g/m2</b>	<b>378 MJ per sqm</b>	<b>19.7 (GWP) per sqm</b>	<b>19.7 (GWP) per sqm</b>	Total weight of this carpet 5,123 g/m2. See Refs. 277 & 279.
<b>Polyethylter ephthalate (PET)</b>	<b>106,50</b>	<b>5,56</b>	-	Includes feedstock energy
<b>Polypropylene</b>	<b>95,40</b>	<b>4,98</b>	-	Includes feedstock energy, for per square meter see material profile
<b>Polyurethane</b>	<b>72,10</b>	<b>3,76</b>	-	Includes feedstock energy
<b>Rubber</b>	<b>67.5 to 140</b>	<b>3.61 to 7.48</b>	-	
<b>Saturated Felt Underlay (impregnated with Asphalt or tar)</b>	<b>31,70</b>	<b>1,65</b>	-	Ref. 94.
<b>Wool</b>	<b>106,00</b>	<b>5,53</b>	-	For per square meter see material profile. See Refs. 63, 201, 202 & 281 (Same author).
<b><u>Cement</u></b>				

<b>General (UK weighted average)</b>	<b>4,5</b>	<b>0,73</b>	<b>0,74</b>	Weighted average of all cement consumed within the UK. This includes all factory made cements (CEM I, CEM II, CEM III, CEM IV) and further blending of fly ash and ground granulated blast furnace slag. This data has been estimated from the British Cement Association's factsheets (see Ref. 59). 23% cementitious additions on average.
<b>Average CEM I Portland Cement, 94% Clinker</b>	<b>5,50</b>	<b>0,93</b>	<b>0,95</b>	This is a standard cement with no cementitious additions (i.e. fly ash or blast furnace slag). Composition 94% clinker, 5% gypsum, 1% minor additional constituents (mac's). This data has been estimated from the British Cement Association's factsheets (see Ref. 59).
<b>6-20% Fly Ash (CEM II/A-V)</b>	<b>5.28 to 4.51</b>	<b>0.88 (@ 6%) to 0.75 (@ 20%)</b>	<b>0.89 to 0.76</b>	See material profile for further details.
<b>21-35% Fly Ash (CEM II/B-V)</b>	<b>4.45 to 3.68</b>	<b>0.74 to 0.61</b>	<b>0.75 to 0.62</b>	
<b>21-35% GGBS (CEM II/B-S)</b>	<b>4.77 to 4.21</b>	<b>0.76 to 0.64</b>	<b>0.77 to 0.65</b>	
<b>36-65% GGBS (CEM III/A)</b>	<b>4.17 to 3.0</b>	<b>0.63 to 0.38</b>	<b>0.64 to 0.39</b>	
<b>66-80% GGBS (CEM II/B)</b>	<b>2.96 to 2.4</b>	<b>0.37 to 0.25</b>	<b>0.38 to 0.26</b>	
<b>Fibre Cement Panels - Uncoated</b>	<b>10,40</b>	<b>1,09</b>	<b>-</b>	

Fibre Cement Panels - (Colour) Coated	15,30	1,28	-	
Mortar (1:3 cement:sand mix)	1,33	0,208	0,221	Values estimated from the ICE Cement, Mortar & Concrete Model
Mortar (1:4)	1,11	0,171	0,182	
Mortar (1:5)	0,97	0,146	0,156	
Mortar (1:6)	0,85	0,127	0,136	
Mortar (1:½:4½ Cement:Lime:Sand mix)	1,34	0,200	0,213	
Mortar (1:1:6 Cement:Lime:Sand mix)	1,11	0,163	0,174	
Mortar (1:2:9 Cement:Lime:Sand mix)	1,03	0,145	0,155	
Cement stabilised soil @ 5%	0,68	0,060	0,061	Assumed 5% cement content.
Cement stabilised soil @ 8%	0,83	0,082	0,084	Assumed 8% stabiliser contents (6% cement and 2% quicklime)
<b>Ceramics</b>				
General	10,00	0,66	0,70	Very large data range, difficult to select values for general ceramics.
Fittings	20,00	1,07	1,14	Ref. 1.
Sanitary Products	29,00	1,51	1,61	Limited data.
Tiles and Cladding Panels	12,00	0,74	0,78	Difficult to select, large range, limited data. See Ref. 292.
<b>Clay</b>				
General (Simple Baked Products)	3,00	0,23	0,24	General simple baked clay products (inc. terracotta and bricks)
Tile	6,50	0,45	0,48	
Vitrified clay pipe DN 100 & DN 150	6,20	0,44	0,46	
Vitrified clay pipe DN 200	7,00	0,48	0,50	

<b>&amp; DN 300</b>										
<b>Vitrified clay pipe DN 500</b>	<b>7,90</b>			<b>0,52</b>			<b>0,55</b>			
<b>Concrete</b>										
<b>General</b>	<b>0,75</b>			<b>0,100</b>			<b>0,107</b>			<b>It is strongly recommended to avoid selecting a 'general' value for concrete.</b> Selecting data for a specific concrete type (often a ready mix concrete) will give greater accuracy, please see material profile. Assumed cement content 12% by mass.
<b>16/20 Mpa</b>	<b>0,70</b>			<b>0,093</b>			<b>0,100</b>			Using UK weighted average cement (more representative of 'typical' concrete mixtures).
<b>20/25 MPa</b>	<b>0,74</b>			<b>0,100</b>			<b>0,107</b>			
<b>25/30 MPa</b>	<b>0,78</b>			<b>0,106</b>			<b>0,113</b>			
<b>28/35 MPa</b>	<b>0,82</b>			<b>0,112</b>			<b>0,120</b>			
<b>32/40 MPa</b>	<b>0,88</b>			<b>0,123</b>			<b>0,132</b>			
<b>40/50 MPa</b>	<b>1,00</b>			<b>0,141</b>			<b>0,151</b>			
<b>% Cement Replacement - Fly Ash</b>	<b>0%</b>	<b>15%</b>	<b>30%</b>	<b>0%</b>	<b>15%</b>	<b>30%</b>	<b>0%</b>	<b>15%</b>	<b>30%</b>	<b>Note 0% is a concrete using a CEM I cement (not typical)</b>
<b>GEN 0 (6/8 MPa)</b>	<b>0,55</b>	0,52	0,47	<b>0,071</b>	0,065	0,057	<b>0,076</b>	0,069	0,061	<b>Compressive strength designation C6/8 Mpa. 28 day compressive strength under British cube method of 8 MPa, under European cylinder method 6 MPa.</b> Possible uses: Kerb bedding and backing. Data is only cradle to factory gate but beyond this the average delivery distance of ready mix concrete is 8.3 km by road (see Ref. 244).
<b>GEN 1 (8/10 MPa)</b>	<b>0,70</b>	0,65	0,59	<b>0,097</b>	0,088	0,077	<b>0,104</b>	0,094	0,082	Possible uses: mass concrete, mass fill, mass foundations, trench foundations, blinding, strip footing.

GEN 2 (12/15 MPa)	0,76	0,71	0,64	<b>0,106</b>	0,098	0,087	0,114	0,105	0,093	-
GEN 3 (16/20 MPa)	0,81	0,75	0,68	<b>0,115</b>	0,105	0,093	0,123	0,112	0,100	Possible uses: garage floors.
RC 20/25 (20/25 MPa)	0,86	0,81	0,73	<b>0,124</b>	0,114	0,101	0,132	0,122	0,108	-
RC 25/30 (25/30 MPa)	0,91	0,85	0,77	<b>0,131</b>	0,121	0,107	0,140	0,130	0,115	Possible uses: reinforced foundations.
RC 28/35 (28/35 MPa)	0,95	0,90	0,82	<b>0,139</b>	0,129	0,116	0,148	0,138	0,124	Possible uses: reinforced foundations, ground floors.
RC 32/40 (32/40 MPa)	1,03	0,97	0,89	<b>0,153</b>	0,143	0,128	0,163	0,152	0,136	Possible uses: structural purposes, in situ floors, walls, superstructure.
RC 40/50 (40/50 MPa)	1,17	1,10	0,99	<b>0,176</b>	0,164	0,146	0,188	0,174	0,155	Possible uses: high strength applications, precasting.
PAV1	0,95	0,89	0,81	<b>0,139</b>	0,129	0,115	0,148	0,138	0,123	Possible uses: domestic parking and outdoor paving.
PAV2	1,03	0,97	0,89	<b>0,153</b>	0,143	0,128	0,163	0,152	0,137	Possible uses: heavy duty outdoor paving.
% Cement Replacement - Blast Furnace Slag	<b>0%</b>	<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>0%</b>	<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>0%</b>	<b>15%</b>	<b>30%</b>	<b>Note 0% is a concrete using a CEM I cement</b>
GEN 0 (6/8 MPa)	<b>0,55</b>	0,48	0,41	<b>0,071</b>	0,056	0,042	0,076	0,060	0,045	See fly ash mixtures

<b>GEN 1 (8/10 MPa)</b>	0,70	0,60	0,50	<b>0,097</b>	0,075	0,054	0,104	0,080	0,058
<b>GEN 2 (12/15 MPa)</b>	0,76	0,62	0,55	<b>0,106</b>	0,082	0,061	0,114	0,088	0,065
<b>GEN 3 (16/20 MPa)</b>	0,81	0,69	0,57	<b>0,115</b>	0,090	0,065	0,123	0,096	0,070
<b>RC 20/25 (20/25 MPa)</b>	0,86	0,74	0,62	<b>0,124</b>	0,097	0,072	0,132	0,104	0,077
<b>RC 25/30 (25/30 MPa)</b>	0,91	0,78	0,65	<b>0,131</b>	0,104	0,076	0,140	0,111	0,081
<b>RC 28/35 (28/35 MPa)</b>	0,95	0,83	0,69	<b>0,139</b>	0,111	0,082	0,148	0,119	0,088
<b>RC 32/40 (32/40 MPa)</b>	1,03	0,91	0,78	<b>0,153</b>	0,125	0,094	0,163	0,133	0,100
<b>RC 40/50 (40/50 MPa)</b>	1,17	1,03	0,87	<b>0,176</b>	0,144	0,108	0,188	0,153	0,115
<b>PAV1</b>	0,95	0,82	0,70	<b>0,139</b>	0,111	0,083	0,148	0,118	0,088
<b>PAV2</b>	1,03	0,91	0,77	<b>0,153</b>	0,125	0,094	0,163	0,133	0,100
<b>COMMENTS</b>									
The first column represents standard concrete, created with a CEM I Portland cement. The other columns are estimates based on a direct substitution of fly ash or blast furnace slag in place of the cement content. The ICE Cement, Mortar & Concrete Model was applied. <b>Please see important notes in the concrete material profile.</b>									
<b>REINFORCED CONCRETE - Modification Factors</b>									

For reinforcement add this value to the appropriate concrete coefficient for each 100 kg of rebar per m <sup>3</sup> of concrete	1,04	0,072	0,077	Add for each 100 kg steel rebar per m <sup>3</sup> concrete. Use multiple of this value, i.e. for 150 kg steel use a factor of 1.5 times these values.
<b>EXAMPLE:</b> Reinforced RC 25/30 MPa (with 110 kg per m <sup>3</sup> concrete)	1.92 MJ/kg (0.78 + 1.04 * 1.1)	0.185 kgCO <sub>2</sub> /kg (0.106 + 0.072 * 1.1)	0.198 kgCO <sub>2</sub> /kg (0.113 + 0.077 * 1.1)	with 110 kg rebar per m <sup>3</sup> concrete. UK weighted average cement. This assumes the UK typical steel scenario (59% recycled content). Please consider if this is in line with the rest of your study (goal and scope) or the requirements of a predefined method.
<b>PRECAST (PREFABRICATED) CONCRETE - Modification Factors</b>				
For precast add this value to the selected coefficient of the appropriate concrete mix	0,45	0,027	0,029	For each 1 kg precast concrete. This example is using a RC 40/50 strength class and is not necessarily indicative of an average precast product. Includes UK recorded plant operations and estimated transportation of the constituents to the factory gate (38km aggregates, estimated 100km cement). Data is only cradle to factory gate but beyond this the average delivery distance of precast is 155km by road (see Ref. 244). UK weighted average cement. See also the new report on precast concrete pipes (Ref 300).
<b>EXAMPLE:</b> Precast RC 40/50 MPa	1.50 MJ/kg (1.00 + 0.50)	0.168 kgCO <sub>2</sub> /kg (0.141 + 0.027)	0.180 kgCO <sub>2</sub> /kg (0.151 + 0.029)	
<b>EXAMPLE:</b> Precast RC 40/50 with reinforcement (with 80kg per m <sup>3</sup> )	2.33 MJ/kg (1.50 + 1.04 * 0.8)	0.229 kgCO <sub>2</sub> /kg (0.171 + 0.072 * 0.8)	0.242 kgCO <sub>2</sub> /kg (0.180 + 0.077 * 0.8)	
<b>CONCRETE BLOCKS (ICE CMC Model Values)</b>				
Block - 8 MPa Compressiv	0,59	0,059	0,063	Estimated from the concrete block mix proportions, plus an

<b>e Strength</b>				allowance for concrete block curing, plant operations and transport of materials to factory gate.
<b>Block - 10 MPa</b>	<b>0,67</b>	<b>0,073</b>	<b>0,078</b>	
<b>Block -12 MPa</b>	<b>0,72</b>	<b>0,082</b>	<b>0,088</b>	
<b>Block -13 MPa</b>	<b>0,83</b>	<b>0,100</b>	<b>0,107</b>	
<b>Autoclaved Aerated Blocks (AAC's)</b>	<b>3,50</b>	<b>0.24 to 0.375</b>	<b>-</b>	Not ICE CMC model results.
<b>NOMINAL PROPORTIONS METHOD (Volume), Proportions from BS 8500:2006 (ICE Cement, Mortar &amp; Concrete Model Calculations)</b>				
<b>1:1:2 Cement:Sand:Aggregate</b>	<b>1,28</b>	<b>0,194</b>	<b>0,206</b>	High strength concrete. All of these values were estimated assuming the <b>UK average content of cementitious additions</b> (i.e. fly ash, GGBS) for <b>factory supplied cements</b> in the UK, see Ref. 59, plus the proportions of other constituents.
<b>1:1.5:3</b>	<b>0,99</b>	<b>0,145</b>	<b>0,155</b>	Often used in floor slab, columns & load bearing structure.
<b>1:2:4</b>	<b>0,82</b>	<b>0,116</b>	<b>0,124</b>	Often used in construction of buildings under 3 storeys.
<b>1:2.5:5</b>	<b>0,71</b>	<b>0,097</b>	<b>0,104</b>	Non-structural mass concrete.
<b>1:3:6</b>	<b>0,63</b>	<b>0,084</b>	<b>0,090</b>	
<b>1:4:8</b>	<b>0,54</b>	<b>0,069</b>	<b>0,074</b>	
<b>BY CEM I CEMENT CONTENT - kg CEM I cement content per cubic meter concrete (ICE CMC Model Results)</b>				
<b>120 kg / m<sup>3</sup> concrete</b>	<b>0,49</b>	<b>0,060</b>	<b>0,064</b>	Assumed density of 2,350 kg/m <sup>3</sup> . Interpolation of the CEM I cement content is possible. These numbers assume the <b>CEM I cement content (not the total cementitious content, i.e. they do not include cementitious additions)</b> . They may also be used for fly ash mixtures without
<b>200 kg / m<sup>3</sup> concrete</b>	<b>0,67</b>	<b>0,091</b>	<b>0,097</b>	
<b>300 kg / m<sup>3</sup> concrete</b>	<b>0,91</b>	<b>0,131</b>	<b>0,140</b>	
<b>400kg / m<sup>3</sup> concrete</b>	<b>1,14</b>	<b>0,170</b>	<b>0,181</b>	
<b>500 kg / m<sup>3</sup> concrete</b>	<b>1,37</b>	<b>0,211</b>	<b>0,224</b>	

				modification, but they are likely to slightly underestimate mixtures that have additional GGBS due to the higher embodied energy and carbon of GGBS (in comparison to aggregates and fly ash).
<b>MISCELLANEOUS VALUES</b>				
<b>Fibre-Reinforced</b>	<b>7.75 (?)</b>	<b>0.45 (?)</b>	<b>-</b>	Literature estimate, likely to vary widely. High uncertainty.
<b>Very High GGBS Mix</b>	<b>0,66</b>	<b>0,049</b>	<b>0,050</b>	Data based on Lafarge 'Envirocrete', which is a C28/35 MPa, very high GGBS replacement value concrete
<b><u>Copper</u></b>				
<b>EU Tube &amp; Sheet</b>	<b>42,00</b>	<b>2,60</b>	<b>2,71</b>	EU production data, estimated from Kupfer Institut LCI data. 37% recycled content (the 3 year world average). World average data is expected to be higher than these values.
Virgin	57,00	3,65	3,81	
Recycled	16,50	0,80	0,84	
<b>Recycled from high grade scrap</b>	<b>18 (?)</b>	<b>1.1 (?)</b>		Uncertain, difficult to estimate with the data available.
<b>Recycled from low grade scrap</b>	<b>50 (?)</b>	<b>3.1 (?)</b>		
<b><u>Glass</u></b>				
<b>Primary Glass</b>	<b>15,00</b>	<b>0,86</b>	<b>0,91</b>	Includes process CO2 emissions from primary glass manufacture.
<b>Secondary Glass</b>	<b>11,50</b>	<b>0,55</b>	<b>0,59</b>	EE estimated from Ref 115.
<b>Fibreglass (Glasswool)</b>	<b>28,00</b>	<b>1,54</b>	<b>-</b>	Large data range, but the selected value is inside a small band of frequently quoted values.
<b>Toughened</b>	<b>23,50</b>	<b>1,27</b>	<b>1,35</b>	Only three data sources
<b><u>Insulation</u></b>				

<b>General Insulation</b>	<b>45,00</b>	<b>1,86</b>	-	Estimated from typical market shares. Feedstock Energy 16.5 MJ/kg (Included)
<b>Cellular Glass</b>	<b>27,00</b>	-	-	Ref. 54.
<b>Cellulose</b>	<b>0.94 to 3.3</b>	-	-	
<b>Cork</b>	<b>4,00</b>	<b>0,19</b>	-	Ref. 55.
<b>Fibreglass (Glasswool)</b>	<b>28,00</b>	<b>1,35</b>	-	Poor data difficult to select appropriate value
<b>Flax (Insulation)</b>	<b>39,50</b>	<b>1,70</b>	-	Ref. 2. 5.97 MJ/kg Feedstock Energy (Included)
<b>Mineral wool</b>	<b>16,60</b>	<b>1,20</b>	<b>1,28</b>	
<b>Paper wool</b>	<b>20,17</b>	<b>0,63</b>	-	Ref. 2
<b>Polystyrene</b>	See Plastics	See Plastics	-	see plastics
<b>Polyurethane</b>	See Plastics	See Plastics	-	see plastics
<b>Rockwool</b>	<b>16,80</b>	<b>1,05</b>	<b>1,12</b>	Cradle to Grave
<b>Woodwool (loose)</b>	<b>10,80</b>	-	-	Ref. 205.
<b>Woodwool (Board)</b>	<b>20,00</b>	<b>0,98</b>	-	Ref. 55.
<b>Wool (Recycled)</b>	<b>20,90</b>	-	-	Refs. 63, 201, 202 & 281.
<b><u>Iron</u></b>				
<b>General</b>	<b>25,00</b>	<b>1.91 (?)</b>	<b>2,03</b>	It was difficult to estimate the embodied energy and carbon of iron with the data available.
<b><u>Lead</u></b>				
<b>General</b>	<b>25,21</b>	<b>1,57</b>	<b>1,67</b>	Allocated (divided) on a mass basis, assumes recycling rate of 61%
Virgin	49,00	3,18	3,37	
Recycled	10,00	0,54	0,58	Scrap batteries are a main feedstock for recycled lead
<b><u>Lime</u></b>				
<b>General</b>	<b>5,30</b>	<b>0,76</b>	<b>0,78</b>	Embodied carbon was difficult to estimate
<b><u>Linoleum</u></b>				
<b>General</b>	<b>25,00</b>	<b>1,21</b>	-	Data difficult to select, large data range.
<b><u>Miscellaneous</u></b>				

<b>Asbestos</b>	<b>7,40</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	Ref. 4.
<b>Calcium Silicate Sheet</b>	<b>2,00</b>	<b>0,13</b>	<b>-</b>	Ref. 55.
<b>Chromium</b>	<b>83</b>	<b>5,39</b>	<b>-</b>	Ref. 22.
<b>Cotton, Padding</b>	<b>27,10</b>	<b>1,28</b>	<b>-</b>	Ref. 38.
<b>Cotton, Fabric</b>	<b>143</b>	<b>6,78</b>	<b>-</b>	Ref. 38.
<b>Damp Proof Course/Membrane</b>	<b>134 (?)</b>	<b>4.2 (?)</b>	<b>-</b>	Uncertain estimate.
<b>Felt General</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	
<b>Flax</b>	<b>33,50</b>	<b>1,70</b>	<b>-</b>	Ref. 2.
<b>Fly Ash</b>	<b>0,10</b>	<b>0,008</b>	<b>-</b>	No allocation from fly ash producing system.
<b>Grit</b>	<b>0,12</b>	<b>0,01</b>	<b>-</b>	Ref. 114.
<b>Ground Limestone</b>	<b>0,62</b>	<b>0,032</b>	<b>-</b>	
<b>Carpet Grout</b>	<b>30,80</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	Ref. 169.
<b>Glass Reinforced Plastic - GRP - Fibreglass</b>	<b>100</b>	<b>8,10</b>	<b>-</b>	Ref. 1.
<b>Lithium</b>	<b>853</b>	<b>5,30</b>	<b>-</b>	Ref. 22.
<b>Mandolite</b>	<b>63</b>	<b>1,40</b>	<b>-</b>	Ref. 1.
<b>Mineral Fibre Tile (Roofing)</b>	<b>37</b>	<b>2,70</b>	<b>-</b>	Ref. 1.
<b>Manganese</b>	<b>52</b>	<b>3,50</b>	<b>-</b>	Ref. 22.
<b>Mercury</b>	<b>87</b>	<b>4,94</b>	<b>-</b>	Ref. 22.
<b>Molybdenum</b>	<b>378</b>	<b>30,30</b>	<b>-</b>	Ref. 22.
<b>Nickel</b>	<b>164</b>	<b>12,40</b>	<b>-</b>	Ref. 114.
<b>Perlite - Expanded</b>	<b>10,00</b>	<b>0,52</b>	<b>-</b>	Ref. 114.
<b>Perlite - Natural</b>	<b>0,66</b>	<b>0,03</b>	<b>-</b>	Ref. 114.
<b>Quartz powder</b>	<b>0,85</b>	<b>0,02</b>	<b>-</b>	Ref. 114.
<b>Shingle</b>	<b>11,30</b>	<b>0,30</b>	<b>-</b>	Ref. 70.
<b>Silicon</b>	<b>2355</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	Ref. 167.
<b>Slag (GGBS)</b>	<b>1,60</b>	<b>0,083</b>	<b>-</b>	Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBS), economic allocation.

Silver	128,20	6,31	-	Ref. 148.
Straw	0,24	0,01	-	Refs. 63, 201, 202 & 281.
Terrazzo Tiles	1,40	0,12	-	Ref. 1.
Vanadium	3710	228	-	Ref. 22.
Vermiculite - Expanded	7,20	0,52	-	Ref. 114.
Vermiculite - Natural	0,72	0,03	-	Ref. 114.
Vicuclad	70,00	-	-	Ref. 1.
Water	0,01	0,001	-	
Wax	52,00	-	-	Ref. 169.
Wood stain/Varnish	50,00	5,35	-	Ref. 1.
Yttrium	1470	84,00	-	Ref. 22.
Zirconium	1610	97,20	-	Ref. 22.
<b>Paint</b>				
General	70,00	2,42	2,91	Large variations in data, especially for embodied carbon. Includes feedstock energy. Water based paints have a 70% market share. Water based paint has a lower embodied energy than solvent based paint.
EXAMPLE: Single Coat	10.5 MJ/Sqm	0.36 kgCO <sub>2</sub> /Sqm	0,44	Assuming 6.66 Sqm Coverage per kg
EXAMPLE: Double Coat	21.0 MJ/Sqm	0.73 kgCO <sub>2</sub> /Sqm	0,87	Assuming 3.33 Sqm Coverage per kg
EXAMPLE: Triple Coat	31.5 MJ/Sqm	1.09 kgCO <sub>2</sub> /Sqm	1,31	Assuming 2.22 Sqm Coverage per kg
Waterborne Paint	59,00	2,12	2,54	Waterborne paint has a 70% of market share. Includes feedstock energy.
Solventborne Paint	97,00	3,13	3,76	Solventborne paint has a 30% share of the market. Includes feedstock energy. It was difficult to estimate carbon emissions for Solventborne paint.

<b>Paper</b>				
<b>Paperboard (General for construction use)</b>	<b>24,80</b>	<b>1,29</b>	<b>-</b>	Excluding calorific value (CV) of wood, excludes carbon sequestration/biogenic carbon storage.
<b>Fine Paper</b>	<b>28,20</b>	<b>1,49</b>	<b>-</b>	Excluding CV of wood, excludes carbon sequestration
<b>EXAMPLE: 1 packet A4 paper</b>	<b>70,50</b>	<b>3,73</b>	<b>-</b>	Standard 80g/sqm printing paper, 500 sheets a pack. Doesn't include printing.
<b>Wallpaper</b>	<b>36,40</b>	<b>1,93</b>	<b>-</b>	
<b>Plaster</b>				
<b>General (Gypsum)</b>	<b>1,80</b>	<b>0,12</b>	<b>0,13</b>	Problems selecting good value, inconsistent figures, West et al believe this is because of past aggregation of EE with cement
<b>Plasterboard</b>	<b>6,75</b>	<b>0,38</b>	<b>0,39</b>	See Ref [WRAP] for further info on GWP data, including disposal impacts which are significant for Plasterboard.
<b>Plastics</b>				
	Main data source: Plastics Europe (www.plasticseurope.org) ecoprofiles			
<b>General</b>	<b>80,50</b>	<b>2,73</b>	<b>3,31</b>	35.6 MJ/kg Feedstock Energy (Included). Determined by the average use of each type of plastic used in the European construction industry.
<b>ABS</b>	<b>95,30</b>	<b>3,05</b>	<b>3,76</b>	48.6 MJ/kg Feedstock Energy (Included)
<b>General Polyethylene</b>	<b>83,10</b>	<b>2,04</b>	<b>2,54</b>	54.4 MJ/kg Feedstock Energy (Included). Based on average consumption of types of polyethylene in European construction
<b>High Density Polyethylene (HDPE) Resin</b>	<b>76,70</b>	<b>1,57</b>	<b>1,93</b>	54.3 MJ/kg Feedstock Energy (Included). Doesn't include the final fabrication.
<b>HDPE Pipe</b>	<b>84,40</b>	<b>2,02</b>	<b>2,52</b>	55.1 MJ/kg Feedstock Energy (Included)

<b>Low Density Polyethylene (LDPE) Resin</b>	<b>78,10</b>	<b>1,69</b>	<b>2,08</b>	51.6 MJ/kg Feedstock Energy (Included). Doesn't include the final fabrication
<b>LDPE Film</b>	<b>89,30</b>	<b>2,13</b>	<b>2,60</b>	55.2 MJ/kg Feedstock Energy (Included)
<b>Nylon (Polyamide) 6 Polymer</b>	<b>120,50</b>	<b>5,47</b>	<b>9,14</b>	38.6 MJ/kg Feedstock Energy (Included). Doesn't include final fabrication. Plastics Europe state that two thirds of nylon is used as fibres (textiles, carpets...etc) in Europe and that most of the remainder as injection mouldings. Dinitrogen monoxide and methane emissions are very significant contributors to GWP.
<b>Nylon (polyamide) 6,6 Polymer</b>	<b>138,60</b>	<b>6,54</b>	<b>7,92</b>	50.7 MJ/kg Feedstock Energy (Included). Doesn't include final fabrication (i.e. injection moulding). See comments for Nylon 6 polymer.
<b>Polycarbonate</b>	<b>112,90</b>	<b>6,03</b>	<b>7,62</b>	36.7 MJ/kg Feedstock Energy (Included). Doesn't include final fabrication.
<b>Polypropylene, Orientated Film</b>	<b>99,20</b>	<b>2,97</b>	<b>3,43</b>	55.7 MJ/kg Feedstock Energy (Included).
<b>Polypropylene, Injection Moulding</b>	<b>115,10</b>	<b>3,93</b>	<b>4,49</b>	54 MJ/kg Feedstock Energy (Included). If biomass benefits are included the CO2 may reduce to 3.85 kgCO2/kg, and GWP down to 4.41 kg CO2e/kg.
<b>Expanded Polystyrene</b>	<b>88,60</b>	<b>2,55</b>	<b>3,29</b>	46.2 MJ/kg Feedstock Energy (Included)
<b>General Purpose Polystyrene</b>	<b>86,40</b>	<b>2,71</b>	<b>3,43</b>	46.3 MJ/kg Feedstock Energy (Included)
<b>High Impact Polystyrene</b>	<b>87,40</b>	<b>2,76</b>	<b>3,42</b>	46.4 MJ/kg Feedstock Energy (Included)

<b>Thermoformed Expanded Polystyrene</b>	<b>109,20</b>	<b>3,45</b>	<b>4,39</b>	49.7 MJ/kg Feedstock Energy (Included)
<b>Polyurethane Flexible Foam</b>	<b>102,10</b>	<b>4,06</b>	<b>4,84</b>	33.47 MJ/kg Feedstock Energy (Included). Poor data availability for feedstock energy
<b>Polyurethane Rigid Foam</b>	<b>101,50</b>	<b>3,48</b>	<b>4,26</b>	37.07 MJ/kg Feedstock Energy (Included). Poor data availability for feedstock energy
<b>PVC General</b>	<b>77,20</b>	<b>2,61</b>	<b>3,10</b>	28.1 MJ/kg Feedstock Energy (Included). Based on market average consumption of types of PVC in the European construction industry
<b>PVC Pipe</b>	<b>67,50</b>	<b>2,56</b>	<b>3,23</b>	24.4 MJ/kg Feedstock Energy (Included). If biomass benefits are included the CO2 may reduce to 2.51 kgCO2/kg, and GWP down to 3.23 kg CO2e/kg.
<b>Calendered Sheet PVC</b>	<b>68,60</b>	<b>2,61</b>	<b>3,19</b>	24.4 MJ/kg Feedstock Energy (Included). If biomass benefits are included the CO2 may reduce to 2.56 kgCO2/kg, and GWP down to 3.15 kg CO2e/kg.
<b>PVC Injection Moulding</b>	<b>95,10</b>	<b>2,69</b>	<b>3,30</b>	35.1 MJ/kg Feedstock Energy (Included). If biomass benefits are included the CO2 may reduce to 2.23 kgCO2/kg, and GWP down to 2.84 kg CO2e/kg.
<b>UPVC Film</b>	<b>69,40</b>	<b>2,57</b>	<b>3,16</b>	25.3 MJ/kg Feedstock Energy (Included)
<b><u>Rubber</u></b>				
<b>General</b>	<b>91,00</b>	<b>2,66</b>	<b>2,85</b>	40 MJ/kg Feedstock Energy (Included)
<b><u>Sand</u></b>				
<b>General</b>	<b>0,081</b>	<b>0,0048</b>	<b>0,0051</b>	Estimated from real UK industrial fuel consumption data
<b><u>Sealants and adhesives</u></b>				

Epoxide Resin	137,00	5,70	-	42.6 MJ/kg Feedstock Energy (Included). Source: <a href="http://www.plasticseurope.org">www.plasticseurope.org</a>
Mastic Sealant	62 to 200	-	-	
Melamine Resin	97,00	4,19	-	Feedstock energy 18 MJ/kg - estimated from Ref 34.
Phenol Formaldehyde	88,00	2,98	-	Feedstock energy 32 MJ/kg - estimated from Ref 34.
Urea Formaldehyde	70,00	2,76	-	Feedstock energy 18 MJ/kg - estimated from Ref 34.
<b>Soil</b>				
General (Rammed Soil)	0,45	0,023	0,024	
Cement stabilised soil @ 5%	0,68	0,060	0,061	Assumed 5% cement content.
Cement stabilised soil @ 8%	0,83	0,082	0,084	Assumed 8% stabiliser content (6% cement and 2% lime).
GGBS stabilised soil	0,65	0,045	0,047	Assumed 8% stabiliser content (8% GGBS and 2% lime).
Fly ash stabilised soil	0,56	0,039	0,041	Assumed 10% stabiliser content (8% fly ash and 2% lime).
<b>Steel</b>	Main data source: International Iron & Steel Institute (IISI) LCA studies ( <a href="http://www.worldsteel.org">www.worldsteel.org</a> )			
<b>UK (EU) STEEL DATA - EU average recycled content - See material profile (and Annex on recycling methods) for usage guide</b>				
General - UK (EU) Average Recycled Content	20,10	1,37	1,46	EU 3-average recycled content of 59%. Estimated from UK's consumption mixture of types of steel (excluding stainless). <b>All data doesn't include the final cutting of the steel products to the specified dimensions or further fabrication activities.</b> Estimated from World Steel Association (Worldsteel) LCA data.
Virgin	35,40	2,71	2,89	

Recycled	9,40	0,44	0,47	Could not collect strong statistics on consumption mix of recycled steel.
<b>Bar &amp; rod - UK (EU) Average Recycled Content</b>	<b>17,40</b>	<b>1,31</b>	<b>1,40</b>	EU 3-average recycled content of 59%
Virgin	29,20	2,59	2,77	
Recycled	8,80	0,42	0,45	
<b>Coil (Sheet) - UK (EU) Average Recycled Content</b>	<b>18,80</b>	<b>1,30</b>	<b>1,38</b>	Effective recycled content because recycling route is not typical. EU 3-average recycled content of 59%
Virgin	32,80	2,58	2,74	
Recycled	Not Typical Production Route			
<b>Coil (Sheet), Galvanised - UK (EU) Average Recycled Content</b>	<b>22,60</b>	<b>1,45</b>	<b>1,54</b>	Effective recycled content because recycling route is not typical. EU 3-average recycled content of 59%
Virgin	40,00	2,84	3,01	
<b>Engineering steel - Recycled</b>	<b>13,10</b>	<b>0,68</b>	<b>0,72</b>	
<b>Pipe- UK (EU) Average Recycled Content</b>	<b>19,80</b>	<b>1,37</b>	<b>1,45</b>	Effective recycled content because recycling route is not typical. EU 3-average recycled content of 59%
Virgin	34,70	2,71	2,87	
Recycled	Not Typical Production Route			
<b>Plate- UK (EU) Average Recycled Content</b>	<b>25,10</b>	<b>1,55</b>	<b>1,66</b>	Effective recycled content because recycling route is not typical. EU 3-average recycled content of 59%
Virgin	45,40	3,05	3,27	
Recycled	Not Typical Production Route			
<b>Section- UK (EU) Average Recycled Content</b>	<b>21,50</b>	<b>1,42</b>	<b>1,53</b>	
Virgin	38,00	2,82	3,03	
Recycled	10,00	0,44	0,47	

<b>Wire - Virgin</b>	<b>36.00 (?)</b>	<b>2.83 (?)</b>	<b>3,02</b>	
<b>Stainless</b>	<b>56,70</b>	<b>6,15</b>		World average data from the Institute of Stainless Steel Forum (ISSF) life cycle inventory data. Selected data is for the most popular grade (304). Stainless steel does not have separate primary and recycled material production routes.
<b>OTHER STEEL DATA - 'R.O.W' and 'World' average recycled contents - See material profile (and Annex on recycling methods) for usage guide</b>				
<b>General - R.O.W. Avg. Recy. Cont.</b>	26,20	1,90	2,03	Rest of World (non-E.U.) consumption of steel. 3 year average recycled content of 35.5%.
<b>General - World Avg. Recy. Cont.</b>	25,30	1,82	1,95	Whole world 3 year average recycled content of 39%.
<b>Bar &amp; rod - R.O.W. Avg. Recy. Cont.</b>	22,30	1,82	1,95	Comments above apply. See material profile for further information.
<b>Bar &amp; rod - World Avg. Recy. Cont.</b>	21,60	1,74	1,86	
<b>Coil - R.O.W. Avg. Recy. Cont.</b>	24,40	1,81	1,92	
<b>Coil - World Avg. Recy. Cont.</b>	23,50	1,74	1,85	
<b>Coil, Galvanised - R.O.W. Avg. Recy. Cont.</b>	29,50	2,00	2,12	
<b>Coil, Galvanised - World Avg. Recy. Cont.</b>	28,50	1,92	2,03	
<b>Pipe - R.O.W. Avg. Recy. Cont.</b>	25,80	1,90	2,01	
<b>Pipe - World Avg. Recy. Cont.</b>	24,90	1,83	1,94	
<b>Plate - R.O.W. Avg. Recy. Cont.</b>	33,20	2,15	2,31	

<b>Plate</b> - World Avg. Recy. Cont.	32,00	2,06	2,21	
<b>Section</b> - R.O.W. Avg. Recy. Cont.	28,10	1,97	2,12	
<b>Section</b> - World Avg. Recy. Cont.	27,10	1,89	2,03	
<b>Stone</b>	<b>Data on stone was difficult to select, with high standard deviations and data ranges.</b>			
<b>General</b>	<b>1.26 (?)</b>	<b>0.073 (?)</b>	<b>0,079</b>	ICE database average (statistic), uncertain. See material profile.
<b>Granite</b>	<b>11,00</b>	<b>0,64</b>	<b>0,70</b>	Estimated from Ref 116.
<b>Limestone</b>	<b>1,50</b>	<b>0,087</b>	<b>0,09</b>	Estimated from Ref 188.
<b>Marble</b>	<b>2,00</b>	<b>0,116</b>	<b>0,13</b>	
<b>Marble tile</b>	<b>3,33</b>	<b>0,192</b>	<b>0,21</b>	Ref. 40.
<b>Sandstone</b>	<b>1.00 (?)</b>	<b>0.058 (?)</b>	<b>0,06</b>	Uncertain estimate based on Ref. 262.
<b>Shale</b>	<b>0,03</b>	<b>0,002</b>	<b>0,002</b>	
<b>Slate</b>	<b>0.1 to 1.0</b>	<b>0.006 to 0.058</b>	<b>0.007 to 0.063</b>	Large data range
<b>Timber</b>	<b>Note: These values were difficult to estimate because timber has a high data variability. These values exclude the energy content of the wooden product (the Calorific Value (CV) from burning). See the material profile for guidance on the new data structure for embodied carbon (i.e. split into foss and bio)</b>			
<b>General</b>	<b>10,00</b>	<b>0.30<sub>foss</sub>+0.41<sub>bio</sub></b>	<b>0.31<sub>foss</sub>+0.41<sub>bio</sub></b>	Estimated from UK consumption mixture of timber products in 2007 (Timber Trade Federation statistics). Includes 4.3 MJ bio-energy. All values do not include the CV of timber product and exclude carbon storage.
<b>Glue Laminated timber</b>	<b>12,00</b>	<b>0.39<sub>foss</sub>+0.45<sub>bio</sub></b>	<b>0.42<sub>foss</sub>+0.45<sub>bio</sub></b>	Includes 4.9 MJ bio-energy.
<b>Hardboard</b>	<b>16,00</b>	<b>0.54<sub>foss</sub>+0.51<sub>bio</sub></b>	<b>0.58<sub>foss</sub>+0.51<sub>bio</sub></b>	Hardboard is a type of fibreboard with a density above 800 kg/m <sup>3</sup> . Includes 5.6 MJ bio-energy.
<b>Laminated Veneer Lumber</b>	<b>9,50</b>	<b>0.31<sub>foss</sub>+0.32<sub>bio</sub></b>	<b>0.33<sub>foss</sub>+0.32<sub>bio</sub></b>	Ref 150. Includes 3.5 MJ bio-energy.

<b>MDF</b>	<b>11 (?)</b>	<b>0.37<sub>fos</sub>+0.35<sub>bio</sub></b>	<b>0.39<sub>fos</sub>+0.3<sub>5bio</sub></b>	Wide density range (350-800 kg/m <sup>3</sup> ). Includes 3.8 MJ bio-energy.
<b>Oriented Strand Board (OSB)</b>	<b>15,00</b>	<b>0.42<sub>fos</sub>+0.54<sub>bio</sub></b>	<b>0.45<sub>fos</sub>+0.5<sub>4bio</sub></b>	Estimated from Refs. 103 and 150. Includes 5.9 MJ bio-energy.
<b>Particle Board</b>	<b>14,50</b>	<b>0.52<sub>fos</sub>+0.32<sub>bio</sub></b>	<b>0.54<sub>fos</sub>+0.3<sub>2bio</sub></b>	Very large data range, difficult to select appropriate values. Modified from CORRIM reports. Includes 3.2 MJ bio-energy (uncertain estimate).
<b>Plywood</b>	<b>15,00</b>	<b>0.42<sub>fos</sub>+0.65<sub>bio</sub></b>	<b>0.45<sub>fos</sub>+0.6<sub>5bio</sub></b>	Includes 7.1 MJ bio-energy.
<b>Sawn Hardwood</b>	<b>10,40</b>	<b>0.23<sub>fos</sub>+ 0.63<sub>bio</sub></b>	<b>0.24<sub>fos</sub>+ 0.63<sub>bio</sub></b>	It was difficult to select values for hardwood, the data was estimated from the CORRIM studies (Ref. 88). Includes 6.3 MJ bio-energy.
<b>Sawn Softwood</b>	<b>7,40</b>	<b>0.19<sub>fos</sub>+0.39<sub>bio</sub></b>	<b>0.20<sub>fos</sub>+0.3<sub>9bio</sub></b>	Includes 4.2 MJ bio-energy.
<b>Veneer Particleboard (Furniture)</b>	<b>23<sub>(fos + bio)</sub></b>	<b>(?)</b>	<b>(?)</b>	Unknown split of fossil based and biogenic fuels.
<b><u>Tin</u></b>				
<b>Tin Coated Plate (Steel)</b>	<b>19.2 to 54.7</b>	<b>1.04 to 2.95</b>	<b>-</b>	
<b>Tin</b>	<b>250,00</b>	<b>13,50</b>	<b>14,47</b>	lack of modern data, large data range
<b><u>Titanium</u></b>				
<b>Virgin</b>	<b>361 to 745</b>	<b>19.2 to 39.6 (??)</b>	<b>20.6 to 42.5 (??)</b>	lack of modern data, large data range, small sample size
<b>Recycled</b>	<b>258,00</b>	<b>13.7 (??)</b>	<b>14.7 (??)</b>	lack of modern data, large data range, small sample size
<b><u>Vinyl Flooring</u></b>				
<b>General</b>	<b>68,60</b>	<b>2,61</b>	<b>3,19</b>	23.58 MJ/kg Feedstock Energy (Included), Same value as PVC calendered sheet. <i>Note: the book version of ICE contains the wrong values. These values are up to date</i>
<b>Vinyl Composite</b>	<b>13,70</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	Ref. 94.

Tiles (VCT)				
<b>Zinc</b>				
<b>General</b>	<b>53,10</b>	<b>2,88</b>	<b>3,09</b>	Uncertain carbon estimates, currently estimated from typical UK industrial fuel mix. Recycled content of general Zinc 30%.
Virgin	72,00	3,90	4,18	
Recycled	9,00	0,49	0,52	
<b>Miscellaneous (No material profiles):</b>				
	<b>Embodied Energy - MJ</b>	<b>Embodied Carbon - Kg CO2</b>		
<b>PV Modules</b>	<b>MJ/sqm</b>	<b>Kg CO2/sqm</b>		
<b>Monocrystalline</b>	<b>4750 (2590 to 8640)</b>	<b>242 (132 to 440)</b>	-	Embodied carbon estimated from typical UK industrial fuel mix. This is not an ideal method.
<b>Polycrystalline</b>	<b>4070 (1945 to 5660)</b>	<b>208 (99 to 289)</b>	-	
<b>Thin Film</b>	<b>1305 (775 to 1805)</b>	<b>67 (40 to 92)</b>	-	
<b>Roads</b> Main data source: ICE reference number 147				
<b>Asphalt road - Hot construction method - 40 yrs</b>	<b>2,509 MJ/Sqm</b>	<b>93 KgCO2/Sqm</b>	<b>99 KgCO2/Sqm</b>	730 MJ/Sqm Feedstock Energy (Included). For more detailed data see reference 147. (Swedish study). The data in this report was modified to fit within the ICE framework. Includes all sub-base layers to construct a road. Sum of construction, maintenance, operation.
Construction	1,069 MJ/Sqm	30.9 KgCO2/Sqm	32.8 KgCO2/Sqm	480 MJ/Sqm Feedstock Energy (Included)
Maintenance - 40 yrs	471 MJ/Sqm	11.6 KgCO2/Sqm	12.3 KgCO2/Sqm	250 MJ/Sqm Feedstock Energy (Included)
Operation - 40 yrs	969 MJ/Sqm	50.8 KgCO2/Sqm	54.0 KgCO2/Sqm	Swedish scenario of typical road operation, includes street and traffic lights (95% of total energy), road clearing, sweeping, gritting and

				snow clearing.
<b>Asphalt road - Cold construction method - 40 yrs</b>	<b>3,030 MJ/Sqm</b>	<b>91 KgCO2/Sqm</b>	<b>97 KgCO2/Sqm</b>	1,290 MJ/kg Feedstock Energy (Included). Sum of construction, maintenance, operation.
Construction	825 MJ/Sqm	26.5 KgCO2/Sqm	28.2 KgCO2/Sqm	320 MJ/Sqm Feedstock Energy (Included)
Maintenance - 40 yrs	1,556 MJ/Sqm	13.9 KgCO2/Sqm	14.8 KgCO2/Sqm	970 MJ/Sqm Feedstock Energy (Included)
Operation - 40 yrs	969 MJ/Sqm	50.8 KgCO2/Sqm	54.0 KgCO2/Sqm	See hot rolled asphalt.
<b>Concrete road - 40 yrs</b>	<b>2,084 MJ/Sqm</b>	<b>142 KgCO2/Sqm</b>	-	Sum of construction, maintenance, operation.
Construction	885 MJ/Sqm	77 KgCO2/Sqm	-	
Maintenance - 40 yrs	230 MJ/Sqm	14.7 KgCO2/Sqm	-	
Operation - 40 yrs	969 MJ/Sqm	50.8 KgCO2/Sqm	-	Swedish scenario of typical road operation, includes street and traffic lights (95% of total energy), and also road clearing, sweeping, gritting and snow clearing.
<p><b>Note:</b> The above data for roads were based on a single reference (ref 145). There were other references available but it was not possible to process the reports into useful units (per sqm). One of the other references indicates a larger difference between concrete and asphalt roads than the data above. If there is a particular interest in roads the reader is recommended to review the literature in further detail.</p>				
<b>Windows</b>	MJ per Window			
<b>1.2mx1.2m Single Glazed Timber Framed Unit</b>	<b>286 (?)</b>	<b>14.6 (?)</b>	-	Embodied carbon estimated from typical UK industrial fuel mix
<b>1.2mx1.2m Double Glazed (Air or Argon)</b>	--	--	-	--

<b>Filled):</b>				
<b>Aluminium Framed</b>	<b>5470</b>	<b>279</b>	<b>-</b>	
<b>PVC Framed</b>	<b>2150 to 2470</b>	<b>110 to 126</b>	<b>-</b>	
<b>Aluminium - Clad Timber Framed</b>	<b>950 to 1460</b>	<b>48 to 75</b>	<b>-</b>	
<b>Timber Framed</b>	<b>230 to 490</b>	<b>12 to 25</b>	<b>-</b>	
			<b>-</b>	
<b>Krypton Filled Add:</b>	<b>510</b>	<b>26</b>	<b>-</b>	
<b>Xenon Filled Add:</b>	<b>4500</b>	<b>229</b>	<b>-</b>	

**NOTE:** Not all of the data could be converted to full GHG's. It was estimated from the fuel use only (i.e. Not including any process related emissions) the full CO<sub>2</sub>e is approximately 6 percent higher than the CO<sub>2</sub> only value of embodied carbon. This is for the average mixture of fuels used in the UK industry.

## **ANEXO D**

### **LISTA IARC**

List of Classifications by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans, Volumes 1 to 105*		
Cancer site	Carcinogenic agents with sufficient evidence in humans	Agents with limited evidence in humans
<b>Lip, oral Cavity, and pharynx</b>		
<b>Lip</b>		Solar radiation
Oral cavity	Alcoholic beverages Betel quid with tobacco Betel quid without tobacco Human papillomavirus type 16 Tobacco, smokeless Tobacco smoking	Human papillomavirus type 18
Salivary gland	X-radiation, gamma-radiation	Radioiodines, including Iodine-131
Tongue	Human papillomavirus type 16	
Pharynx	Alcoholic beverages Betel quid with tobacco Human papillomavirus type 16 Tobacco smoking	Asbestos (all forms) Malt drinking, hot Printing processes Tobacco smoke, secondhand
Nasopharynx	Epstein-Barr virus Formaldehyde Salted fish, Chinese-style Tobacco smoking Wood dust	
Digestive tract, upper	Acetaldehyde associated with consumption of alcoholic beverages	
<b>Digestive organs</b>		
Esophagus	Acetaldehyde associated with consumption of alcoholic beverages Alcoholic beverages Betel quid with tobacco Betel quid without tobacco Tobacco, smokeless Tobacco smoking X-radiation, gamma-radiation	Dry cleaning Malt drinking, hot Pickled vegetables (traditional Asian) Rubber production industry

List of Classifications by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans, Volumes 1 to 105*		
Cancer site	Carcinogenic agents with sufficient evidence in humans	Agents with limited evidence in humans
Stomach	<i>Helicobacter pylori</i> Rubber production industry Tobacco smoking X-radiation, gamma-radiation	Asbestos (all forms) Epstein-Barr virus Lead compounds, inorganic Nitrate or nitrite (ingested) under conditions that result in endogenous nitrosation Pickled vegetables (traditional Asian) Salted fish, Chinese-style
Colon and rectum	Alcoholic beverages Tobacco smoking X-radiation, gamma-radiation	Asbestos (all forms) <i>Schistosoma japonicum</i>
Anus	Human immunodeficiency virus type 1 Human papillomavirus type 16	Human papillomavirus types 18, 33
Liver and bile duct	Aflatoxins Alcoholic beverages <i>Clonorchis sinensis</i> Estrogen-progestogen contraceptives Hepatitis B virus Hepatitis C virus <i>Opisthorchis viverrini</i> Plutonium Thorium-232 and its decay products Tobacco smoking (in smokers and in smokers' children) Vinyl chloride	Androgenic (anabolic) steroids Arsenic and inorganic arsenic compounds Betel quid without tobacco Human immunodeficiency virus type 1 Polychlorinated biphenyls <i>Schistosoma japonicum</i> Trichloroethylene X-radiation, gamma-radiation
Gall bladder	Thorium-232 and its decay products	
Pancreas	Tobacco, smokeless Tobacco smoking	Alcoholic beverages Thorium-232 and its decay products X-radiation, gamma-radiation
Digestive tract, unspecified		Radiiodines, including Iodine- 131

List of Classifications by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans, Volumes 1 to 105*		
Cancer site	Carcinogenic agents with sufficient evidence in humans	Agents with limited evidence in humans
<b>Respiratory organs</b>		
Nasal cavity and paranasal sinus	Isopropyl alcohol production Leather dust Nickel compounds Radium-226 and its decay products Radium-228 and its decay products Tobacco smoking Wood dust	Carpentry and joinery Chromium(VI) compounds Formaldehyde Textile manufacturing
Larynx	Acid mists, strong inorganic Alcoholic beverages Asbestos (all forms) Tobacco smoking	Human papillomavirus type 16 Mate drinking, hot Rubber production industry Sulfur mustard Tobacco smoke, secondhand

List of Classifications by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans, Volumes 1 to 105*		
Cancer site	Carcinogenic agents with sufficient evidence in humans	Agents with limited evidence in humans
Lung	<p>Aluminum production</p> <p>Arsenic and inorganic arsenic compounds</p> <p>Asbestos (all forms)</p> <p>Beryllium and beryllium compounds</p> <p>Bis(chloromethyl)ether; chloromethyl methyl ether (technical grade)</p> <p>Cadmium and cadmium compounds</p> <p>Chromium(VI) compounds</p> <p>Coal, indoor emissions from household combustion</p> <p>Coal gasification</p> <p>Coal-tar pitch</p> <p>Coke production</p> <p>Engine exhaust, diesel</p> <p>Hematite mining (underground)</p> <p>Iron and steel founding</p> <p>MDPP (vincristine-prednisone-nitrogen mustard-procarbazine mixture)</p> <p>Nickel compounds</p> <p>Painting</p> <p>Plutonium</p> <p>Radon-222 and its decay products</p> <p>Rubber production industry</p> <p>Silica dust, crystalline</p> <p>Soot</p> <p>Sulfur mustard</p> <p>Tobacco smoke, secondhand</p> <p>Tobacco smoking</p> <p>X-radiation, gamma-radiation</p>	<p>Acid mists, strong inorganic</p> <p>Art glass, glass containers and pressed ware (manufacture of)</p> <p>Biomass fuel (primarily wood), indoor emissions from household combustion of</p> <p>Bitumens, occupational, exposure to oxidized bitumens and their emissions during roofing</p> <p>Bitumens, occupational, exposure to hard bitumens and their emissions during mastic asphalt work</p> <p>Carbon electrode manufacture</p> <p>alpha-Chlorinated toluenes and benzoyl chloride (combined exposures)</p> <p>Cobalt metal with tungsten carbide</p> <p>Crocoites</p> <p>Engine exhaust, diesel</p> <p>Frying, emissions from high-temperature</p> <p>Insecticides, non-arsenical (occupational exposures in spraying and application)</p> <p>Printing processes</p> <p>2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin</p> <p>Welding fumes</p>
<b>Bone, skin, and mesothelium, endothelium, and soft tissue</b>		
Bone	<p>Plutonium</p> <p>Radium-224 and its decay products</p> <p>Radium-226 and its decay products</p> <p>Radium-228 and its decay products</p> <p>X-radiation, gamma-radiation</p>	<p>Radioiodines, including Iodine-131</p>
Skin (melanoma)	<p>Solar radiation</p> <p>Ultraviolet-emitting tanning devices</p>	

List of Classifications by cancer sites with sufficient or <i>limited</i> evidence in humans, Volumes 1 to 105*		
Cancer site	Carcinogenic agents with sufficient evidence in humans	Agents with limited evidence in humans
Skin (other malignant neoplasms)	Arsenic and inorganic arsenic compounds Azathioprine Coal-tar distillation Coal-tar pitch Cyclosporine Methoxsalen plus ultraviolet A Mineral oils, untreated or mildly treated Shale oils Solar radiation Soot X-radiation, gamma-radiation	Crescotes Human immunodeficiency virus type 1 Human papillomavirus types 5 and 8 (in patients with epidermodysplasia verruciformis) Nitrogen mustard Petroleum refining (occupational exposures) Ultraviolet-emitting tanning devices Merkel cell polyomavirus (MCV)
Mesothelium (pleura and peritoneum)	Asbestos (all forms) Eriofone Painting	
Endothelium (Kaposi sarcoma)	Human immunodeficiency virus type 1 Kaposi sarcoma herpes virus	
Soft tissue		Polychlorophenols or their sodium salts (combined exposures) Radioiodines, including Iodine-131 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin
<b>Breast and female genital organs</b>		
Breast	Alcoholic beverages Diethylstilbestrol Estrogen-progestogen contraceptives Estrogen-progestogen menopausal therapy X-radiation, gamma-radiation	Estrogen menopausal therapy Ethylene oxide Shiftwork that involves circadian disruption Tobacco smoking
Vulva	Human papillomavirus type 16	Human immunodeficiency virus type 1 Human papillomavirus types 18, 33
Vagina	Diethylstilbestrol (exposure in utero) Human papillomavirus type 16	Human immunodeficiency virus type 1

List of Classifications by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans, Volumes 1 to 105*		
Cancer site	Carcinogenic agents with sufficient evidence in humans	Agents with limited evidence in humans
Uterine cervix	Diethylstilbestrol (exposure in utero) Estrogen-progestogen contraceptives Human immunodeficiency virus type 1 Human papillomavirus types 16, 18, 31, 33, 35, 39, 45, 51, 52, 56, 58, 69 Tobacco smoking	Human papillomavirus types 26, 53, 66, 67, 68, 70, 73, 82
Endometrium	Estrogen menopausal therapy Estrogen-progestogen menopausal therapy Tamoxifen	Diethylstilbestrol
Ovary	Asbestos (all forms) Estrogen menopausal therapy Tobacco smoking	Talc-based body powder (perineal use) X-radiation, gamma-radiation
<b>Male genital organs</b>		
Penis	Human papillomavirus type 16	Human immunodeficiency virus type 1 Human papillomavirus type 18
Prostate		Androgenic (anabolic) steroids Arsenic and inorganic arsenic compounds Cadmium and cadmium compounds Rubber production industry Thorium-232 and its decay products X-radiation, gamma-radiation
Testis		Diethylstilbestrol (exposure in utero)
<b>Urinary tract</b>		
Kidney	Tobacco smoking X-radiation, gamma-radiation Trichloroethylene	Arsenic and inorganic arsenic compounds Cadmium and cadmium compounds Printing processes
Renal pelvis and ureter	Aristolochic acid, plants containing Phenacetin Phenacetin, analgesic mixtures containing Tobacco smoking	Aristolochic acid

List of Classifications by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans, Volumes 1 to 105*		
Cancer site	Carcinogenic agents with sufficient evidence in humans	Agents with limited evidence in humans
Urinary bladder	Aluminum production 4-Aminobiphenyl Arsenic and inorganic arsenic compounds Autamine production Benzidine Chlornaphazine Cyclophosphamide Magenta production 2-Naphthylamine Painting Rubber production industry Schistosoma haematobium Tobacco smoking ortho-Toluidine X-radiation, gamma-radiation	4-Chloro-ortho-toluidine Coal-tar pitch Coffee Dry cleaning Engine exhaust, diesel Hairdressers and barbers (occupational exposure) Printing processes Soot Textile manufacturing Tetrachloroethylene
<b>Eye, brain, and central nervous system</b>		
Eye	Human immunodeficiency virus type 1 Ultraviolet-emitting tanning devices Welding	Solar radiation
Brain and central nervous system	X-radiation, gamma-radiation	Radiofrequency electromagnetic fields (including from wireless phones)
<b>Endocrine glands</b>		
Thyroid	Radioiodines, including Iodine-131 X-radiation, gamma-radiation	

List of Classifications by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans, Volumes 1 to 105*		
Cancer site	Carcinogenic agents with sufficient evidence in humans	Agents with limited evidence in humans
<b>Lymphoid, hematopoietic, and related tissue</b>		
Leukaemia and/or lymphoma	<p>Acetaminophen Benzene Busulfan 1,3-Butadiene Chlorambucil Cyclophosphamide Cyclosporine Epstein-Barr virus Etoposide with cisplatin and bleomycin Fission products, including Strontium-90 Formaldehyde Helicobacter pylori Hepatitis C virus Human immunodeficiency virus type 1 Human T-cell lymphotropic virus type 1 Kaposi sarcoma herpes virus Melphalan MOPP (vincristine-prednisone-nitrogen mustard-procarbazine mixture) Phosphorus-32 Rubber production industry Semustine (methyl-CCNU) Thiotepa Thorium-232 and its decay products Tobacco smoking Tretinoin X-radiation, gamma-radiation</p>	<p>Bischloroethyl nitrosourea (BCNU) Chloramphenicol Ethylene oxide Etoposide Hepatitis B virus Magnetic fields, extremely low frequency (childhood leukemia) Mizorastine Nitrogen mustard Painting (childhood leukemia from maternal exposure) Petroleum refining (occupational exposures) Polychlorophenols or their sodium salts (combined exposures) Radioiodines, including Iodine-131 Radon-222 and its decay products Styrene Teniposide Trichloroethylene 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin Tobacco smoking (childhood leukemia in smokers' children) Malaria (caused by infection with Plasmodium falciparum in holoendemic areas)</p>
<b>Multiple or unspecified sites</b>		
Multiple sites (unspecified)	<p>Cyclosporine Fission products, including Strontium-90 X-radiation, gamma-radiation (exposure in utero)</p>	<p>Chlorophenoxy herbicides Plutonium</p>
All cancer sites (combined)	2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin	

**List of Classifications by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans, Volumes 1 to 105\***

Cancer site	Carcinogenic agents with sufficient evidence in humans	Agents with limited evidence in humans
-------------	--	--

\* This table does not include factors not covered in the IARC Monographs, notably genetic traits, reproductive status, and some nutritional factors.

Adapted from Table 4 in Coglianò et al. (2011) available at:  
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2310.2011.02411.x>

Last update: 7 November 2012