



MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

A SUSTENTABILIDADE E O CICLO DE
VIDA DOS EDIFÍCIOS

Eduardo Nuno Galante Figueiredo Midões

Orientador: Eng.º José Manuel Sousa

Outubro 2012

DEDICATÓRIA

Dedico esta Dissertação aos meus pais, por tudo o que sou como pessoa e por tudo o que alcancei até hoje. Pela sua perseverança, confiança nas minhas capacidades e apoio incansável ao longo de todo o meu percurso académico, que culminou com a conclusão de mais esta etapa. Sem o seu suporte, nada disto seria possível. Aqui fica o meu eterno agradecimento por tudo o que me proporcionaram.

AGRADECIMENTOS

Apresento aqui o meu profundo agradecimento ao meu orientador, Eng.º José Sousa, pela oportunidade que me concedeu para desenvolver um tema tão actual e tão fulcral para o futuro das sociedades a nível global. O seu incessante apoio e transmissão de conhecimentos, tanto a nível técnico como pessoal, criaram um óptimo ambiente de trabalho e contribuíram para o sucesso desta Dissertação, assim como para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

PALAVRAS-CHAVE

Avaliação do Ciclo de Vida; Avaliação da Sustentabilidade do Ciclo de Vida; Avaliação Social do Ciclo de Vida; Avaliação do Custo do Ciclo de Vida; Desenvolvimento Sustentável; Construção Sustentável; Declaração Ambiental do Produto; Edifícios de Balanço Energético Quase Nulo; Directiva relativa ao Desempenho Energético dos Edifícios;

RESUMO

A crescente preocupação que envolve as questões ambientais a nível mundial, cada vez mais agravadas pelo comportamento irresponsável do Homem, conduziu à criação de métodos de avaliação dos impactes ambientais provocados por produtos e sistemas. Sendo o sector da construção responsável por grande parte desses impactes, é evidente a necessidade de aplicação de medidas que visem mitigar ou, no mínimo, reduzir até valores aceitáveis, essas agressões ao meio ambiente. Nesse âmbito, é natural que tenha surgido a ideia de aplicar uma metodologia tão precisa e rigorosa como a LCA ao sector da construção. No entanto, nos dias de hoje, as preocupações alargaram-se às vertentes social e económica que, juntamente com a vertente ambiental, formam o triângulo de equilíbrio do desenvolvimento sustentável. É precisamente essa avaliação tripartida que esta Dissertação pretende abordar, tentando aprofundar conhecimentos e fornecer alternativas, através da análise crítica, que possam contribuir para a melhoria contínua desta metodologia.

KEYWORDS

Life Cycle Assessment; Life Cycle Sustainability Assessment; Social Life Cycle Assessment; Life Cycle Costing; Sustainable Development; Sustainable Construction; Environmental Product Declaration; Nearly Zero Energy Buildings; Energy Performance of Buildings Directive;

ABSTRACT

The growing concern surrounding environmental issues worldwide, increasingly aggravated by the irresponsible behavior of man, led to the creation of methods to assess the environmental impacts caused by products and systems. As the construction sector accounts for a large portion of these impacts, it is clear the need to implement measures aimed at eliminating or at least reducing to acceptable values these attacks on the environment. In this context, the arising of the idea of applying a methodology so precise and accurate like the LCA to the construction sector was perfectly natural. However, nowadays, concerns have widened to the social and economic aspects, which, together with the environmental aspect, form the triangle of balanced sustainable development. It is precisely this tripartite evaluation that this thesis aims to address, trying to deepen knowledge and provide alternatives, through critical analysis, which may contribute to the continuous improvement of this methodology.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	2
1.2 MTPE – O FUTURO VISTO ATRAVÉS DO PASSADO	7
1.3 CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL.....	9
1.4 IMPACTES AMBIENTAIS ASSOCIADOS AO CICLO DE VIDA DOS EDIFÍCIOS	12
CAPÍTULO 2 – ENQUADRAMENTO NA LEGISLAÇÃO EUROPEIA E NACIONAL.....	17
2.1 EPBD (DIRECTIVA 2010/31/UE) – OBJECTIVOS E METAS A ATINGIR.....	20
2.2 O ARTIGO 9.º E A INTRODUÇÃO DO CONCEITO NZEB.....	22
2.3 A INTRODUÇÃO DO CONCEITO DA RENTABILIDADE ECONÓMICA.....	25
2.4 PORTUGAL – A TRANSPOSIÇÃO PARA O PNAEE E O PNAER	27
CAPÍTULO 3 - DECLARAÇÃO AMBIENTAL DE PRODUTO - O QUE É E QUAL A SUA IMPORTÂNCIA PARA A LCA DE EDIFÍCIOS.....	31
CAPÍTULO 4 – SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS	37
4.1 SISTEMA SBTOOL ^{PT}	39
4.2 SISTEMA LIDERA	41
4.3 SISTEMAS LEED E BREEAM.....	42
CAPÍTULO 5 – ANÁLISE DO CICLO DE VIDA	45

5.1 VERTENTES DA LCA	48
5.2 A LCA NA CONSTRUÇÃO.....	50
5.3 ETAPAS DA LCA	53
5.3.1 DEFINIÇÃO DO OBJECTIVO E ÂMBITO.....	55
5.3.1.1 Objectivo.....	55
5.3.1.2 Âmbito.....	56
5.3.2 INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA (LCI).....	58
5.3.3 AVALIAÇÃO DOS IMPACTES DO CICLO DE VIDA (LCIA).....	60
5.3.4 INTERPRETAÇÃO.....	61
5.4 CLASSIFICAÇÃO DO CONTEXTO DA DECISÃO EM SITUAÇÃO A, B OU C.....	62
5.5 A SUBDIVISÃO DA ANÁLISE DO CICLO DE VIDA.....	65
5.5.1 ELCA – VERTENTE AMBIENTAL	65
5.5.2 LCC – VERTENTE ECONÓMICA	70
5.5.3 SLCA – VERTENTE SOCIAL.....	73
5.6 FERRAMENTAS INFORMÁTICAS DE APOIO À LCA.....	79
CAPÍTULO 6 – CASO DE ESTUDO	81
6.1 INTRODUÇÃO	81
6.2 AVALIAÇÃO AMBIENTAL DO CICLO DE VIDA DE UMA TINTA DE BASE AQUOSA.....	82
6.2.1 OBJECTIVO E ÂMBITO.....	84
6.2.2 INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA (LCI).....	87

6.2.3 AVALIAÇÃO DO IMPACTE DO CICLO DE VIDA (LCIA).....	91
6.2.3.1 Consumo de recursos energéticos (ER e ENR)	93
6.2.3.2 Depleção de recursos abióticos (ADP)	94
6.2.3.3 Potencial de aquecimento global (GWP).....	94
6.2.3.4 Acidificação atmosférica (AP)	95
6.2.3.5 Destruição da camada de ozono estratosférico (ODP)	96
6.2.3.6 Formação de ozono troposférico (POCP)	96
6.2.3.7 Eutrofização (EP)	97
6.2.4 INTERPRETAÇÃO.....	97
6.2.5 CONSIDERAÇÕES.....	99
6.3 AVALIAÇÃO AMBIENTAL DO CICLO DE VIDA DE UMA CASA PRÉ- FABRICADA.....	101
6.3.1 OBJECTIVO E ÂMBITO.....	102
6.3.2 INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA (LCI).....	104
6.3.2.1 Paredes Exteriores.....	105
6.3.2.2 Paredes Interiores.....	106
6.3.2.3 Pavimento.....	107
6.3.2.4 Cobertura.....	107
6.3.2.5 Estrutura.....	108
6.3.2.6 Envidraçados.....	109
6.3.2.7 Equipamento sanitário	109
6.3.3 AVALIAÇÃO DO IMPACTE DO CICLO DE VIDA (LCIA).....	109

6.3.4 INTERPRETAÇÃO.....	111
6.3.5 CONSIDERAÇÕES.....	112
6.4 AVALIAÇÃO SIMPLIFICADA DO CUSTO DO CICLO DE VIDA DE UMA CASA PRÉ-FABRICADA	113
CAPÍTULO 7 – CONCLUSÕES.....	117
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	121
BIBLIOGRAFIA	126

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: As três vertentes do desenvolvimento sustentável.....	4
Figura 1.2: Consumo equivalente da população mundial.....	5
Figura 1.3: Índice de desenvolvimento humano e pegada ecológica.....	6
Figura 1.4: Pegada ecológica e biocapacidade de Portugal.....	6
Figura 1.5: Medidas a considerar na construção sustentável.....	10
Figura 1.6: Fontes de problemas de Qualidade do Ar Interior.....	14
Figura 2.1: Redução desejada de 80% das emissões de GEE na União Europeia.....	19
Figura 2.2: Desempenho energético e rentabilidade económica.....	26
Figura 4.1: Caracterização do sistema LiderA.....	41
Figura 4.2: Tipos de certificação oferecidos pelo LEED.....	43
Figura 5.1: Novo conceito de Análise de Sustentabilidade do Ciclo de Vida.....	46
Figura 5.2: Fases do ciclo de vida englobadas em cada variante de LCA.....	49
Figura 5.3: Ciclo de vida de um edifício.....	50
Figura 5.4: Estrutura da Avaliação do Ciclo de Vida segundo a ISO 14040.....	53
Figura 5.5: O carácter iterativo da Análise do Ciclo de Vida.....	54
Figura 5.6: O processo de constituição de um LCI.....	59
Figura 5.7: A interligação entre as Situações A, B e C com o processo da LCA.....	64
Figura 5.8: Modelação do sistema e obtenção dos dados que constituem o LCI (inputs+outputs) ..	67
Figura 5.9: As etapas de Classificação e Caracterização.....	69
Figura 5.10: Os dois tipos de métodos de avaliação de impactes ambientais.....	70
Figura 5.11: Subdivisão do sistema de avaliação dos impactes sociais.....	76
Figura 5.12: Relação entre LCI, subcategorias e categorias.....	77
Figura 6.1: Modelação das etapas do ciclo de vida das tintas mate de base aquosa consideradas na DAP.....	88
Figura 6.2: Extracto da tabela apresentada no Anexo II.....	89

Figura 6.3: Definição do método de avaliação de impacto e respectiva categoria, na janela “ <i>Quantity</i> ” do GaBi	92
Figura 6.4: Exemplo da quantificação dos impactos por elemento construtivo.....	110

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1: Medidas prioritárias resultantes da revisão do PNAEE e do PNAER.....	28
Quadro 2.2: Medidas condicionais resultantes da revisão do PNAEE e do PNAER	29
Quadro 3.1: Tipos de Rótulos/Declarações ambientais	31
Quadro 3.2: Sistemas de registo de DAP.....	35
Quadro 4.1: Dimensões e categorias de avaliação contempladas no SBTool ^{PT}	40
Quadro 5.1: A distinção entre as classificações A, B e C	63

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I: Tinta Mate de Base Aquosa: Declaração Ambiental do Produto.....	1
Anexo II: Tinta Mate de Base Aquosa: Transposição dos Fluxos DAP-GaBi.....	39
Anexo III: Tinta Mate de Base Aquosa: Comparação dos Resultados DAP-GaBi.....	52
Anexo IV: Projecto da Casa Pré-Fabricada.....	56
Anexo V: Casa Pré-Fabricada: Resultados Cradle-to-Gate.....	58
Anexo VI: Casa Pré-Fabricada: Resultados Cradle-to-(...).....	76
Anexo VII: Casa Pré-Fabricada: Comparativo entre Cradle-to-Gate e Cradle-to-(...).....	93
Anexo VIII: Casa Pré-Fabricada: Resultados LCC.....	95

SIGLAS E ABREVIATURAS

CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
GEE	Gases com efeito de estufa
GHG	Green House Gases
MTPE	Máximo Térmico do Paleocénico-Eocénico
PIB	Produto Interno Bruto
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive
CIB	Conselho Internacional da Construção
ACV	Análise do Ciclo de Vida
LCA	Life Cycle Assessment
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
COV	Componente Orgânico Volátil
VOC	Volatile Organic Compound
INE	Instituto Nacional de Estatística
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
ECEEE	European Council for an Energy Efficient Economy
ADENE	Agência para a Energia
NZEB	Nearly (ou Net) Zero-Energy Buildings
BPIE	Buildings Performance Institute Europe
PNAEE	Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética
PNAER	Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis
DGEG	Direcção-Geral de Energia e Geologia
PRE	Produção em Regime Especial
PNBEPH	Programa Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroeléctrico
SEP	Sistema Electroprodutor Português

FEE	Fundo de Eficiência Energética
DAP	Declaração Ambiental do Produto
EPD	Environmental Product Declaration
CFC	Clorofluorcarboneto
RCP	Regras para Categoria de Produtos
PCR	Product Category Rules
LCI	Life Cycle Inventory
LCIA	Life Cycle Impact Assessment
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
IBU	Institut für Bautechnik Umwelt
SEMC	Swedish Environment Management Council
BRE	Building Research Establishment
CAATEEB	Collegi d'aparelladors, arquitectes tècnics i Enginyers d'Edificació de Barcelona
iiSBE	International Initiative for a Sustainable Built Environment
IST	Instituto Superior Técnico
USGBC	United States Green Building Council
SETAC	Society of Environmental Toxicology and Chemistry
WCED	World Commission on Environment and Development
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UNEP	United Nations Environment Programme
LCSA	Life Cycle Sustainability Assessment
ELCA	Environmental Life Cycle Assessment
LCC	Life Cycle Costing
SLCA	Social Life Cycle Assessment
CEN	Centro Europeu de Normalização

IES	Institute for Environment and Sustainability
JRC	Joint Research Centre
CSR	Corporate Social Responsibility
EPA	United States Environmental Protection Agency
APT	Associação Portuguesa de Tintas
FDES	Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire des Produits de Construction
SIPEV	Syndicat National des Industries des Peintures, Enduits et Vernis
ER	Energia Renovável
ENR	Energia Não Renovável
ADP	Abiotic Depletion Potential
GWP	Global Warming Potential
AP	Acidification Potential
ODP	Ozone Depletion Potential
POCP	Photochemical Ozone Creation Potential
EP	Eutrophication Potential
DEEP	Dissemination of energy efficiency measures in public buildings

NOTA: *A redacção desta Dissertação não respeita o Acordo Ortográfico de 1990, vulgo*

Novo Acordo Ortográfico.

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da Humanidade, até a um passado recente, o ser humano conviveu com a ideia de um mundo com capacidade regenerativa inesgotável e recursos intermináveis. Havia também a crença de que a capacidade decisória das sociedades era limitada, existindo um poder maior que controlaria os destinos e desígnios de todos (CREA-Minas, 2009). Esta forma de estar conduziu a que, actualmente, o Planeta Terra caminhe para um cataclismo ambiental sem precedentes. Desafios colossais, da inteira responsabilidade da espécie humana, que já não permitem qualquer margem de erro, apelam a uma abordagem drástica e concisa que crie medidas de mitigação dos problemas existentes pois, caso contrário, a própria sobrevivência da civilização humana será posta em causa. Além dos factores adversos sobejamente conhecidos, tais como o consumo desmesurado de recursos não renováveis, a poluição gerada pela actividade humana (aérea, terrestre e aquática), a utilização de combustíveis fósseis, entre outros, há ainda um factor adicional de preocupação. Alguns países orientais (principalmente a China e a Índia) tentam neste momento atingir um nível de desenvolvimento urbanístico idêntico ao do Ocidente e obter um lugar de destaque na economia mundial, o que tem provocado um aumento abrupto no consumo de vários tipos de recursos e, conseqüentemente, na poluição gerada, contrariando as iniciativas (ainda ténues) que pretendem restaurar o equilíbrio no Planeta. Além dos problemas acima enunciados, é também importante não minimizar o crescimento populacional que se verificará num futuro próximo. Segundo previsões das Nações Unidas, a população mundial aumentará de 6,9 mil milhões para mais de 9 mil milhões, sendo 98% desse aumento relativo a países em desenvolvimento e economias emergentes (World Business Council for Sustainable Development, 2010). O Homem deverá, portanto, rever as suas prioridades e entender a relatividade da espécie humana no

contexto global do mundo onde habita (Torgal & Jalali, 2010a). Essa relatividade é muitíssimo bem retratada numa citação do investigador Norte-Americano Jonas E. Saulk (1914-1995): “*If all the insects were to disappear from the Earth, within 50 years all life on Earth would end. If all human beings disappeared from the face of the Earth, in 50 years all forms of life would flourish*” (citado em Torgal & Jalali, 2010).

1.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Este conceito, tão generalizado no presente, é relativamente recente, tendo apenas ganho mediatismo a nível mundial em 1987, após ser definido no relatório “*Our Common Future*” (também conhecido como relatório Brundtland) como aquele que “*permite satisfazer as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de gerações futuras satisfazerem as suas*” (Torgal & Jalali, 2010a; World Commission on Environment and Development, 1987).

Apesar de tudo, não foi este o primeiro esforço para introduzir as preocupações ambientais na agenda política mundial. Já desde os anos 60 (do século XX) que surgem iniciativas em prol destas causas, tendo sido realizado em 1972, em Estocolmo, o primeiro evento à escala mundial, designado por “Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente Humano”. Seguindo, ao longo dos anos, uma espiral crescente de importância e destaque em volta da Sustentabilidade (na qual se insere o relatório Brundtland, em 1987), surge, 20 anos depois da Conferência de Estocolmo, em 1992, a “Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento” no Rio de Janeiro. Este evento culminou com a redacção da “*Agenda 21*”, um programa que seguia o princípio de “*Pensar globalmente e agir localmente*” e que, acima de tudo, introduzia uma nova abordagem às questões ambientais: o princípio da prevenção, da precaução, da resolução do problema na fonte e não da típica abordagem

cujo único objectivo era o de atenuar os malefícios provocados. (Pinheiro, 2006; Torgal & Jalali, 2010a).

Um dos mais famosos instrumentos de combate às alterações climáticas, o “*Protocolo de Quioto*” (United Nations Framework Convention on Climate Change, 1997), surgiu no decorrer da Conferência de Quioto, realizada em 1997, sobre a questão do aquecimento global. A grande meta que todos os países signatários se propuseram a atingir correspondia a uma redução de 5,2%, até 2012, das suas emissões de gases responsáveis pelo aumento do efeito de estufa (GEE), relativamente ao nível de emissões do ano base de 1990 (Pinheiro, 2006; Torgal & Jalali, 2010a; United Nations Framework Convention on Climate Change, 1997).

Em 2009 realizou-se a Conferência de Copenhaga, onde, novamente, não foi possível obter um acordo alargado a todos os países intervenientes. Cada país ou zona económica (caso da UE) apresentaram as suas propostas de redução das emissões, embora nenhuma delas fugisse ao padrão do período 1990-2007, o que seria claramente insuficiente para se conseguir algum impacte significativo até 2020 (Pinheiro, 2006; Torgal & Jalali, 2010a).

Por último, realizou-se já em 2012 a Conferência Rio+20 (designação dada pelos 20 anos passados desde a primeira Conferência no Rio de Janeiro), cujo balanço final foi negativo, pela falta de compromissos em áreas fulcrais e definição de novas metas internacionais vinculativas. As expectativas eram altas mas, como se receava, os líderes mundiais não foram suficientemente ambiciosos para definir estratégias em áreas como a economia verde (reciclagem de materiais, eficiência energética, energias renováveis, etc.), que muita empregabilidade poderia gerar, a equidade no uso dos recursos, a problemática do recurso à energia nuclear, a recusa à subsidiação dos combustíveis fósseis, a erradicação da pobreza, entre outras. O documento subscrito nesta Conferência, designado de “*O Futuro que Queremos*” reafirma compromissos anteriores, mas apresenta algumas novidades, tais

como avanços na política de protecção dos oceanos, a definição de objectivos globais para a sustentabilidade ou ainda o reforço do financiamento aos países em desenvolvimento (Garcia, 2012; Quercus, 2012).

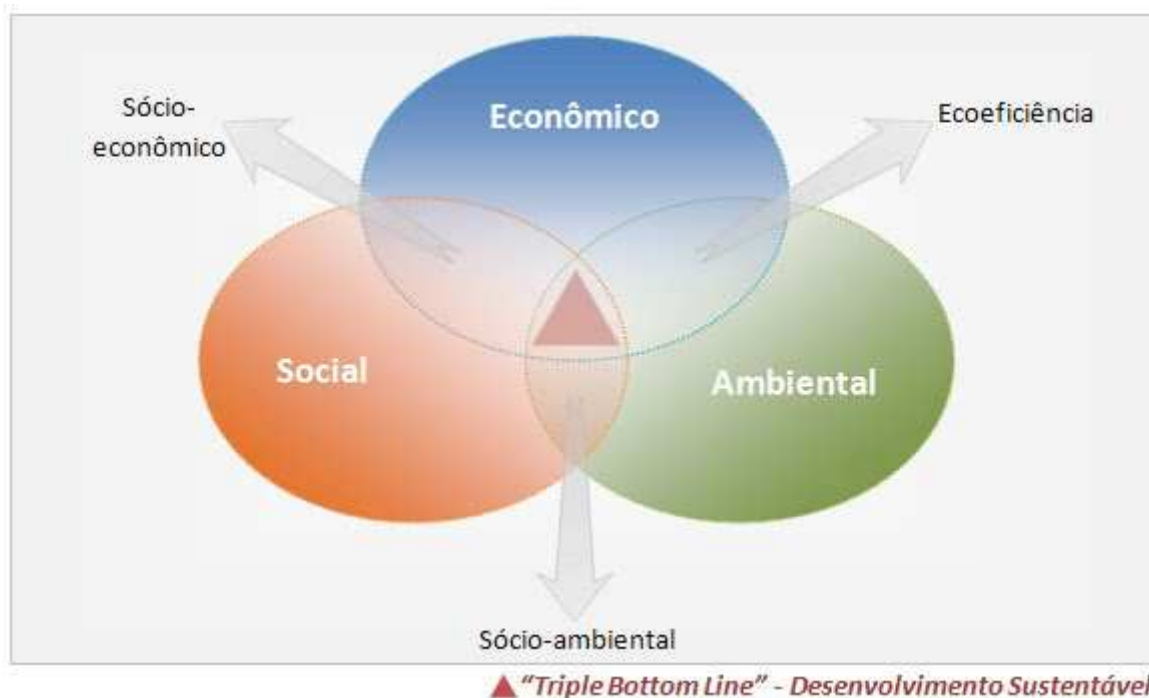


Figura 1.1: As três vertentes do desenvolvimento sustentável

(Fonte: <http://sustentaessaideia.blogspot.pt/2010/08/o-que-voce-entende-sobre.html>)

Após este breve enquadramento dos acontecimentos históricos associados ao desenvolvimento sustentável, compreende-se que o objectivo principal deste conceito é obter um equilíbrio entre três vertentes fulcrais: a Social, a Económica e a Ambiental. É importante que a sociedade evolua, tornando-se mais justa e combatendo a desigualdade de oportunidades, que a economia cresça, para que haja elevadas taxas de empregabilidade e, por último, que o ambiente seja preservado, permitindo que as actividades humanas se possam desenvolver, sem prejuízo para a qualidade e quantidade dos recursos naturais.

Infelizmente, a realidade está ainda bastante distante dos ideais defendidos pelo princípio do Desenvolvimento Sustentável. Segundo várias previsões, mantendo o cenário actual, em 2050 haverá um consumo equivalente aos recursos ambientais de 2,3 planetas. Hoje em dia

esse consumo já é de 1,5 planetas, o que significa que o planeta demora 1 ano e 6 meses a regenerar aquilo que é consumido num ano (Global Footprint Network, 2012). Seguindo o modelo actual de gestão das sociedades, a Humanidade caminha para uma realidade totalmente insustentável, pelo que é urgente assumir compromissos mundiais que permitam alterar radicalmente o rumo do planeta.

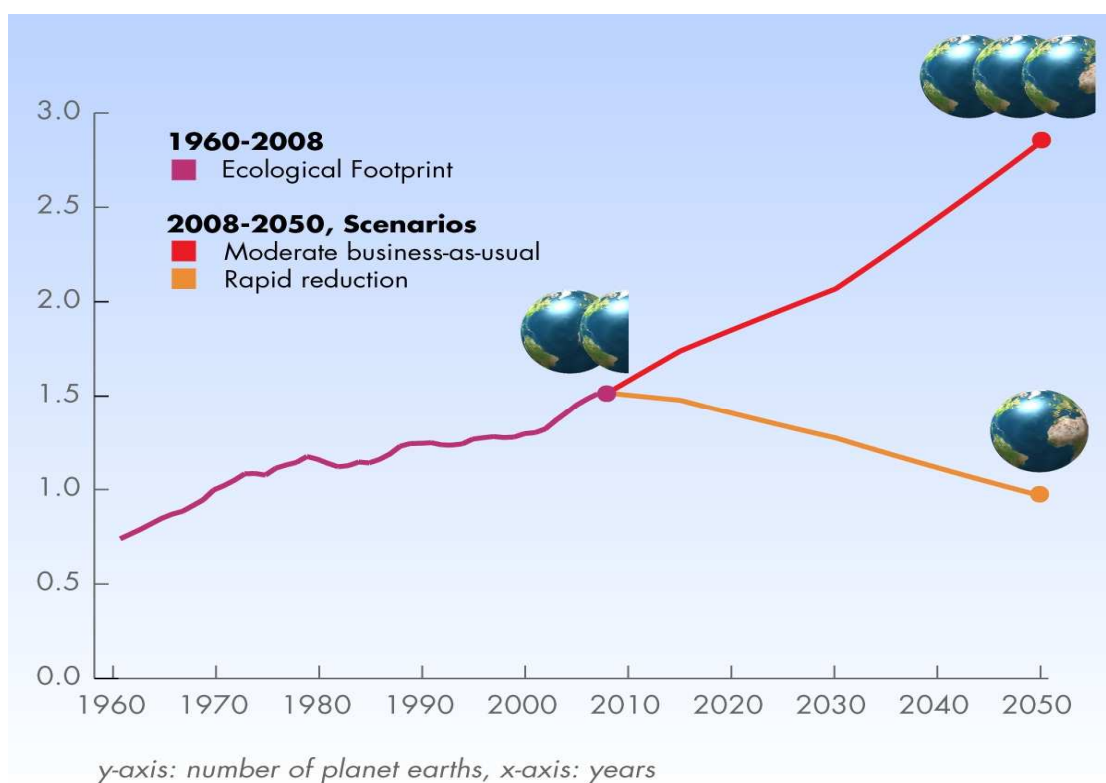


Figura 1.2: Consumo equivalente da população mundial (Global Footprint Network, 2012)

A Figura 1.3 apresenta o desafio que as sociedades enfrentam, de modo a conseguirem um alto nível de bem-estar e desenvolvimento humano, garantindo ao mesmo tempo um consumo regrado dos recursos que assegure a sua disponibilidade a longo-prazo (objectivo esse que claramente não é cumprido por inúmeras nações) (Ewing et al., 2010).

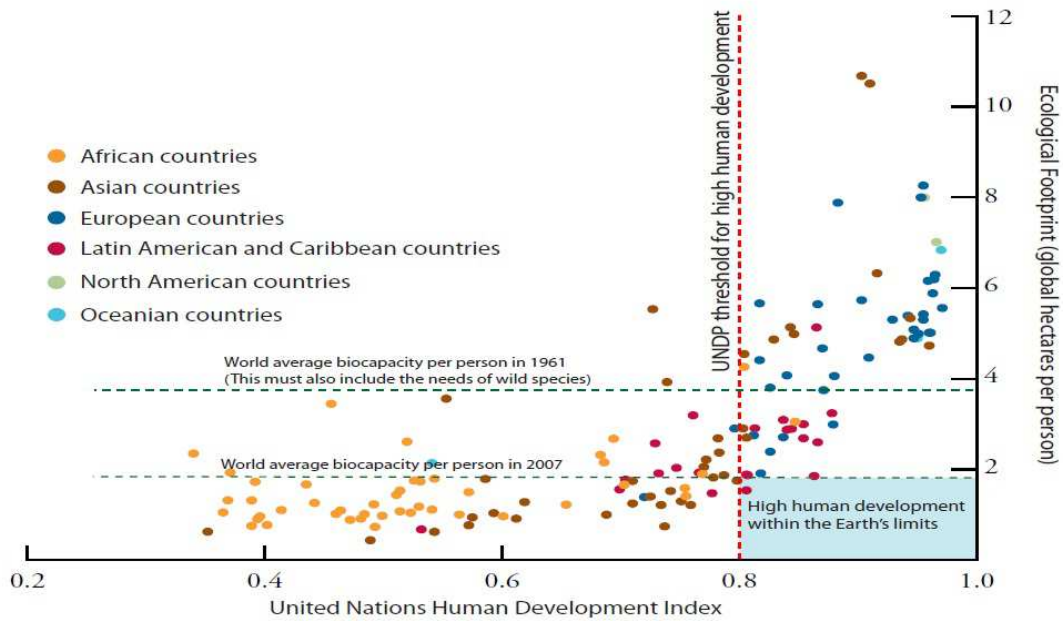


Figura 1.3: Índice de desenvolvimento humano e pegada ecológica (Ewing et al., 2010)

A Figura 1.4 retrata a realidade, por pessoa, da pegada ecológica portuguesa, comparando-a com a biocapacidade do território nacional. A pegada ecológica representa a área de território necessária para suprir os recursos consumidos (neste caso per capita) e absorver os resíduos gerados, por ano (Pinheiro, 2006). A biocapacidade varia anualmente de acordo com a gestão dos ecossistemas (e também com a sua degradação), as práticas agrícolas, as alterações do clima e ainda com as variações da densidade populacional.

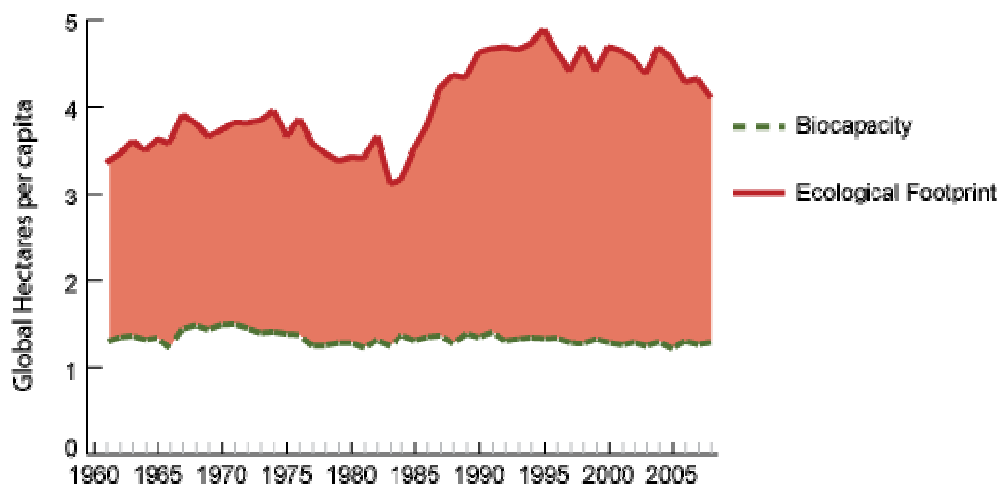


Figura 1.4: Pegada ecológica e biocapacidade de Portugal (Global Footprint Network, 2012)

1.2 MTPE – O FUTURO VISTO ATRAVÉS DO PASSADO (Kunzig, 2012)

Há 56 milhões de anos, o planeta presenciou um fenómeno muito idêntico àquele que poderá vir a acontecer num futuro próximo, caso não sejam tomadas medidas drásticas a curto prazo. Esse fenómeno, designado pela comunidade científica por MTPE (Máximo Térmico do Paleocénico-Eocénico), foi causado por uma maciça e repentina libertação de carbono para a atmosfera. O volume libertado terá sido correspondente ao que seria injectado na atmosfera hoje em dia, caso o ser humano queimasse todas as reservas de carvão, petróleo e gás natural da Terra. Não é clara a ocorrência desta massa de carbono, mas o planeta sofreu um aquecimento, em média, de 5°C. O MTPE durou mais de 150 mil anos, até o planeta arrefecer e completar a reabsorção total do carbono, tendo sido causador de secas, cheias, pragas de insectos e mesmo extinções de algumas espécies. O CO₂, além de aumentar a sua concentração na atmosfera, aumentou-a também nos oceanos e mares, acidificando a água e dissolvendo e eliminando o carbonato de cálcio das carapaças dos bivalves e corais, entre outros. O CO₂ dissolveu-se também nas gotas de chuva, que posteriormente retiravam o cálcio das rochas (em terra), conduzindo-o até ao mar, onde se combinaria com iões de carbonato para produzir mais carbonato de cálcio. Este processo, que decorreu de forma mais acelerada durante o MTPE, ocorre permanentemente e denomina-se meteorização. A Natureza, através da chuva, foi reduzindo gradualmente o CO₂ da atmosfera, o qual concluiu o seu ciclo transformado em calcário no fundo do mar. Segundo James Zachos, *“É o mesmo que se passa com os combustíveis fósseis hoje. Estamos a consumir o que demorou milhões de anos a acumular e a libertá-lo num instante geológico. Depois, o sistema acabará por transformá-lo de novo em rocha, mas isso demorará centenas de milhares de anos”*. Apesar da vida na Terra ter sobrevivido, as transformações e as suas repercussões ainda hoje são visíveis à nossa volta.

Segundo Philip Gingerich, paleontólogo da Universidade de Michigan, O MTPE “*é um modelo para aquilo que estamos a testemunhar, um modelo para o que estamos a fazer, brincando com a emissão de gases para a atmosfera*”. Uma das maiores preocupações dos cientistas está relacionada com os grandes depósitos de hidrato de metano localizados “*sob a tundra do Ártico e debaixo do leito oceânico, nos taludes que ligam as plataformas continentais às profundas planícies abissais*”. Este composto, “*semelhante a gelo, consiste em moléculas de água formando uma rede em torno de uma só molécula de metano*”. Mais gravoso ainda, é o facto de o metano, quando concentrado na atmosfera, provocar “*um aquecimento mais de vinte vezes superior por molécula ao do dióxido de carbono e, de seguida, passada uma ou duas décadas, transformar-se em CO por oxidação e continuar a reter calor durante muito tempo*”.

Os modelos climáticos prevêem uma subida da temperatura média anual, para o século XXI, ligeiramente inferior a 5°C. No entanto, caso a Humanidade continue a queimar combustíveis fósseis, nos séculos seguintes essa subida da temperatura ultrapassará os 5°C. Os padrões de pluviosidade a nível mundial sofrerão igualmente alterações profundas, nomeadamente nas regiões subtropicais. Segundo o geólogo sueco Birger Schmitz, não é possível esperar cem ou duzentos anos para comprovar os resultados destes modelos, referindo ainda que “*é isso que torna a história do MTPE tão interessante. Temos na mão o resultado final*”.

Desde a revolução industrial, no século XVIII, já foram libertados, através da queima de combustíveis fósseis, mais de 300 mil milhões de toneladas de carbono, correspondendo esse valor a menos de um décimo do que ainda existe no subsolo ou do que terá sido libertado durante o MTPE.

O ser humano tem, por enquanto, a possibilidade de definir o seu futuro na Terra, tendo o MTPE como exemplo para que possa optar pela escolha acertada a longo-prazo. Dentro de

dezenas de milhões de anos, todas as formas de vida e seus habitats poderão ter sofrido alterações radicais. O que na verdade é realmente preocupante – serem essas alterações positivas ou negativas – dependerá apenas do modo como foi utilizada a energia no dia-a-dia, ao longo de alguns séculos.

“Se prosseguirmos por esta estrada, deixa de existir incerteza. Encaminhamo-nos para o Eocénico. E sabemos como vai ser.”

- Matt Huber, Universidade de Purdue

1.3 CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

A construção é, indubitavelmente, um dos maiores, mais activos e mais insustentáveis sectores da economia mundial. Movimenta uma considerável percentagem de recursos, que são transformados, transportados, aplicados e, no final do seu ciclo de vida, demolidos e reciclados (ou reutilizados ou simplesmente depositados em aterro), causando todo este processo, juntamente com a produção de resíduos, um impacte ambiental extremamente gravoso. Este sector representa, na economia europeia, 7,5% do emprego, um contributo de 10,3% do PIB da União (valor de 2008, que deverá ser mais reduzido neste momento, devido à grave crise mundial que grande parte do mundo enfrenta), 25% de toda a produção industrial europeia, sendo ainda o maior exportador mundial com 52% do mercado (Torgal & Jalali, 2010a). Reforçando ainda a sua posição pela negativa, esta indústria é responsável por 30% das emissões de carbono (Torgal & Jalali, 2010a) e, segundo a Directiva 2010/31/UE (EPBD), o consumo energético dos edifícios constitui 40% do consumo de energia total da União Europeia.

Em Portugal, o sector dos edificios é responsável por cerca de 30% do consumo da energia final, correspondendo 17% aos edificios residenciais (Bragança & Mateus, 2011; Direcção Geral de Energia e Geologia, 2012). Também o consumo de água é preocupante pois, sendo este um recurso com tendência a escassear no mundo (devido a vários factores, tais como o rápido aumento da população mundial ou os longos períodos de seca, cada vez mais frequentes, por exemplo), todas as medidas de precaução que permitam reduzir o seu consumo são bem-vindas (além de permitirem uma redução nos encargos mensais).

De acordo com Kibert (2008, citado em Torgal & Jalali, 2010), no decorrer da procura pela sustentabilidade na construção, surgiu, em 1994, pelo Conselho Internacional da Construção (CIB), o conceito que define construção sustentável como “a criação e manutenção responsáveis de um ambiente construído saudável, baseado na utilização eficiente de recursos e no projecto baseado em princípios ecológicos”. Na Figura 1.5 podem observar-se várias medidas a considerar num projecto que siga os princípios da construção sustentável.



Figura 1.5: Medidas a considerar na construção sustentável (Mateus, 2011)

Apesar do sector da construção abranger muito mais áreas que apenas a dos edifícios (e.g.¹ infra-estruturas, obras hidráulicas), convém realçar que o princípio da construção sustentável aplica-se principalmente a estes. Este facto deve-se fundamentalmente aos elevados consumos energéticos registados ao longo do período de vida dos edifícios, o que não sucede com as restantes obras de Engenharia Civil, onde o impacte ambiental se situa ao nível da escolha dos materiais a utilizar e ainda durante a fase de execução da obra (Torgal & Jalali, 2010a).

No sentido de reduzir o impacte ambiental dos edifícios, surgiram ao longo dos últimos anos várias ferramentas para avaliação da sustentabilidade de edifícios ou empreendimentos, tais como o BREEAM e o LEED (internacionais), ou ainda o SBTool^{PT} (Portugal) e o LiderA (Portugal). Tais sistemas baseiam-se numa ponderação entre diversas categorias e indicadores que, no final, resultarão na classificação da sustentabilidade do edifício. Este assunto será devidamente abordado em capítulo próprio, servindo apenas este parágrafo como enquadramento no tema da construção sustentável.

Mais importante e rigorosa, é a metodologia da Análise do Ciclo de Vida (em diante designada apenas por ACV ou, em inglês, LCA) do Edifício. Quantifica com rigor todos os impactes ambientais do ciclo de vida, desde a extracção dos recursos naturais até à deposição/reciclagem/reutilização dos produtos finais resultantes da demolição. Há diversas ferramentas informáticas que permitem concretizar esta análise do ciclo de vida de uma forma mais célere, tais como o GaBi, o Simapro e o Athena, entre outros. O elevado rigor e exigência deste tipo de análise obriga os utilizadores da mesma a possuir uma elevada especialização e um conhecimento profundo de todo o método e da legislação que o regulamenta. Esta metodologia é o principal foco de estudo deste trabalho, sendo meticulosamente analisada e explicada nos capítulos seguintes.

¹ *exempli gratia* (em português significa *por exemplo*)

1.4 IMPACTES AMBIENTAIS ASSOCIADOS AO CICLO DE VIDA DOS EDIFÍCIOS

Neste capítulo serão abordados alguns dos impactes ambientais mais significativos associados aos edifícios, sendo precisamente esses que tentarão ser minimizados ou mesmo eliminados ao aplicar o princípio da construção sustentável.

Os edifícios têm incorporados em si, ao longo das várias fases do seu ciclo de vida, impactes ambientais, directos ou indirectos, mais ou menos graves. Desde a afectação dos recursos naturais (pelo elevado consumo), até ao transporte em variadas fases deste ciclo de vida, à manufactura dos produtos de construção ou ainda às emissões poluentes durante a sua utilização, são várias as fontes poluidoras em causa.

Considerar-se-á quatro fases bem distintas e de maior importância, identificando os impactes principais em cada uma delas. São elas as seguintes: Projecto, Construção, Utilização e Renovação/Demolição (Degani & Cardoso, 2002; Pinheiro, 2006).

Na fase de **Projecto**, os impactes directos a considerar são insignificantes, pois representam, na sua maioria, os encargos diários dos projectistas. Realmente fulcral nesta fase são as opções tomadas no que diz respeito ao projecto, pois afectarão todo o restante processo até ao final do ciclo de vida do edifício (Pinheiro, 2006). É um aspecto ao qual ainda não é atribuída a sua real importância, o que acaba por tornar tão insustentável o sector da construção. Apesar disso, têm sido desenvolvidos esforços com a finalidade de aumentar o sentido de responsabilidade dos projectistas, obrigando-os a uma reflexão na escolha dos materiais e soluções construtivas, promovendo uma maior interligação entre as diversas especialidades e introduzindo uma avaliação prévia à sustentabilidade do projecto (que permita tirar ilações e, caso seja necessário, reformular algo).

Na fase da **Construção** existem impactes directos e indirectos, de origens diversas como irá ser analisado de seguida. Começando pelos impactes directos, é possível compilar uma

diversidade enorme deles, sendo aqui indicados apenas alguns exemplos, tais como: as alterações provocadas pela intervenção na envolvente (e.g. impermeabilização do solo, afectação dos ecossistemas, alteração da paisagem, incómodo causado às comunidades locais, poluição sonora), a necessidade de utilização de energia e de meios de transporte (que por sua vez consomem combustível e aumentam as emissões atmosféricas), o consumo de água e a produção de efluentes que necessitam de tratamento, entre muitos outros (Pinheiro, 2006; Torgal & Jalali, 2010a). No que diz respeito a impactes indirectos, serão também apresentados apenas alguns exemplos, tais como: a extracção das matérias-primas a serem utilizadas nos materiais de construção escolhidos pelo projectista, a transformação ou produção desses mesmos materiais (incluindo transporte até à fábrica), assim como os resíduos e emissões produzidas. A título de exemplo refere-se a produção de clínquer de cimento que, como é sabido, está associada a elevados níveis de emissões de carbono. Simplificadamente, poder-se-á dizer que para produzir uma tonelada de clínquer de cimento, será emitida para a atmosfera quase uma tonelada de CO₂ (Torgal & Jalali, 2010b). Outra questão de extrema importância é a energia incorporada nos materiais (há várias definições mas, simplificadamente, pode entender-se como a energia consumida durante o ciclo de vida do material) onde se pode destacar o alumínio, o aço ou o zinco como exemplos de alguns dos materiais mais gravosos no que diz respeito a este indicador (Torgal & Jalali, 2010a). A problemática das emissões do CO₂, juntamente com a energia incorporada nos materiais, são dois dos temas em maior discussão no universo da construção sustentável. Apesar de, na realidade, os impactes da extracção de matérias-primas, transporte e transformação serem uma responsabilidade das empresas produtoras, os mesmos foram abordados nesta fase, pois a metodologia de análise do ciclo de vida dos edifícios associa todos estes impactes ao edifício em estudo, como irá ser exposto e aprofundado nos capítulos seguintes (Pinheiro, 2006).

A fase da **Utilização**, que compreende o período de tempo que decorre entre a recepção da obra e o final do seu período de vida, inclui também possíveis obras de manutenção e renovações pontuais (Pinheiro, 2006). Há diversos impactes directos decorrentes do uso diário do edifício, tais como: consumo de água, energia, e materiais e a respectiva produção de resíduos, efluentes e emissões atmosféricas. Desde logo, o consumo de água nos edifícios residenciais portugueses tem seguido uma tendência de crescimento, variando entre os 160 e os 200 litros *per capita*.dia. Além do mais, toda esta água consumida produz efluentes líquidos, que necessitam de tratamento em ETAR, o que só por si também consome e energia e recursos (Pinheiro, 2006).

As emissões atmosféricas interiores e exteriores são um dos maiores focos de preocupações durante esta fase. Destaca-se a questão da Qualidade do Ar Interior, que tem sido alvo de inúmeros estudos, por ser passível de provocar desconforto e mesmo criar ou agravar distúrbios na saúde dos ocupantes do edifício (Pinheiro, 2006; S. M. da Silva, 2011).

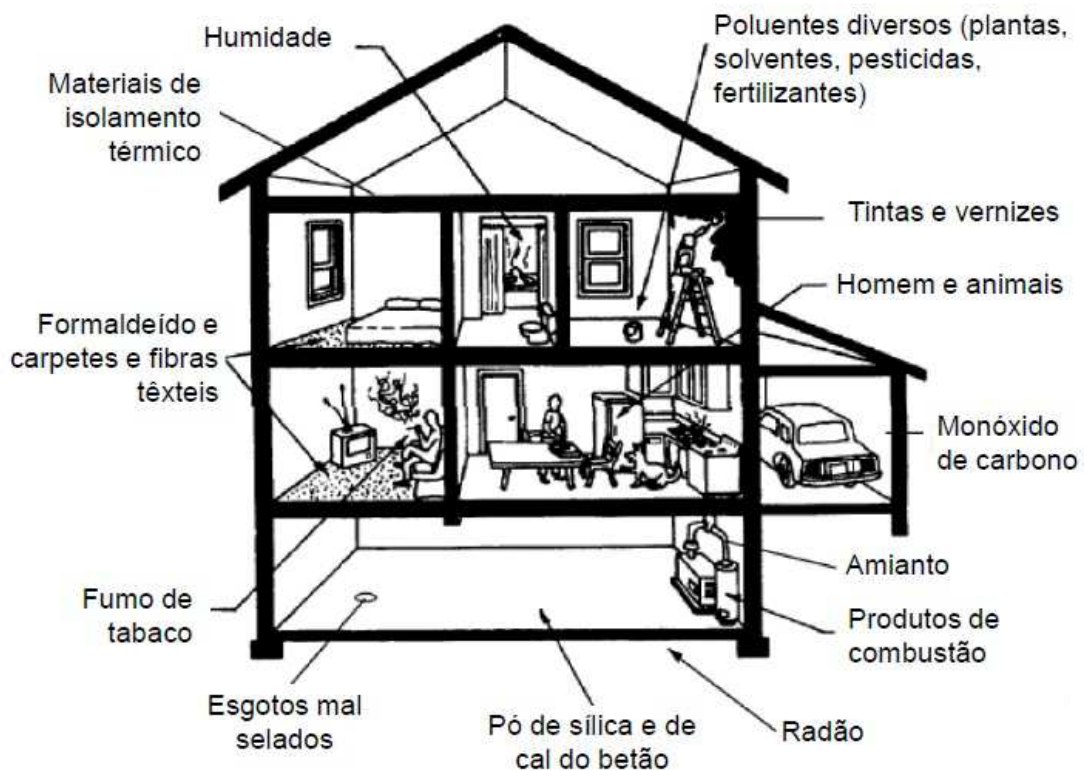


Figura 1.6: Fontes de problemas de Qualidade do Ar Interior (S. M. da Silva, 2011)

As tintas de decoração de interiores são um dos maiores poluidores do ambiente interior devido à libertação de componentes orgânicos voláteis (COV) para o ar, apesar de hoje já se produzirem tintas com baixas emissões de COV, relativamente ao que acontecia há uns anos atrás. No capítulo 6.2 vai ser analisado o ciclo de vida de uma tinta mate de base aquosa, podendo ser observados com rigor todos os impactes produzidos.

Quanto a impactes indirectos, pode referir-se o aumento da necessidade de transportes, que poderá afectar o tráfego local, a pressão sobre os serviços urbanos existentes, a possível criação de emprego, entre outros.

A fase de **Renovação/Demolição** contempla uma possível renovação de grandes dimensões no edifício, que o capacite para mais umas décadas de utilização, mas também representa o possível desmantelamento ou demolição do edifício, concluindo assim o seu período de actividade. Neste momento, em Portugal, nota-se uma aposta crescente na renovação/reconstrução/reabilitação, devido à grande saturação que atingiu o mercado das novas habitações. No ano de 2010, apesar da (ainda) grande predominância de construções novas (76,9% do total de construções), registaram-se já 23,1% de obras concluídas relativas a reabilitações, face a 21,8% em 2009 (INE, 2011).

Esta fase compreende, na sua maioria, trabalhos de construção civil, apresentando assim impactes ambientais bastantes idênticos aos da fase de Construção. Pode referir-se o consumo de materiais (de forma mais reduzida que na Construção) e de energia, as emissões atmosféricas, o ruído produzido e, assumindo especial destaque nesta fase, temos a produção de resíduos da construção e demolição (RCD). Estes impactes estão dependentes da forma como a demolição é realizada (e.g. demolição selectiva, implosão) e do destino a dar aos resíduos, já que podem ser reutilizados, reciclados ou depositados em aterros (há legislação nacional para regular os RCD). Todas estas opções afectam a quantificação dos impactes produzidos nesta fase (Pinheiro, 2006; Torgal & Jalali, 2010a).

CAPÍTULO 2 – ENQUADRAMENTO NA LEGISLAÇÃO EUROPEIA E NACIONAL

“Os edifícios representam 40% do consumo de energia total da União.”

- Directiva 2010/31/UE

Tendo em conta esta premissa, a Comissão Europeia, nos últimos anos, tem vindo a desenvolver esforços no sentido de combater esta dependência energética e de reduzir as emissões de gases com efeito de estufa (GEE). Em Maio de 2010, após aprovarem a proposta da Comissão Europeia (de Novembro de 2008), o Parlamento Europeu e o Conselho da União Europeia publicaram a reformulação da Directiva EPBD de 2002 (ecee, 2011a). Este documento veio dar um novo ímpeto às intenções da Comissão Europeia, criando maiores imposições aos desempenhos energéticos dos edifícios novos, mas também dos já existentes. Introduziu, pela primeira vez, o conceito de *“Edifícios com necessidades quase nulas de energia”*, que será abordado mais à frente, no capítulo 2.2.

Além desta Directiva, foram também publicados vários outros documentos com estratégias europeias para um futuro próximo, tal como a *“Energia 2020”*, de onde se destacam algumas prioridades: a criação de uma Europa energeticamente eficiente no seu todo, a construção de um mercado de energia integrado e transversal a todos os países europeus, a necessidade de actuar em duas áreas com um potencial enorme de poupança energética, os transportes e os edifícios, a importância de disponibilizar serviços e produtos energéticos a preços comportáveis, respeitando os objectivos dos domínios sociais e climáticos, entre outras (Comissão Europeia, 2010; Holl, 2011). O *“Plano de Eficiência Energética de 2011”* procura também explorar o potencial de poupança energética nos edifícios, nos transportes, nos produtos e nos processos, na tentativa de melhorar a competitividade

industrial da Europa, gerar postos de trabalho e reduzir as emissões de GEE. Ao nível dos edifícios, procura criar instrumentos que acelerem a renovação de edifícios privados e públicos (propondo a criação de um objectivo vinculativo para a taxa de renovação destes), melhorando o seu desempenho energético e promove ainda a adopção de políticas de despesa pública energeticamente eficientes (Comissão Europeia, 2011a).

Este Plano conduziu à redacção da nova Directiva sobre Eficiência Energética, recentemente (Setembro de 2012) aprovada pelo Parlamento Europeu, que dará um carácter vinculativo a todas as medidas estratégicas nela definidas, sendo a sua transposição para as leis nacionais realizada ao longo do próximo ano e meio (Parlamento Europeu, 2012).

Além destes documentos já referidos, convém ainda destacar mais um, de grande importância para o cumprimento das metas assumidas no Protocolo de Quioto, o *“Roteiro de transição para uma economia hipocarbónica competitiva em 2050”*. Uma das grandes metas a atingir, segundo este Roteiro, é evitar que as alterações climáticas provoquem uma subida da temperatura superior a 2 °C, sendo para tal necessário, de acordo com os cenários modelados, promover uma redução das emissões de GEE em cerca de 80-95% até 2050, relativamente ao ano de referência de 1990 (Comissão Europeia, 2011b; Holl, 2011). Tal pretensão é apresentada na Figura 1.7, havendo a distinção da evolução necessária nos vários sectores de actividade. O modelo desenvolvido permite também concluir que, no sector do imobiliário, é possível atingir reduções das emissões na ordem dos 90%, reforçando ainda a importância do grande desafio da renovação dos edifícios existentes, como vertente fundamental para atingir tais valores. A inovação tecnológica é vista como um ponto-chave do processo. A electricidade é tida como um elemento central da economia hipocarbónica, podendo vir a substituir parcialmente os combustíveis fósseis nos transportes e no aquecimento (Comissão Europeia, 2011b).

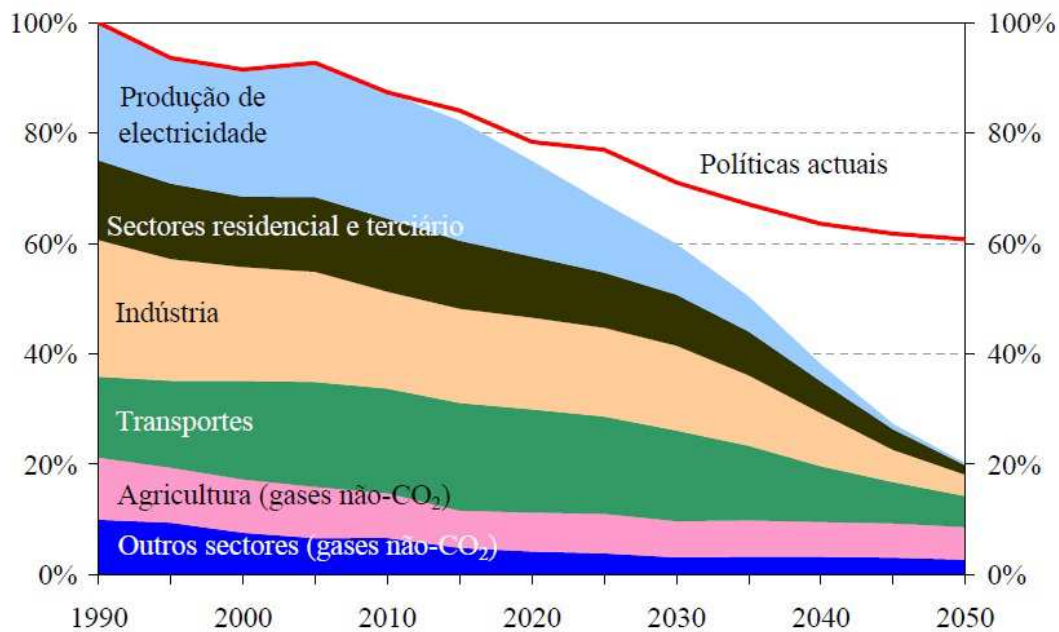


Figura 2.1: Redução desejada de 80% das emissões de GEE na União Europeia (Comissão Europeia, 2011b)

Por último, antes de passar à análise detalhada da Directiva 2010/31/UE (EPBD), convém referir a importância da introdução de alguns conceitos associados à construção sustentável, tais como “*ciclo de vida*” ou “*declaração ambiental do produto*”, no Regulamento (UE) N.º 305/2011, relativo aos produtos de construção. Pode ler-se, por exemplo, no ponto (15) das considerações iniciais que “*Ao avaliar o desempenho de um produto de construção, deverão ser tidos em conta igualmente os aspectos de saúde e de segurança relacionados com a utilização do produto durante todo o seu ciclo de vida*”, no ponto (55) que “*O requisito básico das obras de construção relativo à utilização sustentável dos recursos naturais deverá ter em conta, nomeadamente, a possibilidade de reciclagem das obras de construção, dos seus materiais e das suas partes após a demolição, a durabilidade das obras de construção e a utilização nas obras de matérias-primas e materiais secundários compatíveis com o ambiente*” ou ainda no ponto (56) que “*Para a avaliação da utilização sustentável dos recursos e do impacto das obras de construção no ambiente, deverão ser utilizadas declarações ambientais de produtos, quando disponíveis*”.

Para apoiar e reforçar todas estas pretensões, é ainda possível encontrar, no *Anexo I* do mesmo Regulamento, que define os “*Requisitos básicos das obras de construção*”, um ponto com exigências ao nível da “*Higiene, saúde e ambiente*” e outro acerca da “*Utilização sustentável dos recursos naturais*”. Esta breve análise pretende tornar totalmente perceptível a tendência crescente com as preocupações ambientais e com o desenvolvimento sustentável.

2.1 EPBD (DIRECTIVA 2010/31/UE) – OBJECTIVOS E METAS A ATINGIR

Como já foi referido, a reformulação da EPBD foi publicada em 2010, respondendo assim à necessidade de actualização e de introdução de alterações substanciais na Directiva de 2002. Os principais objectivos desta reformulação são o combate às alterações climáticas, cumprindo o acordo assumido no Protocolo de Quioto, a melhoria da eficiência energética no sector dos edifícios (pois estes representam uma percentagem muito significativa no consumo de energia da União), a promoção da utilização de energias renováveis e o seu reforço no cabaz (mix) energético europeu. Excepto algumas novas disposições que foram adicionadas, a grande parte destes objectivos transpõe já da antiga Directiva de 2002, sendo agora clarificados e reforçados (maior incidência na importância de certificados e inspecções), para que possam cumprir as maiores exigências que a União Europeia enfrenta neste momento (ADENE, 2012; Holl, 2011).

Apresentados os objectivos, irão agora ser analisadas as metas concretas a atingir. A primeira a ser referida está associada aos compromissos assumidos pela União Europeia no âmbito do Protocolo de Quioto. É imperativo evitar uma subida da temperatura global superior a 2 °C, fixando-se, para isso, o compromisso de reduzir no mínimo em 20% as

emissões de gases com efeito de estufa até 2020, tendo como referência os níveis de 1990. Caso seja alcançado um acordo internacional acerca das alterações climáticas, esta meta de redução passará a ser, no mínimo, de 30%.

Outro factor importante é a necessidade de melhorar a eficiência energética, promovendo uma redução de 20% do consumo de energia até 2020. Este objectivo deverá ter efeito vinculativo a partir do momento em que for publicada a nova Directiva sobre Eficiência Energética, que abordará este tema.

A utilização de energia proveniente de fontes renováveis é outro foco de poupança a ser explorado pela Directiva, que refere como obrigatório o objectivo de atingir uma quota de 20% de energia com essa proveniência até 2020 (meta já imposta na Directiva 2009/28/CE, relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis), reforçando assim a sua influência no cabaz energético europeu, o que contribui para a redução da dependência energética da União e da emissão de GEE, tal como já foi referido anteriormente.

No Artigo 4.º é solicitado o “*Estabelecimento de requisitos mínimos de desempenho energético*”, ficando essa responsabilidade a cargo dos Estados-Membros, que deverão assegurar que esses mesmos requisitos permitam alcançar níveis óptimos de rentabilidade.

Uma novidade desta Directiva diz respeito ao Artigo 5.º, onde é referido o “*Cálculo dos níveis óptimos de rentabilidade dos requisitos mínimos de desempenho energético*”, assunto esse que será detalhadamente abordado no capítulo 2.3.

Outra das maiores novidades que surgiram nesta Directiva diz respeito à introdução de um Artigo (Artigo 9.º) referente aos “*Edifícios com necessidades quase nulas de energia*” (designados pela sigla NZEB no seio da comunidade científica). Este Artigo e as suas implicações práticas serão debatidos no capítulo seguinte.

Esta Directiva aborda e regula vários outros assuntos que não serão aqui abordados, tais como: maiores exigências ao nível dos certificados de desempenho energético (e.g. quem os realiza, regras para a sua emissão e afixação), requisitos dos sistemas técnicos dos edifícios (e.g. desempenho energético exigido, realização de inspecções periódicas a sistemas e equipamentos), estudos e requisitos necessários aos novos edifícios, entre outros (ADENE, 2012; Holl, 2011).

2.2 O ARTIGO 9.º E A INTRODUÇÃO DO CONCEITO NZEB

O Artigo 9.º da EPBD introduz pela primeira vez em documentos europeus deste tipo o conceito de “*Edifícios com necessidades quase nulas de energia*”, também designados pela sigla NZEB² (*nearly zero-energy buildings*). Impõe aos Estados-Membros a obrigação de garantir que:

- Até “*31 de Dezembro de 2020, todos os edifícios novos sejam edifícios com necessidades quase nulas de energia*”;
- “*Após 31 de Dezembro de 2018, os edifícios novos ocupados e detidos por autoridades públicas sejam edifícios com necessidades quase nulas de energia*”.

Apesar de não ser traçada nenhuma meta para a renovação de edifícios, cada Estado-Membro deverá também elaborar o seu plano nacional que vise aumentar o número de edifícios com este nível de eficiência energética dos NZEB.

Segundo a Directiva, o NZEB é definido como “*um edifício com um desempenho energético muito elevado, determinado nos termos do anexo I. As necessidades de energia*

² A sigla NZEB é adoptada, neste caso, para o conceito de “*nearly zero-energy buildings*”. No entanto, em muitos casos, esta sigla poderá também representar um conceito mais exigente de “*net zero-energy buildings*” (em português, edifícios com necessidades nulas de energia). É importante fazer esta ressalva pois, apesar de parecidos, estes conceitos envolvem exigências diferentes.

quase nulas ou muito pequenas deverão ser cobertas em grande medida por energia proveniente de fontes renováveis, incluindo energia proveniente de fontes renováveis produzida no local ou nas proximidades”. Esta definição e os princípios que a englobam constituem o principal núcleo de discussões à volta deste tema, já que a Directiva não apresenta uma definição clara e quantitativa de NZEB, mas antes uma definição qualitativa. Há três questões fundamentais que necessitam de ser esclarecidas para que este conceito fique totalmente claro (Maldonado, 2012; eceee, 2011a):

- Quão próximo de zero estão as “*necessidades quase nulas de energia*”?
- Quão próximo é “*nas proximidades*”, no que diz respeito à produção de energia proveniente de fontes renováveis?
- Quais os consumos de energia que devem ser contabilizados para efeito de quantificação do consumo de energia total anual do edifício?

Estas três variáveis terão que ser analisadas por cada Estado-Membro de acordo com as suas próprias exigências, através de estudos que permitam criar planos nacionais que indiquem com clareza os objectivos a atingir por um NZEB, reflectindo as condições de cada país, a nível nacional, regional e local, que incluam um valor limite (expresso em kWh/m².ano) para a utilização de energia primária e que definam objectivos intermédios, para 2015, relativos à melhoria da performance energética dos edifícios (BPIE, 2011; Maldonado, 2012). Neste momento, o grande problema dos Estados-Membros está relacionado com a necessidade de tomar decisões relativamente a estas três variáveis, assim como outras questões do foro desta Directiva, que permitam enviar à Comissão Europeia, até Setembro de 2012, as propostas para os planos nacionais. Esta data foi escolhida pelo facto de estar prevista para Dezembro de 2012 a emissão de um relatório por parte da Comissão Europeia, onde será descrita toda a evolução registada em cada Estado-Membro tendo em vista a promoção do aumento de edifícios com necessidades

quase nulas de energia. Posteriormente, a cada três anos, será elaborado um novo relatório com os progressos obtidos ao longo de toda a União (Maldonado, 2012).

Abordando agora outra questão levantada pelo BPIE (2011), que se relaciona com os NZEB e com o tema principal desta Dissertação, coloca-se aqui a seguinte pergunta: deverá a definição de edifícios com necessidades quase nulas de energia, e seus respectivos valores de referência, incluir ou excluir a fase de produção e deposição final/reciclagem/reutilização dos elementos, componentes e sistemas que constituem os edifícios? De que forma essa inclusão poderia ser conseguida?

Segundo a mesma publicação do BPIE (2011), para que tal fosse possível, seria necessário recorrer à análise do ciclo de vida (LCA), o que está fora do âmbito da actual EPBD, não significando que não venha a ser considerado numa futura revisão. São também apresentadas algumas considerações interessantes, que sustentam a futura revisão, nomeadamente:

- Quanto maior eficiência energética for obtida (e conseqüente redução dos consumos) na fase de utilização do edifício, maior importância vão ganhar as fases de construção e de deposição final de resíduos, surgindo como os focos seguintes a estudar e melhorar;
- Devido às várias inconsistências e factores variáveis que ainda afectam os resultados de uma LCA de um edifício, não é, no imediato, aconselhável que essa análise seja incluída na definição dos valores de referência a cumprir pelos NZEB. No entanto, é aceitável que a LCA já possa ser considerada no cálculo da performance energética do edifício, visto que esse resultado será mais aproximado da realidade;

- Uma forma de realçar a importância do consumo energético em cada fase do ciclo de vida seria acrescentar ao indicador da performance energética do edifício actualmente utilizado (que contempla apenas a fase de utilização) uma informação extra com a estimativa do consumo energético nas fases de produção, construção e deposição final/reciclagem/reutilização.

Outro facto da maior relevância apresentado pelo BPIE (2011) diz respeito ao cumprimento da meta de redução do CO₂ até 2050. É referido que, caso a União Europeia pretenda cumprir esta meta, é imperativo que os requisitos NZEB para os novos edifícios incluam também o conceito de “*emissões quase nulas de carbono*”, o que representaria, aproximadamente, valores abaixo de 3 kgCO₂/m².ano.

2.3 A INTRODUÇÃO DO CONCEITO DA RENTABILIDADE ECONÓMICA

A Directiva EPBD introduziu, pela primeira vez, o conceito de rentabilidade económica associado aos requisitos mínimos de desempenho energético dos edifícios e seus componentes. De acordo com o Artigo 5.º, até ao final de Junho de 2011 a Comissão Europeia estabeleceria uma metodologia comparativa para o cálculo desses níveis óptimos de rentabilidade. Surgiu então, em Janeiro de 2012, o Regulamento Delegado (UE) N.º 244/2012, que estabelece “*um quadro metodológico comparativo para o cálculo dos níveis óptimos de rentabilidade dos requisitos mínimos de desempenho energético dos edifícios e componentes de edifícios*”. Irá permitir que, de acordo com as regras especificadas, seja efectuada a comparação entre medidas de eficiência energética e entre vários conjuntos alternativos de medidas que recorram a fontes de energia renováveis, com base no desempenho energético primário e no custo associado à sua aplicação.

De acordo com a Directiva EPBD, o nível óptimo de rentabilidade é entendido como “o desempenho energético que leva ao custo mais baixo durante o ciclo de vida económico estimado”.

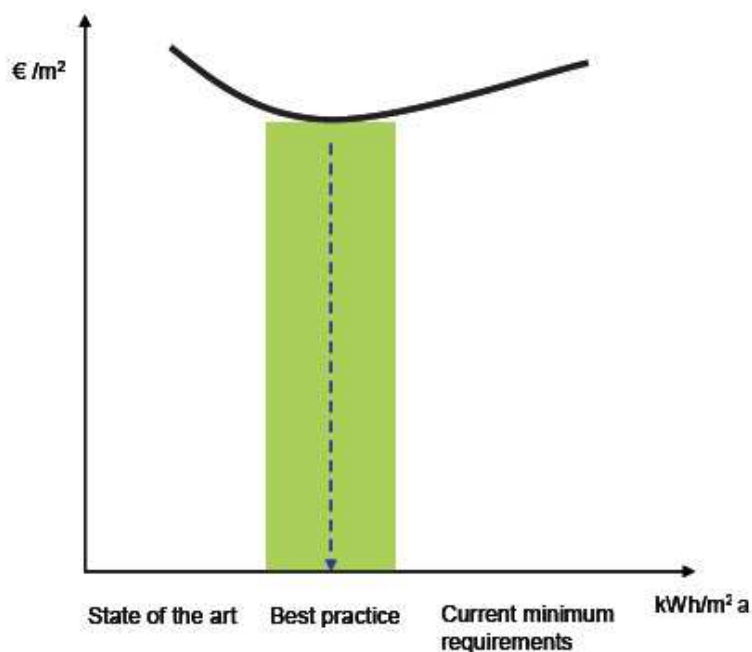


Figura 2.2: Desempenho energético e rentabilidade económica (ecee, 2011b)

Como se pode observar na Figura 1.8, a curva dos custos apresenta duas zonas de elevados custos: uma na fase descendente, que corresponde a baixos custos de consumo, mas a elevados custos iniciais com o edifício e componentes que permitem obter tal eficiência energética, e outra na fase ascendente, que representa elevados custos de consumo, mas baixos custos iniciais com o edifício e componentes. O que se pretende com este Regulamento, é estabelecer requisitos mínimos de desempenho energético para os edifícios e os seus componentes, tendo por objectivo alcançar níveis óptimos de rentabilidade, ou seja, que sejam adoptadas soluções equilibradas tanto a nível energético como económico. Essa zona de optimização económica/energética, na qual a análise custo-benefício ao longo do ciclo de vida é positiva, está representada por uma faixa verde no gráfico.

O ponto (2) das considerações iniciais do Regulamento (em alusão à Directiva EPBD) refere ainda que “*os requisitos mínimos de desempenho energético nacionais não devem ser inferiores em mais de 15% ao resultado dos cálculos dos níveis óptimos de rentabilidade*”.

2.4 PORTUGAL – A TRANSPOSIÇÃO PARA O PNAEE E O PNAER

Portugal, como Estado-Membro da União Europeia, tem a responsabilidade de criar legislação nacional que transponha para a realidade portuguesa as disposições europeias. No caso da Directiva EPBD e da nova Directiva para a Eficiência Energética, essa transposição será realizada através da revisão ao Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE) e ao Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis (PNAER).

A nova Directiva para a Eficiência Energética apresenta novos desafios para 2020, destacando-se três, a título de exemplo (DGEG & Ministério da Economia e do Emprego, 2012; Parlamento Europeu, 2012):

- A partir de Janeiro de 2014, os edifícios públicos com aquecimento e/ou sistema de refrigeração deverão ser alvo de renovações, a uma taxa anual de 3% (da superfície total), de forma a cumprirem, pelo menos, os requisitos mínimos de desempenho energético (definidos de acordo com a EPBD);
- Cada Estado-Membro deverá impor “*às companhias energéticas existentes no seu território uma percentagem de poupança energética acumulada mínima para 2020. A poupança não poderá ser inferior a 1,5% das vendas anuais de energia a clientes finais entre 2014 e 2020*”;
- As grandes empresas serão sujeitas a auditorias energéticas de quatro em quatro anos. Esta medida não abrangerá as pequenas e médias empresas.

Em teoria, a revisão do PNAEE e do PNAER deveria consistir na análise do ponto de situação das medidas já implementadas, realçando a relação custo-benefício, seguindo-se a revisão (ou definição de novas) das prioridades, para os novos Planos de Acção, a definição de novas medidas e metas que permitissem cumprir os objectivos europeus e o ajuste das anteriores medidas, caso fosse necessário.

Na prática, a revisão destes dois Planos de Acção resultou no seguinte conjunto de acções a desenvolver (as primeiras prioritárias e as segundas condicionais), apresentado nos Quadros 2.1 e 2.2.

PRIORITÁRIAS
Acções a implementar a curto/médio prazo

- Suspender todos os novos licenciamentos da PRE até nova revisão das metas em 2014/15;
- Actuar junto dos promotores para garantir instalação prevista no PNBEPP e PRE;
- Desenvolver e operacionalizar as medidas revistas para PNAEE e PNAER;
- Reforçar medidas de Eficiência Energética no sector público;
- Desenvolver as variáveis macro necessárias com as entidades competentes para uma monitorização eficaz do PNAEE (*top-down*);
- Promover a disponibilidade de biocombustíveis sustentáveis ao menor custo possível e com maior valor acrescentado nacional;
- Garantir níveis de penetração do veículo eléctrico através de programas e baixo investimento público;
- Identificação das tecnologias a incentivar em função do seu grau de maturidade tecnológica, custo e benefício para o SEP.

Quadro 2.1: Medidas prioritárias resultantes da revisão do PNAEE e do PNAER (adaptado de DGEG & Ministério da Economia e do Emprego, 2012)

CONDICIONAIS

Acções a
implementar a
longo prazo

- Rever e concretizar medidas de backup para o PNAEE, para o caso de não se verificar a totalidade dos impactos estimados das medidas de investimento reduzido;
- Operacionalizar o Fundo de Eficiência Energética (FEE) para accionar medidas de Eficiência Energética com custos associados;
- Promover pellets e bombas de calor e reforçar exigência no regime de manutenções obrigatório em sistemas de A&A de consumo intensivo;
- Definir requisitos mínimos mais exigentes nos equipamentos eléctricos e uma tributação mais elevada de equipamentos ineficientes;
- Estudar potenciais atribuições de potência PRE (2015-2020) em caso de alteração dos cenários macroeconómicos;
- Promover estudos de potencial de novas formas de energia renovável (e.g., Biometano, Geotermia e Hidrogénio).

Quadro 2.2: Medidas condicionais resultantes da revisão do PNAEE e do PNAER (adaptado de DGEG & Ministério da Economia e do Emprego, 2012)

O que na realidade se conclui é que os planos nacionais ficam bastante aquém das expectativas, apresentando-se pouco ambiciosos e com falta de objectividade (inclusivamente mais vastos que os apresentados na EPBD), evitando a definição de metas perfeitamente claras, que conduzam à melhoria pretendida a nível europeu.

Convém referir que este conjunto de medidas não constituem o documento final, já que diz respeito à proposta que foi publicada e sujeita a consulta pública, à qual várias entidades e associações de diversos sectores responderam, demonstrando muitas vezes a sua discordância para com o pacote de medidas apresentado (Ascenso & Simões, 2012).

CAPÍTULO 3 - DECLARAÇÃO AMBIENTAL DE PRODUTO - O QUE É E QUAL A SUA IMPORTÂNCIA PARA A LCA DE EDIFÍCIOS

De acordo com a NP EN ISO 14020:2005 (Rótulos e declarações ambientais. Princípios gerais), existem três tipos de Rótulos/Declarações ambientais, cujas características principais podem ser analisadas no Quadro 3.1 (Almeida, 2012; Bonet, 2011).

	Tipo I / ISO 14024	Tipo II / ISO 14021	Tipo III / ISO 14025
Denominação	Rótulos Ambientais	Auto-declarações	Declarações Ambientais de Produto (DAP)
Objectivo	Uma entidade externa estabelece critérios e, de seguida, verifica se foram atingidos os requisitos mínimos	O fabricante fornece uma informação sobre um aspecto ambiental do produto	Informação ambiental do produto quantificada através da LCA
Âmbito	Um único aspecto	Um único aspecto	Ciclo de vida completo
Requisitos mínimos?	Sim	Não	Não
Metodologia LCA?	Não	Não	Sim
Entidade externa	Certificação	-	Verificação e validação
Vantagens	Fácil para o usuário; Adaptada a acções comerciais; Credível	-	Qualquer produto pode ser alvo deste tipo de análise; Informação altamente detalhada e credível
Desvantagens	Os critérios podem ser pouco transparentes; Exclui grande parte dos impactes ambientais	Pouca credibilidade; Informação de baixo nível	De difícil interpretação e comunicação

Quadro 3.1: Tipos de Rótulos/Declarações ambientais (adaptado de Bonet, 2011)

As Declarações Ambientais de Produto (DAP), também conhecidas por EPD (*Environmental Product Declaration*), são documentos técnicos voluntários, verificáveis, objectivos e precisos, emitidos pelas empresas produtoras com o propósito de apresentar, de forma quantificável, o desempenho ambiental de um produto, ao longo do seu ciclo de vida. A utilização da metodologia LCA é fundamental no desenvolvimento destas declarações, que permitem aos fabricantes ter a percepção dos aspectos mais negativos ao longo do ciclo de vida do produto, podendo assim intervir de forma a mitigar estes impactes mais nefastos (Almeida, 2012; Almeida, Dias, Dias, & Arroja, 2011; Bonet, 2011; Bragança & Mateus, 2011; Dias, 2011).

A DAP fornece informação do desempenho ambiental durante os vários estágios do ciclo de vida do produto. Há, no entanto, DAP com informação bastante variada e distinta, de acordo com os estágios incluídos na análise. A opção mais vulgar compreende a análise “*cradle-to-gate*”, ou seja, desde a extracção da matéria-prima até ao produto pronto à porta da fábrica (englobando todas as fases que antecedem o transporte para os consumidores). No entanto, surgem várias DAP no mercado com informações adicionais, algumas acrescentando o estágio de fim de vida ao “*cradle-to-gate*”, outras apresentando mesmo uma análise “*cradle-to-grave*” (desde a extracção da matéria-prima até ao fim de vida do produto). Tudo depende da exigência pretendida e da maior ou menor proximidade à realidade dos impactes produzidos.

A informação acerca do desempenho ambiental do produto é, usualmente, organizada em categorias de impacte ambiental pré-definidas, tais como (Bragança & Mateus, 2011):

- Recursos renováveis (considerando ou não a componente energética incorporada);
- Recursos não renováveis (considerando ou não a componente energética incorporada);

- Aquecimento global (em kg equivalentes de CO₂);
- Destruição da camada de ozono (em kg equivalentes de CFC-11);
- Eutrofização (em kg equivalentes de PO₄);
- Entre vários outros...

O modo como a DAP é desenvolvida e as características de desempenho ambiental são apresentadas, é baseado em regras previamente estabelecidas, denominadas de RCP ou PCR (Regras para Categoria de Produtos e *Product Category Rules*, respectivamente).

As RCP definem com grande detalhe os parâmetros de recolha de dados (como os obter e como os apresentar), segundo os quais deve ser efectuada a análise de ciclo de vida do produto. Identificam também os métodos LCA a utilizar, incluindo as regras para cálculo do inventário do ciclo de vida (LCI) e avaliação dos impactes (LCIA), indicam a lista de categorias de impacte ambiental a ser reportada, definem regras para a criação de cenários e ainda as condições segundo as quais os produtos poderão ser comparados (de acordo com a informação fornecida na DAP) (Almeida, 2012; Dias, 2011).

Para esta última referência acerca da comparação entre produtos, é importante introduzir o conceito de “*unidade funcional*” (este conceito irá ser novamente utilizado e explicado aquando da abordagem detalhada à metodologia LCA), que se entende como o “*desempenho quantificado de um sistema de produto para utilização como unidade de referência*” (Almeida et al., 2011). Quando os produtos possuem funções e aplicações semelhantes, dever-se-á harmonizar as RCP de forma a abrangerem um grupo de produtos aos quais seja aplicável a mesma unidade funcional (Almeida et al., 2011).

Em termos gerais, as DAP permitem que os seus utilizadores usufruam das seguintes vantagens (Almeida, 2012; Bragança & Mateus, 2011):

- Fornecem informações detalhadas acerca do desempenho ambiental de um produto, permitindo uma escolha mais rigorosa dos produtos;
- Poderão ser um suporte aos projectistas aquando das escolhas de materiais e soluções construtivas a adoptar, permitindo-lhes optar pelas opções de menor impacte para o ambiente;
- São um enorme contributo para a avaliação da sustentabilidade dos edifícios e outras obras, fornecendo uma extensa base de dados de materiais (quando a criação de DAP se generalizar no seio das empresas) que facilita imenso a utilização da metodologia da LCA, ou mesmo outros métodos menos detalhados para fases iniciais dos projectos;
- Permite às empresas terem a percepção dos aspectos que, ao longo do ciclo de vida do produto, conduzem a maiores impactes ambientais, sendo esses os alvos de melhoria de futuras acções a implementar;
- Funcionam, em termos comerciais, como um factor de diferenciação relativamente a outras empresas que não publiquem os desempenhos ambientais dos seus produtos.

No Quadro 3.2 é possível observar algumas bases de dados de DAP já existentes. Destaca-se, em Portugal, o desenvolvimento do sistema nacional de registo de declarações ambientais de produto DAPhabitat (sistema voluntário), que permitirá a disponibilização de DAP devidamente validadas numa base de dados de acesso público (Dias, 2011).

País	Designação	Entidade Coordenadora	Endereço
França	INIES	CSTB	http://www.inies.fr/
Alemanha, Áustria e Suíça	IBU	IBU - <i>Institut für Bautechnik Umwelt</i>	http://bau-umwelt.de/
Consórcio internacional: coordenado pela Suécia	EPD <i>The Green Yardstick</i>	SEMC - <i>Swedish Environment Management Council</i>	http://www.environdec.com/
Reino Unido	BRE <i>environmental profiles</i>	BREEAM (BRE <i>Environmental Assessment Method</i>)	http://www.bre.co.uk/
Espanha	DAPc	CAATEEB - <i>Collegi d'aparelladors, arquitectes tècnics i Enginyers d'Edificaió de Barcelona</i>	http://www.csostenible.net/index.php/ca/sistema_dapc
Portugal	DAPHabitat	centroHabitat	http://www.daphabitat.pt/ (ainda em construção)

Quadro 3.2: Sistemas de registo de DAP (Adaptado de Almeida et al., 2011)

CAPÍTULO 4 – SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS

Desde a década de 90 até aos dias de hoje, devido à crescente importância do conceito de construção sustentável, têm surgido, um pouco por todo o mundo, sistemas que visam caracterizar o edifício em termos da sua sustentabilidade. Portugal não foi exceção, e também por cá surgiram estes sistemas, sendo alguns adaptações de outros sistemas internacionais e outros desenvolvidos de raiz (embora também baseados no conceitos fundamentais de sistemas internacionais já em uso). Como é sabido, a sustentabilidade apoia-se em três pilares fundamentais: o ambiental, o económico e o social. Devido à gravidade crescente dos problemas ambientais, algumas destas ferramentas tendem a atribuir uma maior importância a este factor, descurando um pouco os outros dois. Qualquer sistema de certificação deverá considerar a ideia de que todos os aspectos da sustentabilidade estão interrelacionados, de que o edifício interage com a sua envolvente e de que qualquer construção nova deverá contribuir positivamente para a melhoria de toda a zona onde se insere. Vários objectivos são comuns a estes sistemas, tais como: a optimização do local de implantação do edifício, a minimização do consumo energético, a utilização de materiais eco-eficientes, a contribuição para a preservação da identidade cultural regional, a garantia de conforto e segurança dos utilizadores, a minimização dos custos do ciclo de vida, entre outros. (Bragança & Mateus, 2011).

Ainda segundo Bragança e Mateus (2011), *“as ligações entre o ciclo de vida dos edifícios e as três dimensões do desenvolvimento sustentável são inúmeras. O estudo integrado de todos esses critérios de avaliação, alguns quantitativos e outros puramente qualitativos, torna-se muito difícil se não for realizado através de um processo metódico”*.

Uma questão importante que envolve estas ferramentas de certificação é a dúvida acerca do grau de complexidade que um sistema deste tipo deverá ter, tendo em mente a fase do processo construtivo em que será utilizado. Caso seja utilizada na fase inicial da concepção, onde é feita a escolha de materiais a utilizar e é idealizado o conceito volumétrico do edifício, a informação solicitada não poderá ser demasiado complexa, devendo apenas servir de apoio à decisão pois, caso contrário, terá grandes dificuldades de aceitação entre os projectistas. Numa fase seguinte já poderá ser considerada uma análise de ciclo de vida do edifício, que envolve uma exigência bastante superior, mas que apresenta resultados extremamente precisos acerca dos reais impactes produzidos pelo edifício. Em resumo, o que se pretende sugerir neste parágrafo é a utilização de uma ferramenta que permita ao projectista fazer uma análise com um grau de dificuldade gradualmente superior, começando por um simples apoio à decisão e terminando numa análise detalhada do ciclo de vida do edifício, emitindo a certificação de sustentabilidade correspondente.

Em Portugal, coloca-se uma questão de grande relevo: para quando a adopção de um carácter cooperativo entre todos os intervenientes e promotores do conceito de construção sustentável? A usual mentalidade individualista na procura de ferramentas inovadoras, como é o caso, conduzida pelas pretensões de sucesso económico de cada interveniente, ao invés da necessária e muitíssimo mais produtiva convergência dos vários intervenientes no desenvolvimento de uma única ferramenta que retratasse da melhor maneira possível a realidade portuguesa, tem impedido que se atinja patamares de consistência mais elevados para este tipo de certificação. Como tal, é possível constatar a existência de diversas ferramentas, cada uma com as suas valências distintas, quando, na realidade, para um país pequeno como Portugal, não se justifica minimamente este vasto leque de instrumentos de avaliação. Este facto apenas se pode justificar pela mentalidade pouco cooperativa das

várias entidades que contribuem para o desenvolvimento e inovação da construção sustentável em Portugal.

Neste capítulo serão abordados quatro sistemas de certificação da sustentabilidade de edifícios, dois deles portugueses (SBTOOL e LIDERA), e outros dois estrangeiros (LEED e BREEAM).

4.1 SISTEMA SBTOOL^{PT}

O SBTool^{PT}-H é um sistema voluntário de avaliação e certificação da sustentabilidade de edifícios novos e renovados (situados principalmente em zonas urbanas), que apoia os decisores nas fases preliminares do projecto, dando-lhes a possibilidade de introduzir medidas que permitam obter melhores desempenhos. É uma adaptação à realidade portuguesa do SBTool (*Sustainable Building Tool*), desenvolvida pela iiSBE Portugal, que representa no nosso país a Iniciativa Internacional para a Sustentabilidade do Ambiente Construído (iiSBE) (Mateus & Bragança, 2009).

Este sistema baseia-se num Guia de Avaliação que contempla um conjunto de 24 indicadores e 25 parâmetros, distribuídos ao longo de 9 categorias, que traduzem o desempenho do projecto em relação a vários factores-chave da construção sustentável e da própria sustentabilidade. Estas listas de indicadores variam imenso de país para país, principalmente devido às diferenças sociais, culturais, económicas, tecnológicas, ambientais e ainda ao facto de não haver um consenso em relação ao conceito de construção sustentável (Bragança & Mateus, 2011; Mateus & Bragança, 2009). Este sistema destaca-se do seguinte a ser analisado (LiderA) pelo facto de contemplar, no Parâmetro 1, a análise do ciclo de vida do edifício, através do estudo das várias soluções construtivas.

As categorias contempladas, que por sua vez se enquadram em 3 Dimensões (Ambiental, Social e Económica), são as apresentadas na Quadro 4.1.



Quadro 4.1: Dimensões e categorias de avaliação contempladas no SBTool^{PT} (Adaptado de Bragança & Mateus, 2011)

Este sistema utiliza uma escala de classificação da sustentabilidade do edifício que tem como o seu pior nível o E (menos sustentável) e como o melhor o A⁺ (mais sustentável). O cálculo é baseado na comparação com a prática convencional, correspondente ao nível D. A quantificação do desempenho global do edifício é calculada através da ponderação entre as três Dimensões, onde mais uma vez é possível observar a maior importância dada ao carácter ambiental (peso de 40%) relativamente ao social e ao económico (30% cada) (Mateus & Bragança, 2009).

4.2 SISTEMA LIDERA

O LiderA (acrónimo de Liderar pelo Ambiente) é um sistema voluntário para a avaliação da sustentabilidade dos ambientes construídos, possuindo 3 tipos de certificações distintas: habitação, turismo e outros serviços. Surgiu no decorrer de uma investigação iniciada em 2000, no IST (Instituto Superior Técnico), por Manuel Duarte Pinheiro, com o objectivo de desenvolver um sistema de apoio aos decisores na fase de projecto e de avaliação e certificação da sustentabilidade de todo a ambiente construído (Pinheiro, 2010).



Figura 4.1: Caracterização do sistema LiderA (Pinheiro, 2010)

Como é possível observar na Figura 4.1, o sistema LiderA baseia-se em 6 princípios de desempenho ambiental, social e económico (integração local, recursos, cargas ambientais, conforto ambiental, vivência socioeconómica e uso sustentável), desmultiplicando-se depois em 22 áreas e 43 critérios, nos quais se avalia o ambiente construído (Pinheiro, 2010). Ao contrário do SBTTool^{PT}, não faz uma análise do ciclo de vida das soluções construtivas, o que o torna, evidentemente, menos rigoroso. Apesar disso, há quem entenda esta ausência

da LCA como uma vantagem, pelo facto de tornar a análise mais simples numa fase inicial da concepção, onde a informação acerca do projecto é reduzida.

A escala de classificação da sustentabilidade deste método inicia no nível G (menos sustentável) e termina no nível A+++ (mais sustentável). Neste caso, a prática corrente corresponde ao nível E. Em termos práticos, o nível A representa um desempenho em 50% superior ao nível E, o nível A+ corresponde a uma melhoria de 75%, o nível A++ corresponde a 90% e o nível A+++ será relativo a um estado regenerativo (Pinheiro, 2010).

4.3 SISTEMAS LEED E BREEAM

O sistema LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) é uma metodologia de avaliação da sustentabilidade na construção reconhecida internacionalmente, desenvolvida em 2000 pelo USGBC (*United States Green Building Council*), que, assim como as ferramentas portuguesas já abordadas, permite aos intervenientes e decisores envolvidos no processo de construção identificar e implementar medidas que garantam um bom desempenho ambiental, social e económico do projecto em causa. Dentro deste segmento de mercado, é, sem dúvida, uma das metodologias mais disseminadas por todo o mundo, servindo de base ao desenvolvimento de outras mais recentes. O método subdivide-se em 8 áreas de intervenção, de acordo com o demonstrado na Figura 4.2. A sua classificação final, de acordo com o desempenho do projecto em estudo, incluir-se-á num dos 3 níveis existentes, sendo eles Prata, Ouro e Platina (USGBC, 2012).



Figura 4.2: Tipos de certificação oferecidos pelo LEED (USGBC, 2012)

O sistema BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*) é outra das metodologias de avaliação da sustentabilidade na construção reconhecidas internacionalmente. Foi desenvolvido e utilizado pela primeira vez em 1990, pelo BRE Group. O âmbito e os objectivos da sua utilização são, na generalidade, idênticos ao LEED. A sua área de intervenção abrange todo o tipo de edifícios, incluindo unidades de saúde, escolas, unidades industriais, habitações, escritórios, entre outros. A sua classificação subdivide-se em 5 níveis, sendo eles os seguintes: “*Pass*”, “*Good*”, “*Very Good*”, “*Excellent*” e “*Outstanding*”. A estes níveis está associada uma escala de 1 a 5 estrelas que são também parte integrante do certificado de sustentabilidade (BRE Group, 2012).

CAPÍTULO 5 – ANÁLISE DO CICLO DE VIDA

Os primeiros estudos de LCA remontam ao final dos anos 60 (séc. XX), início dos anos 70, relativos a análises de impacte ambiental realizadas às embalagens de Coca-Cola. Na década de 1990-2000 o SETAC (*Society of Environmental Toxicology and Chemistry*) iniciou os seus trabalhos de investigação acerca da LCA. Também nesta década começou a pesquisa para o desenvolvimento de normalização que permitisse uniformizar o processo de LCA, tendo esse trabalho resultado na publicação das normas ISO 14040:1997, ISO 14041:1998, ISO 14042:2000 e ISO 14043:2000. Entretanto, todas essas normas foram reunidas em apenas dois documentos, as normas ISO 14040:2006 (Gestão Ambiental. Avaliação do ciclo de vida. Princípios e enquadramento) e ISO 14044:2006 (Gestão Ambiental. Avaliação do ciclo de vida. Requisitos e linhas de orientação) (Arroja, Dias, & Quinteiro, 2011). Já este ano foram revistas outras duas normas relacionadas com a LCA (publicadas em 2003 e 2000, respectivamente), a ISO/TR 14047:2012 (Gestão ambiental. Avaliação do ciclo de vida. Exemplos ilustrativos de como aplicar a norma ISO 14044 às situações de avaliação de impactes) e a ISO/TR 14049:2012 (Gestão ambiental. Avaliação do ciclo de vida. Exemplos ilustrativos de como aplicar a norma ISO 14044 na definição do objectivo e âmbito e na análise de inventário) que dão apoio à utilização da ISO 14044. São várias as iniciativas a nível europeu e mundial que incidem a sua pesquisa na LCA, tais como a parceria UNEP (*United Nations Environment Programme*) / SETAC ou a Plataforma europeia de LCA (iniciativa “*Life Cycle Thinking and Assessment*” da Comissão Europeia) (Arroja et al., 2011).

Inicialmente, a LCA foi compreendida e utilizada como uma forma de avaliar os impactes ambientais de determinado produto ou serviço. Segundo o SETAC (1991), a Análise do

Ciclo de Vida era entendida como uma metodologia que permitia avaliar os impactos ambientais de um produto, processo ou actividade ao longo de todo o seu ciclo de vida, através da identificação e quantificação dos consumos de energia e materiais, assim como das emissões e resíduos libertados para o ambiente (Silva, 2003). A própria ISO 14040:2006 entende a LCA como um método que reúne e avalia as entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*) de um sistema, permitindo a análise dos potenciais impactos ambientais ao longo do ciclo de vida do produto, o que vem reforçar a definição atribuída anteriormente pelo SETAC (Arroja et al., 2011; Ecochoice, 2011; PE International, 2010). Esta tradicional abordagem perspectivava vantagens na aplicação da LCA, como por exemplo: identificação do peso e das oportunidades de melhoria a nível ambiental das várias fases que constituem o ciclo de vida do produto; apoio aos decisores, em áreas tão distintas como a indústria, organizações governamentais, entre outros, permitindo a escolha de produtos ecologicamente mais eficientes; ser um instrumento de marketing para produtos com bom desempenho ambiental (PE International, 2010). Mais uma vez é reforçada a ideia da vertente única (ambiental) desta abordagem.

Mais recentemente têm surgido desenvolvimentos na pesquisa sobre LCA, que conduziram a uma nova abordagem tripartida, mais abrangente que a clássica abordagem unicamente virada para a vertente ambiental (UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2011).


$$\text{LCSA} = \text{ELCA} + \text{LCC} + \text{SLCA}$$

Figura 5.1: Novo conceito de Análise de Sustentabilidade do Ciclo de Vida (Adaptado de Arroja et al., 2011)

A referida abordagem tripartida é apresentada na Figura 5.1, onde a Análise de Sustentabilidade do Ciclo de Vida (LCSA) corresponde ao conjunto de três avaliações distintas: a Análise Ambiental do Ciclo de Vida (ELCA), a Análise de Custo do Ciclo de Vida (LCC) e a Análise Social do Ciclo de Vida (SLCA). Qualquer uma destas três análises rege-se pela metodologia da ISO 14040:2006, tendo como objectivo principal a aplicação da LCA a cada um dos três pilares da sustentabilidade (ambiental, económico e social) (Arroja et al., 2011; UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2011).

A Análise de Sustentabilidade do Ciclo de Vida (LCSA) pode então ser definida como a avaliação de todos os impactes positivos e negativos a nível ambiental, social e económico, que permita apoiar a tomada de decisão, tendo em vista a utilização de produtos mais sustentáveis ao longo de todo o seu ciclo de vida (UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2011). Este novo conceito encontra-se ainda numa fase embrionária, sendo a prova real disso mesmo o facto da avaliação da vertente social não ter ainda uma metodologia de aplicação desenvolvida, existindo apenas alguns estudos acerca do assunto.

Quais são então as vantagens da adopção deste novo enquadramento (LCSA) mais abrangente da análise do ciclo de vida (UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2011)?

- Permite que os seus utilizadores organizem, de forma estruturada, informação ambiental, social e económica de grande complexidade;
- Ajuda a clarificar as ligações entre os três pilares da sustentabilidade, fornecendo uma visão mais abrangente dos impactes positivos e negativos ao longo do ciclo de vida, o que permite às empresas visualizar o espectro completo do impacte real dos seus produtos e serviços;
- É uma ferramenta que fornece meios às empresas para identificarem os pontos fracos e oportunidades de melhoria ao longo do ciclo de vida do produto,

conduzindo ao desenvolvimento de tecnologias de produção e produtos mais sustentáveis (sempre tendo em conta as 3 vertentes);

- Pelos motivos já apresentados, é óbvio que a utilização deste tipo de avaliação conduz à inovação das empresas e também das outras partes interessadas;
- Ajuda os consumidores a determinar não só quais os produtos que poderão ser individualmente mais eficientes em termos económicos, eco-eficientes ou socialmente responsáveis, mas, mais importante que isso, quais os produtos sustentáveis, ou seja, os que melhor cumprem esses três requisitos no seu conjunto;
- Permite desenvolver métodos de rotulagem de produtos mais abrangentes que os actualmente utilizados (DAP), que são orientados unicamente para a vertente ambiental. Quanto maior for a abrangência e transparência desta rotulagem e sua comunicação aos consumidores por parte das empresas, maior será também a credibilidade das mesmas perante o público.

5.1 VERTENTES DA LCA

Existem vários tipos de combinações diferentes para a fronteira do sistema a ser analisado. No caso da construção, a modelação apresentada na Figura 5.2 é a mais comum entre os especialistas de LCA. É possível observar nessa mesma Figura a existência de quatro distintas fronteiras possíveis de análise, em função das fases do ciclo de vida que englobam. A Avaliação do Ciclo de Vida, usualmente, incide sobre três desses quatro tipos. São eles: *cradle-to-gate* (“do berço ao portão”), *cradle-to-grave* (“do berço ao túmulo”) e *cradle-to-cradle* (“do berço ao berço”) (Bragança & Mateus, 2011; Silva, 2003).

A análise *cradle-to-gate* (“do berço ao portão”) considera apenas uma parte do ciclo de vida do produto ou sistema. Contempla todos os processos desde a extracção das matérias-primas até ao portão da fábrica. O transporte até ao consumidor final já não é abrangido por esta análise. É a vertente utilizada frequentemente nas Declarações Ambientais de Produto onde, por vezes, ainda é acrescentada informação adicional acerca do fim de vida dos produtos. A análise *cradle-to-grave* (“do berço ao túmulo”) engloba todo o ciclo de vida do produto ou sistema, desde a extracção de matérias-primas até à deposição final. A análise *cradle-to-cradle* (“do berço ao berço”) é a mais abrangente de todas. Contempla todos os processos do ciclo de vida, assim como a análise *cradle-to-grave*, com a diferença de considerar a fase do fim de vida como um processo de reciclagem. Como tal, o acompanhamento das fases do ciclo de vida é feito até ao momento em que os materiais reentram num novo ciclo (tal como representado na Figura 5.2) (Bragança & Mateus, 2011; Construction Products Association, 2012; PE International, 2010).

O quarto tipo de análise apresentado na Figura 5.2 é o *gate-to-grave* (“do portão ao túmulo”). É pouco utilizado e contempla todos os processos pós-produção.

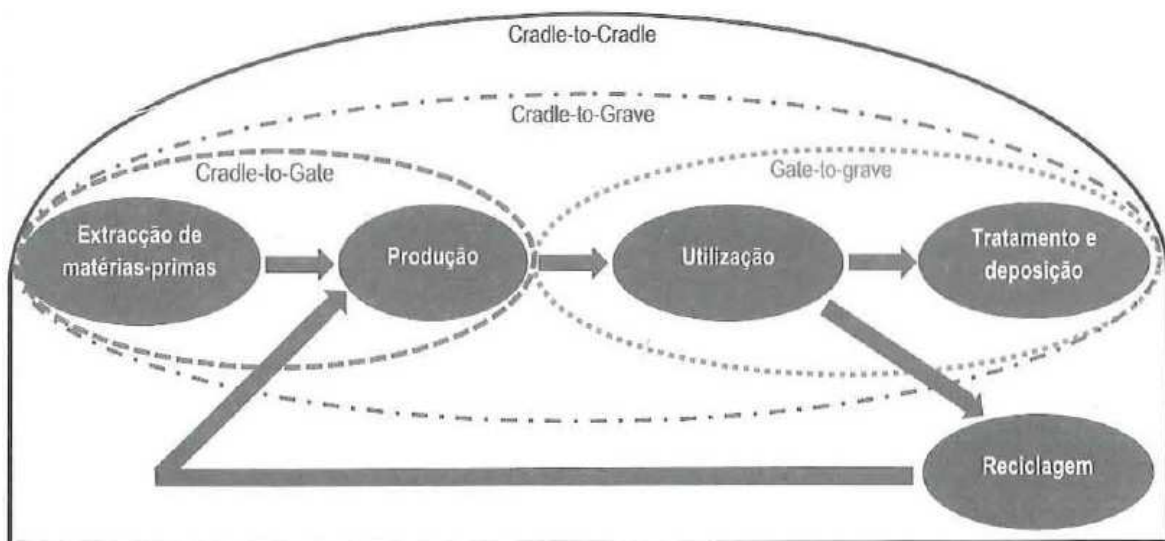


Figura 5.2: Fases do ciclo de vida englobadas em cada variante de LCA (Bragança & Mateus, 2011)

5.2 A LCA NA CONSTRUÇÃO

A Avaliação do Ciclo de Vida, frequentemente associada aos processos de tomada de decisão a nível empresarial e industrial, é uma ferramenta de grande valia para o sector da construção civil. Este sector, nomeadamente os edifícios, merece toda a atenção por parte dos especialistas de LCA, pois é um dos sectores que maiores impactes ambientais provoca a nível mundial, devido à grande quantidade de recursos que consome e resíduos que produz. A LCA tanto pode ser aplicada a um único produto como a um conjunto de produtos que constituam um sistema mais abrangente, tal como sucede com os edifícios (Soares, Souza, & Pereira, 2006).

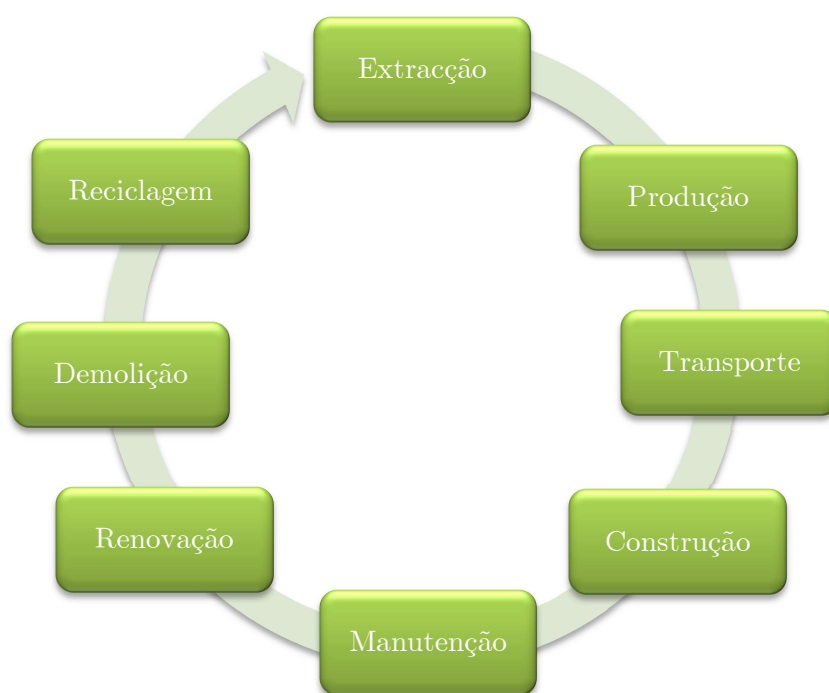


Figura 5.3: Ciclo de vida de um edifício (Construction Products Association, 2012)

No entanto, o estudo da LCA dos edifícios é um pouco diferente do estudo isolado de produtos industriais, principalmente devido à escala temporal envolvida. A análise dos produtos envolve um espaço de tempo relativamente curto (semanas ou meses), quando

comparado com os edifícios, que apresentam períodos de vida útil de décadas ou mesmo séculos. Além disso, há ainda outro factor adverso, que diz respeito à necessidade de compartimentar a informação da LCA de tal forma que seja possível analisá-la tanto separadamente, por fase de ciclo de vida, como em conjunto, fornecendo uma visão global do sistema (Soares et al., 2006).

A LCA apoia a tomada de decisão dos projectistas, permitindo fazer a comparação entre soluções construtivas alternativas, que satisfaçam os desempenhos pretendidos (e exigidos), mas que possam ser diferentes ao nível dos impactes ambientais que provoquem. O ideal para o projectista seria fazer a comparação, para vários cenários diferentes, entre elementos que tenham a mesma função. Isto permitiria não só cumprir as exigências funcionais do elemento, mas também garantir um baixo impacte ambiental. Apesar de todas estas preocupações a nível dos produtos, é sabido que, no que diz respeito aos edifícios, grande parte dos impactes estão associados aos elevados consumos de energia durante a fase de utilização. No entanto, os esforços desenvolvidos no sentido de aumentar a eficiência energética dos edifícios e de promover a utilização de energias renováveis farão com que as fases iniciais e finais do ciclo de vida dos edifícios tendam a ter uma importância cada vez maior no balanço global (Bragança & Mateus, 2011; Mateus, 2011; Soares et al., 2006).

Apesar de todas as vantagens apresentadas, a LCA tem também várias contrapartidas. Os procedimentos são muito complexos e morosos e exigem um elevado nível de especialização por parte de quem os utiliza. Englobam, no caso dos edifícios, um elevado número de materiais diferentes, uma grande variedade de empresas envolvidas (os processos produtivos podem variar de empresa para empresa) e, para dificultar ainda mais a tarefa, é necessário prever o longo ciclo de vida do edifício (décadas ou mesmo séculos, nalguns

casos), que só por si comporta inúmeras incertezas. Além do mais, a baixa padronização verificada neste sector torna esta análise única para cada caso (Bragança & Mateus, 2011; Mateus, 2011).

Independentemente das possíveis desvantagens apontadas, a LCA é unanimemente considerada como o melhor e mais rigoroso método para avaliar os impactes ambientais provocados por um produto de construção, solução construtiva ou pelo edifício no seu todo. Infelizmente, na área da construção civil, são raros os intervenientes que utilizam as ferramentas (informáticas) LCA, em grande parte devido à sua complexidade, que a torna apenas utilizável por especialistas (Bragança & Mateus, 2011). Devido a esse facto, são os métodos de avaliação e certificação da sustentabilidade que têm introduzido a sustentabilidade no sector dos edifícios. No entanto, a maioria dos sistemas de avaliação e certificação da sustentabilidade não contempla o método da LCA na sua análise (em Portugal, a excepção à regra é o método SBTTool^{PT}, que considera uma análise LCA no seu primeiro parâmetro) e, quando tal acontece, essas abordagens são simplificadas e não se baseiam no método normalizado. Além do mais, na maioria dos casos, a avaliação dos impactes varia de método para método, impedindo uma análise comparativa entre os resultados obtidos (Bragança & Mateus, 2011; Mateus, 2011).

Tendo em consideração estes factos, foi criado, pelo Centro Europeu de Normalização (CEN), o Comité Técnico 350 (CEN/TC 350), que tem como objectivo padronizar/normalizar (voluntariamente) os métodos de avaliação e certificação da sustentabilidade de obras de construção, facilitando assim a interpretação e comparação dos resultados obtidos através de diferentes métodos. Este Comité está também encarregue de desenvolver o enquadramento normativo para as DAP de produtos de construção (Bragança & Mateus, 2011; Construction Products Association, 2012).

5.3 ETAPAS DA LCA

A Análise de Ciclo de Vida encontra-se normalizada, como já referido, pelas normas da série ISO 14040. Segundo essa série de normas, a aplicação da metodologia de LCA divide-se em quatro fases (Bragança & Mateus, 2011; PE International, 2010):

- 1) Definição do Objectivo e Âmbito;
- 2) Inventário do Ciclo de Vida (LCI);
- 3) Avaliação dos Impactes do Ciclo de Vida (LCIA);
- 4) Interpretação.

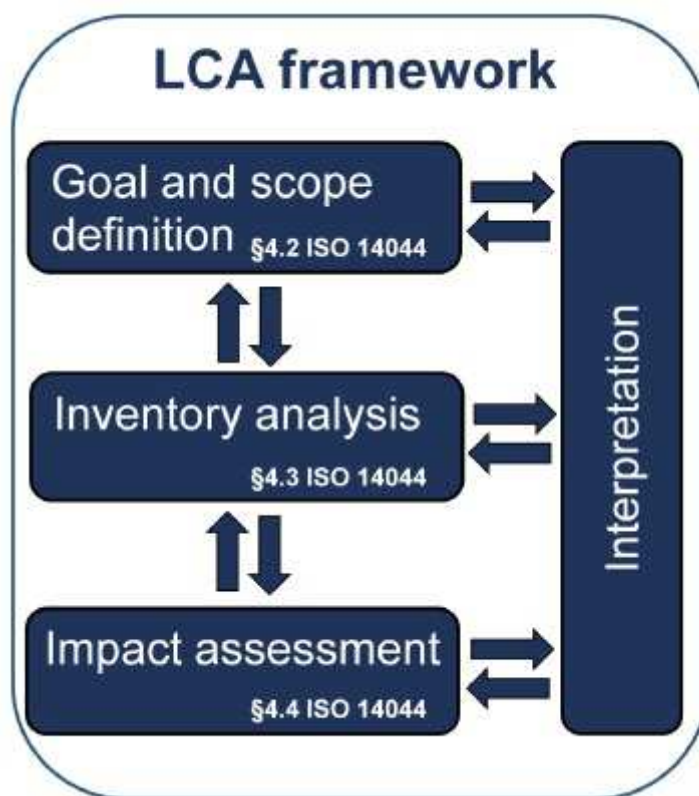


Figura 5.4: Estrutura da Avaliação do Ciclo de Vida segundo a ISO 14040 (PE International, 2010)

Na Figura 5.4 é apresentada a estrutura ou metodologia segundo a qual se deve desenvolver a LCA, de acordo com o normalizado na ISO 14040. É ainda perceptível que

se trata de um processo iterativo. Esse facto é apresentado de uma forma ainda mais clara e detalhada na Figura 5.5. O processo de uma LCA é quase sempre iterativo, começando pela definição do Objectivo e o Âmbito iniciais, que orientarão os passos seguintes. Posteriormente, o processo desenvolver-se-á em ciclos, com a garantia de que à passagem de cada ciclo a quantidade e qualidade da informação recolhida vai aumentando, tornando o resultado final cada vez mais aproximado à realidade. Cada ciclo compreende o ajuste ao objectivo e âmbito, a recolha de mais informação para o LCI, a avaliação dos impactes e a análise dos progressos conseguidos, que permitirá fazer o ajuste seguinte. Este processo continua até se atingir a precisão pretendida para o modelo do sistema, e até se obter a garantia da integridade e plenitude dos dados constituintes do LCI. Obviamente, é necessário algum bom senso pois, a partir de um certo ponto, o esforço necessário para agregar mais informação poderá não se traduzir em melhorias significativas do resultado final (Institute for Environment and Sustainability, 2010; PE International, 2010).

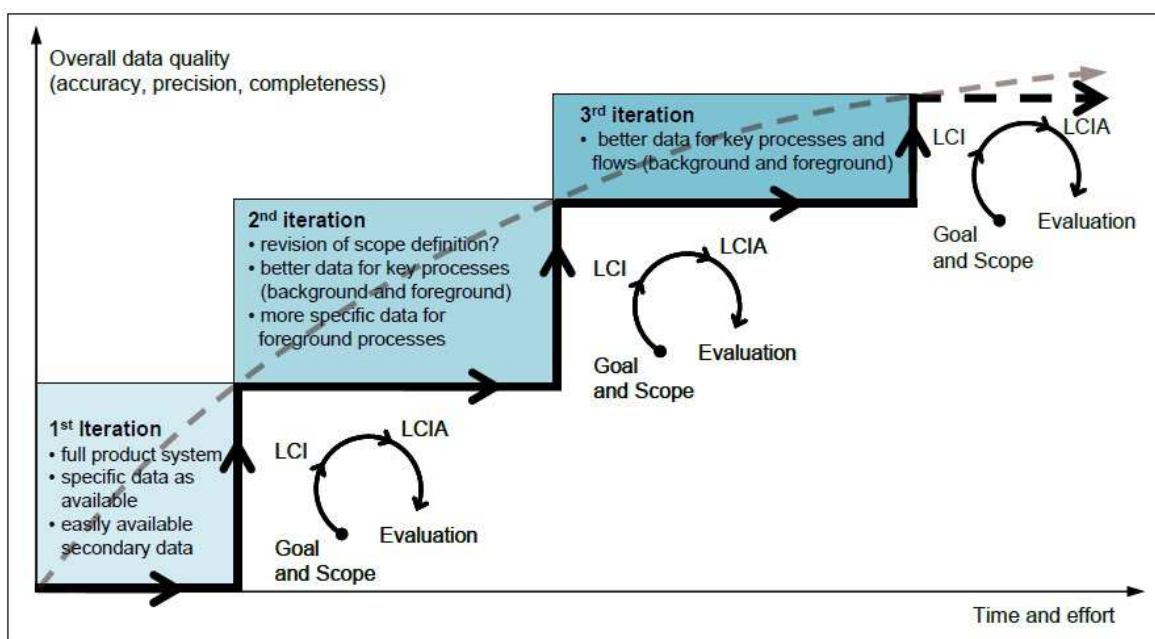


Figura 5.5: O carácter iterativo da Análise do Ciclo de Vida (Institute for Environment and Sustainability, 2010)

5.3.1 DEFINIÇÃO DO OBJECTIVO E ÂMBITO

De acordo com a ISO 14040, este é o primeiro passo de uma LCA, onde toda a análise é claramente enquadrada e definida. De seguida, será indicada, separadamente, a informação a ser incluída no Objectivo e no Âmbito.

5.3.1.1 Objectivo

A definição do Objectivo orienta todos os aspectos relacionados com o passo seguinte, o Âmbito, que, por sua vez, define o enquadramento que guiará os trabalhos de criação do inventário (LCI) e da avaliação dos impactes (LCIA). A sua perfeita clarificação desde o início do processo traduz-se num controlo de qualidade final mais rigoroso (já que será realizado tendo em vista o cumprimento dos objectivos) e assegura, dentro do possível, que a informação contida no LCI e na LCIA não ultrapassa nem é interpretada para além da fronteira definida nesta fase. A informação a ser incluída no Objectivo é então a seguinte (Bragança & Mateus, 2011; Institute for Environment and Sustainability, 2010; PE International, 2010):

- A aplicação planeada para os resultados obtidos, pois uma análise deste tipo pode ser utilizada com diversos propósitos, tais como campanhas de marketing, análise de pontos fracos e melhoria de produtos, comparação entre produtos com a mesma finalidade, desenvolvimento de Declarações Ambientais de Produto (Tipo III), apoio aos decisores no planeamento estratégico de empresas, entre outros;
- A identificação e registo de possíveis limitações na utilização dos resultados da LCA, devido à metodologia utilizada, os pressupostos considerados ou a uma abrangência propositadamente limitada dos impactes em estudo (um exemplo

muito claro deste último ponto são as análises de Pegada de Carbono, onde a avaliação dos impactes se orienta unicamente para as alterações climáticas associadas ao aumento do efeito de estufa e aos gases que o provocam, os GEE);

- A finalidade da LCA, que pode ser bastante variada, deve ser perfeitamente identificada, já que condiciona o Âmbito também. Pode ser um estudo destinado a ser publicado e, nesse caso, o Âmbito será mais abrangente, a recolha de informação será maior e haverá uma revisão crítica formalizada, ou poderá ser apenas destinado a uso interno numa empresa, dispensando-se, nesse caso, a revisão crítica e ajustando-se o Âmbito às pretensões da empresa;
- O público-alvo do estudo LCA, a quem os resultados serão comunicados. Poderá ser bastante variado de acordo com os objectivos dos clientes (e.g., accionistas, consumidores ou executivos);
- Caso a LCA seja para fins comparativos, o mesmo deverá ser indicado. Também importante é o facto de ser necessária uma revisão crítica no caso de o estudo vir a ser publicado.

5.3.1.2 Âmbito

Na definição do Âmbito, a extensão e profundidade do estudo devem ser devidamente apresentadas, bem como a metodologia a utilizar e o detalhe do estudo. Os seguintes factores serão então abordados e explicados nesta fase (Bragança & Mateus, 2011; Institute for Environment and Sustainability, 2010; PE International, 2010):

- A função do produto – para estudar um produto, dever-se-á conhecer as exigências que recaem sobre o mesmo. Nos casos em que se pretenda comparar produtos diferentes, este ponto é particularmente importante, pelo facto de haver produtos

com uma grande variedade de funções, o que torna difícil compará-los no que se refere à totalidade das suas funcionalidades;

- A unidade funcional – trata-se da definição quantificada da função do produto, para utilização como unidade de referência. Consiste em definir quantitativa e qualitativamente o objecto do estudo, respondendo às perguntas “de que se trata?”, “quanto?” ou “por quanto tempo?”. Para comparar dois produtos, a sua unidade funcional deverá ser idêntica;
- O fluxo de referência – pode ser descrito como a quantidade do objecto em estudo necessária para cumprir a função definida. É aquele com o qual todos os outros fluxos de entrada e saída se relacionam quantitativamente. Todos os dados da LCA são calculados de acordo com este fluxo;
- A descrição do sistema em estudo;
- As fronteiras do sistema e os critérios por que se regem – devem ser expostos os critérios que conduzem há definição das condições-fronteira. Há quatro condições-fronteira bastante utilizadas (*cradle-to-gate*, *gate-to-grave*, *cradle-to-grave* e *cradle-to-cradle*), no entanto, qualquer critério é válido desde que devidamente explicado;
- As categorias de impacte a serem consideradas assim como o método de avaliação dos impactes a ser aplicado;
- Os processos de alocação a utilizar – muitos sistemas estudados incluem mais que um produto (os edifícios, por exemplo). Os processos de alocação permitem que todas as entradas e saídas do sistema possam ser atribuídas aos produtos de acordo com o seu peso real no sistema;
- Os tipos de dados a utilizar, os seus requisitos de qualidade e os pressupostos assumidos – dever-se-á determinar a exigência de qualidade dos dados a utilizar no

estudo, bem como o nível de integridade e precisão pretendidos, já que influenciam directamente os resultados da LCA;

- Quaisquer limitações intrínsecas ao estudo a ser efectuado;
- A exigência da revisão crítica a ser efectuada, condicionada pela finalidade do estudo (e.g., publicação, uso interno em empresa);
- A forma como o relatório será emitido – deve ser um documento objectivo e transparente, indicando explicitamente as ilações (conclusões e recomendações) retiradas dos resultados. Caso não seja um documento claro, pode estar sujeito a utilização errada e enganosa, não contribuindo para a melhoria do desempenho do objecto em estudo.

5.3.2 INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA (LCI)

A fase de análise do Inventário do Ciclo de Vida é a mais complexa e morosa de todo o processo da LCA. Compreende a recolha, descrição e verificação de dados, além da modelação do sistema em estudo. Todos os dados compilados terão que ser ainda separados em entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*) do sistema, de forma a preencherem a tabela que constituirá o Inventário de Ciclo de Vida (LCI). É um processo complicado devido à necessidade de recorrer às empresas para que sejam facultados todos os dados associados ao sistema em causa (utilizando-se questionários para esse efeito, em grande parte das situações). Felizmente, hoje em dia caminha-se para uma cada vez maior disponibilização deste tipo de informação em bases de dados, bibliografia especializada ou na internet, o que simplifica bastante todo este processo. No entanto, este facto também obriga a uma maior precaução e selecção criteriosa da informação a utilizar, pois muitas das fontes de onde provêm estes dados são de origem desconhecida ou pouco fiável e,

como é sabido, a utilização de dados não adequados ao sistema em causa ou aos requisitos definidos poderá traduzir-se em resultados muito afastados da realidade, o que se pretende evitar a todo o custo (Bragança & Mateus, 2011; Institute for Environment and Sustainability, 2010; PE International, 2010).

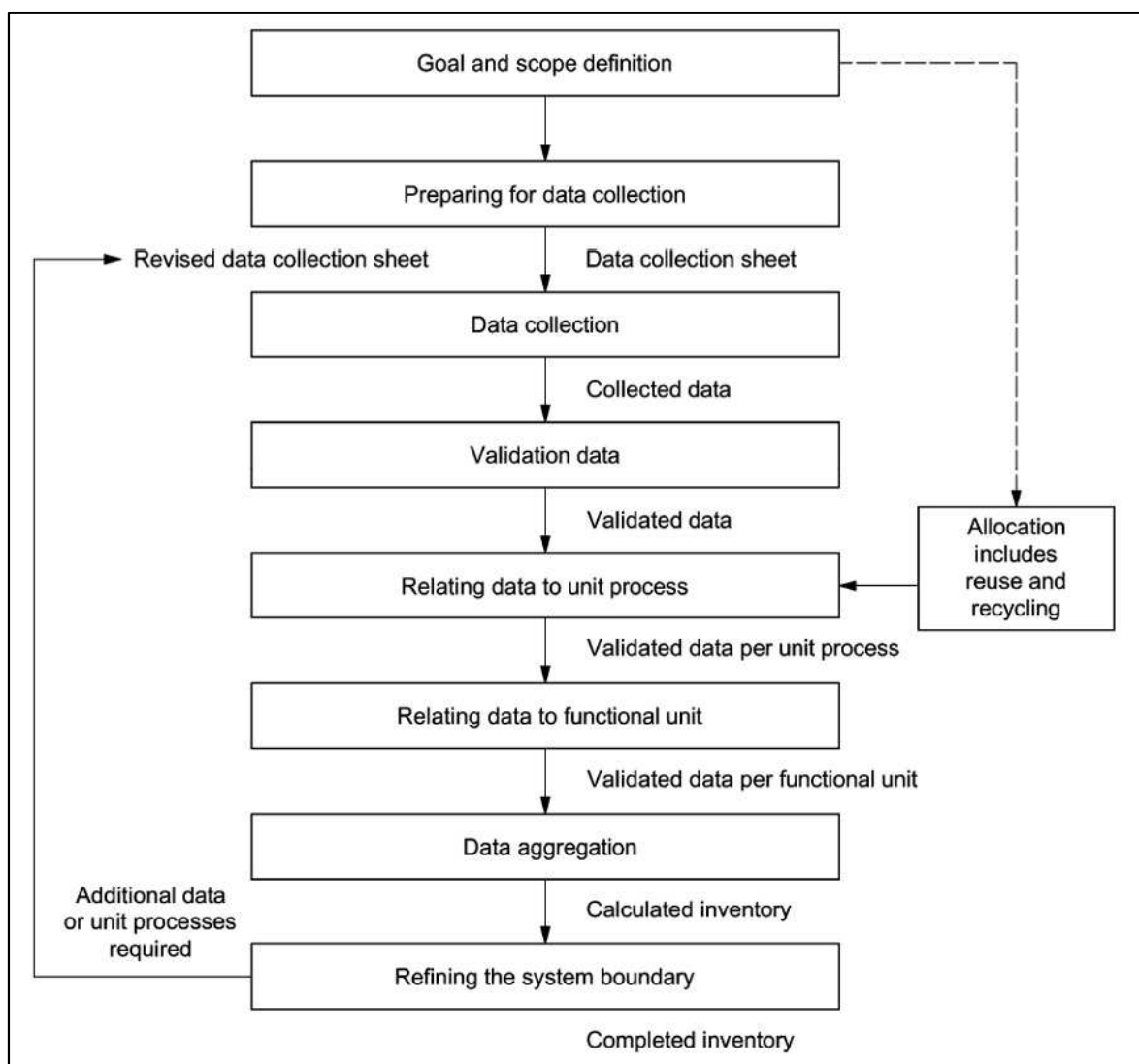


Figura 5.6: O processo de constituição de um LCI (PE International, 2010)

Na Figura 5.6 é possível observar-se o processo da LCA desde o final da definição do Objectivo e Âmbito até estar completo o Inventário do Ciclo de Vida. Entende-se claramente, mais uma vez, de que se trata de um processo iterativo, no qual o utilizador

vai sucessivamente melhorando a qualidade da informação compilada, tendo sempre como meta o cumprimento dos requisitos definidos no Objectivo e Âmbito.

É importante não esquecer que, antes de calcular o LCI, é necessário validar os dados, relacionar os dados com os vários processos individuais que constituam o sistema e ainda relacionar os dados com a unidade funcional (PE International, 2010).

5.3.3 AVALIAÇÃO DOS IMPACTES DO CICLO DE VIDA (LCIA)

Nesta fase da LCA, todos os fluxos compilados na secção anterior (o LCI) são traduzidos em impactes, ou seja, são caracterizados, sendo avaliada a sua contribuição potencial para as categorias de impacte. De acordo com a ISO 14040, esta fase encontra-se subdividida em quatro etapas: **classificação**, **caracterização**, **normalização** e **agregação**. As duas primeiras (classificação e caracterização) são obrigatórias e, caso não sejam incluídas no estudo, este não se poderá denominar de análise LCA, mas apenas de inventário de ciclo de vida (LCI). As duas últimas (normalização e agregação) são opcionais, embora seja sempre importante incluí-las, pois completam o trabalho desenvolvido (Bragança & Mateus, 2011; Institute for Environment and Sustainability, 2010; PE International, 2010).

A fase de **classificação** permite ao utilizador associar os diversos resultados reunidos no LCI às categorias de impacte tidas como relevantes para o estudo. Convém referir que um mesmo resultado pode ser associado a mais que uma categoria de impacte. A fase de **caracterização** traduz-se na atribuição e multiplicação de um factor (denominado factor de caracterização) por cada resultado do LCI, que permitirá obter a contribuição relativa desse mesmo resultado no valor do indicador de cada categoria de impacte (Bragança &

Mateus, 2011; Institute for Environment and Sustainability, 2010; PE International, 2010).

A fase de **normalização** diz respeito ao processo de conversão das diversas unidades correspondentes aos indicadores de cada categoria de impacto numa única unidade comum a todos os indicadores, permitindo assim a obtenção de resultados normalizados e adimensionais. A fase de **agregação** consiste na determinação da contribuição relativa de cada categoria de impacto para os indicadores globais, e a atribuição de um peso a cada categoria que traduza essa mesma importância relativa (Bragança & Mateus, 2011; Institute for Environment and Sustainability, 2010; PE International, 2010).

5.3.4 INTERPRETAÇÃO

Esta última fase é considerada por alguns autores como a mais importante, pois interage com todas as anteriores e é utilizada ao longo de todo o processo da LCA. É possível distinguir duas etapas distintas dentro desta fase (Institute for Environment and Sustainability, 2010; PE International, 2010):

- A primeira etapa corresponderá à fase iterativa da LCA. Durante esse período iterativo, a fase de Interpretação é utilizada para analisar a informação recolhida e melhorar o Inventário de Ciclo de Vida, para que sejam satisfeitos os requisitos apresentados no Objectivo;
- A segunda etapa surge após a finalização do período iterativo, quando já está definido o LCI final. Nesta altura, a fase de Interpretação surge novamente, para tirar conclusões dos resultados obtidos, analisar diferenças, comparar diferentes soluções, analisar os pontos fracos do sistema e fazer as recomendações necessárias, que permitam obter uma melhoria, a nível de impactes, do sistema em causa. Ao

fazer esta Interpretação do ciclo de vida, pretende-se responder às questões inicialmente colocadas na forma de objectivos.

Nesta fase são então analisados os processos ou produtos que mais contribuem para os impactes do sistema. São também realizadas as análises de sensibilidade e incerteza, recorrendo-se a métodos estatísticos que permitam ter em consideração as incertezas existentes e a sua influência no resultado final da LCA (Bragança & Mateus, 2011; Institute for Environment and Sustainability, 2010).

É fundamental garantir que os resultados da LCA são consistentes com o Objectivo e Âmbito do estudo e que quaisquer potenciais limitações associadas à análise em causa sejam devidamente explicadas (Bragança & Mateus, 2011).

5.4 CLASSIFICAÇÃO DO CONTEXTO DA DECISÃO EM SITUAÇÃO A, B OU C

Este subcapítulo baseia-se numa publicação do IES (*Institute for Environment and Sustainability*), que pertence ao *Joint Research Centre* (JRC) da Comissão Europeia, denominada de “*ILCD Handbook: General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*”. Esta publicação sugere um passo adicional que não é contemplado na ISO 14040 nem na ISO 14044, que consiste na subdivisão do contexto da decisão (este conceito refere-se às consequências da decisão gerada pelo resultado do estudo e em que medida essa decisão afectará a generalidade do sistema ou mesmo outros sistemas) em três tipos: A, B e C.

O contexto da decisão terá então que ser devidamente especificado durante a definição do Objectivo. Os três tipos de classificação possíveis (A, B ou C) são apresentados de forma

esquemática no Quadro 5.1, diferindo nos seguintes dois aspectos, descritos de seguida (também indicados no Quadro 5.1):

- Quanto ao facto de se saber se o estudo LCA tem como finalidade o apoio a uma decisão sobre o sistema em análise (como a estratégia a adoptar para a fabricação de um produto, por exemplo):
 - Em caso afirmativo, saber a amplitude das alterações provocadas pela decisão tomada, ao nível do sistema em estudo, mas também ao nível de outros sistemas que poderão ser afectados devido aos mecanismos de mercado. Essas alterações poderão ser de pequena escala ou mesmo insignificantes (não-estruturais, no que diz respeito à afectação do sistema), ou então de grande escala (compreendendo já alterações estruturais no sistema);
 - Em caso negativo, saber se se pretende ou não que o sistema em estudo interaja com outros sistemas, ou seja, se o estudo incluirá ou não possíveis vantagens externas ao sistema em análise, que possam afectar positivamente outros sistemas.

		Kind of process-changes in background system / other systems	
		None or small-scale	Large-scale
Decision support?	Yes	Situation A "Micro-level decision support"	Situation B "Meso/macro-level decision support"
	No	Situation C "Accounting" (with C1: including interactions with other systems, C2: excluding interactions with other systems)	

Quadro 5.1: A distinção entre as classificações A, B e C (Institute for Environment and Sustainability, 2010)

A Figura 5.7 faz um enquadramento das Situações A, B e C no processo global da análise do ciclo de vida. Permite compreender em que fases do ciclo de vida a abordagem será diferente, de acordo com a Situação A, B ou C definida no Objectivo.

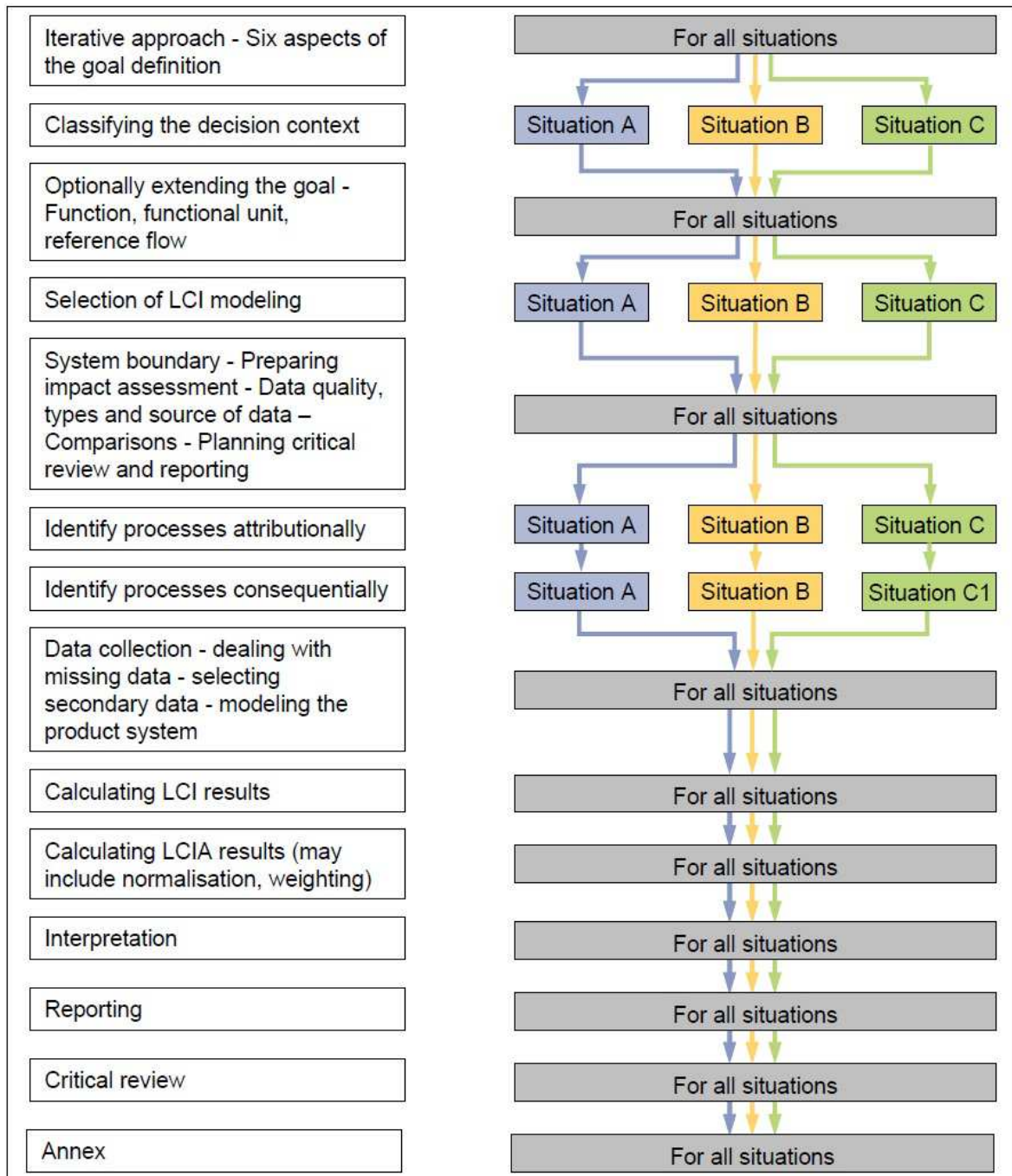


Figura 5.7: A interligação entre as Situações A, B e C com o processo da LCA (Institute for Environment and Sustainability, 2010)

Resumindo, a **Situação A** está associada a estudos que apoiam a decisão ao nível do produto ou do sistema que o constitui, ou seja, decisões de pequena escala, com influência reduzida no sistema analisado. A **Situação B** está associada a estudos que apoiam decisões de grande escala, que definem ou influenciam políticas ou estratégias com grande abrangência. A **Situação C** está associada a estudos orientados para a monitorização de sistemas, e não apoio à decisão (tal como os dois primeiros casos), permitindo análises tanto de pequena como de grande escala.

Este assunto exigiria uma explicação mais detalhada, embora a mesma não esteja no âmbito desta Dissertação. Foram apresentadas apenas as noções principais deste conceito, com o intuito de assinalar a existência destas três **Situações** distintas, já que se considera serem bastante relevantes para a LCA.

5.5 A SUBDIVISÃO DA ANÁLISE DO CICLO DE VIDA

5.5.1 ELCA – VERTENTE AMBIENTAL

Até à década de 90 (séc. XX) foram surgindo intermitentemente algumas tentativas de análises ambientais a produtos e sistemas, como já foi anteriormente referido, sendo-lhes atribuídas as mais diversas designações (e.g., rótulos ecológicos, perfis ambientais). Devido à grande dispersão nos métodos utilizados e nos resultados apresentados, o SETAC desenvolveu esforços para normalizar este tipo de avaliações de impacto ambiental, criando as normas ISO já apresentadas na introdução deste capítulo, que instituíram a prática da análise do ciclo de vida. Verificou-se, inclusivamente, um aumento substancial no número de LCA publicadas a partir do momento em que se criou a série ISO 14040. Mas é

precisamente a vertente ambiental que este subcapítulo aborda, sendo essa o centro das atenções, por enquanto (V. G. Silva, 2003; UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2011).

Este tipo de técnica tem tido uma aceitação crescente no mundo empresarial, servindo de apoio à decisão, identificando os pontos fracos dos sistemas produtivos e, conseqüentemente, permitindo que, através da aplicação de medidas correctivas, estes se tornem mais ecológicos. Quando isso sucede, muitas empresas optam por publicar os resultados das suas LCA (realizadas a sistemas ou a produtos), como instrumento de mercado (Arroja et al., 2011; UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2011).

O que é então a ELCA? Pode ser definida como um método de avaliação dos vários impactes ambientais associados a um produto ou sistema, ao longo do seu ciclo de vida. É desenvolvida de acordo com a metodologia da série ISO 14040, contendo assim quatro fases distintas (que serão comuns à LCC e à SLCA), já descritas anteriormente (Bragança & Mateus, 2011; UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2011):

- 1) Definição do Objectivo e Âmbito;
- 2) Inventário do Ciclo de Vida (LCI);
- 3) Avaliação dos Impactes do Ciclo de Vida (LCIA);
- 4) Interpretação.

O ponto 2 apresenta um elevado grau de complexidade, pois inclui a recolha, descrição e verificação dos dados que irão compor o LCI, assim como a modelação do sistema em análise. Todas as entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*) do sistema são contabilizadas nesta fase, como por exemplo as matérias-primas e a água consumidas e a energia utilizada (do lado das entradas) ou as emissões atmosféricas, as emissões para a água e os resíduos sólidos gerados (do lado das saídas) (Bragança & Mateus, 2011). Como já foi referido, o

LCI condiciona todo o processo da LCA, sendo óbvio que a qualidade com que é realizado afecta directamente o resultado final. O processo de recolha de dados é moroso, pois obriga a reunir toda a informação acerca de entradas e saídas junto das empresas ou através de documentação específica, sendo necessário muitas vezes recorrer a questionários.

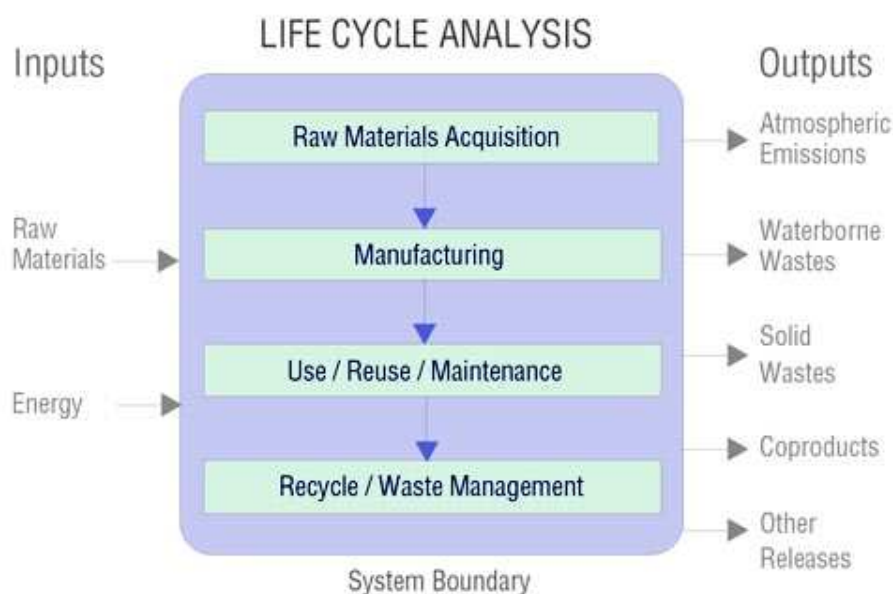


Figura 5.8: Modelação do sistema e obtenção dos dados que constituem o LCI (inputs+outputs)
(Fonte: <http://timrobertson.ca/innovative-tools-for-sustainable-packaging>)

Apesar de tudo, actualmente, a vertente ambiental é a que está mais desenvolvida e célere neste ponto, já que têm sido criadas e aperfeiçoadas, ao longo da última década, bases de dados bastante completas com informação detalhada acerca de processos industriais, fornecimento de energia, extracção de recursos, fornecimento de materiais, serviços de transporte, entre muitos outros. Uma das mais aceites pelos especialistas em LCA é a base de dados *Ecoinvent*, gerida pelo *Ecoinvent Centre* (também conhecido por *Swiss Centre for Life Cycle Inventories*) (Bragança & Mateus, 2011). Além do mais, começa a existir alguma sensibilização junto dos profissionais do sector dos materiais de construção para que desenvolvam DAP dos seus produtos. A existência de bases de dados com DAP

facilita bastante o processo de recolha de informação, tornando-o mais rápido e fidedigno, pois as DAP são obrigatoriamente verificadas e validadas por uma entidade independente.

No ponto 3 (Avaliação dos Impactes do Ciclo de Vida), todos os fluxos identificados na fase anterior e registados no LCI serão agora traduzidos, com o apoio de um método de avaliação de impactes, para impactes ambientais. Esses métodos permitem determinar a contribuição do produto ou sistema para as categorias de impacte ambiental (e.g., Eutrofização, Potencial de Aquecimento Global, Esgotamento dos Recursos Abióticos) (Bragança & Mateus, 2011).

Esta fase, tal como já foi referido, subdivide-se em quatro etapas, duas delas obrigatórias (Classificação e Caracterização) e duas opcionais (Normalização e Agregação). Na vertente ambiental da LCA, os fluxos registados na LCI são dos mais diversos tipos, desde emissões a consumo de recursos e energia. A etapa da Classificação organiza todos os resultados do LCI, distribuindo-os pelas diversas categorias de impacte que são relevantes para a análise em causa. A Figura 5.8 demonstra, através de exemplos aleatórios, como esta etapa se desenrola em termos práticos. As categorias de impacte ambiental referidas são representadas por um indicador. A etapa da Caracterização permite estudar o contributo relativo de cada um dos resultados do LCI no valor final do indicador de cada categoria de impacte ambiental. Facilmente se compreende que nem todos os resultados do LCI que contribuirão para uma determinada categoria de impacte ambiental terão o mesmo contributo para o indicador correspondente. Esta etapa também é visível na Figura 5.8, onde se pode observar a atribuição de um factor de caracterização a cada um dos resultados do LCI (Bragança & Mateus, 2011; PE International, 2010; UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2011).

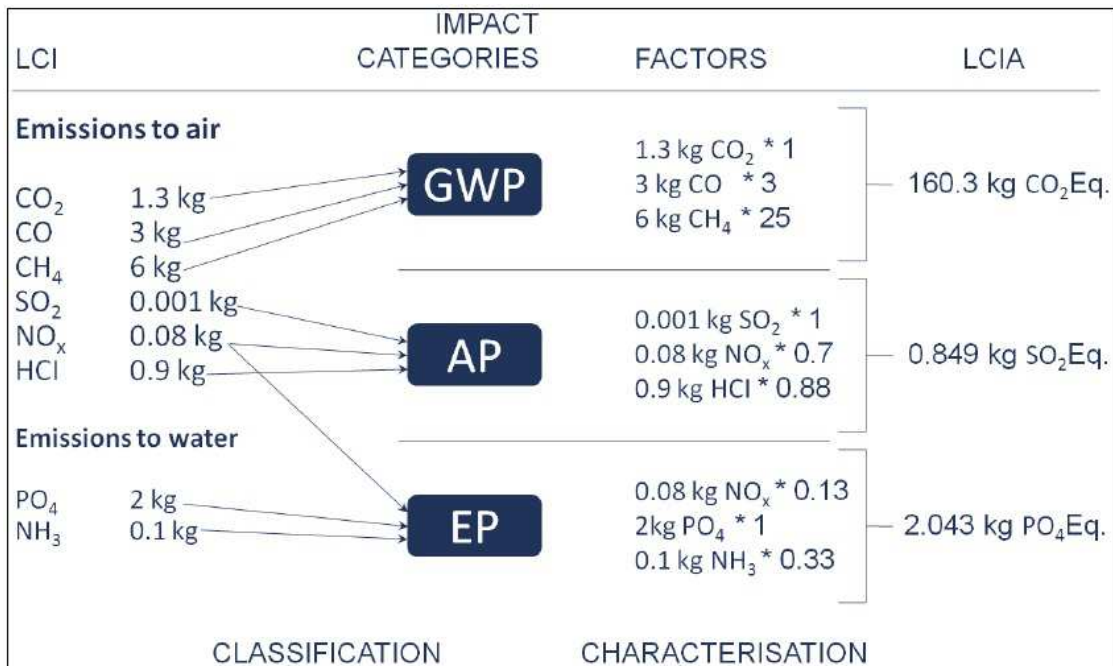


Figura 5.9: As etapas de Classificação e Caracterização (PE International, 2010)

Os métodos de avaliação de impactes ambientais acima referidos podem ser de dois tipos, dependendo do tipo de abordagem: intermédios (*midpoints*) ou finais (*endpoints*). Os primeiros têm uma abordagem orientada para o problema, ou seja, reflectem o mecanismo ambiental, permitindo obter indicadores para os impactes ambientais. Como exemplo pode-se referir o método *CML* (desenvolvido pelo *Centre for Environmental Studies of the University of Leiden*), o *Cumulative Energy Demand* ou o *TRACI* (*Tool for the Reduction and Assessment of Chemical and other Environmental Impacts*, desenvolvido pela *U.S. Environmental Protection Agency*), entre outros. Os segundos têm uma abordagem orientada para os danos ou grandes consequências, isto é, traduzem questões fundamentais de preocupação ambiental, tais como a saúde humana, a disponibilidade de recursos, a qualidade dos ecossistemas, entre outros. Refere-se, a título de exemplo, o *Eco-Indicator 99* ou o *EDIP*. A Figura 5.9 esclarece e torna perceptível a diferença, em termos práticos, entre as abordagens *midpoint* e *endpoint* (Bragança & Mateus, 2011; PE International, 2010; UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2011).

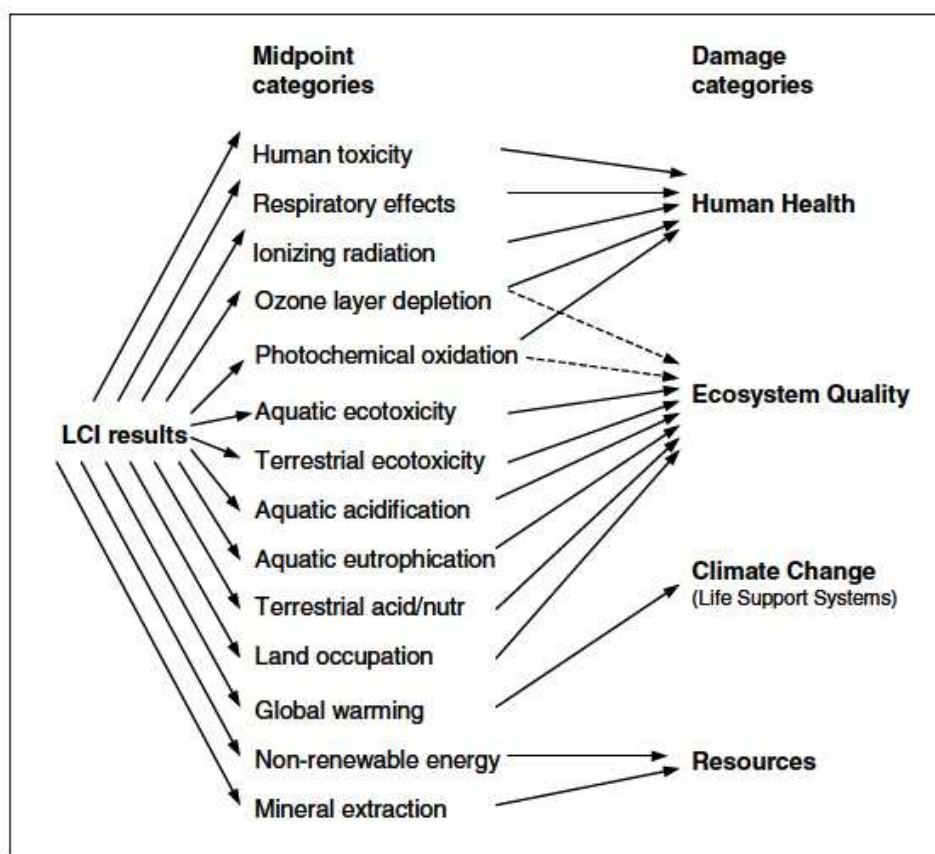


Figura 5.10: Os dois tipos de métodos de avaliação de impactos ambientais (Jolliet et al., 2003)

5.5.2 LCC – VERTENTE ECONÓMICA

A abordagem à vertente económica é a mais antiga das três aqui referidas, embora através de metodologias distintas da normalizada na ISO 14040, mais relacionadas com a típica contabilidade para controlo rigoroso de custos. A questão dos custos associados à produção de algo já é bastante antiga e transversal a várias áreas de actuação, sendo mais recorrente no sector privado. Na última década este tema tem sido estudado de forma mais intensa, como por exemplo pelo SETAC, que criou, em 2002, um grupo de trabalho orientado unicamente para este assunto. O objectivo era associar esta vertente económica à metodologia proposta pela ISO 14040, permitindo assim uma abordagem idêntica à da

tradicional avaliação ambiental do ciclo de vida (Swarr et al., 2011; UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2011).

O que é então o LCC? Pode resumir-se como a contabilização de todos os custos associados ao ciclo de vida de um produto ou sistema, desde a extracção de matérias-primas até à última fase do seu ciclo de vida. Seguindo a organização da metodologia da ISO 14040, serão analisados alguns aspectos de particular importância para cada uma das quatro fases. Durante a primeira fase (Objectivo e Âmbito), além dos requisitos gerais já referidos, deverá ser desenvolvida uma estrutura de divisão de custos (mais conhecida por CBS, acrónimo de “*cost breakdown structure*”) que faça um mapeamento detalhado de todas as actividades do sistema relevantes para o LCC e facilite a recolha de dados, mas que também permita actualizações ao longo do ciclo de vida, sempre que justificável, como forma de melhoria contínua do modelo. A taxa de desconto ou “*discount rate*” é também de grande importância, principalmente quando se analisam sistemas ou produtos com longa duração de vida, que impliquem fluxos de custos no futuro (Swarr et al., 2011; UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2011).

Existe também um desafio no caso de serem considerados critérios de selecção de informação (“*cut-off criteria*”) generalizados a toda a análise de sustentabilidade do ciclo de vida, devido às características inerentes a cada vertente. Como exemplo, pode-se referir a fase de estudos iniciais de um projecto, onde os impactes ambientais serão, à partida, reduzidos, embora os custos associados a essa mesma fase possam ser elevados. Importante é que todas as vertentes estejam associadas a uma mesma definição consistente do sistema, critério esse que deverá ser garantido através da utilização do conceito de unidade funcional, atrás referido. Há ainda um acontecimento interessante que pode ocorrer durante o LCC, que cria desafios ao especialista que o está a desenvolver. Tal

acontecimento está relacionado com o facto de o LCC ter como primeiro objectivo a quantificação de todos os custos ao longo do ciclo de vida do sistema. Ora, esses custos são suportados por diferentes intervenientes que poderão ter visões do sistema e objectivos contrastantes. Embora o LCC seja orientado para a tomada de decisão de um desses intervenientes (o que solicitou o estudo), idealmente, - e aqui está o desafio - a análise deverá ser apresentada de modo a que qualquer um dos intervenientes possa obter informações acerca do sistema em causa (Swarr et al., 2011; UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2011).

Na segunda fase (LCI), todos os custos são inventariados ao nível de cada processo unitário que compoem o sistema. Toda a precaução é necessária nesta recolha de dados, pois, devido à familiaridade de toda a população com as unidades monetárias, pode surgir muita informação que apresente uma falsa sensação de segurança e veracidade. Além do mais, os dados associados aos custos podem ser relativos a diferentes unidades monetárias e períodos temporais, obrigando à correcta adopção de taxas de câmbio e realçando a importância da utilização de uma taxa de desconto apropriada, já definida na primeira fase. No que diz respeito à alocação de custos, encontram-se opiniões distintas entre os vários autores que se debruçaram sobre o tema. Por exemplo, a UNEP/SETAC Life Cycle Initiative (2011) defende que, caso o sistema seja constituído por diferentes processos e produtos, terá que ser feita a correcta alocação dos custos associados a cada um deles. Por outro lado, Swarr et al. (2011) sugerem que a ISO 14040 recomenda que se evite a alocação através de uma decomposição do processo em sub-processos equivalentes, ou através de uma expansão do sistema. No entanto, qualquer que seja a opção tomada, será sempre necessário garantir que a definição do sistema está de acordo com a praticada nas outras duas vertentes, de forma a não inviabilizar o conjunto da análise de sustentabilidade do ciclo de vida.

A terceira fase (LCIA) é um pouco mais simplificada do que na vertente ambiental, pois, ao contrário desta, neste caso não será necessário realizar a etapa da caracterização nem a da normalização. Após a classificação ou agregação dos custos às diversas categorias de impacto, obtêm-se todos os indicadores dessas categorias na mesma unidade monetária, o que já permite interrelacioná-los.

A quarta fase (interpretação) não apresenta novidades nesta vertente, tendo procedimentos idênticos aos da vertente ambiental.

5.5.3 SLCA – VERTENTE SOCIAL

“Os consumidores questionam-se sobre as condições sociais e económicas em que um produto é produzido. As empresas não querem ser associadas a “trabalho infantil” ou “corrupção”, nem no seio da sua organização, nem na sua cadeia de colaboradores. Os sindicatos querem mostrar solidariedade com os seus colegas de trabalho. As autoridades públicas necessitam de aplicar a política integrada do produto, por exemplo, na contratação pública, entre outros. Como podem estes intervenientes saber se determinados bens ou serviços são produzidos de forma sustentável?”

- Adaptado de UNEP/SETAC Life Cycle Initiative (2009)

A análise social do ciclo de vida, tal como as duas vertentes anteriores, segue a metodologia definida na ISO 14040. Esta é, possivelmente, a vertente menos desenvolvida entre as três abordadas, com alguns avanços apenas ao nível teórico, devido à elevada complexidade da informação envolvida. Trata-se de informação acerca de locais de trabalho, condições de empregabilidade nesses locais e influência nas comunidades, por exemplo. Como é óbvio, são dados na sua maioria qualitativos e frequentemente

subjectivos, o que torna difícil uma quantificação de impactes idêntica à das outras vertentes, obrigando a um elevado nível de especialização, talvez até superior, neste momento, ao exigido para as outras vertentes.

Tal como na vertente ambiental, é difícil determinar até onde os efeitos do ciclo de vida do produto ou sistema se repercutem. Como tal, mesmo sendo já o âmbito dos estudos bastante abrangente, não é possível avaliar verdadeiramente a totalidade do ciclo de vida. Daí a importância atribuída às condições-fronteira e critérios de corte, que definem limites na recolha de informação, impondo assim limites ao estudo. Além do mais, é importante ter em consideração que, em várias situações, estes estudos não são requisitados pelas melhores intenções ou interesses sociais genuínos pois, geralmente, as avaliações deste tipo são solicitadas pelas empresas e não pelos seus funcionários (que geralmente são os mais afectados pelas questões sociais envolvidas) (UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2009).

Surgem várias questões à volta deste tema que podem ilustrar a dificuldade da abordagem a esta vertente social, tais como (UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2009):

- Qual o procedimento a seguir para efectuar uma avaliação SLCA?
- Como recolher a informação?
- Como atribuir um resultado ou um número às condições de trabalho num determinado local e de que forma esse local de trabalho afecta uma comunidade?
- Como definir uma empresa ou uma prática socialmente responsáveis?
- Como interligar as várias fases da análise social do ciclo de vida?
- Quais as obrigações sociais das empresas perante os consumidores, comunidades, funcionários ou fornecedores (internacionalmente conhecido por CSR ou “*Corporate Social Responsibility*”)?

Apesar de todas estas dificuldades, nota-se um interesse crescente na utilização desta avaliação. Começam a surgir alguns casos de estudo que podem funcionar como

impulsionadores para uma maior adesão a este conceito, servindo ao mesmo tempo para testar e manter a melhoria contínua da metodologia. Realça-se, mais uma vez, a importância desta vertente, pois um produto ou sistema com um bom desempenho ambiental ou económico não é necessariamente socialmente responsável ao longo do seu ciclo de vida (UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2011).

Como pode então ser definida a SLCA? Pode caracterizar-se como uma técnica de avaliação dos potenciais impactes sociais (positivos ou negativos) de um produto ou sistema, ao longo do seu ciclo de vida. A própria noção de impactes sociais não é simples de caracterizar. Podem considerar-se os impactes sociais como pressões positivas ou negativas sobre determinados parâmetros, tal como o bem-estar das partes interessadas, por exemplo (UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2009).

A metodologia proposta pela UNEP/SETAC Life Cycle Initiative (2009) propõe uma dupla classificação dos impactes sociais: em categorias por parte interessada (“*stakeholders*”) e em categorias por impacte. A estas categorias associam-se uma série de subcategorias e indicadores. As subcategorias são a base de uma avaliação SLCA. Qualquer justificação de inclusão ou exclusão de informação deverá ser fundamentada perante a listagem de subcategorias existente. Classificam-se de acordo com as duas categorias acima referidas (por parte interessada ou por impacte) e são avaliadas através de indicadores de inventário, por sua vez caracterizados por unidades de medida (tanto os indicadores de inventário como as unidades utilizadas podem variar de acordo com o contexto do estudo). Além do mais, cada subcategoria poderá ser avaliada por mais que um indicador de inventário, podendo, inclusivamente, alguns desses indicadores ser comuns a várias subcategorias.

Ainda seguindo uma proposta do mesmo Guia da UNEP/SETAC Life Cycle Initiative (2009), as subcategorias poderão ser classificadas, em primeiro lugar, segundo categorias de parte interessada, o que facilitará a fase inicial desta operacionalização, permitindo ainda garantir com maior facilidade a abrangência do estudo. A mais-valia da classificação seguinte, segundo categorias de impacto, reside na capacidade de apoiar a identificação das partes interessadas, bem como permitir a classificação dos indicadores das subcategorias dentro de grupos que representem os mesmos impactos (o que facilitará as fases de Avaliação dos Impactes e Interpretação). A Figura 5.10 dará uma ajuda preciosa na compreensão desta proposta de classificação da informação recolhida ao longo do processo de avaliação dos impactes sociais do ciclo de vida.



















Stakeholder categories	Impact categories	Subcategories	Inv. indicators	Inventory data
Workers	Human rights			
Local community	Working conditions			
Society	Health and safety			
Consumers	Cultural heritage			
Value chain actors	Governance			
	Socio-economic repercussions			

Figura 5.11: Subdivisão do sistema de avaliação dos impactes sociais (adaptado de Benoît, Parent, Kuenzi, & Revéret, 2007)

Após esta explicação detalhada da subdivisão das categorias em subcategorias e indicadores, irão ser sucintamente abordadas, mais uma vez, as quatro fases definidas na ISO 14040, que deverão representar o desenrolar de uma análise social.

Na primeira fase, onde são definidos o Objectivo e Âmbito, deverá ser definida a unidade funcional (mais uma vez destacando-se a importância da mesma) e descrita a utilidade/finalidade do produto ou sistema, bem como a realização de uma primeira abordagem às partes interessadas envolvidas e a definição das condições-fronteira do estudo (UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2009, 2011).

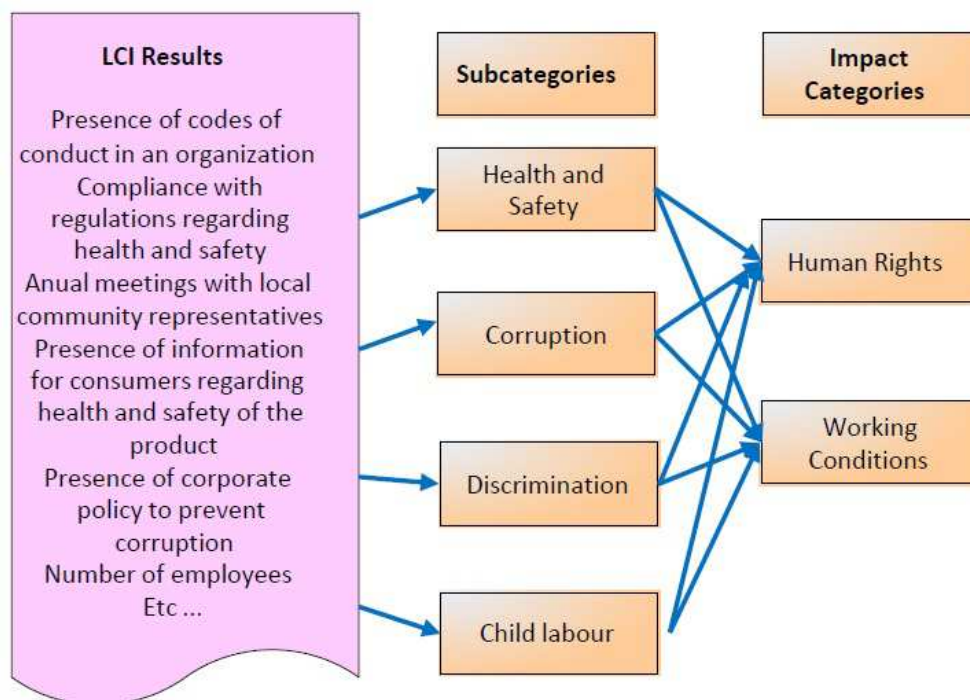


Figura 5.12: Relação entre LCI, subcategorias e categorias (UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2011)

Na segunda fase (LCI), será feita uma primeira identificação das subcategorias, que deverá incluir a consulta às partes interessadas, pois daí poderão surgir novos tópicos relevantes que não tenham sido previstos inicialmente. Existem cinco categorias principais de partes interessadas, podendo, obviamente, ser adicionadas outras de acordo com os requisitos de

cada estudo. São elas as seguintes: trabalhadores/empregados, comunidade local, sociedade (a nível local ou global), consumidores e restantes actores na cadeia de valor. Na Figura 5.11 é possível observar a interligação entre o inventário de ciclo de vida e as subcategorias, e entre estas e as categorias (esta interligação, apesar de ser referida neste ponto para uma melhor percepção do conceito de LCI social, pertence à terceira fase, ao LCIA). Nesta Figura 5.11 apenas surgem as categorias por impacte, embora a associação das subcategorias seja feita aos dois tipos de categorias já referidos. A título de exemplo, pode referir-se a categoria “*child labour*” (em português, trabalho infantil), que tanto será associada às categorias de impacte (tal como representado na figura), como também às categorias por parte interessada, nomeadamente, neste caso, à categoria “*Workers*” (em português, trabalhadores/empregados) (UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2009, 2011).

Relativamente à terceira fase (LCIA), há ainda pouca informação, estando ainda em desenvolvimento uma metodologia para avaliação dos impactes. De qualquer forma os objectivos a atingir nesta fase incluem: a agregação da informação do LCI em subcategorias e categorias; a utilização de valores de desempenho social mínimos, aceites internacionalmente, para compreensão da magnitude e desvio dos dados reunidos no LCI, em relação a valores de referência (UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2009, 2011).

No que diz respeito à quarta fase (Interpretação), este tipo de estudos sociais requerem um cuidado acrescido no tratamento da informação reunida no LCI, exigindo um juízo ponderado e eticamente responsável do utilizador, recorrendo à consulta das partes interessadas e a uma revisão crítica, para uma melhor análise e debate dos impactes (UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2011).

5.6 FERRAMENTAS INFORMÁTICAS DE APOIO À LCA

Nos últimos anos, foram desenvolvidas, um pouco por todo o mundo, várias ferramentas informáticas de apoio à análise LCA de produtos ou sistemas, evidenciando-se a importância da análise aos edifícios no contexto desta Dissertação. São ferramentas que, na sua generalidade, efectuam uma análise *bottom-up*, ou seja, consideram o impacto global do produto ou sistema como resultado do somatório dos impactos de cada um dos seus constituintes. Além do mais, permitem ainda contabilizar a energia consumida, o que torna a ferramenta ainda mais abrangente. Existem vários *softwares* informáticos deste tipo, dos quais se destacam os seguintes: GaBi (Alemanha), SimaPro (Holanda), Athena (Canadá), Envest (Reino Unido), Umberto (Alemanha), BEES (Estados Unidos da América), openLCA (projecto conjunto entre várias entidades), entre outros. Nesta Dissertação será destacado o *software* GaBi, desenvolvido pela PE International, pois serviu de apoio ao caso de estudo que será apresentado no capítulo seguinte.

CAPÍTULO 6 – CASO DE ESTUDO

6.1 INTRODUÇÃO

Este Capítulo será dividido em três análises a níveis distintos. A ideia inicial compreendia uma análise completa e rigorosa da sustentabilidade do ciclo de vida de um edifício.

Após alguma reflexão sobre essa possibilidade, chegou-se à conclusão que havia demasiadas limitações, desde logo ao nível da informação disponível ou do tempo útil em que seria necessário realizar tal análise, entre outros. Assim sendo, optou-se, em primeiro lugar, por fazer uma pesquisa intensiva de DAP, que permitisse escolher um material de construção que reunisse informação detalhada acerca dos *inputs* e *outputs* ambientais do seu processo produtivo. Ultrapassada esta primeira etapa (tendo sido adoptada uma DAP de uma tinta de base aquosa), surge o passo seguinte que consistiu em utilizar o *software* GaBi (versão *Education*, desenvolvido pela PE International) para modelar o sistema produtivo do produto e, introduzindo todos os *inputs* e *outputs* ambientais fornecidos pela DAP, realizar a análise ambiental de ciclo de vida. Por fim, os resultados obtidos no GaBi foram comparados com os resultados finais da DAP, permitindo assim tirar algumas ilações de todo este estudo comparativo.

A segunda parte deste Capítulo diz respeito a uma análise mais abrangente, tendo sido analisada uma casa pré-fabricada, cujo projecto (Anexo IV) foi fornecido pelo Eng.º André Coelho. Tal como na primeira fase do Caso de Estudo, o primeiro passo consistiu em recolher o maior número de DAP, tentando abranger a maior quantidade possível de produtos ou sistemas de construção para, de seguida, adaptar os fluxos ambientais fornecidos nessas DAP ao projecto da casa em causa (em termos de unidade funcional e quantidades utilizadas). Com isso, pretendia-se obter o resultado dos impactes ambientais

da casa, o mais próximo da realidade possível. Como, na maioria dos casos, ao contrário da DAP da tinta de base aquosa, as DAP não forneciam informação acerca dos fluxos de entrada e saída, mas apenas os resultados finais dos impactes, optou-se por seguir outra via. Realizou-se então um somatório dos impactes fornecidos pelas DAP, tentando seguir uma abordagem *bottom-up*, muito idêntica à realizada pelas ferramentas informáticas. Determinou-se então, dentro do possível, os impactes ambientais da moradia em estudo. Adicionalmente, ainda foi efectuada uma análise comparativa entre a vertente *cradle-to-gate* (disponibilizada pela maioria das DAP) e uma vertente designada *cradle-to-(...)* (que não tem um limite bem definido, pois contempla informação adicional disponibilizada pontualmente por algumas DAP, tal como a fase do final de vida dos produtos ou a fase de utilização). O objectivo desta análise comparativa foi o de aproximar os resultados da realidade, já que a abrangência da informação é superior, e, por outro lado, compreender a influência desses mesmos dados adicionais nos resultados da vertente *cradle-to-gate*.

Por fim, numa tentativa de aproximação ao conceito de LCSA, em vez do clássico LCA ambiental, procedeu-se à utilização de uma ferramenta informática para demonstrar como realizar, de forma simplificada, uma avaliação dos custos de vida de um edifício.

6.2 AVALIAÇÃO AMBIENTAL DO CICLO DE VIDA DE UMA TINTA DE BASE AQUOSA

O estudo do ciclo de vida de uma tinta de base aquosa será baseado na informação disponibilizada na Declaração Ambiental do Produto apresentada no Anexo I, obtida na base de dados INIES³, que constitui uma referência em França na área da análise das características ambientais dos produtos de construção.

³ <http://www.inies.fr/>

As tintas surgiram como um interessante produto de construção a estudar, devido à sua relação directa com um tema importantíssimo como é a Qualidade do Ar Interior, nomeadamente no que diz respeito às emissões de compostos orgânicos voláteis (COV). E o que são COV? Segundo a EPA (2012) compostos orgânicos voláteis são todos os compostos de carbono - à excepção do monóxido de carbono, dióxido de carbono, ácido carbónico, carbonetos ou carbonatos metálicos e carbonato de amónio - que participam nas reacções fotoquímicas atmosféricas. Ainda de acordo com a mesma fonte, uma das definições mais utilizadas em artigos científicos descreve os COV como compostos orgânicos químicos cuja composição torna possível a sua evaporação, no interior de um edifício, em condições normais de temperatura e pressão. É extremamente importante compreender que alguns COV não são referenciados ou regulamentados por não terem impacte na oxidação fotoquímica que ocorre na atmosfera. No entanto, no que diz respeito a Qualidade do Ar Interior, todos os compostos orgânicos químicos cuja composição lhes permita evaporar em condições normais de temperatura e pressão são considerados COV, devendo por isso ser contabilizados (EPA, 2012). Há estudos que comprovam existência de níveis de compostos orgânicos deste tipo, no interior de espaços fechados, em concentrações 2 a 5 vezes superiores às concentrações exteriores. Após certas actividades, como a decapagem das tintas, os valores das concentrações podem chegar a ser 1000 vezes superiores aos do exterior (EPA, 2012).

Neste momento, em Portugal, existe legislação para regular as emissões destes compostos. O Decreto-Lei N.º 181/2006 de 6 de Setembro transpôs para a legislação nacional a Directiva N.º 204/42/CE de 21 de Abril de 2004, que define o teor máximo de COV em tintas decorativas e vernizes (Torgal & Jalali, 2010a).

Existem dois tipos de tintas, as de base aquosa e as de base solvente. Neste estudo serão abordadas as tintas mate de base aquosa, menos poluentes que as de base solvente, no que

diz respeito à emissão de COV. Segundo Torgal e Jalali (2010a), há estudos efectuados a estes dois tipos de tintas que permitem concluir que as tintas de base solvente chegam a emitir 520 vezes mais COV que as de base aquosa. Apenas a título de curiosidade, faz-se referência aos constituintes das tintas, que, segundo a APT (Associação Portuguesa de Tintas), se resumem a quatro grandes famílias:

- Ligantes – são os constituintes mais importantes, ao ponto das tintas serem classificadas de acordo com a sua natureza química;
- Solventes e diluentes – os primeiros dissolvem o ligante, enquanto os segundos permitem reduzir a viscosidade da tinta até aos níveis pretendidos;
- Aditivos – são adicionados em pequenas quantidades, com o objectivo de conferir determinadas propriedades específicas às tintas (e.g., inibidores de corrosão ou biocidas);
- Matérias pulvurentas – dividem-se em dois tipos, os pigmentos (que conferem a cor e a opacidade à tinta, influenciando ainda algumas das suas propriedades) e as cargas (que contribuem para algumas características específicas das tintas, tais como o brilho, a dureza ou a aderência).

Mais uma vez se destaca o facto de a análise a ser efectuada não reflectir a realidade portuguesa, já que se baseia em dados associados a tintas comercializadas no mercado francês.

6.2.1 OBJECTIVO E ÂMBITO

Esta análise ambiental do ciclo de vida de uma tinta mate de base aquosa tem como principal objectivo a comparação entre os resultados finais apresentados na DAP (obtida

na base de dados INIES e contemplando no seu cálculo a utilização do software *SimaPro*) e os obtidos através da ferramenta informática GaBi, utilizando os *inputs* e *outputs* fornecidos pela mesma DAP. Permite também dar a entender as dificuldades envolvidas num estudo deste tipo. É uma análise com uma finalidade puramente académica, não estando, portanto, associada a qualquer acção de *marketing* ou de desenvolvimento/melhoramento do produto em causa.

A unidade funcional considerada na DAP corresponde a proteger e decorar 1m² de suporte, de acordo com as regras da arte, com um acabamento a tinta mate de base aquosa, pelo período de um ano, com uma duração de vida típica de 10 anos. O rendimento médio conseguido na aplicação da tinta é de 380g/m², em duas camadas de 190g. Ainda de acordo com a DAP, a Duração de Vida Típica (DVT) considerada é de 10 anos, tendo sido determinada com base nas conclusões do Grupo de Trabalho FDES (*Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire des Produits de Construction*), criado entre os membros da SIPEV (*Syndicat National des Industries des Peintures, Enduits et Vernis*). É referido ainda que não é necessária qualquer manutenção durante a DVT do produto.

A análise realizada será *cradle-to-grave*, ou seja, inclui as fases de **Produção** (esta fase inclui a extracção de matérias-primas para fabricação de tintas mate de base aquosa, de acordo com o padrão estabelecido, o transporte para o local de fabricação, toda a energia necessária para a transformação/processamento e ainda as embalagens utilizadas para acomodar o produto final), **Transporte**, **Aplicação** (são tidas em consideração as ferramentas utilizadas durante este processo), **Período de Vida Útil** (esta fase apenas compreende os impactes ao longo do período de vida útil do produto, não sendo

considerada qualquer renovação da pintura que possa ser necessária) e **Fim de Vida** (é considerada a remoção total do produto do suporte onde foi inicialmente aplicado, sendo os resíduos não perigosos conduzidos para um aterro sanitário). O fluxo de referência utilizado na modelação do sistema no GaBi é de 0,38Kg de tinta, ou seja, a quantidade necessária para proteger e decorar 1m² de suporte.

A DAP utilizada (Anexo I) apresenta algumas considerações relativamente ao estudo que é conveniente referir. São elas as seguintes:

- Os consumos contabilizados na fase de aplicação do produto foram definidos de uma forma equilibrada, de acordo com as respostas dadas aos questionários efectuados às várias empresas envolvidas neste estudo;
- Foi considerada uma taxa de perda de produto de 2%, correspondente às quantidades residuais que são deixadas no fundo das embalagens, à quantidade de produto que fica retido nas ferramentas de aplicação e às próprias perdas durante a aplicação. Esta taxa representa os dados recolhidos ao longo deste estudo;
- A tinta analisada neste estudo é definida de acordo com a norma francesa EN ISO 4618. O grau de brilho, que está de acordo com as exigências da norma NF P 74-201-1, é inferior a 10%, para um ângulo de incidência de 60°. Este produto é destinado a aplicações interiores e exteriores;
- O consumo do produto por unidade funcional é dado para uma aplicação em suporte plano, com uma absorção média. Foram utilizados os produtos de cor branca para o estudo da DAP em causa;
- Não é directamente recuperada nenhuma energia a partir dos resíduos gerados ao longo do ciclo de vida da tinta. No entanto, alguns resíduos das embalagens são reciclados, tais como os resíduos de tinta e papel/cartão, quando não estão contaminados;

- A norma NF P01-10 permite omitir alguns fluxos da fronteira do sistema, sendo eles os seguintes: iluminação, aquecimento e limpeza das oficinas; o departamento administrativo; o transporte dos funcionários; a fabricação das ferramentas utilizadas na produção e dos meios de transporte (máquinas, camiões, etc.).

No que diz respeito aos recursos energéticos naturais, convém referir a importância da definição do país no qual a unidade de produção opera, pois as características desses recursos (transporte, composição, etc.) variam de país para país. No caso deste estudo, tendo em consideração que o produto em análise está associado ao mercado francês, foi obviamente considerada a França como opção, na escolha desses mesmos recursos energéticos naturais.

6.2.2 INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA (LCI)

Após a definição do Objectivo e Âmbito avançou-se para a fase de recolha de informação acerca dos fluxos de entrada e saída do sistema. Mas, antes de proceder a essa recolha, foi necessário proceder à modelação, no GaBi, das etapas que compõem o ciclo de vida das tintas mate de base aquosa consideradas na DAP. Na Figura 6.1 é possível visualizar a janela do programa na qual foram moduladas essas mesmas etapas, que correspondem às indicadas no Objectivo e Âmbito.

Concluída a modelação, dever-se-ia, numa situação normal, avançar para a compilação dos fluxos e respectiva alocação às etapas do ciclo de vida. No entanto, nesta análise, esse trabalho de recolha já foi realizado pelos autores da DAP, encontrando-se os fluxos perfeitamente discriminados. Apesar deste facto, foi necessário ainda transpor os fluxos apresentados na DAP (em francês e em consonância com o *software* SimaPro, utilizado

pelos autores dessa mesma DAP) para os disponibilizados no *software* GaBi Education (cujas bases de dados são limitadas, em relação à versão completa, por se tratar de uma versão com finalidade educacional), não sendo fácil, por vezes, realizar essa transposição.

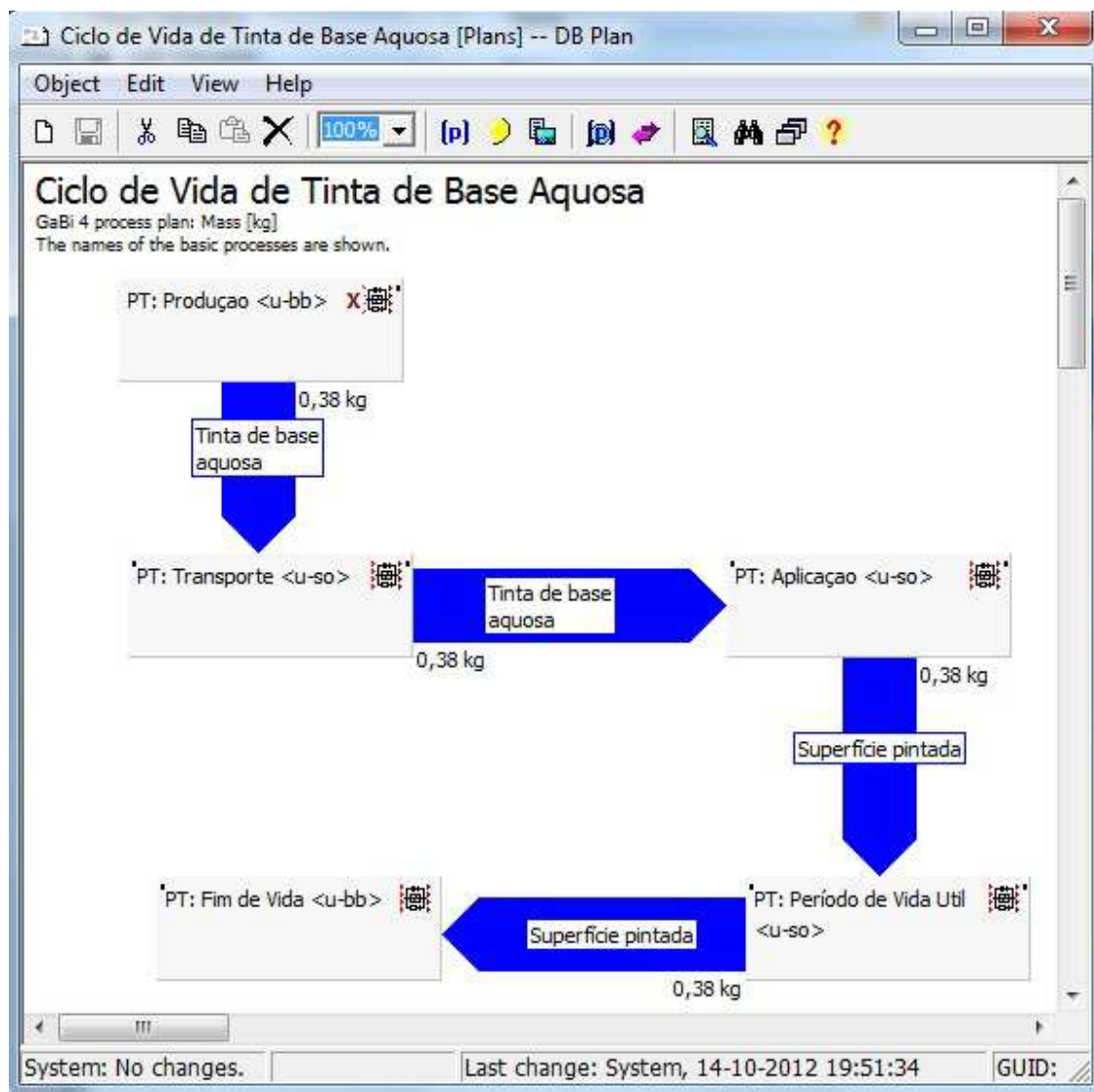


Figura 6.1: Modelação das etapas do ciclo de vida das tintas mate de base aquosa consideradas na DAP

Na Figura 6.1 é ainda possível observar dois tipos diferentes de processos, os designados “<u-so>” e os “<u-bb>”. Qual o motivo desta distinção? Os processos Transporte, Aplicação e Período de Vida Útil foram considerados como sendo do tipo “<u-so>” (*unit process single operation*) pelo facto de conterem informação (ou fluxos) relativa apenas ao

próprio processo, e não informação do tipo LCI, que abrange uma variedade de processos distintos. Os processos Produção e Fim de Vida foram considerados como sendo do tipo “<u-bb>” (*unit process black box*) pelo facto de representarem, cada um deles, uma cadeia de processos, que poderia eventualmente ser desmembrada em processos do tipo “<u-so>”, embora não tenha sido essa a opção neste caso, devido à condicionante das etapas já pré-definidas na DAP. Apenas a título de exemplo, é compreensível que o processo Produção poderia subdividir-se em Extracção de matérias-primas, Transporte até à fábrica e Transformação. Da mesma forma, o processo Fim de Vida também poderia ser subdividido em vários processos unitários, de acordo com o destino final do produto (PE International, 2010).

Com o objectivo de tornar todas as opções claras, no que diz respeito à introdução de dados no GaBi, foi criada uma tabela onde foram registados, em primeiro lugar, os fluxos apresentados na DAP, em segundo lugar, os fluxos possivelmente correspondentes no GaBi e, em terceiro lugar, a opção escolhida entre as consideradas possíveis. Essa mesma tabela pode ser consultada no Anexo II, sendo também apresentado um extracto da mesma na Figura 6.2, para uma rápida visualização do conceito desta tabela.

Fluxo indicado na DAP	Opções consideradas válidas no GaBi		Opção adoptada no GaBi	
Designação	Designação	Categoria	Designação	Categoria
Consumo de recursos energéticos naturais				
Bois / Wood	Wood (Buwal)	Renewable energy resources	Wood	Renewable energy resources
	Wood	Renewable energy resources		
Charbon / Coal	Hard Coal France	Hard coal (resource)	Hard Coal France	Hard coal (resource)
Lignite	Lignite France	Lignite (resource)	Lignite France	Lignite (resource)
Gaz naturel / Natural Gas	Natural gas France	Natural gas (resource)	Natural gas France	Natural gas (resource)
Pétrole / Crude Oil	Crude Oil France	Crude oil (resource)	Crude Oil France	Crude oil (resource)
Consumo de recursos naturais não energéticos				
Argile / Clay	Clay	Non renewable resources	Clay	Non renewable resources
Bauxite (Al2O3)	Bauxite	Non renewable resources	Bauxite	Non renewable resources
Bentonite	Bentonite	Non renewable resources	Bentonite	Non renewable resources
	Bentonite	Minerals		

Figura 6.2: Extracto da tabela apresentada no Anexo II

Convém ainda referir algumas considerações feitas durante a transposição da informação da DAP para o GaBi. São elas as seguintes:

- Os fluxos indicados na DAP com o valor 0.00E+00 correspondem a quantidades residuais. Como não é possível quantificar tais valores, os mesmos não foram considerados. No final poderá existir uma pequena discrepância associada a esta opção;
- Todas as emissões para a água foram consideradas como “*emissions to fresh water*”, o que corresponderá à emissão de substâncias poluentes para os rios ou seus afluentes. Estas substâncias poderão afectar a água captada para posterior tratamento e abastecimento das populações;
- Todas as emissões para o solo foram consideradas como “*emissions to industrial soil*”. Tendo em conta que a informação da DAP é baseada na recolha de informações de várias empresas e que a localização das suas unidades de produção é desconhecida, optou-se por considerar que todas essas unidades produtivas se localizariam em zonas industriais. Como tal, as emissões seriam para um solo “industrial” e não para um solo de uma zona de exploração agrícola;
- A água do mar contabilizada no item “Consumo de água” da DAP não é tida em conta no cálculo do consumo total de água. Com efeito, considera-se que o indicador de consumo de água expressa o esgotamento de um recurso, sendo a água do mar considerada um recurso ilimitado;
- As embalagens são parcialmente concebidas com recurso a materiais reciclados. No entanto, apesar dos valores associados ao aproveitamento desses materiais estarem indicados numa tabela específica da DAP, não foi possível introduzi-los no GaBi por não haver correspondência com os fluxos disponíveis no *software*;

- As empresas possuem um sistema de tratamento fechado, para a grande maioria das águas residuais. Como tal, nenhuma água é libertada directamente para a rede, sendo apenas produzidas lamas de tinta que são tidas em conta na tabela adequada de resíduos, na DAP. A pequena percentagem de águas residuais que é lançada para a rede é devidamente tratada antes da respectiva descarga, estando contemplados na DAP os métodos utilizados.

6.2.3 AVALIAÇÃO DO IMPACTE DO CICLO DE VIDA (LCIA)

Após a conclusão do inventário de ciclo de vida do produto em estudo, prosseguiu-se para a avaliação dos impactes ambientais associados a esses fluxos de entrada e saída do sistema. O objectivo, nesta fase, tal como já foi referido no Objectivo e Âmbito, consistia em comparar os resultados finais apresentados na DAP com os obtidos no GaBi. No entanto, não foi possível obter a comparação da totalidade das categorias, pelo facto de os métodos de avaliação de impactes disponíveis na versão Education do GaBi serem limitados, relativamente à versão completa. No entanto, no que diz respeito às categorias mais generalizadas e aceites em termos de estudos LCA (que serão brevemente abordadas de seguida), apenas uma delas não foi possível quantificar no GaBi.

No Anexo III é apresentada uma tabela com a comparação entre os resultados apresentados na DAP e os obtidos através da modelação no GaBi. Considerou-se um desvio admissível de 10%, sendo apontados a vermelho todos os resultados que ultrapassem este valor. Para a obtenção dos resultados, é necessário optar pelo método e respectiva categoria de impacte pretendida, na janela “*Quantity*” (GaBi) do balanço final, tal como apresentado na Figura 6.3 (onde se realça a localização da referida janela

“Quantity”). No que diz respeito ao método de avaliação dos impactes, foi utilizado, sempre que possível, o método CML 2001 (método desenvolvido pelo *Centre for Environmental Studies of the University of Leiden*). Relativamente à categoria dos Resíduos Sólidos (e respectivas subcategorias), apenas foram somados os valores introduzidos, já que se supõe que tenha sido feito precisamente o mesmo na obtenção dos resultados da DAP (presume-se que este indicador não requer a utilização de qualquer método de avaliação de impactes, funcionando apenas como uma quantificação dos resíduos sólidos produzidos). Apesar desta referência, é possível observar na tabela do Anexo III, categoria a categoria, qual a designação “método de avaliação de impacte/categoria de impacte” da janela “Quantity” que foi adoptada.

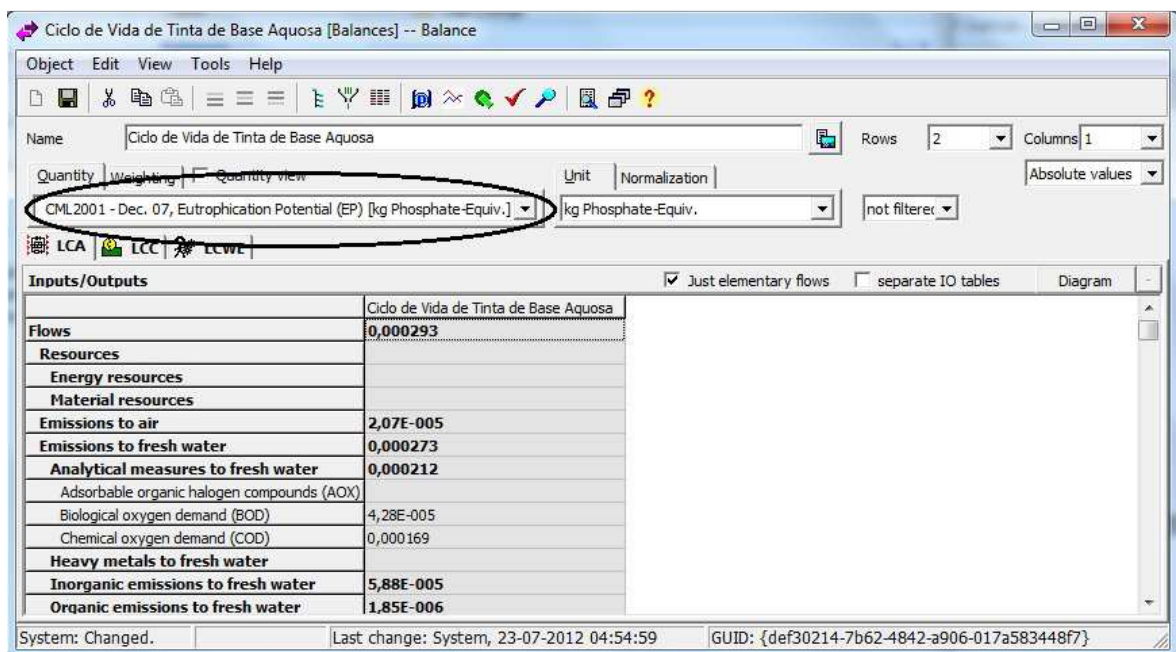


Figura 6.3: Definição do método de avaliação de impacte e respectiva categoria, na janela “Quantity” do GaBi

Convém referir que, para o cálculo do impacte associado ao “Consumo de recursos energéticos”, considerou-se, na janela “Quantity”, a opção “Primary energy demand from renewable and non renewable resources (gross calorific value) [MJ]”. Optou-se pelo Poder

Calorífico Superior (*gross calorific value*) pois, neste caso, não se está a tratar de máquinas térmicas. Sendo assim, toda a energia gasta deve ser contabilizada, indiscriminadamente.

É também de toda a importância destacar que, segundo a DAP utilizada neste caso de estudo (Anexo I), todos os impactos associados ao produto foram calculados de acordo com o ponto § 6.1 da norma NF P01-010. São ainda apresentados, também no Anexo III, a título de exemplo, dois gráficos obtidos aleatoriamente no GaBi, referentes a alguns dos resultados finais. São apenas duas hipóteses possíveis de apresentação gráfica, entre a multiplicidade de combinações permitidas pelo *software*, que permitem demonstrar a existência desta funcionalidade.

Apesar de haver diversas categorias de impacto ambiental, há algumas consensuais no que diz respeito a estudos LCA, sendo utilizadas pela generalidade dos especialistas neste tipo de análises. São categorias que representam assuntos de grande relevo a nível mundial e que reúnem os principais pontos sensíveis, no que se refere a impactos ambientais. Serão aqui abordadas e sucintamente descritas algumas dessas categorias, nomeadamente as que são consideradas na comparação de resultados entre a DAP e o GaBi. São elas as seguintes: Consumo de recursos energéticos (renováveis e não renováveis); Depleção de recursos abióticos (ADP); Potencial de aquecimento global (GWP); Acidificação atmosférica (AP); Destrução da camada de ozono estratosférico (ODP); Formação de ozono troposférico (POCP); Eutrofização (EP).

6.2.3.1 Consumo de recursos energéticos (ER e ENR)

Este indicador é composto por duas vertentes completamente distintas. A vertente da energia não renovável (ENR) incorporada no ciclo de vida do produto representa um

impacte negativo, que se traduz na contribuição para o esgotamento dos recursos energéticos não renováveis. A vertente da energia renovável incorporada no ciclo de vida do produto, pelo contrário, não representa um impacte negativo, traduzindo-se na utilização de energia renovável em detrimento da energia não renovável. Estes indicadores calculam-se em equivalentes de megajoules (MJ eq) (Bragança & Mateus, 2011; PE International, 2010).

6.2.3.2 Depleção de recursos abióticos (ADP)

Esta categoria está relacionada com a questão ambiental associada à redução das reservas de recursos naturais abióticos em todo o mundo. Neste conceito de recursos naturais abióticos incluem-se os combustíveis fósseis, bem como todas as matérias-primas (abióticas) não renováveis. Pode então dizer-se que esta categoria pretende avaliar a redução da quantidade, a nível mundial, de matérias-primas (abióticas) não renováveis, baseando-se nas reservas actualmente disponíveis e nas taxas de decréscimo das mesmas. O potencial de depleção dos recursos abióticos é calculado em quilogramas de antimónio equivalentes (Kg Sb eq) (Bragança & Mateus, 2011; PE International, 2010).

6.2.3.3 Potencial de aquecimento global (GWP)

O mecanismo provocador do aquecimento global, tão popularmente conhecido como efeito de estufa (não o efeito em si, que é natural, mas o seu aumento, provocado pelos GEE), verifica-se a diferentes escalas. Desde as “ilhas de calor” geradas nas grandes cidades, devido à elevada e extremamente localizada concentração de poluição atmosférica, até ao problema global, que tem gerado enormes preocupações em todo o mundo devido, entre

outros, ao aumento da temperatura média ambiente, à subida do nível da água do mar e às alterações climáticas subsequentes. Como é sobejamente sabido, este efeito baseia-se na concentração de gases denominados gases com efeito de estufa (GEE ou GHG de *greenhouse gases*) na atmosfera terrestre, que impedem a passagem da radiação solar reflectida na superfície do planeta, absorvendo uma parte dela e reflectindo outra parte de volta para a superfície. Alguns dos GEE mais conhecidos são o CO₂ (dióxido de carbono), o CH₄ (metano) e os CFC (clorofluorcarbonetos). Este indicador é caracterizado também pelo tempo necessário para a remoção natural destas substâncias da atmosfera. É calculado para um horizonte de tempo de 100 anos (GWP100), e expressa-se em quilogramas equivalentes de dióxido de carbono (Kg CO₂ eq) (Bragança & Mateus, 2011; PE International, 2010).

6.2.3.4 Acidificação atmosférica (AP)

A acidificação é um fenómeno que ocorre quando alguns componentes poluidores do ar, tais como a amónia (NH₃), dióxido de enxofre (SO₂) ou o óxido de azoto (NO_x), se transformam em substâncias ácidas, provocando uma redução do pH das chuvas e nevoeiros. Esta acidez atingirá a superfície terrestre, e provocará o fenómeno de acidificação a partir do momento em que os solos e a água percam a capacidade para resistir ou neutralizar estes elementos acidificantes. Também ao nível da saúde humana ou das construções se verificam efeitos nocivos. Vários materiais, tais como o cimento, calcário, betão e elementos metálicos poderão sofrer danos consideráveis. Este indicador é calculado em quilogramas equivalentes de dióxido de enxofre (Kg SO₂ eq) (Bragança & Mateus, 2011; PE International, 2010).

6.2.3.5 Destruição da camada de ozono estratosférico (ODP)

A camada de ozono existente na atmosfera protege a superfície terrestre do efeito nocivo das radiações ultravioleta, absorvendo-as na sua maioria, e, portanto, permitindo que apenas uma pequena quantidade atinja a superfície. No entanto, há determinadas substâncias que, nas últimas décadas, têm sido libertadas para atmosfera, contribuindo para a redução desta camada de ozono que protege o planeta e ajuda a tornar possível a existência de vida. Essas substâncias podem agrupar-se essencialmente em dois tipos: os clorofluorcarbonetos (CFC) e os óxidos de azoto (NO_x). A redução ou mesmo destruição (como já sucede nalguns pontos da atmosfera) da camada de ozono poderá ter efeitos nefastos na saúde humana, na saúde dos animais, no equilíbrio dos vários ecossistemas, entre muitos outros aspectos. Este indicador é calculado em quilogramas equivalentes de triclourofluormetano (Kg CFC-11 eq) (Bragança & Mateus, 2011; PE International, 2010).

6.2.3.6 Formação de ozono troposférico (POCP)

O ozono, apesar de desempenhar um papel benéfico e protector ao nível da estratosfera, é uma substância nociva quando se forma ao nível da troposfera, através da oxidação fotoquímica. Segundo Bragança e Mateus (2011), *“a oxidação fotoquímica corresponde à formação de compostos químicos reactivos (principalmente ozono) pela acção da radiação ultravioleta”*. É um fenómeno vulgarmente conhecido como *“smog de Verão”*, devido ao facto de haver uma interacção, ao nível da troposfera, entre a radiação ultravioleta e alguns compostos químicos, tais como os óxidos de azoto (NO_x), o monóxido de carbono (CO) e os COV (já apresentados anteriormente), culminando com a formação de ozono (O_3), nitrato de peroxiacelito (PAN), nitrato de peroxybenzoyl (PBN), entre outros. A

ocorrência deste fenómeno afecta a saúde humana, os ecossistemas e poderá também provocar danos materiais. Este indicador é calculado em quilogramas equivalentes de etileno (Kg C₂H₄ eq) (Bragança & Mateus, 2011; PE International, 2010).

6.2.3.7 Eutrofização (EP)

A eutrofização consiste no impacte causado por um acréscimo de nutrientes num determinado local, causado por emissões para a água, solo ou ar. É um fenómeno que pode ocorrer num meio aquático ou terrestre. Num meio aquático, causará um desenvolvimento acelerado de algas e plantas, que poderão impedir a luz solar de atingir a profundidade devida, provocando um decréscimo na fotossíntese e, conseqüentemente, menores quantidades de oxigénio serão produzidas. Se não for controlado atempadamente, poderá provocar a morte de espécies. No meio terrestre, a eutrofização poderá conduzir ao enfraquecimento das plantas, tornando-as mais vulneráveis a pragas e doenças. As contaminações por excesso de nitratos nos lençóis freáticos foram também já verificadas. Esta questão ambiental associa-se, normalmente, às emissões de azoto (N) e fósforo (P). O indicador em causa é calculado em quilogramas equivalentes de fosfato (Kg PO₄ eq) (Bragança & Mateus, 2011; PE International, 2010).

6.2.4 INTERPRETAÇÃO

Avaliados os impactes ambientais da tinta mate de base aquosa, procede-se agora à interpretação dos mesmos, sendo apresentadas algumas ilações retiradas da análise dos resultados. Relativamente à comparação efectuada, apresentada no Anexo III, pode-se

considerar que os resultados obtidos, apesar de algumas discrepâncias registadas, foram satisfatórios.

A própria declaração ambiental do produto utilizada apresenta dois comentários considerados relevantes para esta fase, já que dizem respeito à interpretação dos impactes ambientais nela calculados.

Os comentários são então os seguintes:

- A maioria do impacte provocado pelas tintas mate de base aquosa está localizado ao nível da Produção;
- As principais emissões atmosféricas são de gases de efeito estufa, nomeadamente de CO₂. A presença de solvente orgânico no produto conduz à existência de emissões de COV. Note-se que o fluxo de compostos orgânicos de flúor é inferior a um milionésimo do fluxo de CO₂ e, portanto, não há necessidade de ser considerado no cálculo das alterações climáticas (segundo a NF P01-010 § 6.1.1.1);

Após esta curta interpretação associada à DAP, serão agora enumeradas mais algumas considerações acerca dos resultados obtidos no GaBi e da comparação efectuada (apresentada no Anexo III). São elas as seguintes:

- Verifica-se uma grande discrepância ao nível do consumo de energia renovável. Esta diferença justificar-se-á, possivelmente, devido ao facto de não se ter encontrado forma de introduzir a tabela da DAP referente ao consumo de materiais recuperados/reciclados no modelo do GaBi;
- Relativamente à categoria “Alterações Climáticas (GWP)”, é interessante verificar que, neste parâmetro, se obteve um valor superior ao da DAP, o que indicará a utilização de um método de avaliação do impacte diferente do utilizado pelo GaBi neste estudo;

- Na categoria “Formação de ozono troposférico (POCP)” é possível constatar uma elevada discrepância (superior a 50%) entre os valores da DAP e os obtidos no GaBi, não havendo nenhum motivo aparente para tal. A possibilidade de utilização de métodos de avaliação de impacte ambiental diferentes constitui uma justificação plausível;
- Tal como no ponto anterior, também a categoria “Eutrofização (EP)” apresenta uma discrepância acentuada entre os dois valores comparados. O motivo poderá ser idêntico ao referido no ponto anterior, ou seja, a possível utilização de métodos de avaliação de impacte distintos;
- Não foi possível obter, na modelação do GaBi, os resultados para 3 impactes referidos na tabela final da DAP. São eles os seguintes: “Poluição do ar”, “Poluição da água” e “Destruição da camada de ozono estratosférico”. Nenhuma das categorias de impacte apresentadas se ajustava a estes três resultados.

6.2.5 CONSIDERAÇÕES

A declaração ambiental do produto (Anexo I) adoptada para esta análise apresenta uma abordagem ao nível da colecta de dados que aparenta ser uma simplificação da realidade que talvez pudesse ser evitada ou corrigida. Verifica-se que em todas as tabelas da DAP que constituem o LCI, ou seja, em todas as tabelas onde são registados fluxos de entrada e saída do sistema, é apresentado, para cada fluxo, a totalidade do seu valor no ciclo de vida (ou seja, o somatório dos valores quantificados para cada fase do ciclo de vida), por ano e por duração de vida típica (designada por DVT, e considerada como sendo de 10 anos). É precisamente nesta última abordagem “por ano” e “por DVT” que surge a simplificação que se julga poder ser tratada de outra forma mais correcta e aproximada da realidade.

A quantificação “por ano” é realizada de uma forma muito simples: somando os valores de um determinado fluxo quantificados para cada fase do ciclo de vida, sendo o modelo de ciclo de vida constituído por cinco fases (Produção – Transporte – Aplicação – Período de Vida Útil – Fim de Vida). A quantificação “por DVT” é realizada de uma forma ainda mais simples que a anterior: multiplicando o valor da quantificação “por ano” por dez (valor associado à DVT).

Considera-se que esta simplificação adoptada pela DAP é um pouco grosseira, pelo seguinte motivo: ao multiplicar o valor “por ano” por dez, está a ser multiplicada a contribuição da fase de Produção por dez, o que não traduz minimamente a realidade, já que esta é uma fase pontual no ciclo de vida, terminando a sua contribuição para os impactes ambientais no momento em que o produto sai da unidade de transformação, não devendo, portanto, estar condicionada pelo tempo de vida útil do produto. O mesmo se passa no caso das fases de Transporte, Aplicação e Fim de Vida, já que não são condicionadas pela DVT.

Sendo assim, a única fase que poderia ser analisada “por ano” seria a fase de Período Útil de Vida. Admite-se, portanto, que não se justifica a análise “por ano”, já que apenas uma fase estaria condicionada pela Duração de Vida Típica do produto. A análise mais correcta seria, porventura, a que considerasse o somatório, para cada fluxo, dos valores de cada fase do ciclo de vida, multiplicando pela DVT apenas o valor da fase de Período de Vida Útil.

É importante realçar que, apesar de tudo o que foi referido nestas considerações, os resultados da DAP utilizados na tabela comparativa (Anexo III) dizem respeito à análise “por ano”. Considerou-se que a análise “por DVT” seria demasiado gravosa, apresentando resultados distorcidos da realidade, já que considerava a multiplicação de todas as fases pelo valor da DVT, algo que não se considera correcto, tal como já foi acima explicado.

6.3 AVALIAÇÃO AMBIENTAL DO CICLO DE VIDA DE UMA CASA PRÉ-FABRICADA

A avaliação ambiental do ciclo de vida de um edifício, neste caso uma casa pré-fabricada (projecto fornecido pelo Eng.º André Coelho e apresentado no Anexo IV), vai ao encontro do tema principal desta Dissertação. Infelizmente, não foi possível realizar uma LCA completa, rigorosa e totalmente reveladora do impacte ambiental do edifício em estudo, tal como era pretendido inicialmente, devido às várias limitações associadas a estas análises, principalmente ao nível da informação disponível em tempo útil, já que actualmente as ferramentas informáticas de apoio se encontram num estado evolutivo avançado.

A abordagem adoptada consistiu, em primeiro lugar, em definir e quantificar as soluções construtivas e materiais da casa em estudo. O passo seguinte baseou-se na procura da maior quantidade de informação possível acerca dos impactes ambientais das soluções construtivas e materiais seleccionados. Como é óbvio, nalguns casos, foi imperativo o ajuste dessas mesmas soluções construtivas e materiais à informação disponível, em prol de uma análise o mais rigorosa e abrangente possível. Foram também estabelecidas as categorias ambientais a serem analisadas, optando-se pelas mais comuns a todas as DAP.

Concluída a recolha de informação, procedeu-se à avaliação dos impactes através de uma metodologia muito simples, tal como já foi referido na introdução a este capítulo. Realizou-se o registo dos impactes obtidos nas DAP, por elemento construtivo, relacionando-os com a quantidade necessária para a casa em estudo. Por fim, através do somatório dos impactes de todos os elementos construtivos, obteve-se o impacte ambiental da casa pré-fabricada.

No entanto, como já foi referido, esta quantificação dos impactes foi realizada para duas vertentes distintas, a *cradle-to-gate* e a *cradle-to-(...)*. Com esta análise foi possível

aproveitar a informação adicional existente em algumas DAP e, através do estudo comparativo entre as duas vertentes, compreender em que medida essa informação adicional (de grande relevância) influenciou o resultado final.

6.3.1 OBJECTIVO E ÂMBITO

Esta análise ambiental do ciclo de vida de uma casa pré-fabricada tem como principais objectivos a percepção do funcionamento da avaliação dos impactes ambientais associados à totalidade de um edifício, a quantificação desses mesmos impactes com o intuito de entender quais as fases do ciclo de vida que são mais gravosas, e ainda a compreensão das limitações associadas a este tipo de análise, que permita desenvolver uma análise crítica do estado actual de desenvolvimento desta metodologia (LCA).

Mais uma vez, trata-se de uma análise com uma finalidade puramente académica, não funcionando, portanto, como qualquer tipo de apoio à decisão no desenvolvimento de políticas ou estratégias de produtos ou sistemas.

Neste caso, a unidade funcional consiste na construção de uma casa pré-fabricada com 93,32 m² de área bruta (segundo o projecto apresentado no Anexo IV). Foram consideradas, neste estudo, as seguintes soluções construtivas e materiais de construção (que posteriormente serão descritos e quantificados no LCI): paredes exteriores, paredes interiores, pavimento, cobertura, estrutura, envidraçados e equipamento sanitário. Devido às limitações no que se refere à informação disponível nas bases de dados de materiais e soluções construtivas, não foi possível contemplar a totalidade dos elementos que constituem o edifício. Convém, portanto, realçar as exclusões consideradas, sendo elas as seguintes:

- As tubagens e cablagens necessárias para todo o tipo de instalações;
- Os electrodomésticos e os móveis de cozinha;
- As luminárias;
- As portas interiores e a estrutura dos armários embutidos;
- O quadro eléctrico e os seus constituintes;
- A barreira pára-vapor nas paredes exteriores;
- Os rufos e as platibandas;
- As redes de águas pluviais, residuais e de abastecimento;
- A estrutura de suporte do tecto falso;
- A betumação do revestimento cerâmico;
- Os perfis enformados (em C), para apoio das placas de painel *sandwich*;
- As placas de pedra para suporte da bacia de lavatório (no wc de serviço) e para a bancada da cozinha;
- Os puxadores, trincos e dobradiças das portas.

Serão analisadas duas vertentes, a *cradle-to-gate* e a *cradle-to-(...)*. A primeira, *cradle-to-gate* (do berço ao portão), compreende as fases de **Extracção de matérias-primas**, **Transporte até à fábrica** e **Produção** (o transporte até ao local de implantação do edifício não é contemplado). A segunda, *cradle-to-(...)* (do berço até ...), não tem um limite bem definido, contemplando, além das mesmas fases da análise *cradle-to-gate*, alguma informação adicional disponibilizada pontualmente por algumas DAP, tal como a fase do final de vida dos produtos ou a fase de utilização. Esta segunda vertente surge apenas com o intuito de aproveitar a informação extra disponibilizada por algumas DAP, contribuindo assim para que o resultado final dos impactes ambientais seja o mais próximo da realidade possível.

6.3.2 INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA (LCI)

Concluída a definição do Objectivo e Âmbito, proceder-se-á agora à recolha de informação que constituirá o LCI. Neste caso, optou-se por dividir o processo de colecta de informação em três tipos distintos. E qual o motivo desta opção? Esta abordagem justifica-se pelo facto de haver três tipos de recolha de informação distintos, ao longo do desenvolvimento do LCI.

Em primeiro lugar, surge a informação obtida directamente de DAP (*sites* do INIES e do IBU, entre outros), que não necessita de quantificação, pois serão utilizados os resultados finais quantificados pelas mesmas. Os materiais de construção inventariados desta forma são os seguintes: argamassa para pintura, revestimento cerâmico (distinto para pavimentos e paredes), painel *sandwich*, placas de gesso cartonado para o tecto falso, aço para perfis metálicos, bacia e reservatório de retrete, bidé, bacia de lavatório e chuveiro.

Em segundo lugar, surge a informação obtida através da base de dados de materiais e soluções construtivas criada por Bragança e Mateus (2011), a qual apresenta também os resultados finais dos impactes ambientais (não sendo, portanto, necessária a quantificação dos mesmos). Os materiais de construção e soluções construtivas inventariados desta forma são os seguintes: paredes exteriores (solução “PExt 26” da base de dados, não incluindo a aplicação interior de pintura), paredes interiores (solução “PInt 18”, não incluindo, nuns casos, o emassamento e pintura, e noutros a cola e o cerâmico), vidro e alumínio (a utilizar nos perfis em U que suportam os envidraçados).

Em terceiro lugar, surge a informação relativa a fluxos, obtida através de DAP, para introdução no GaBi, e posterior quantificação dos impactes. Os materiais de construção inventariados desta forma são os seguintes: cola para aplicação de cerâmicos e tinta mate de base aquosa. Foi necessário recorrer ao GaBi, pelo facto de não ter surgido nenhuma

DAP que, para os materiais de construção em causa, apresentasse o resultado final de forma compatível com toda a outra informação recolhida. Como tal, no caso da tinta mate de base aquosa, reformulou-se a modelação realizada na primeira parte do caso de estudo, adaptando-a a uma análise *cradle-to-gate* (já que, para a vertente *cradle-to(...)*, os resultados obtidos na primeira parte do caso de estudo ajustam-se perfeitamente ao pretendido). No caso da cola para aplicação de cerâmicos, foi modelado o sistema e recolhida a informação relativa aos fluxos de entrada e saída.

Serão de seguida apresentadas as soluções construtivas e materiais a utilizar, definidos de acordo com o projecto, embora nalguns casos tenha sido necessário adaptá-los à informação disponível nas bases de dados, tal como já foi referido.

6.3.2.1 Paredes Exteriores

A solução construtiva adoptada para as paredes exteriores baseia-se na solução “PExt 26” definida por Bragança e Mateus (2011) na sua base de dados de soluções construtivas. A sua constituição é então a seguinte:

- Suporte - A solução adoptada corresponde a fachada ventilada com elemento de suporte em betão armado com 20cm de espessura. O revestimento interior é à base de pintura. Sobre a superfície exterior do elemento de suporte encontra-se fixada a camada isolante, em poliestireno expandido extrudido, com 4cm de espessura. O revestimento exterior é composto por placas de pedra com 3cm de espessura, que se encontram fixadas ao elemento de suporte através de uma estrutura metálica. A caixa-de-ar tem 6cm de espessura. Este elemento construtivo perfaz uma espessura

total de 33cm, sendo necessária uma superfície de 46,464 m² para cumprir os requisitos do projecto;

- Área pintada – A massa utilizada para calcular os impactes totais do revestimento interior utilizado baseou-se num rendimento médio de 380g/m². Esse valor foi obtido na DAP utilizada na primeira parte deste caso de estudo, sendo, portanto, um valor fiável. Para a superfície total de parede exterior a pintar (46,464 m²) serão necessários 17,66 Kg de tinta. Considerou-se que a tinta é aplicada directamente sobre o suporte de betão armado.

6.3.2.2 Paredes Interiores

A solução construtiva adoptada para as paredes interiores baseia-se na solução “PInt 18” definida por Bragança e Mateus (2011) na sua base de dados de soluções construtivas. A sua constituição é então a seguinte:

- Suporte – O sistema utilizado é constituído por painéis pré-fabricados de gesso cartonado, com perfis de aço galvanizado e isolamento em lã de rocha. Estes elementos referidos perfazem uma espessura de 72 mm, sendo 40 mm de lã de rocha e 13 mm para cada uma das placas de gesso cartonado. Os perfis metálicos que constituem a estrutura interna deste sistema podem distar, entre si, 400 mm ou 600 mm. Foram considerados 3 cm para emassamento e pintura. A espessura total do elemento construtivo será de 10 cm, sendo necessária uma área de 56,544 m² para cumprir os requisitos do projecto;
- Área pintada – A massa utilizada para calcular os impactes totais da camada de argamassa de gesso (sobre a qual é aplicada a pintura) baseou-se numa densidade de 900 Kg/m³. Considerando uma área a emassar (obviamente idêntica à área a

pintar) de 53,93 m² e uma espessura de 3 mm, serão necessários 145,61 Kg de revestimento (emassamento). Por outro lado, a massa utilizada para calcular os impactes totais da pintura interior baseou-se num rendimento médio de 380 g/m². Para a superfície de parede interior a pintar (53,93 m²) serão necessários 20,49 Kg de tinta. O interior dos armários e *courettes* será deixado em bruto, enquanto nos wc's apenas o tecto será pintado, pois as paredes serão revestidas a cerâmico;

- Área revestida a cerâmico – Tal como já foi referido, as paredes dos wc's serão revestidas a placas cerâmicas, correspondendo a uma área de 31,78 m².

6.3.2.3 Pavimento

A solução construtiva adoptada para o pavimento baseia-se na solução “Pav 4” definida por Bragança e Mateus (2011) na sua base de dados de soluções construtivas. A sua constituição é então a seguinte:

- Suporte – O sistema utilizado é composto por uma laje maciça, com uma espessura total de 20 cm, perfazendo uma área de 118,80 m² (93,41 m² de área interior e 25,39 m² de área exterior);
- Acabamento – Tanto o acabamento interior como o exterior consistem num revestimento de placas cerâmicas.

6.3.2.4 Cobertura

Esta solução construtiva apresenta as seguintes características:

- Utilizou-se, como revestimento superior, painel *sandwich* com 8 cm de espessura, constituído por duas chapas metálicas com poliuretano no seu interior;

- No interior da habitação, foi utilizado, como revestimento inferior, tecto falso em gesso cartonado, considerando placas de 13 mm (com uma densidade de 800Kg/m^3), com acabamento a tinta mate de base aquosa (rendimento já especificado anteriormente). No exterior da habitação, foi utilizado, como revestimento inferior, a mesma solução, embora recorrendo a placas de gesso cartonado hidrófugo;
- Acabamento – A massa utilizada para calcular os impactes totais da camada de argamassa de gesso (sobre a qual é aplicada a pintura) baseou-se numa densidade de 900 Kg/m^3 . Considerando uma área a emassar (obviamente idêntica à área a pintar) de $118,80\text{ m}^2$ e uma espessura de 3 mm, serão necessários $320,76\text{ Kg}$ de revestimento (emassamento). Por outro lado, a massa utilizada para calcular os impactes totais da pintura baseou-se num rendimento médio de 380 g/m^2 . Para a superfície de cobertura (inferior) a pintar ($118,80\text{ m}^2$) serão necessários $45,14\text{ Kg}$ de tinta.

6.3.2.5 Estrutura

No que diz respeito à estrutura, recorreu-se a estrutura metálica (peso volúmico do aço = 7780 Kg/m^3), sendo adoptados perfis de dimensões comerciais, para evitar custos acrescidos. Considerou-se 8 pilares, realizados em perfis HEB 200, com 2,4 m de comprimento (área da secção transversal = $78,08\text{ cm}^2$), e 8 vigas, sendo 6 delas realizadas em perfis INP 200 (área da secção transversal = $33,4\text{ cm}^2$), e as restantes 2 em perfis C 200 x 17.1 (área da secção transversal = $21,7\text{ cm}^2$), com um comprimento total de 75 m ($62,26\text{ m}$ de perfil INP e $12,74\text{ m}$ de perfil C). A massa necessária para realizar os pilares

contemplados é de 1166,33 Kg, enquanto para realizar as vigas são necessários 1832, 92 Kg.

6.3.2.6 Envidraçados

A solução construtiva adoptada é constituída por vidro duplo de 12+16+10 mm (com uma densidade de 2500 Kg/m³ e uma área de secção transversal de 32,39 m²), suportado por um perfil de alumínio em U, a todo o perímetro do vidro (perfil com uma densidade de 2700 Kg/m³ e uma secção transversal de 48x20x3 mm [comp x alt x esp], perfazendo uma área de 2,46E-4 m² e um comprimento total de 60,34 m).

6.3.2.7 Equipamento sanitário

Foram considerados os seguintes equipamentos sanitários: bacia e reservatório de retrete (x2), bacia de lavatório (x2), bidé (x1) e chuveiro (x1). De entre os vários modelos de chuveiros disponibilizados na DAP respectiva, foi seleccionado o “*Croma 100 Vario hand shower*”. Além disso, convém registar o peso unitário dos bidés, que corresponde a 20 Kg, para utilização na fase de avaliação dos impactes.

6.3.3 AVALIAÇÃO DO IMPACTE DO CICLO DE VIDA (LCIA)

Nesta segunda parte do caso de estudo, relativa à casa pré-fabricada, a etapa da avaliação do impacte do ciclo de vida será dividida em três fases. Numa primeira fase, utilizando os fluxos de entrada e saída fornecidos por uma DAP (obtida na base de dados do INIES), calculou-se, com recurso ao GaBi, os impactes ambientais da cola utilizada para fixação

dos cerâmicos. Numa segunda fase, adaptou-se a modelação realizada no GaBi para a primeira parte do caso de estudo (relativa à tinta mate de base aquosa), permitindo obter resultados do impacte ambiental da tinta, tanto para a vertente *cradle-to-gate* como para a vertente *cradle-to(...)* (neste caso particular da tinta, a vertente *cradle-to(...)* corresponde à *cradle-to-grave*, já que compreende toda a informação desde o berço até ao túmulo). Numa terceira fase, todos os resultados obtidos nas duas primeiras fases, juntamente com todos os outros obtidos directamente das DAP durante a constituição do LCI, foram registados, por elemento construtivo (tal como apresentado, a título de exemplo, na Figura 6.4). Por fim, todos os impactes de cada elemento construtivo considerado foram somados (seguindo uma abordagem *bottom-up*, muito idêntica à realizada pelas ferramentas informáticas), permitindo obter os impactes ambientais totais da casa pré-fabricada em estudo.

PAREDES EXTERIORES		Quantificação das categorias de impacte ambiental (por m ²)							
Tipo de solução	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
		Fachada ventilada	Cradle-to-gate	6,32E-01	1,32E+02	2,05E-04	4,39E-01	2,73E-02	7,49E-02
Área (m ²)		x 46,464							
Categorias de impacte ambiental (total para a solução adoptada)		=							
		2,94E+01	6,13E+03	9,53E-03	2,04E+01	1,27E+00	3,48E+00	8,87E+04	6,88E+03

Figura 6.4: Exemplo da quantificação dos impactes por elemento construtivo

Convém referir que esta quantificação dos impactes, além de outras limitações, contempla resultados obtidos com o recurso a diferentes métodos de avaliação, já que é utilizada informação disponibilizada por DAP, pelo GaBi e ainda pela base de dados criada por Bragança e Mateus (2011). O resultado desta quantificação dos impactes ambientais por elemento construtivo, bem como o somatório total associado à casa pré-fabricada, são apresentados no Anexo V (vertente *cradle-to-gate*) e Anexo VI (vertente *cradle-to(...)*).

6.3.4 INTERPRETAÇÃO

Concluída a avaliação do impacto do ciclo de vida da casa pré-fabricada, serão agora analisados os resultados obtidos. Para tal, foram agrupados, num mesmo quadro, apresentado no Anexo VII, os resultados das duas vertentes (*cradle-to-gate* e *cradle-to-...*), com o objectivo de comparar os valores obtidos e compreender de que forma a informação extra da análise *cradle-to-...* afecta e aproxima os resultados da realidade.

No que diz respeito aos valores totais finais, apenas duas das categorias de impacto não viram os seus valores agravados com o acréscimo da informação adicional disponibilizada pela vertente *cradle-to-...*, relativamente à vertente *cradle-to-gate*. No entanto, é extremamente importante verificar que há vários valores parciais, de categorias de impacto de alguns elementos construtivos, que apresentam reduções significativas nos seus valores ao adicionar a tal informação extra da vertente *cradle-to-...*. Isto sucede pelo simples facto de estarem a ser considerados, nessa informação adicional, processos de reciclagem, de reutilização, de aproveitamento de energia, entre outros, que reduzem os impactes provocados. Um exemplo disso mesmo é a Estrutura, onde, devido à consideração adicional do processo de Fim de Vida (no qual, de acordo com a respectiva DAP, 100% do produto será recuperado, estimando-se que 88% seja reciclado, 11% reutilizado e 1% perdido) apenas uma das categorias de impacto sofre um agravamento, sendo todas as outras reduzidas segundo percentagens consideráveis. Todos os diferenciais parciais e totais dos valores das categorias de impacto podem ser analisados no Anexo VII, tal como já foi referido.

Este quadro comparativo permitiu, então, concluir que será sempre vantajoso incluir toda a informação disponível, já que isso aproximará os valores da realidade. Além do mais, em várias situações esses valores serão amenizados ao invés de serem agravados, como se

poderia supor. No entanto, é compreensível que nem sempre seja possível considerar toda a informação, indiscriminadamente, já que em determinados estudos será importante manter as fronteiras bem definidas, permitindo assim uma comparação com outros estudos que apresentem uma unidade funcional idêntica.

6.3.5 CONSIDERAÇÕES

A análise ambiental do ciclo de vida realizada nesta segunda parte do caso de estudo não traduz, infelizmente, a realidade portuguesa, pelo facto de incluir uma grande percentagem de informação proveniente das mais diversas bases de dados a nível europeu (francesas, alemãs e suecas, entre outras). Como é óbvio, mesmo tratando-se dos mesmos materiais, os impactes reflectem a realidade de outros países que não Portugal. Apesar disso, essa não é uma questão fulcral para o trabalho, já que o objectivo principal deste estudo consistia em compreender e aprofundar o conhecimento acerca do processo de desenvolvimento de uma LCA de edifícios.

A utilização das DAP constituiu também um foco de algumas dificuldades, principalmente pela pouca uniformização entre as fases do ciclo de vida consideradas e entre as categorias de impacte analisadas, e ainda pelas variadíssimas formas distintas de apresentação da informação. Talvez se justificasse, pelo menos a nível europeu, um maior nível de uniformização das DAP, trabalho esse que, apesar de ainda se encontrar numa fase inicial, já tem vindo a ser desenvolvido por algumas entidades, tais como a ECO Platform, que procuram uma harmonização entre este tipo de documentos.

A fase de vida útil dos edifícios continua a ser pouco considerada neste tipo de avaliações, o que pode ser constatado pela informação disponibilizada nas DAP, que raramente contempla essa fase do ciclo de vida. Apesar de, nalguns casos de materiais de construção,

o maior impacte se situar ao nível da produção, não se pode generalizar tal consideração ao estudo global dos edifícios. É, portanto, de grande importância a análise da fase de vida útil, que engloba problemas de grande discussão a nível mundial, tais como a Qualidade do Ar Interior.

6.4 AVALIAÇÃO SIMPLIFICADA DO CUSTO DO CICLO DE VIDA DE UMA CASA PRÉ-FABRICADA

Para finalizar o caso de estudo, surge esta quantificação do custo do ciclo de vida de uma casa pré-fabricada (a mesma que foi contemplada no capítulo 6.3), de forma a tentar aproximar um pouco este estudo do conceito de LCSA (que engloba a ELCA, o LCC e o SLCA). Já que a avaliação social está ainda pouco desenvolvida e, neste caso, se torna praticamente impossível de quantificar, será ao menos apresentado este LCC simplificado. O objectivo principal desta avaliação, mais do que atingir uma quantificação rigorosa do custo do ciclo de vida da habitação em estudo, é apresentar esta ferramenta de apoio e mostrar o seu modo de funcionamento, de forma a contribuir para a sensibilização dos intervenientes nas fases de decisão dos projectos. Esta avaliação não estava prevista inicialmente, tendo surgido devido a uma pesquisa na internet, que resultou na descoberta de uma ferramenta informática de apoio ao LCC, desenvolvida no âmbito do projecto europeu DEEP (*Dissemination of energy efficiency measures in public buildings*). Este projecto, já concluído, decorreu entre 2005 e 2007, tendo sido coordenado pelo ICLEI, organismo esse que representa governos locais em todos os processos políticos relevantes para a sustentabilidade na Europa. Este organismo trabalha em conjunto com outras redes europeias, nomeadamente a Comissão Europeia, o Comité das Regiões e muitas outras organizações envolvidas na formulação de políticas e estratégias da UE.

Segundo o *site* do DEEP, esta ferramenta permite comparar os custos do ciclo de vida de diferentes produtos, ao analisar as despesas que normalmente não são tidas em conta nas comparações de custos iniciais. Estas despesas incluem o consumo de energia e água, manutenção e renovação. Além disso, a ferramenta permite ainda comparar as emissões de CO₂ de diferentes produtos.

Para a concretização desta avaliação foi necessário, em primeiro lugar, recolher várias informações relativas à habitação em estudo e a tarifários em vigor, entre outras. No que diz respeito às tarifas eléctricas e aos factores de carbono associados, os valores utilizados dizem respeito à prática corrente a nível nacional. Da mesma forma, também a tarifa da água corresponde aos valores praticados a nível nacional. As tarifas de gás e de outros combustíveis mantiveram-se inalteradas (com os valores atribuídos pelo *software*), já que não são utilizados na habitação em análise. O consumo anual de água (165 m³/ano) foi calculado de acordo com o previsto no Decreto Regulamentar n.º 23/95, enquanto o consumo mensal de electricidade (450 KWh/mês) corresponde ao consumo de uma habitação com a mesma tipologia da que foi analisada neste caso. A taxa de desconto adoptada, assim como as taxas representativas da subida dos preços dos combustíveis por ano, seguem os valores da prática corrente para este tipo de estudos. Considerou-se, para a 1ª opção, a aplicação de 20 painéis fotovoltaicos com uma área unitária de 1,25m², um rendimento de 19,30% (considerando a intensidade média da radiação solar igual a 1500KWh/m²/ano) e um preço de referência de €500/m². O valor considerado para o orçamento inicial da casa pré-fabricada, com a utilização de painéis fotovoltaicos, foi de €92.500,00 (este valor resulta do acréscimo do preço dos painéis fotovoltaicos ao valor do custo inicial da 2ª opção). Para a 2ª opção, sem a utilização de painéis fotovoltaicos, considerou-se um valor de €80.000,00 (valor base apresentado nos panfletos publicitários).

No Anexo VIII são apresentados os quadros (do *software* utilizado) onde a informação relativa ao estudo LCC é introduzida, assim como os resultados e alguns gráficos comparativos fornecidos pela ferramenta. São fornecidos quatro gráficos distintos, todos eles fazendo a comparação entre as várias soluções estudadas: o primeiro para análise dos custos e retorno financeiro e os três restantes para análise do consumo de energia, emissões de CO₂ e consumo de água, respectivamente. É possível constatar que, apesar do custo inicial mais elevado no 1º caso (com painéis fotovoltaicos), esse valor vai sendo amortizado ao longo dos anos, tornando-se mesmo rentável ao fim de aproximadamente 11 ou 12 anos. É precisamente este tipo de conclusões que esta avaliação permite obter, fornecendo um apoio importante na fase de concepção de um projecto.

Este estudo simplificado do LCC de uma habitação pré-fabricada permitiu compreender o conceito e comprovar a funcionalidade de uma ferramenta informática deste tipo. Possivelmente, alguns ajustes ainda virão a ser feitos a este *software*, no âmbito da melhoria contínua de um método (LCC) que se apresenta como fulcral para a adopção gradualmente superior de um conceito tripartido como é o conceito da análise de sustentabilidade do ciclo de vida.

CAPÍTULO 7 – CONCLUSÕES

A LCA comprovou, mais uma vez, ser a metodologia mais rigorosa e eficaz na quantificação dos impactes ambientais. No entanto, o passo seguinte, que consiste na sua adaptação às vertentes social e económica, está ainda numa fase embrionária. É necessário uma aplicação inicial em casos de estudo, que permita demonstrar às partes envolvidas nas fases decisórias de projectos (de qualquer tipo) os resultados obtidos e as vantagens da utilização desta metodologia. No caso da construção, esta sensibilização tem que seguir uma abordagem *bottom-up*, ou seja, começar a ser aplicada aos produtos de construção e soluções construtivas, para de seguida evoluir para uma aplicação generalizada aos edifícios, já que estes constituem sistemas extremamente complexos e com inúmeras variáveis ao longo do seu ciclo de vida. Será sempre indispensável uma melhoria contínua do processo, à medida que forem surgindo casos práticos e, com eles, as naturais falhas e correcções a efectuar.

O maior entrave de todos é o elevado grau de exigência que todo o processo da LCA apresenta. É uma metodologia extremamente valiosa, pela precisão com que funciona, mas que exige uma especialização muito elevada a quem a utiliza. Este é um factor fulcral na aplicação desta metodologia à construção de edifícios, já que os profissionais dessa área não estão sequer sensibilizados para os conceitos da construção sustentável, quanto mais preparados para utilizar uma ferramenta com esta exigência. Será então prudente desenvolver uma técnica expedita de aplicação destes conceitos LCA, que possa simplificar um pouco esta avaliação numa fase inicial de projecto, adiando a avaliação completa para uma fase posterior.

Outro elemento de grande relevo para se conseguir a implementação da LCA na construção são as DAP. Este pode ser realmente o ponto fulcral de todo o processo de

sensibilização. Como já foi referido, o primeiro passo a dar nesta caminhada em direcção à construção sustentável, é a criação de uma base de dados dos produtos de construção, onde seja possível consultar os seus impactes. Neste momento, já surgem algumas iniciativas nesse sentido, a nível europeu, embora apenas referentes à vertente ambiental, com a crescente tendência para a criação de DAP de produtos. Apesar de tudo, estes avanços estão muito dependentes da cooperação dos fabricantes que, em último caso, devem entender esta avaliação como uma mais-valia em termos de competitividade dos seus produtos, utilizando os bons desempenhos ambientais dos mesmos como um instrumento de marketing.

O trabalho desenvolvido e apresentado neste documento deixa em aberto algumas propostas para futuras investigações. Nesse âmbito, alguns assuntos se destacam, tais como:

- A vertente social do ciclo de vida que, só por si, constitui um grande desafio, pois necessita de uma aposta firme por parte dos investigadores, mas também de uma aceitação a nível prático (nas empresas e organismos do Estado). Acima de tudo, é importante demonstrar, através de casos práticos, que a metodologia é fiável e que constitui uma mais-valia para quem a utilizar;
- Será importante desenvolver este conceito de avaliação de sustentabilidade do ciclo de vida, já que actualmente apenas as vertentes ambiental e económica são avaliadas, e de forma independente. Urge criar uma metodologia que interrelacione as três vertentes da sustentabilidade, em resposta às necessidades das sociedades actuais;
- O aprofundamento do estudo acerca da aplicação da metodologia LCA aos edifícios, já que ainda se encontra numa fase muito precoce de desenvolvimento.

Será importante demonstrar aos intervenientes no sector da construção, através de casos práticos de sucesso, a mais-valia deste tipo de avaliação. E já que o mercado se move unicamente por interesses económicos, e não por intenções altruístas, a metodologia LCA terá que apresentar vantagens, quer seja ao nível da melhoria dos produtos (e consequentemente dos edifícios) e redução nos custos da sua produção, quer seja no que diz respeito a estratégias de *marketing*, apostando na promoção de produtos mais sustentáveis.

Esta Dissertação permitiu, acima de tudo, uma enorme apreensão de conhecimentos relacionados com o “universo” da sustentabilidade, do desenvolvimento sustentável e da construção sustentável, nomeadamente no que se relaciona com a metodologia LCA. Contribuiu ainda para o desenvolvimento de um espírito criativo e crítico relativamente a todos os conceitos envolvidos, tendo sido fundamental para a concretização de um trabalho desta natureza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADENE. (2012). EPBD (recast) e as implicações para Portugal. Net Zero-Energy Buildings Conference (p. 21). Lisboa.

Almeida M. (2012). Sistema de Registo Nacional de Declarações Ambientais de Produto para o Habitat. Seminário “Novos Materiais e Sistemas para a Sustentabilidade” (p. 23). Coimbra. Disponível em <http://www.centrohabitat.net/>, em Julho de 2012

Almeida M., Dias A. C., Dias B. & Arroja L. M. (2011). A Declaração ambiental de produto para materiais de construção. Seminário “Avaliação do Ciclo de Vida na Construção” (p. 21). Guimarães. Disponível em <http://www.centrohabitat.net/>, em Julho de 2012

Arroja L., Dias A. C. & Quinteiro P. (2011). Avaliação de Ciclo de Vida - Passado, Presente e Futuro. Seminário “Avaliação do Ciclo de Vida na Construção” (p. 27). Guimarães. Disponível em <http://www.centrohabitat.net/>, em Junho de 2012

Ascenso R. & Simões L. (2012). O PNAEE e PNAER em consulta pública. Climatização, 22–24.

BPIE. (2011). Principles for Nearly Zero-Energy Buildings (p. 124).

BRE Group. (2012). What BREEAM is? Disponível em <http://www.breeam.org/>, em Setembro de 2012

Benoît C., Parent J., Kuenzi I. & Revéret J.-P. (2007). Developing a Methodology for Social Life Cycle Assessment : The North American Tomato’s CSR case. 3rd International Conference on Life Cycle Management (p. 24). Zürich.

Bonet J. S. (2011). Proyecto EnerBuiLCA - ACV Para la comunicación ambiental de productos. Declaraciones Ambientales de Producto DAP. Disponível em <http://www.enerbuiLCA-sudoe.eu/index.php>, em Maio de 2012

Bragança L. & Mateus R. (2011). Avaliação do Ciclo de Vida dos Edifícios - Impacte Ambiental de Soluções Construtivas (Vol. 21).

CREA-Minas. (2009). Sustentabilidade e Eficiência Energética no Ambiente Construído (p. 52). Belo Horizonte. Disponível em <http://pt.scribd.com/>, em Junho de 2012

Comissão Europeia. (2010). Energia 2020 - Estratégia para uma energia competitiva, sustentável e segura (p. 24). Bruxelas.

Comissão Europeia. (2011a). Plano de Eficiência Energética de 2011 (p. 19). Bruxelas.

Comissão Europeia. (2011b). Roteiro de transição para uma economia hipocarbónica competitiva em 2050 (p. 18). Bruxelas.

Construction Products Association. (2012). The embodied impacts of construction products (p. 53). London. Disponível em <http://www.pe-international.com/>, em Setembro de 2012

DGEG & Ministério da Economia e do Emprego. (2012). Grandes linhas de orientação para a revisão dos Planos Nacionais de Ação para : Eficiência Energética (PNAEE) e Energias Renováveis (PNAER). Net Zero-Energy Buildings Conference (p. 29).

Degani C. M. & Cardoso F. F. (2002). A Sustentabilidade ao Longo do Ciclo de Vida de Edifícios: A Importância da Etapa de Projeto Arquitetónico. São Paulo.

Dias A. B. (2011). Criação do Sistema de Registo de Declarações Ambientais de Produto da Habitat (p. 4).

Direção Geral de Energia e Geologia. (2012). Eficiência Energética dos Edifícios. Disponível em <http://www.dgeg.pt/>, em Setembro de 2012

ECEEE. (2011a). Steering through the maze # 2 Nearly zero energy buildings: achieving the EU 2020 target (p. 23). Disponível em <http://www.eceee.org/>, em Maio de 2012

ECEEE. (2011b). Cost optimal building performance requirements (p. 38). Disponível em <http://www.eceee.org/>, em Junho de 2012

EPA. (2012). Volatile Organic Compounds (VOCs). Disponível em <http://www.epa.gov/iaq/voc2.html>, em Junho de 2012

Ecochoice. (2011). Diferentes Abordagens para Desenvolver uma ACV. Seminário “Avaliação do Ciclo de Vida na Construção” (p. 38). Guimarães. Disponível em <http://www.centrohabitat.net/>, em Maio de 2012

Ewing B., Moore D., Goldfinger S., Oursler A., Reed A. & Wackernagel M. (2010). The Ecological Footprint Atlas 2010 (p. 113). Oakland. Disponível em <http://www.footprintnetwork.org/>, em Setembro de 2012

Garcia R. (2012). Conferência Rio+20 termina com misto de desalento e de missão cumprida. Público.

Global Footprint Network. (2012). World Footprint. Disponível em <http://www.footprintnetwork.org/>, em Agosto de 2012

Holl M. (2011). The EU policy framework for energy efficient buildings - The EPBD recast and beyond.

INE. (2011). Estatísticas da Construção e Habitação 2010 (p. 11). Disponível em <http://www.ine.pt/>, em Setembro de 2012

Institute for Environment and Sustainability. (2010). ILCD Handbook - General guide on LCA - Detailed guidance (First., p. 414). Disponível em <http://ies.jrc.ec.europa.eu/>, em Maio de 2012

Joliet O., Margni M., Charles R., Humbert S., Payet J., Rebitzer G. & Rosenbaum R. (2003). IMPACT 2002 + : A New Life Cycle Impact Assessment Methodology. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 8(6), 324–330.

Kunzig R. (2012, May). Planeta Sem Gelo. *National Geographic Magazine Portugal*, 2–21.

Maldonado E. (2012). EU Roadmap towards NZEBs. *Net Zero-Energy Buildings Conference* (p. 15). Lisboa.

Mateus R. (2011). A Integração do Método LCA na Avaliação e Certificação da Construção Sustentável. Seminário “Avaliação do Ciclo de Vida na Construção” (p. 27). Guimarães. Disponível em <http://www.centrohabitat.net/>, em Junho de 2012

Mateus R. & Bragança L. (2009). Guia de Avaliação SBTTool(PT) - H.

PE International. (2010). GaBi Education: Handbook for Life Cycle Assessment (LCA) Using the GaBi Education. Disponível em <http://www.gabi-software.com/>, em Julho de 2012

Parlamento Europeu. (2012). Comunicado de imprensa - Eficiência energética: PE aprova diretiva que levará à poupança de milhões de euros. Portal Parlamento Europeu.

Pinheiro M. D. (2006). Ambiente e Construção Sustentável. (Instituto do Ambiente, Ed.) (p. 243).

Pinheiro M. D. (2010). LiderA: Sistema voluntário para a sustentabilidade dos ambientes construídos. Disponível em <http://www.lidera.info/>, em Julho de 2012

Quercus. (2012). Conferência Rio+20: líderes políticos não foram ambiciosos para salvar o planeta. Disponível em <http://www.quercus.pt/>, em Agosto de 2012

Silva V. G. (2003). Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: Diretrizes e base metodológica. Universidade de São Paulo.

Silva S. M. da. (2011). Qualidade do Ambiente Interior de Edifícios. Seminário “Avaliação do Ciclo de Vida na Construção” (p. 39). Guimarães. Disponível em <http://www.centrohabitat.net/>, em Junho de 2012

Soares S. R., Souza D. M. de & Pereira S. W. (2006). A avaliação do ciclo de vida no contexto da construção civil. In M. A. Sattler & F. O. R. Pereira (Eds.), *Construção e Meio Ambiente* (Vol. 7, p. 32). Habitare.

Swarr T. E., Hunkeler D., Klöpffer W., Pesonen H.-L., Ciroth A., Brent A. C. & Pagan R. (2011). Environmental life-cycle costing: a code of practice. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 16(5), 389–391. Disponível em <http://www.springerlink.com/>, em Agosto de 2012

Torgal F. P. & Jalali S. (2010a). A Sustentabilidade dos Materiais de Construção. (TecMinho, Ed.) (p. 460). Guimarães.

Torgal F. P. & Jalali S. (2010b). Eco-eficiência dos Materiais de Construção.

UNEP/SETAC Life Cycle Initiative. (2009). Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products (p. 104). Disponível em <http://lcinitiative.unep.fr/>, em Julho de 2012

UNEP/SETAC Life Cycle Initiative. (2011). Towards a Life Cycle Sustainability Assessment: Making informed choices on products (p. 86). Disponível em <http://lcinitiative.unep.fr/>, em Julho de 2012

USGBC. (2012). What LEED is. Disponível em <http://www.leedbuilding.org/>, em Setembro de 2012

United Nations Framework Convention on Climate Change. (1997). KYOTO PROTOCOL (p. 21).

World Business Council for Sustainable Development. (2010). Visão 2050 (p. 80). Disponível em <http://www.bcsdportugal.org/traducoes-wbcd/117.htm>, em Junho de 2012

World Commission on Environment and Development. (1987). Our Common Future (p. 300).

BIBLIOGRAFIA

ADENE. (2011). Plano Nacional de Acção para Eficiência Energética – Resultados 2010 (p. 17). Disponível em <http://www.adene.pt/pt-pt/pnaee/paginas/pnaee.aspx>, em Agosto de 2012

Aggerholm S., Erhorn H., Hitchin R., Erhorn-Kluttig H., Poel B., Thomsen K. E. & Wittchen K. B. (2011). Cost optimal levels for energy performance requirements (p. 11). Concerted Action EPBD. Disponível em <http://www.epbd-ca.eu/>, em Junho de 2012

Benveniste G., Rauegi M., Gala A. B., Gazulla C. & Palmer P. F. i (2010). Herramientas simplificadas para el cálculo de la huella de carbono. CONAMA10 – Congreso Nacional del Medio Ambiente (p. 14). Madrid. Disponível em <http://www.conama10.es/>, em Maio de 2012

Comissão Europeia. (2011). Roteiro para a Energia 2050 (p. 22). Bruxelas. Disponível em <http://ec.europa.eu/energy/energy2020/roadmap/>, em Agosto de 2012

Communities and Local Government. (2006). Code for Sustainable Homes: A step-change in sustainable home building practice (p. 31). Disponível em <http://www.communities.gov.uk/planningandbuilding/sustainability/>, em Junho de 2012

Concerted Action EPBD. (2011). Implementing the Energy Performance of Buildings Directive – Featuring Country Reports (p. 481). Disponível em <http://www.epbd-ca.eu/>, em Julho de 2012

Crawley D., Pless S. & Torcellini P. (2009). Getting to Net Zero (p. 12). Disponível em <http://www.nrel.gov/>, em Abril de 2012

Dias A. B. (2011). A Normalização de Métodos de Avaliação da Sustentabilidade da Construção. Seminário “Avaliação do Ciclo de Vida na Construção” (p. 38). Guimarães. Disponível em <http://www.centrohabitat.net/>, em Maio de 2012

ECOPOL. (2011). Eco-innovation policies for green public procurement (p. 1). Disponível em <http://www.ecopol-project.eu/>, em Agosto de 2012

ENERGYIN. (2010). Energia Solar: Contributo para o “quase zero de energia” no edificado. Congresso LiderA 2010 (p. 9). Lisboa. Disponível em <http://www.energyin.com.pt/>, em Abril de 2012

Eck H. van (2011). National Plan: Towards nearly zero-energy buildings in The Netherlands (p. 48). NL Agency.

EnerBuiLCA. (2011). Projecto EnerBuiLCA – Boletim informativo nº 2 (Julho-Dezembro 2011). Disponível em <http://www.enerbuilca-sudoe.eu/>, em Junho de 2012

EnerBuiLCA. (2012). Introdução ao Programa do Sudoeste Europeu EnerBuiLCA. Disponível em <http://www.enerbuilca-sudoe.eu/>, em Abril de 2012

Ferreira V. (2011). Cluster Habitat Sustentável. Seminário “Avaliação do Ciclo de Vida na Construção” (p. 11). Guimarães. Disponível em <http://www.centrohabitat.net/>, em Maio de 2012

Ferreira V. (2012). Declarações ambientais de produtos para o habitat – o projecto DAPHabitat. Seminário “A sustentabilidade e os produtos da construção” (p. 18). Lisboa. Disponível em <http://www.centrohabitat.net/>, em Setembro de 2012

Foro ESCV. (2012). Las Declaraciones Ambientales de Producto, a debate en la Mesa de materiales y residuos. Disponível em <http://www.five.es/foroescv/>, em Abril de 2012

Frazão R., Martins P., Duarte P. & Partidário P. (2011). Desenvolvimento de ferramenta de ACV para edifícios – o caso do projecto EnerBuiLCA (p. 20). Disponível em <http://repositorio.lneg.pt/>, em Maio de 2012

Gervásio H. (2011). Análise de Ciclo de Vida de Infra-estruturas. Seminário “Avaliação do Ciclo de Vida na Construção” (p. 38). Guimarães. Disponível em <http://www.centrohabitat.net/>, em Maio de 2012

Gonçalves H. (2011). Edifícios de Balanço Zero (p. 37). LNEG. Disponível em <http://www.lneg.pt/>, em Julho de 2012

Green Building Council Brasil. (2010). Guia para uma Obra mais Verde (p. 45). Disponível em <http://pt.scribd.com/>, em Junho de 2012

Hernandez P. (2011). Edifícios Cero Energia a lo largo de su ciclo de vida. Jornada Analisis de Ciclo de Vida en la Construcción (p. 44). Disponível em <http://www.enerbuilca-sudoe.eu/>, em Junho de 2012

Hogeling J. (2009). EPBD CEN standards (p. 54). Disponível em <http://www.iee-cense.eu/>, em Julho de 2012

ISO. (2012). ISO standards for life cycle assessment to promote sustainable development. Disponível em <http://www.iso.org/>, em Abril de 2012

Jensen O. M., Wittchen K. B. & Thomsen K. E. (2009). Towards very low energy buildings: Energy saving and CO2 emission reduction by changing European building regulations to very low energy standards (p. 44). Danish Building Research Institute. Disponível em <http://sbi.dk/en/publications>, em Agosto de 2012

Kurnitski J., Allard F., Braham D., Goeders G., Heiselberg P., Jagemar L., Kosonen R., Lebrun J., Mazzarella L., Railio J., Seppänen O., Schmidt M. & Virta M. (2011). Energy boundaries and scientific definition of nZEB based on the results of REHVA Task Force. REHVA Seminar on Zero Energy Buildings (p. 17). Tallinn. Disponível em <http://www.rehva.eu/>, em Setembro de 2012

LNEG. (2010). SOLAR XXI – Em direcção à energia zero (p. 61).

Lamy H. (2011). Solar shading in nearly Zero Energy Buildings. REHVA Seminar on Zero Energy Buildings (p. 37). Tallinn. Disponível em <http://www.rehva.eu/>, em Setembro de 2012

Leeper D. (2011). UK policy and approach towards zero energy buildings. REHVA Seminar on Zero Energy Buildings (p. 25). Tallinn. Disponível em <http://www.rehva.eu/>, em Setembro de 2012

Librelotto D. & Jalali S. (2008). Aplicação de uma Ferramenta de Análise do Ciclo de Vida em Edificações Residenciais – Estudos de Caso (p. 16). Universidade do Minho

Lopes C. (2012). Enquadramento com as políticas de Eco-inovação. Seminário “A sustentabilidade e os produtos da construção” (p. 17). Lisboa. Disponível em <http://www.centrohabitat.net/>, em Agosto de 2012

Maaz M. (2005). The Business Case for High Performance Green Buildings in the Life Sciences Industry (p. 4).

Mabe L. & Gazulla C. (2011). Aplicación del ACV a la edificación: resultados del proyecto CÍCLOPE. Jornada Analisis de Ciclo de Vida en la Construcción (p. 32). Disponível em <http://www.enerbulca-sudoe.eu/>, em Agosto de 2012

Monteiro H. & Freire F. (2011). Avaliação de Ciclo de Vida de uma moradia unifamiliar em Portugal. Comparação de diferentes paredes exteriores e métodos de avaliação de impacte ambiental. Seminário “Avaliação do Ciclo de Vida na Construção” (p. 21). Guimarães. Disponível em <http://www.centrohabitat.net/>, em Maio de 2012

NHBC Foundation & Zero Carbon Hub. (2009). Zero carbon homes – na introductory guide for housebuilders (p. 32). Disponível em <http://www.appg-sustainablehousing.org.uk/>, em Julho de 2012

Nielsen L. S. (2011). Heating and cooling challenge in nZEB. Disponível em <http://www.rehva.eu/>, em Setembro de 2012

O'Brien M. (2011). Resource-efficient construction: A systemic approach to sustainable construction. Eco-Innovation Brief #4 (p. 6). Eco-Innovation Observatory. Disponível em <http://www.eco-innovation.eu/>, em Julho de 2012

Palmer P. F. i (2011). Proyecto EnerBuiLCA – Life Cycle Assessment for Energy Efficiency in Buildings. Jornada Analisis de Ciclo de Vida en la Construcción (p. 18). Disponível em <http://www.enerbulca-sudoe.eu/>, em Agosto de 2012

Pereira F. A. (2005). Introdução à Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) (p. 87). Universidade de Aveiro. Disponível em <http://pt.scribd.com/>, em Junho de 2012

Peters G. (2005). Introduction to Life Cycle Assessment at Sidney Water. VicWater Seminar (p. 28).

Pinheiro M. D. (2003). Construção Sustentável – Mito ou Realidade?. VII Congresso Nacional de Engenharia do Ambiente (p. 10). Lisboa.

Portal da Construção Sustentável. (2010). Certificação ambiental em Portugal e no mundo (p. 17). Seminário “Regeneração Urbana Sustentável”. Óbidos. Disponível em <http://www.apea.pt/>, em Junho de 2012

Quercus. (2012). Ciclo de Vida dos Edifícios. Disponível em <http://www.quercus.pt/>, em Março de 2012

Rodriguez H. R. (2010). Life Cycle Analysis – Business, Society & Environment (p. 27). Mount Ida College: School of Business.

Scartezzini J. L. (2011). Windows and Lighting in Net Zero Energy Buildings. REHVA Seminar on Zero Energy Buildings (p. 22). Tallinn. Disponível em <http://www.rehva.eu/>, em Setembro de 2012

Schmidt M. (2011). German Policy and Approaches towards Zero Energy Buildings. REHVA Seminar on Zero Energy Buildings (p. 11). Tallinn. Disponível em <http://www.rehva.eu/>, em Setembro de 2012

Silva G. A. & Taborianski V. M. (2012). Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (p. 52).

Silvestre J. D., Brito J. de & Pinheiro M. D. (2011). Avaliação do Ciclo de Vida “do Berço ao Berço”: Aplicação a Paredes Exteriores de Edifícios. Seminário “Avaliação do Ciclo de Vida na Construção” (p. 32). Guimarães. Disponível em <http://www.centrohabitat.net/>, em Maio de 2012

Strong R. (2005). Minnesota Sustainable Building 2030 (p. 9). Disponível em <http://www.msbg.umn.edu/>, em Abril de 2012

Tavares S. T. (2006). Metodologia de Análise do Ciclo de Vida Energético de Edificações Residenciais Brasileiras. Universidade Federal de Santa Catarina

Torgal F. P. & Jalali S. (2011). Energia incorporada em materiais de construção versus energia operacional (p. 8). Disponível em <http://repositorium.sdum.uminho.pt/>, em Agosto de 2012

UK Carbon Capture & Storage Community. (2012). What is CCS?. Disponível em <http://www.co2storage.org.uk/what-is-ccs/>, em Maio de 2012

URSA. (2012). Catálogo de Declaraciones Ambientales de Productos de Construcción (p. 20). Disponível em <http://www.ursa.es/>, em Junho de 2012

USAID|INDIA. (2011). Program for Net Zero Energy Buildings in India (p. 4).

Visier J. C. (2011). French policy and approach towards zero energy buildings. REHVA Seminar on Zero Energy Buildings (p. 27). Tallinn. Disponível em <http://www.rehva.eu/>, em Setembro de 2012

World Business Council for Sustainable Development. (2010). Understanding a life-cycle approach (p. 24).

Xu Z. (2011). The route of building energy efficiency development in China – The role of Chinese Green Building Evaluation Label. REHVA Seminar on Zero Energy Buildings (p. 26). Tallinn. Disponível em <http://www.rehva.eu/>, em Setembro de 2012

YTONG. (2012). Building Materials and Sustainable Natural Resources (p. 18).

Zeller A., Thiemann A. & Reeth B. V. (2011). Net Zero Energy Office Building (p. 24). Disponível em <http://www.rehva.eu/>, em Setembro de 2012

ANEXO I

Tinta Mate de Base Aquosa:
Declaração Ambiental de Produto



DECLARATION ENVIRONNEMENTALE & SANITAIRE CONFORME A LA NORME NF P01-010

Peintures mates en phase aqueuse

08-06-2011

Cette déclaration est présentée selon le modèle de Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire validé par l'AIMCC (FDE&S Version 2005)



56, Bd de la Fraternité - 44100 NANTES - Tél. + 33 (0)9 63 48 50 16 - Fax. + 33 (0)2 40 71 97 41 -
www.evea-conseil.com

ECO-CONCEPTION - ACV
Conseil - Formation - Outils logiciels



08-06-2011



AVERTISSEMENT

Le SIPEV a sollicité EVEA Conseil pour la réalisation de Fiches de Déclaration Environnementales et Sanitaires (dites FDES).

Le SIPEV et EVEA Conseil n'acceptent aucune responsabilité vis à vis de tout tiers à qui les résultats de l'étude auront été communiqués ou dans les mains desquels ils seraient parvenus, l'utilisation des résultats par leurs soins relevant de leur propre responsabilité.

Il est rappelé que les résultats de l'étude sont fondés seulement sur des faits, circonstances et hypothèses qui ont été soumis au cours de l'étude. Si ces faits, circonstances et hypothèses diffèrent, les résultats sont susceptibles de changer.

De plus il convient de considérer les résultats de l'étude dans leur ensemble, au regard des hypothèses, et non pas pris isolément.

2/37



08-06-2011



SOMMAIRE

<u>INTRODUCTION.....</u>	<u>4</u>
<u>GUIDE DE LECTURE.....</u>	<u>16</u>
<u>CARACTÉRISATION DU PRODUIT SELON NF P01-010 § 4.3.....</u>	<u>17</u>
<u>DONNÉES D'INVENTAIRE ET AUTRES DONNÉES SELON NF P01-010 § 5 ET COMMENTAIRES RELATIFS AUX EFFETS ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES DU PRODUIT SELON NF P01-010 § 4.7.2.....</u>	<u>19</u>
<u>IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX REPRÉSENTATIFS DES PRODUITS DE CONSTRUCTION SELON NF P01-010 § 6.....</u>	<u>31</u>
<u>CONTRIBUTION DU PRODUIT À L'ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES ET DE LA QUALITÉ DE VIE À L'INTÉRIEUR DES BÂTIMENTS SELON NF P01-010 § 7.....</u>	<u>32</u>
<u>AUTRES CONTRIBUTIONS DU PRODUIT NOTAMMENT PAR RAPPORT À DES PRÉOCCUPATIONS D'ÉCOGESTION DU BÂTIMENT, D'ÉCONOMIE ET DE POLITIQUE ENVIRONNEMENTALE GLOBALE.....</u>	<u>33</u>
<u>ANNEXE : CARACTÉRISATION DES DONNÉES POUR LE CALCUL DE L'INVENTAIRE DE CYCLE DE VIE (ICV).....</u>	<u>34</u>

3/37



08-06-2011



INTRODUCTION

Le cadre utilisé pour la présentation de la déclaration environnementale et sanitaire des peintures mates en phase aqueuse est la Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire élaborée par l'AIMCC (FDES version 2005).

Cette fiche constitue un cadre adapté à la présentation des caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction conformément aux exigences de la norme NF P 01-010 et à la fourniture de commentaires et d'informations complémentaires utiles dans le respect de l'esprit de cette norme en matière de sincérité et de transparence (NF P 01-010 § 4.2).

Un rapport d'accompagnement de la déclaration a été établi, il peut être consulté, sous accord de confidentialité, au siège du SIPEV.

Toute exploitation, totale ou partielle, des informations ainsi fournies devra au minimum être constamment accompagnée de la référence complète de la déclaration d'origine : « titre complet, date d'édition, adresse de l'émetteur » qui pourra remettre un exemplaire authentique.

4/37

Producteur des données (NF P 01-010 § 4)

Les informations contenues dans cette déclaration sont fournies sous la responsabilité du SIPEV selon la norme NF P 01-010 § 4.6.

Contact :
Philippe Brunet

Coordonnées du contact :
01 53 23 00 00
dirtech@fipec.org

Cette FDES couvre des produits fabriqués par Akzo Nobel, Artilin, BBF Renaulac, Beissier, Blancolor, COMUS, DAW France, Duralex, Dyrup, Feron, Lagae, Mauvilac, ONIP, Peintures Maestria, Plasdox, PPG, Reca, SOB, Sofec, Stic B, Sto, Théolaur, Tollens, V33, Zolpan. Aucun autre fabricant ne peut revendiquer que ses produits sont couverts par cette FDES.

Par ailleurs, pour les fabricants cités ci-dessus, les gammes présentées dans le tableau 1 sont couvertes. La FDES n'est pas valable pour d'autres gammes de produit que celles précédemment citées.

ENTREPRISE

NOM DE LA REFERENCE



AR BLANC EXPRESS MONO MATE
 AR GRANDES SURFACES MAT EXTRA BL
 AR M&P LES ECLATANTS MONO MAT
 AR M&P NYLASTRAL MAT
 AR MONO MATE PLAFOND A RAFRAICHIR
 AR NYLOREX MAT BLANC
 AR ULTRA MAT M&P BLANC
 ASTRAL AQUASTRAL MAT
 ASTRAL AQUASTRAL MAT (M.A.T)
 ASTRAL HERBODIN
 CN PLAF BON ETAT ACR MONO MAT
 CN Q.PRO MUR&PLAF ACR MONO MAT
 CORONA CORONYL MAT
 DV BATIVAL MAT - ACRYL MAT
 DV DV Q PRO ACR MAT
 DV LES ESSENTIELS M&P MAT BLANC
 DV OXYGENE M&P MAT
 DV PLAFOND ACRYLIQUE QUALITE BAT
 DV QP ACRYL MAT BICOUCHE
 DV QUALITE BAT ACRYLIQUE MAT
 LEVIS PLANICRYL MAT
 LEVIS PLANICRYL MAT MIX
 LEVIS PLANITEX MAT
 SIKKENS ALPHA BL MAT UNO
 TF EMPREINTE ACRYL MAT BLANC
 TF EMPREINTE ACRYL MAT GARNISSANT
 TF PRISMA FIXATEUR OPAQUE
 TF PRISMA MONOCRYL MAT
 TRIMETAL GEOMAT INTERIEUR
 TRIMETAL MAT AC
 TRIMETAL MAT ACRYL
 TRIMETAL MAT AM
 TRIMETAL POLYMAT
 TRIMETAL ROLLATEX MAT
 TRIMETAL ROLLVINYL
 TRIMETAL STELMAT
 ALKYPLAC MAT
 ALKYPLAC VELOUTE
 AQUACIN
 ARTICRYL MAT
 GLYCELO MAT
 KREMBIOSE A
 VINYMAT ULTRA INSECTICIDE
 VINYLMATT
 VINYMAT
 STRIDOR
 GLYCELO MAT FONGE
 GLYCELO PLAFOND

5/37





08-06-2011



AURELIA



GLYCELO PREMIUM
GLYCELO VELOUTE
KREMABIOSE
Acrylique Intérieur mat
Alkyde émulsion intérieur mat
Alkyde émulsion intérieur velours
ACRYLIQUE MAT MURS ET PLAFONDS
ACRLIQUE MAT MONO MURS ET PLAFONDS
ACRYLIQUE MAT MONO PLAFONDS
FINITION ACRYL MAT + BASES
NACROM + BASES
IRIDIUM
TECNIPAIN ACRYL MAT
ONEA MAT AIRLESS
RENAUL ACRYL MAT
ONEA MAT ACRYLIQUE
DECOR ACRYL MAT
REN"O"MAT
SEJOURS ET CHAMBRES MAT
ONEA MAT INTER EXTER
RENAUL MATEXANE
REN"O"TEX MAT
MAT ACRYLIQUE PEINTURAMA
RENAUCLAIR



www.beissier.fr

Aqualys Mat
Ok Nyl
Blanc Pateux
Kyd Nyl
Ok Mur
Bagar Matex



open mat
dilamat
edelmat
unicryl
matitude



PROFESSIONNEL

PE MAT Finition Mat Profond CECIL PRO
PE DECO Mat CECIL PRO



Comus Magnetique
Mat 91
Mat veloute



Amphisilan fixateur pigmenté
Capablanc
Indeko mat
Capatex mat
Neoline mat
Capasilan
Alpina acrylique mat
Alpina grands travaux mat
Alpina Home Respect
Alpina murs et plafond pistolet mat

6/37



08-06-2011



Alpina peinture sablée
Alpina murs et plafonds mat
Capacryl Aqua Pu mat
Nespri Silan
Nespri Texx Mat
Duracryl mat
Hydra Mat
Decopub
Mask tag
DX Sun
Duratherm
Hordo
Mat acryl Pro
BONDEX Peinture Côté nature - Mat
DIP Etanch multi-usages
DIP anti-infiltration
DIP anti-fissures et cassures
DIP Peinture terrasses et balcons
DIP Peinture anti-condensation
DIP Etanchéité barrière sous carrelage
DIP Peinture anti-humidité
DIP Peinture toiture
GORI I600
GORI MA600 et MA400
GORI M300
GORI M400
GORI M700
DIP Pro Etanch 200
DIP Pro avant carrelage 600
HEVACRYL MAT
OSCANYL
ENDUIT LIQUIDE
OSCAPRO MAT
HEVALDYD M MAT
OSCACRYL
HEVALDYD R MAT
OSCAPRO ECO
HEVACRYL SOIE
OCEA MAT
ROC O MAT
AGLAE MAT
OBAMAT
ISOL MAT
OCEALAK MAT
ACRYL 320 MAT
ACRYSTYL MAT
COVACRYL MAT
COVANYL
COVATEX
MAUVINYL 120
MAUVINYL 220 EXTRA

7/37



08-06-2011



MIKACRYL

OPAX STANDARD

PAINT'ACRYL

TTX acrylique intérieur mat

TTX acrylique intérieur mat Plus

Matonip Hydro G

Nevetop Mat

Nevetop Velours

Qualité pro Acryl mat

Onip déco acrylique mat

Onipstar HG Mat

Onipstar HG Velours

Label'Onip Mat

Label'Onip Velours

Opacryl Mat

Opacryl Mat Siloxane

Mat Sup

L'Eaunip Mat

PURmat d'Onip

PURvelours d'Onip

ACRINYL 795

ACRYLMUR Mat

ALBATOP, ALBATALO

ALCALEX

ARC EN CIEL - Vinyl mat

AUDAX - Peinture minérale

AZURPAN

BANDAX 7000

BANDAX Premarquage

BANDAX STADIUM

BATI XXL - Mat acryl

BATI XXL - Mat HYDRO

BATI XXL - O MAT

BATI XXL - Supermat

BATI XXL - Vinyl AD mat

BIONYL mat

BOURDIN - Deco mat sans cov

C.P.P Mat

CASINO - Chambre et séjour mat

CEMANYL

COLORIMAT

COLOURS - Peinture "ingrédients d'origine naturelle" mat

DALFOND M

DECONATURE mat

DECOSILANE

DESIGN - Murs et plafonds mat

DETEX Blanc

ECONYL mat

EXICRYL mat

HOLY - Gamme express plafond

HOLY - Gamme vinyl

8/37



08-06-2011



IKARKRYL

IKARNYL

KATEX poché

KATEX, KATEX antiflash, KATEX sun

M. BRICOLAGE - Chambres et séjour mat

M. BRICOLAGE - Murs et plafonds mat

M. BRICOLAGE - Plafond bon état mat

MAT O 2010

MILPEINT - Vinyl mat

MULTIFOND - multiusages

NN - Façade inter/exter, Fachadas

NN - Grands travaux alkyde émulsion mat

NN - Mat à l'eau acrylique, peinture murale mat

NN - Paredes y techos mat

NN - Plastica acryl mate

NN - Vinyl mat

NUANCE - Acryl mat

NUANCE - Grands travaux acryl mat

NUANCE - Plafond acyl mat

NUANCE - Vinyl mat

OLEOMAT

ORIGINEL - Murs et plafonds

ORIGINEL - Plafond tâché

ROGARAY - Plafond acryl mat

ROGARAY EG - Murs et plafonds mat

ROGARAY EG - Vinyl mat

SATURNE 90

SECRETS INTERIEURS - Murs et plafonds

SECRETS INTERIEURS - Nature mat

SIPCA - Vinyl mat

SKYNET M

STRIAPARK MO

SUPERBLANC

SWING - Monocapa mat

SYSTEME U - Murs et plafonds

UFAC - Systeme acryl mat

UGD - Acryl mat grand travaux

Dexacryl Mat

Dexacryl Oxane

Tetra H20

DoxFond

Plasdoxane

Plastocryl

Plastonyl NF

Tetra K2

Tetra H2O

Polidox 1000

PANTEX 900

HERMINA

MAT 78 HYDROPLUS

MATCH 600 ACRYL MAT INT



9/37



08-06-2011



SIGMALYS MAT
AQUAMAT
MONTYL
DULIMAT HYDROPLUS
EVOLUTEX MAT
COVRYL MAT
MAT PL EVOLUTION
EMULPAN
TROPHEE 2 MAT GEN 2010
PREMIOR MAT
MATCH 600 ACRYL MAT INT
HORUS MAT
MAT ACRYLIQUE
INOTEX MAT
SWIP
OMACRYL
MATAFON G2010
MONORIP MAT
PRIMAT EVOLUTION
CARENIA
SIGMACO MAT FUTURA
SLALOM FUTURA
MATCH VINYL
MATCH 600 ACRYL MAT AIRLESS
SIGMASTYLE
AQUAMIX
BIOSPHERE MAT
ODYSSEE MAT
ODACRYL MAT
MAT PG GEN 2010
ODACRYL MAT 600
ONDICRYL MAT
RIPOMIX MAT
SIGMALAK MAT
AREZZO
MAT A PLAFOND HYDRO
ALKYMAT FUTURA
ULTIMO MAT
NEOSTAR MAT
MATCH ACRYL
MAT ACRYL
RIPACRYL MAT
TROPHEE 2 MAT
ALLIAGE
INSCRIPTION DE SOIE
TIKSI
DECORMIX EVOLUTION FINITION
STUCCO
VERNIS 825
INSCRIPTION DE METAL
MATOCRYL

10/37




08-06-2011



LUMIO PRIMAIRE
PALMYRE FIN HYDRO+
VIRTUA MAT
AQUELLA
NUALIS FINITION
CHAMAREL FINITION
LUMIO FINITION
EPHESE FINITION
INSCRIPTION FIN
BLANC BROYE PANTINOR
SHAGGY C PREMIERE
ISPAHAN
ANGELO
EUREKA MAT ACRYLIQUE
RIPTALISS MAT
SHAGGY FINITION
ACCENT DU SUD FIN
VERNIS ACR DECO
RIPOMEL
VERNIS FINIVER ACR
INSCRIPTION FIN
VOILE DE CERUSE FIN
IMPRITEX
GUIOFIX
ADDICT ACRYL MAT MONOCOUCHE
AQUAREL MAT ACRYLIQUE
BATIR MONOCOUCHE MAT ACRYL
BATIR MURS ET PLAFOND MAT ACRYL
BATIR PEINT. MURALE MATE
BATIR PRO ACRYL MAT
BATIR PRO ACRYL MAT PREMIUM
BATIR PRO ACRYL PRIM
BATIR PRO ACRYLOVINYLIQUE MAT
BATIR PRO CHAMBRE ET SEJOUR MAT ACRYLIQUE
BATIR VINYL BLANC
BATIRECA ACRYLO VINYLIQUE
BATIRECA RECAMUR
BATIVINYL
BIOCOLOR ACRYL MAT
BIOROX MAT NATUREL
BLANC DE BLANC MAT
BRICOMAN MURS PLAF. MAT ACRYL.
BRICOMAN PEINTURE VINYL
DIPALO
DIPAMAT
DIPTX
ECOMAT
FLECHE BLEUE MURS ET PLAFONDS MAT
FLECHE BLEUE MURS ET PLAFONDS MONOCOUCHE MAT
FLECHE BLEUE VINYL BLANC
GEDIMAT FINITION INT/EXT ACRYLIQUE MAT BLANC

11/37



	GO ON PEINT. ACRYLIQUE MUR PLAFOND MAT
	GO ON PEINT. MUR ET PLAFOND
	GO ON VINYL
	INTERVINYL
	MB MURS ET PLAFONDS
	MB MURS ET PLAFONDS GDE SURF ACRYLIQUE MAT
	MB PEINT. MUR VINYL MAT
	MB PEINT. MURALE MAT
	MB PEINT. PLAFOND ACRYLIQUE MAT
	NYLTOP MAT
	OPACIMAT
	PEINTURE MAGNETIQUE
	PEINTURE TOITURE
	PLATINIUM ACRYL. MURS PLAFONDS MAT 1er prix
	PLATINIUM MURS PLAFONDS ALKYDE EMULSION QP MAT
	PLATINIUM MURS PLAFONDS MONOCOUCHE MAT QP
	PROMORECA MUR ET PLAFOND MAT MONOCOUCHE
	RECANYL
	VINYL P 108
	Logis chantier ACRYL MAT VELOUTE
	Logis LOGIMAT
	
	SOBLATEX
	
	SOBMAT
	
	INTERCRYL
	ACRYL BLANC MAT
	ACRYL MAT TTE ENDUIT
	ACRYLOMAT
	MULTIMAT
	
	AUCHAN - Murs et plafonds lumineux mat
	AUCHAN - Finition mate
	AUCHAN - Pintura plastica monocapa mate
	AUCHAN - Plafond monocouche mat
	CARREFOUR - Peinture grandes surfaces mate
	CARREFOUR - Pintura plastica mate
	CASTO' - Acryl mat murs et plafonds
	CASTO' - Plafond sain acryl mat
	CASTO' - Peinture spéciale pistolet mate
	COLOURS - Peinture plafonds tachés monocouche mat
	COLOURS - Multisupports monocouche mat
	HOME - Mat monocouche
	HOME - Pintura plastica monocapa mate
	HOME - Plafond mat monocouche
	NN - Mat acrylique
	NN - Mat acrylique inter/exter
	NN - Mat hydrodiluable alkyde émulsion
	NN - Mat sans tension
	NN - Peinture plafonds tâchés monocouche mat
	NN - Peinture spéciale pistolet mate
	NN - Pintura mate inter/exter



08-06-2011



	NN - Peinture plastique mate
	NN - Plafond fissuré monocouche mat
	NN - Vinyl mat
	NUANCE - Peinture plafonds tachés monocouche mat
	NUANCE - Plafond fissuré monocouche mat
	NUANCE - Plafond sain mat
	SAINT LUC - Mat acrylique
	UGD - Mat acrylique ecolabel
	UGD - Mat acrylique grands travaux
	UGD - Mat acrylique Inter/Exter grands travaux
	UGD - Mat hydro
	Vinystic 0240
	Stic Uno Acryl Mat
	VinyStic Silan
	StoColor Opticryl Mat
	StoColor Opticryl Satinmat
	StoColor In
	StoColor Rapid
	StoColor Climasan
	StoColor Sil In
	StoColor Titanium
	1825 ACRYL MAT
	1825 ACRYL MAT VELOURS
	1825 LAQUE MAT HYDRO
	1825 SABLE
	1825 SABLE ARGENT
	AMSTERLAK MAT HYDRO THEODORE DECORATION
	ARGENTURE - DORURE EAU THEODORE DECORATION
	BANQUISE MAT LAURAGAIS Peintures
	BLASCOMAT AQUA THEODORE BATIMENT
	DERMOLATEX
	DUNE FINISH THEODORE DECORATION
	ECLAMAT INT/EXT LAURAGAIS Peintures
	ECLAMAT SUPER LAURAGAIS Peintures
	EFFET DUNE THEODORE DECORATION
	EVEREST'O MAT LAURAGAIS Peintures
	EXCEPTION MATE THEODORE DECORATION
	FORMULE Z ROELS
	INFINIES MURALE ACRYL MAT
	INTERIEUR-EXTERIEUR ACRYL MATE THEODORE DECORATION
	ISOLA ACRYL AIRLESS MAT
	ISOLA MAT AQUA
	LAUNAL MAT ACRYL AIRLESS
	LAUNAL MAT TOUS USAGES
	LAUNAL MURS & PLAFONDS ACRYL MAT VELOUTE
	LAUNAL MYKONOS
	LAURABOIS'O FONDUR LAURAGAIS Peintures
	LAURASATIN VELOURS LAURAGAIS Peintures
	LAURPROTECT PRIM O LAURAGAIS Peintures
	MAT ACRYL AGIR
	MAT ACRYL IDEM THEODORE BATIMENT

13/37



08-06-2011



MAT ACRYLIQUE IMPRESSION LAURAGAIS Peintures
MAT ACRYLIQUE LAURAGAIS Peintures
MAT AQUA IDEM THEODORE BATIMENT
MAT'ACTION
MINIOCRYL DERMO
TG MUR & PLAFONDS MAT ACRYL
TG MUR & PLAFONDS MONOCOUCHE MAT
MURACRAIE A L EAU THEODORE DECORATION
PEINTURELLE MATE ALIZES THEODORE DECORATION
PEINTURELLE MATE MISTRAL THEODORE DECORATION
PEINTURELLE MATE SIROCCO THEODORE DECORATION
PEINTURELLE MATE ZEPHIR THEODORE DECORATION
PEINTURELLE MATE THEODORE DECORATION
PLAFOND EN BON ETAT THEODORE DECORATION
PREMIUM MUR & PLAFONDS ACRYL MAT MONOCOUCHE
PREMIUM MURS ET PLAFONDS ACRYL MAT
PREMIUM SOUS COUCHE UNIVERSELLE ACRYL
PRO ACRYL MAT MONOCOUCHE THEODORE DECORATION
PRO MAT GLYCER'O AQUA THEODORE DECORATION
PRO MAT TOUS USAGES THEODORE DECORATION
PRO PLAFONDS - MUR THEODORE DECORATION
PROTEX BOIS-FONDUR THEODORE BATIMENT
PROVENCIA FOND LAURAGAIS Peintures
RAVALPRIM
SUPERMAT INDUSTRY DERMO
TECHNICRYL VELOURS THEODORE BATIMENT
TECHNIMAT THEODORE BATIMENT
TEXINE NEW
THELOMAT THEODORE BATIMENT
VELOURS' ACTION
TG VINYL MAT
VISA MAT'O LAURAGAIS Peintures
VISACRYL MAT LAURAGAIS Peintures
VITOBOIS'O FONDUR VITOPAINT
VITOCRYL MAT VITOPAINT
VITOSTYL VELOUTE VITOPAINT
Idrotop Mat
Albâtre Coloré
Orizon Mat
Tol Mat Siloxane
Idrotop Mat Silan
Effet sablé
Elastacryl Mat
Elastofix Pigmenté
Elastosol Fix
Esprit Tadelakt, base absorbante.
TolDuoMat
Flat Hydro Mat
Icône Mat
Idrotop Mat Velouté
Normae Mat

14/37

TOLLENS



08-06-2011



Peinture Murs et Plafond Simplement Blanc Mat V33
Peinture Plafond Blanc Perfection Mat V33
Peinture Plafond Eclat de Blanc Mat V33
Peinture Plafond Taché et Ancien Mat V33
Peinture Plafond Facile à Vivre Blanc Mat V33
Peinture Plafond Bon Etat Mat V33
Peinture Professionnels Monocouche Mat Supports Neufs Mat V33
Peinture Professionnels Monocouche Mat Supports Difficiles V33
Peinture Professionnels Acrylique Mat V33
Peinture Blanc Acrylique Mat V33
Peinture Grands Travaux Mat Blanc V33
Peinture Murs et Plafond Tous Travaux Mat V33
Peinture Professionnels Blanc Mat V33
Peintures Mat Rêve De V33
Peinture Pures Couleurs Mat V33
Peinture Mat Profond V33
Peinture Couleurs Murales Mat V33
Peinture EPURE Mat V33
Peinture ESSENTIA Mat V33
Peinture Facile à Vivre Mat Profond V33



Peinture à tableau

Cap vert
Equazol
Hydro 10
Nigatex
ondi+mat
Ondilak classic mat
Ondimat
Origini
Ondikyd mat

15/37

Tableau 1 : Entreprises et références associées couvertes par la présente FDES



08-06-2011



GUIDE DE LECTURE

L'affichage des données d'inventaire respecte les exigences de la norme NF P01-010.

Ainsi les cases vides ne représentent pas des valeurs nulles mais des valeurs non significatives. Seules les cases contenant un zéro indiquent un flux nul.

Par ailleurs, dans les tableaux suivants 2,53E-06 doit être lu : $2,53 \times 10^{-6}$ (écriture scientifique).

Les unités utilisées sont précisées devant chaque flux, elles sont :

- le kilogramme « kg »,
- le gramme « g »,
- le litre « l »,
- le kilowattheure « kWh »,
- le mégajoule « MJ ».

Abréviations :

- ACV : Analyse du Cycle de Vie
- UF : Unité Fonctionnelle

16/37

CARACTÉRISATION DU PRODUIT SELON NF P01-010 § 4.3

1.1 Définition de l'Unité Fonctionnelle (UF)

« Protéger et décorer ou imprimer 1m² de support, préparé dans les règles de l'art^(*) avec de la peinture de finition pendant 1 annuité et sur la base d'une durée de vie typique de 10 ans comprenant une mise en œuvre et aucun entretien. Le rendement moyen du produit de référence est de 380 g/m² en deux couches de 190 grammes. »

(*) Conformément au DTU 59.1.

1.2 Masses et données de base pour le calcul de l'unité fonctionnelle (UF)

Quantité de produit, d'emballage de distribution et de produits complémentaires contenue dans l'UF sur la base d'une Durée de Vie Typique (DVT) de 10 ans.

Produit : pour décorer 1m² de support il faut 2 couches de 190 grammes, soit 380 g/m² de produit appliqué sur le support.

17/37

Emballages de Distribution (nature et quantité) : il a été défini un emballage moyen sur la base des questionnaires complétés par les entreprises. Cet emballage moyen est traduit dans le tableau 2 :

Nature de l'emballage	Moyenne par UF (kg)	Moyenne sur l'ensemble de la DVT (kg)
Emballage carton	4,09E-04	4,09E-03
Emballage métallique	3,06E-03	3,06E-02
Emballage plastique	9,86E-04	9,86E-03
Palette bois	1,48E-03	1,48E-02

Tableau 2 : *Emballage moyen des peintures mates en phase aqueuse*

Consommables de mise en œuvre (nature et quantité) : les consommables de mise en œuvre du produit ont également été définis sur la base de la moyenne des réponses des entreprises au questionnaire.

Taux de pertes lors de la mise en œuvre et l'entretien : un taux de perte de 2% correspondant aux fonds de bidons, au produit resté dans le matériel d'application et aux pertes d'application a été pris en compte. Ces taux de perte sont à la fois représentatifs de la profession et des données collectées au travers de cette étude.

Aucun entretien n'est nécessaire sur la Durée de Vie Typique considérée.



08-06-2011



Un taux de perte lors de la production des peintures mates en phase aqueuse de 2% a également été estimé d'après les réponses des entreprises au questionnaire.

1.3 Caractéristiques techniques utiles non contenues dans la définition de l'unité fonctionnelle

Les peintures mates en phase aqueuse considérées dans cette étude sont définies dans la norme française EN ISO 4618. Le degré de brillance répond quant à lui aux exigences de la norme NF P 74-201-1, soit inférieur à 10% sous un angle de 60°. Ces produits sont destinés à une application intérieure et extérieure.

La DVT des peintures mates en phase aqueuse a été déterminée sur la base des conclusions du Groupe de Travail FDES (GT FDES) mis en place entre les adhérents du SIPEV.

La consommation de produit par UF est donnée pour une application sur support plan et normalement absorbant. Il est de la responsabilité de l'utilisateur de se référer à la Fiche Technique du produit concerné pour obtenir plus de précisions.

Les produits de teinte blanche ont servi de base à cette étude.

18/37

DONNÉES D'INVENTAIRE ET AUTRES DONNÉES SELON NF P01-010 § 5 ET COMMENTAIRES RELATIFS AUX EFFETS ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES DU PRODUIT SELON NF P01-010 § 4.7.2

Les données d'inventaire de cycle de vie qui sont présentées ci-après ont été calculées pour l'unité fonctionnelle définie en 1.1 et 1.2

Un guide de lecture des tableaux est disponible page 15.

1.4 Consommations des ressources naturelles (NF P01-010 § 5.1)

1.4.1 Consommation de ressources naturelles énergétiques et indicateurs énergétiques (NF P01-010 § 5.1.1)

FLUX	UNITES	PRODUCTI ON	TRANSPOR T	MISE EN ŒUVRE	VIE EN ŒUVRE	FIN DE VIE	TOTAL CYCLE DE VIE ¹	
							Par annuité	Pour toute la DVT
CONSOMMATION DE RESSOURCES NATURELLES ENERGETIQUES								
Bois	kg	2.38E-03	5.23E-10	1.35E-07	0.00E+00	4.37E-08	2.38E-03	2.38E-02
Charbon	kg	6.14E-03			0.00E+00		6.14E-03	6.14E-02
Lignite	kg	5.34E-03			0.00E+00		5.34E-03	5.34E-02
Gaz naturel	kg	1.23E-02	1.08E-05		0.00E+00	2.16E-06	1.24E-02	1.24E-01
Pétrole	kg	8.85E-03	4.72E-04		0.00E+00	2.82E-05	9.35E-03	9.35E-02
Uranium (U)	kg				0.00E+00		3.33E-07	3.33E-06
INDICATEURS ENERGETIQUES								
Energie Primaire Totale	MJ	1.31E+00	2.05E-02	3.67E-05	0.00E+00	1.47E-03	1.33E+00	1.33E+01
Energie renouvelable	MJ	7.07E-02	5.36E-06	4.02E-06	0.00E+00	1.28E-05	7.08E-02	7.08E-01
Energie non renouvelable	MJ	1.24E+00	2.05E-02	3.27E-05	0.00E+00	1.46E-03	1.26E+00	1.26E+01
Energie procédé	MJ	9,95E-01	2,05E-02	3,44E-05	0,00E+00	1,47E-03	1,02E+00	1,02E+01
Energie matière	MJ	3,15E-01	0,00E+00	2,32E-06	0,00E+00		3,15E-01	3,15E+00

➡ COMMENTAIRES RELATIFS A LA CONSOMMATION DE RESSOURCES NATURELLES ENERGETIQUES ET AUX INDICATEURS ENERGETIQUES :

L'essentiel de l'impact des peintures mates en phase aqueuse est situé au niveau de sa production.

¹ Du fait du choix d'affichage des seules valeurs supérieures à 10⁻⁶, pour certaines lignes, le « Total Cycle de Vie » peut être supérieur à la somme des valeurs affichées pour les différentes étapes (le « Total Cycle de Vie » ayant bien été effectué en considérant toutes les valeurs).

Les indicateurs énergétiques doivent être utilisés avec précaution car ils additionnent des énergies d'origine différente qui n'ont pas les mêmes impacts environnementaux (Se référer de préférence aux flux élémentaires)

1.4.2 Consommation de ressources naturelles non énergétiques (NF P01-010 § 5.1.2)

Un guide de lecture des tableaux est disponible page 15.

FLUX	UNITES	PRODUCTI ON	TRANSPOR T	MISE EN ŒUVRE	VIE EN ŒUVRE	FIN DE VIE	TOTAL CYCLE DE VIE	
							Par annuité	Pour toute la DVT
Antimoine (Sb)	kg		0.00E+00		0.00E+00		5.58E-14	5.58E-13
Argent (Ag)	kg				0.00E+00		1.31E-09	1.31E-08
Argile	kg	1.15E-03			0.00E+00		1.15E-03	1.15E-02
Arsenic (As)	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Bauxite (Al ₂ O ₃)	kg	1.77E-04			0.00E+00		1.77E-04	1.77E-03
Bentonite	kg	3.40E-05			0.00E+00		3.40E-05	3.40E-04
Bismuth (Bi)	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Bore (B)	kg		0.00E+00		0.00E+00		1.35E-08	1.35E-07
Cadmium (Cd)	kg		0.00E+00		0.00E+00		2.38E-09	2.38E-08
Calcaire	kg	1.60E-02			0.00E+00		1.60E-02	1.60E-01
Carbonate de sodium (Na ₂ CO ₃)	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Chlorure de potassium (KCl)	kg	5.05E-06	0.00E+00		0.00E+00		5.05E-06	5.05E-05
Chlorure de sodium (NaCl)	kg	3.38E-03			0.00E+00		3.38E-03	3.38E-02
Chrome (Cr)	kg	1.37E-04			0.00E+00		1.37E-04	1.37E-03
Cobalt (Co)	kg		0.00E+00		0.00E+00		1.92E-07	1.92E-06
Cuivre (Cu)	kg	7.89E-06			0.00E+00		7.89E-06	7.89E-05
Dolomie	kg	1.90E-04	0.00E+00		0.00E+00		1.90E-04	1.90E-03
Etain (Sn)	kg		0.00E+00		0.00E+00		2.24E-08	2.24E-07
Feldspath	kg		0.00E+00		0.00E+00		8.65E-08	8.65E-07
Fer (Fe)	kg	2.58E-03			0.00E+00		2.58E-03	2.58E-02
Fluorite (CaF ₂)	kg	4.17E-06	0.00E+00		0.00E+00		4.17E-06	4.17E-05
Gravier	kg	5.70E-03			0.00E+00		5.70E-03	5.70E-02
Lithium (Li)	kg		0.00E+00		0.00E+00		1.05E-07	1.05E-06
Kaolin (Al ₂ O ₃ , 2SiO ₂ , 2H ₂ O)	kg	1.19E-03	0.00E+00		0.00E+00		1.19E-03	1.19E-02
Magnésium (Mg)	kg	3.57E-05	0.00E+00		0.00E+00		3.57E-05	3.57E-04
Manganèse (Mn)	kg	4.17E-05			0.00E+00		4.17E-05	4.17E-04
Mercure (Hg)	kg		0.00E+00		0.00E+00		6.85E-09	6.85E-08
Molybdène (Mo)	kg	1.49E-06	0.00E+00		0.00E+00		1.49E-06	1.49E-05

20/37

Nickel (Ni)	kg	1.62E-04			0.00E+00		1.62E-04	1.62E-03
Or (Au)	kg		0.00E+00		0.00E+00		4.85E-10	4.85E-09
Palladium (Pd)	kg		0.00E+00		0.00E+00		4.27E-11	4.27E-10
Platine (Pt)	kg		0.00E+00		0.00E+00		2.42E-12	2.42E-11
Plomb (Pb)	kg		0.00E+00		0.00E+00		1.60E-07	1.60E-06
Rhodium (Rh)	kg		0.00E+00		0.00E+00		7.47E-13	7.47E-12
Rutile (TiO2)	kg	5.70E-03	0.00E+00		0.00E+00		5.70E-03	5.70E-02
Sable	kg	3.01E-06			0.00E+00		3.02E-06	3.02E-05
Silice (SiO2)	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Soufre (S)	kg	1.59E-06	0.00E+00		0.00E+00		1.59E-06	1.59E-05
Sulfate de baryum (BaSO4)	kg	4.07E-05			0.00E+00		4.08E-05	4.08E-04
Tungstène (W)	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Vanadium (V)	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Zinc (Zn)	kg	4.52E-06	0.00E+00		0.00E+00		4.52E-06	4.52E-05
Zirconium	kg	4.11E-06	0.00E+00		0.00E+00		4.11E-06	4.11E-05
Matières premières végétales non spécifiées avant	kg	3.90E-06	0.00E+00		0.00E+00		3.90E-06	3.90E-05
Matières premières animales non spécifiées avant	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Produits intermédiaires non remontés (total)	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

21/37

➡ **COMMENTAIRES RELATIFS A LA CONSOMMATION DE RESSOURCES NATURELLES NON ENERGETIQUES :**

Encore une fois, les impacts seront localisés sur la phase de production.

1.4.3 Consommation d'eau (prélèvements)

Un guide de lecture des tableaux est disponible page 15.

FLUX	UNITES	PRODUCTI ON	TRANSPO RT	MISE EN ŒUVRE	VIE EN ŒUVRE	FIN DE VIE	TOTAL CYCLE DE VIE	
							Par annuité	Pour toute la DVT
Eau : Lac	/	1.51E-02	0.00E+00	1.41E-03	0.00E+00		1.65E-02	1.65E-01
Eau : Mer	/	2.98E-02	0.00E+00	1.65E-06	0.00E+00	2.87E-05	2.98E-02	2.98E-01
Eau : Nappe phréatique	/	9.06E-02	0.00E+00	2.83E-03	0.00E+00	3.41E-06	9.34E-02	9.34E-01
Eau : Origine non spécifiée	/	4.62E-01	1.94E-03	1.33E-06	0.00E+00	5.90E-05	4.64E-01	4.64E+00
Eau : Rivière	/	1.62E-01	0.00E+00	3.54E-03	0.00E+00	7.09E-05	1.65E-01	1.65E+00
Eau potable (réseau)	/		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.66E-07	5.66E-06

Eau Consommée (total)	/	7.29E-01	1.94E-03	7.78E-03	0.00E+00	1.34E-04	7.39E-01	7.39E+00
------------------------------	---	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

COMMENTAIRES RELATIFS A LA CONSOMMATION D'EAU (PRELEVEMENTS) :

L'eau de mer ici comptabilisée n'est pas prise en compte dans le calcul de la consommation totale en eau. En effet, il est considéré que l'indicateur de consommation d'eau exprime l'épuisement d'une ressource, or l'eau de mer n'est pas considérée comme une ressource épuisable.

1.4.4 Consommation d'énergie et de matière récupérées (NF P01-010 § 5.1.4)

Un guide de lecture des tableaux est disponible page 15.

FLUX	UNITES	PRODUCTI ON	TRANSPOR T	MISE EN ŒUVRE	VIE EN ŒUVRE	FIN DE VIE	TOTAL CYCLE DE VIE	
							Par annuité	Pour toute la DVT
Energie Récupérée	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Matière Récupérée	kg	6,74E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,92E-03	1,92E-02
Total								
Matière Récupérée Acier	kg	4,54E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,36E-03	1,36E-02
Matière Récupérée Aluminium	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Matière Récupérée Métal (non spécifié)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Matière Récupérée Papier-Carton	kg	1,21E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,63E-04	3,63E-03
Matière Récupérée Plastique	kg	4,83E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,83E-05	4,83E-04
Matière Récupérée Calcin	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Matière Récupérée Biomasse	kg	5,02E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,51E-04	1,51E-03
Matière Récupérée Minérale	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Matière Récupérée : Non spécifiée	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

22/37

COMMENTAIRES RELATIFS A LA CONSOMMATION D'ENERGIE ET DE MATIERE RECUPEREES

Aucune matière première secondaire n'est utilisée pour la formulation-type des peintures mates en phase aqueuse. Cependant les emballages sont pour partie issus de matériaux recyclés et les valeurs sont reportées dans le tableau de ce paragraphe.

1.5 Emissions dans l'air, l'eau et le sol (NF P01-010 § 5.2)

1.5.1 Emissions dans l'air (NF P 01-010 § 5.2.1)

Un guide de lecture des tableaux est disponible page 15.

FLUX	UNITES	PRODUCTION	TRANSPORT	MISE EN ŒUVRE	VIE EN ŒUVRE	FIN DE VIE	TOTAL CYCLE DE VIE	
							Par annuité	Pour toute la DVT
Hydrocarbures (non spécifiés)	g	1.66E-02	5.36E-03		0.00E+00	8.24E-06	2.19E-02	2.19E-01
HAP (non spécifiés)	g				0.00E+00		5.25E-07	5.25E-06
Méthane (CH4)	g	1.99E-01	2.09E-03	3.88E-06	0.00E+00	9.89E-02	3.00E-01	3.00E+00
Composés organiques volatils (par exemple, acétone, acétate, etc.)	g	1.07E-01	0.00E+00		3.04E-01	4.96E-05	4.11E-01	4.11E+00
Dioxyde de carbone (CO2)	g	5.03E+01	1.54E+00	1.49E-03	0.00E+00	7.66E-01	5.26E+01	5.26E+02
Monoxyde de carbone (CO)	g	1.33E-01	3.97E-03	5.86E-06	0.00E+00	6.95E-05	1.37E-01	1.37E+00
Oxydes d'azote (NOx en NO2)	g	1.32E-01	1.82E-02	2.67E-06	0.00E+00	5.40E-04	1.51E-01	1.51E+00
Protoxyde d'azote (N2O)	g	1.66E-03	1.98E-04		0.00E+00	3.34E-06	1.86E-03	1.86E-02
Ammoniaque (NH3)	g	1.64E-03			0.00E+00		1.64E-03	1.64E-02
Poussières (non spécifiées)	g	7.28E-02	1.05E-03	1.52E-06	0.00E+00	3.73E-05	7.39E-02	7.39E-01
Oxydes de soufre (SOx en SO2)	g	2.31E-01	6.64E-04	5.57E-06	0.00E+00	8.07E-05	2.31E-01	2.31E+00
Hydrogène sulfureux (H2S)	g	3.52E-04			0.00E+00		3.52E-04	3.52E-03
Acide cyanhydrique (HCN)	g			0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.12E-08	1.12E-07
Composés chlorés organiques (en Cl)	g	2.48E-04	0.00E+00		0.00E+00		2.48E-04	2.48E-03
Acide chlorhydrique (HCl)	g	1.83E-03	0.00E+00		0.00E+00	2.31E-05	1.85E-03	1.85E-02
Composés chlorés inorganiques (en Cl)	g	7.95E-04	0.00E+00		0.00E+00		7.95E-04	7.95E-03
Composés chlorés non spécifiés (en Cl)	g		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.39E-10	2.39E-09
Composés fluorés organiques (en F)	g	1.32E-05			0.00E+00		1.35E-05	1.35E-04
Composés fluorés inorganiques (en F)	g	2.59E-04			0.00E+00		2.59E-04	2.59E-03

23/37

Composés halogénés (non spécifiés)	<i>g</i>	2.52E-05			0.00E+00		2.52E-05	2.52E-04
Cadmium et ses composés (en Cd)	<i>g</i>	1.38E-06			0.00E+00		1.42E-06	1.42E-05
Chrome et ses composés (en Cr)	<i>g</i>	2.23E-04			0.00E+00		2.23E-04	2.23E-03
Cobalt et ses composés (en Co)	<i>g</i>	4.24E-06			0.00E+00		4.27E-06	4.27E-05
Cuivre et ses composés (en Cu)	<i>g</i>	3.49E-05			0.00E+00		3.52E-05	3.52E-04
Etain et ses composés (en Sn)	<i>g</i>	1.87E-06			0.00E+00		1.87E-06	1.87E-05
Manganèse et ses composés (en Mn)	<i>g</i>	1.10E-05			0.00E+00		1.11E-05	1.11E-04
Mercure et ses composés (en Hg)	<i>g</i>	6.62E-06			0.00E+00		6.63E-06	6.63E-05
Nickel et ses composés (en Ni)	<i>g</i>	4.09E-05			0.00E+00		4.12E-05	4.12E-04
Plomb et ses composés (en Pb)	<i>g</i>	3.04E-05			0.00E+00		3.06E-05	3.06E-04
Sélénium et ses composés (en Se)	<i>g</i>	1.99E-06			0.00E+00		2.00E-06	2.00E-05
Tellure et ses composés (en Te)	<i>g</i>	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Zinc et ses composés (en Zn)	<i>g</i>	1.74E-04	5.94E-05		0.00E+00		2.33E-04	2.33E-03
Vanadium et ses composés (en V)	<i>g</i>	4.33E-05	1.39E-06		0.00E+00		4.47E-05	4.47E-04
Silicium et ses composés (en Si)	<i>g</i>	4.88E-04			0.00E+00		4.88E-04	4.88E-03
Antimoine et ses composés (en Sb)	<i>g</i>				0.00E+00		4.18E-07	4.18E-06
Arsenic et ses composés (en As)	<i>g</i>	5.53E-06			0.00E+00		5.54E-06	5.54E-05
Chrome hexavalent (en Cr)	<i>g</i>	2.44E-04	0.00E+00		0.00E+00		2.44E-04	2.44E-03
Métaux (non spécifiés)	<i>g</i>	4.94E-04			0.00E+00		4.95E-04	4.95E-03
Métaux alcalins et alcalino terreux non spécifiés non toxiques	<i>g</i>	4.32E-04	0.00E+00		0.00E+00		4.32E-04	4.32E-03
^a HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques								

24/37

NOTE : Concernant les émissions radioactives, ce tableau devra être complété dès que la transposition de la directive européenne Euratom sur les émissions radioactives sera publiée.

► COMMENTAIRES RELATIFS AUX EMISSIONS DANS L'AIR :

Les principales émissions dans l'air seront des gaz à effet de serre, et notamment le CO₂. La présence de solvant organique dans le produit conduit à des émissions de COV. Ceux-ci sont émis au niveau de la vie en œuvre.

Notons que le flux de composés fluorés organiques est inférieur à un millionième du flux de CO₂, et qu'il n'y a donc pas lieu de prendre en compte ce flux dans le calcul du changement climatique (conformément à la NF P01-010 § 6.1.1.1).

1.5.2 Emissions dans l'eau (NF P01-010 § 5.2.2)

Un guide de lecture des tableaux est disponible page 15.

FLUX	UNITES	PRODUCTIO N	TRANSPOR T	MISE EN ŒUVRE	VIE EN ŒUVRE	FIN DE VIE	TOTAL CYCLE DE VIE	
							Par annuité	Pour toute la DVT
DCO (Demande Chimique en Oxygène)	g	5.32E-01	6.96E-05	1.05E-06	0.00E+00	7.16E+00	7.69E+00	7.69E+01
DBO5 (Demande Biochimique en Oxygène à 5 jours)	g	2.56E-01	2.11E-06		0.00E+00	1.69E+00	1.95E+00	1.95E+01
Matière en Suspension (MES)	g	2.19E-02	1.10E-05		0.00E+00	1.92E-06	2.19E-02	2.19E-01
Cyanure (CN-)	g	1.89E-05			0.00E+00		1.90E-05	1.90E-04
AOX (Halogènes des composés organiques absorbables)	g	2.86E-04	0.00E+00		0.00E+00		2.86E-04	2.86E-03
Hydrocarbures (non spécifiés)	g	2.28E-02	7.18E-04		0.00E+00	8.36E-05	2.36E-02	2.36E-01
Composés azotés (en N)	g	7.66E-03	6.54E-05		0.00E+00		7.73E-03	7.73E-02
Composés phosphorés (en P)	g	1.92E-02		1.59E-06	0.00E+00	2.11E-06	1.92E-02	1.92E-01
Composés fluorés organiques (en F)	g			0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.00E-06	1.00E-05
Composés fluorés inorganiques (en F)	g	9.17E-05	0.00E+00		0.00E+00		9.17E-05	9.17E-04
Composés fluorés non spécifiés (en F)	g	0.00E+00		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.35E-12	2.35E-11
Composés chlorés organiques (en Cl)	g	2.18E-04			0.00E+00		2.18E-04	2.18E-03

25/37

Composés chlorés inorganiques (en Cl)	<i>g</i>	1.17E+00	2.40E-02	4.38E-05	0.00E+00	6.41E-02	1.25E+00	1.25E+01
Composés chlorés non spécifiés (en Cl)	<i>g</i>	4.52E-06		0.00E+00 0	0.00E+00	0.00E+00	4.92E-06	4.92E-05
HAP (non spécifiés)	<i>g</i>	3.37E-06			0.00E+00		3.38E-06	3.38E-05
Métaux (non spécifiés)	<i>g</i>	3.84E-02	1.52E-02	1.72E-06	0.00E+00	1.60E-02	6.96E-02	6.96E-01
Métaux alcalins et alcalino terreux	<i>g</i>	1.15E+00	0.00E+00	5.94E-05	0.00E+00	6.31E-04	1.15E+00	1.15E+01
Aluminium et ses composés (en Al)	<i>g</i>	3.39E-05		0.00E+00 0	0.00E+00	0.00E+00	3.41E-05	3.41E-04
Arsenic et ses composés (en As)	<i>g</i>			0.00E+00 0	0.00E+00	0.00E+00	8.66E-08	8.66E-07
Cadmium et ses composés (en Cd)	<i>g</i>			0.00E+00 0	0.00E+00	0.00E+00	7.27E-08	7.27E-07
Chrome et ses composés (en Cr)	<i>g</i>	1.99E-03			0.00E+00		1.99E-03	1.99E-02
Chrome hexavalent (chromates...)	<i>g</i>	2.39E-03	0.00E+00		0.00E+00	1.89E-04	2.58E-03	2.58E-02
Cuivre et ses composés (en Cu)	<i>g</i>			0.00E+00 0	0.00E+00	0.00E+00	1.71E-07	1.71E-06
Etain et ses composés (en Sn)	<i>g</i>	2.05E-06	0.00E+00		0.00E+00		2.05E-06	2.05E-05
Fer et ses composés (en Fe)	<i>g</i>	4.55E-05	5.72E-06	0.00E+00 0	0.00E+00	0.00E+00	5.12E-05	5.12E-04
Mercure et ses composés (en Hg)	<i>g</i>	5.71E-06			0.00E+00	2.37E-05	2.94E-05	2.94E-04
Nickel et ses composés (en Ni)	<i>g</i>			0.00E+00 0	0.00E+00	0.00E+00	3.07E-07	3.07E-06
Plomb et ses composés (en Pb)	<i>g</i>	1.94E-04			0.00E+00	1.19E-02	1.21E-02	1.21E-01
Zinc et ses composés (en Zn)	<i>g</i>			0.00E+00 0	0.00E+00	0.00E+00	7.08E-07	7.08E-06
Composés organiques dissous (non spécifiés)	<i>g</i>	2.87E-03	0.00E+00		0.00E+00		2.87E-03	2.87E-02
Composés inorganiques dissous (non spécifiés)	<i>g</i>	2.10E-03	0.00E+00		0.00E+00	1.45E-06	2.10E-03	2.10E-02
Composés inorganiques dissous non spécifiés non toxiques (SO4--, CO3--)	<i>g</i>	2.72E+00	0.00E+00	1.41E-04	0.00E+00	2.15E-04	2.72E+00	2.72E+01

Eau rejetée	/	6.13E-04	7.98E-05	0.00E+0 0	0.00E+00	0.00E+00	6.93E-04	6.93E-03
-------------	---	----------	----------	--------------	----------	----------	----------	----------

► **COMMENTAIRES SUR LES EMISSIONS DANS L'EAU :**

Les entreprises traitent en grande majorité les eaux en circuit fermé sur le site. Ainsi, aucune eau n'est rejetée dans le réseau, seules sont produites des boues de peinture qui sont prises en compte dans les tableaux de déchets adéquats. Pour les eaux qui seraient rejetés, elles seront traitées sur site avant rejet, et des mesures sont effectuées et prises en compte pour cette étude.

1.5.3 Emissions dans le sol (NF P01-010 § 5.2.3)

Un guide de lecture des tableaux est disponible page 15.

FLUX	UNITES	PRODUCTI ON	TRANSPOR T	MISE EN ŒUVRE	VIE EN ŒUVRE	FIN DE VIE	TOTAL CYCLE DE VIE	
							Par annuité	Pour toute la DVT
Arsenic et ses composés (en As)	g				0.00E+00		9.93E-07	9.93E-06
Biocides	g	9.35E-05	0.00E+00		0.00E+00		9.35E-05	9.35E-04
Cadmium et ses composés (en Cd)	g				0.00E+00		6.52E-08	6.52E-07
Chrome et ses composés (en Cr)	g	1.31E-06			0.00E+00		1.31E-06	1.31E-05
Chrome hexavalent (chromates...)	g	3.02E-06	0.00E+00		0.00E+00		3.02E-06	3.02E-05
Cuivre et ses composés (en Cu)	g	4.35E-06			0.00E+00		4.37E-06	4.37E-05
Etain et ses composés (en Sn)	g		0.00E+00		0.00E+00		3.76E-08	3.76E-07
Fer et ses composés (en Fe)	g	1.69E-03			0.00E+00		1.69E-03	1.69E-02
Plomb et ses composés (en Pb)	g				0.00E+00		3.45E-07	3.45E-06
Mercure et ses composés (en Hg)	g				0.00E+00		9.55E-09	9.55E-08
Nickel et ses composés (en Ni)	g				0.00E+00		3.65E-08	3.65E-07
Zinc et ses composés (en Zn)	g	1.16E-05			0.00E+00		1.22E-05	1.22E-04
Métaux lourds (non spécifiés)	g	6.23E-05	0.00E+00		0.00E+00		6.23E-05	6.23E-04
Métaux alcalins et alcalino terreux	g	9.67E-04	0.00E+00		0.00E+00		9.67E-04	9.67E-03
Divers composés inorganiques répandus dans	g	2.41E-03	0.00E+00		0.00E+00		2.41E-03	2.41E-02

27/37



08-06-2011



le sol, sans effet notable								
b Biocides : par exemple, pesticides, herbicides, fongicides, insecticides, bactéricides, etc.								

1.6 Production de déchets (NF P01-010 § 5.3)

1.6.1 Déchets valorisés (NF P 01-010 § 5.3)

Un guide de lecture des tableaux est disponible page 15.

FLUX	UNITES	PRODUCTI ON	TRANSPOR T	MISE EN ŒUVRE	VIE EN ŒUVRE	FIN DE VIE	TOTAL CYCLE DE VIE	
							Par annuité	Pour toute la DVT
Energie Récupérée	Mj	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Matière Récupérée : Total	kg	7,28E-04	0,00E+00	9,32E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,66E-03	1,66E-02
Matière Récupérée : Acier	kg	2,75E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,75E-04	2,75E-03
Matière Récupérée : Aluminium	kg	2,68E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,68E-06	2,68E-05
Matière Récupérée : Métal (non spécifié)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Matière Récupérée : Papier-Carton	kg	3,63E-04	0,00E+00	3,48E-04	0,00E+00	0,00E+00	7,11E-04	7,11E-03
Matière Récupérée : Plastique	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Matière Récupérée : Calcin	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Matière Récupérée : Biomasse	kg	8,77E-05	0,00E+00	5,84E-04	0,00E+00	0,00E+00	6,72E-04	6,72E-03
Matière Récupérée : Minérale	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Matière Récupérée : Non spécifiée	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

29/37

1.6.2 Déchets éliminés (NF P 01-010 § 5.3)

Un guide de lecture des tableaux est disponible page 15.

FLUX	UNITES	PRODUCTI ON	TRANSPOR T	MISE EN ŒUVRE	VIE EN ŒUVRE	FIN DE VIE	TOTAL CYCLE DE VIE	
							Par annuité	Pour toute la DVT
Déchets dangereux	kg	3.49E-03	0.00E+00	4.76E-03	0.00E+00		8.25E-03	8.25E-02
Déchets non dangereux	kg	8.78E-03	0.00E+00	1.02E-03	0.00E+00	3.95E-02	4.93E-02	4.93E-01
Déchets inertes	kg	7.60E-03	0.00E+00		0.00E+00		7.60E-03	7.60E-02
Déchets radioactifs	kg	3.54E-06	0.00E+00		0.00E+00		3.55E-06	3.55E-05



08-06-2011



► COMMENTAIRES SUR LA PRODUCTION DE DECHETS :

Aucune énergie n'est récupérée directement des déchets générés sur le cycle de vie des peintures mates en phase aqueuse. Cependant, certains déchets d'emballage sont recyclés, à savoir les déchets de peinture et papier/carton lorsqu'ils ne sont pas souillés. En production, un taux de pertes de 2% a été pris en compte. De même lors de la mise en œuvre, un taux de perte de 2% a été pris en compte. La fin de vie du produit est prise en compte par une élimination avec son support, par défaut en centre d'enfouissement (déchet non dangereux).

30/37

IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX REPRÉSENTATIFS DES PRODUITS DE CONSTRUCTION SELON NF P01-010 § 6

Tous ces impacts sont renseignés ou calculés conformément aux indications du § 6.1 de la norme NF P01-010, à partir des données du § 2 et pour l'unité fonctionnelle de référence par annuité définie au § 1.1 et 1.2 de la présente déclaration, ainsi que pour l'unité fonctionnelle rapportée à toute la DVT (Durée de Vie Typique).

N°	IMPACT ENVIRONNEMENTAL	VALEUR DE L'INDICATEUR POUR L'UNITE FONCTIONNELLE	VALEUR DE L'INDICATEUR POUR TOUTE LA DVT
1	CONSOMMATION DE RESSOURCES ENERGETIQUES		
	Energie primaire totale	1.33E+00 MJ/UF	1.33E+01 MJ
	Energie renouvelable	7.08E-02 MJ/UF	7.08E-01 MJ
	Energie non renouvelable	1.26E+00 MJ/UF	1.26E+01 MJ
2	EPUISEMENT DE RESSOURCES (ADP)	5.37E-04 kg équivalent antimoine (Sb)/UF	5.37E-03 kg équivalent antimoine (Sb)
3	CONSOMMATION D'EAU TOTALE	7.39E-01 litre/UF	7.39E+00 litre
4	DECHETS SOLIDES		
	Déchets valorisés (total)	1,66E-03 kg/UF	1,66E-02 kg
	Déchets éliminés :		
	<i>Déchets dangereux</i>	8.25E-03 kg/UF	8.25E-02 kg
	<i>Déchets non dangereux</i>	4.93E-02 kg/UF	4.93E-01 kg
	<i>Déchets inertes</i>	7.60E-03 kg/UF	7.60E-02 kg
	<i>Déchets radioactifs</i>	3.55E-06 kg/UF	3.55E-05 kg
5	CHANGEMENT CLIMATIQUE	5.96E-02 kg équivalent CO2/UF	5.96E-01 kg équivalent CO2
6	ACIDIFICATION ATMOSPHERIQUE	3.42E-04 kg équivalent SO2/UF	3.42E-03 kg équivalent SO2
7	POLLUTION DE L'AIR	8.91E+00 m ³ /UF	8.91E+01 m ³
8	POLLUTION DE L'EAU	2.60E-01 m ³ /UF	2.60E+00 m ³
9	DESTRUCTION DE LA COUCHE D'OZONE STRATOSPHERIQUE	5.23E-11 kg CFC équivalent R11/UF	5.23E-10 kg CFC équivalent R11
10	FORMATION D'OZONE PHOTOCHIMIQUE	1.53E-04 kg équivalent éthylène/UF	1.53E-03 kg équivalent éthylène
AUTRE INDICATEUR (HORS NORME NF P01-010)			
11	EUTROPHISATION	5.14E-04 kg équivalent PO ₄ ³⁻ /UF	5.14E-03 kg équivalent PO ₄ ³⁻

31/37

CONTRIBUTION DU PRODUIT À L'ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES ET DE LA QUALITÉ DE VIE À L'INTÉRIEUR DES BÂTIMENTS SELON NF P01-010 § 7

CONTRIBUTIO N DU PRODUIT		PARAGRAPHE CONCERNE	EXPRESSION (VALEUR DE MESURES, CALCULS...)
A l'évaluation des risques sanitaires	Qualité sanitaire des espaces intérieurs	§ 4.1.1	Aucun essai concernant la qualité sanitaire des espaces intérieurs n'a été réalisé.
	Qualité sanitaire de l'eau	§ 4.1.2	Aucun essai concernant la qualité sanitaire de l'eau en contact avec le produit durant sa vie en œuvre n'a été réalisé.
A la qualité de la vie	Confort hygrothermique	§ 4.2.1	Les peintures mates en phase aqueuse ne contribuent pas à l'isolation thermique du bâtiment.
	Confort acoustique	§ 4.2.2	Les peintures mates en phase aqueuse ne contribuent pas à l'isolation acoustique du bâtiment.
	Confort visuel	§ 4.2.3	Les peintures mates en phase aqueuse contribuent à l'aspect visuel des bâtiments.
	Confort olfactif	§ 4.2.4	Aucun essai d'émissions d'odeur n'a été réalisé.

32/37

1.7 Informations utiles à l'évaluation des risques sanitaires (NF P01-010 § 7.2)

1.7.1 Contribution à la qualité sanitaire des espaces intérieurs (NF P01-010 § 7.2.1)

Aucun essai d'émissions de COV et formaldéhyde n'a été réalisé pour les peintures mates en phase aqueuse.

1.7.2 Contribution à la qualité sanitaire de l'eau (NF P01-010 § 7.2.2)

Les peintures mates en phase aqueuse sont en contact avec l'eau au cours de leur vie en œuvre, et en fin de vie si leurs supports sont utilisés comme remblais ou mis en décharge.

Le produit ne contient aucune substance classifiée T, T+ ou N à plus de 0,1% en masse, ni aucune substance classifiée Xn, Xi ou C à plus de 1% en masse.

Aucun essai concernant la qualité sanitaire de l'eau en contact avec le produit durant sa vie en œuvre n'a été réalisé.

1.8 Informations utiles à l'évaluation des risques sanitaires (NF P01-010 § 7.2)

1.8.1 *Caractéristiques du produit participant à la création des conditions de confort hygrothermique dans le bâtiment (NF P01-010 § 7.3.1)*

Les peintures mates en phase aqueuse ne revendiquent aucune performance thermique.

1.8.2 *Caractéristiques du produit participant à la création des conditions de confort acoustique dans le bâtiment (NF P01-010 § 7.3.2)*

Les peintures mates en phase aqueuse ne revendiquent aucune performance acoustique.

1.8.3 *Caractéristiques du produit participant à la création des conditions de confort visuel dans le bâtiment (NF P01-010 § 7.3.3)*

Les peintures mates en phase aqueuse contribuent au confort visuel, cependant aucun essai n'a été réalisé.

Le degré de brillance répond quant à lui aux exigences de la norme NF P 74-201-1, soit inférieur à 10% sous un angle de 60°.

1.8.4 *Caractéristiques du produit participant à la création des conditions de confort olfactif dans le bâtiment (NF P01-010 § 7.3.4)*

33/37

Lors de l'application des produits une odeur est dégagée. Cependant, aucun essai d'intensité d'odeur n'a été réalisé.

AUTRES CONTRIBUTIONS DU PRODUIT NOTAMMENT PAR RAPPORT À DES PRÉOCCUPATIONS D'ÉCOGESTION DU BÂTIMENT, D'ÉCONOMIE ET DE POLITIQUE ENVIRONNEMENTALE GLOBALE

1.9 Ecogestion du bâtiment

1.9.1 *Gestion de l'énergie*

Non concerné.

1.9.2 *Gestion de l'eau*

Non concerné.

1.9.3 *Entretien et maintenance*

Comme spécifié dans la description de l'unité fonctionnelle, Les peintures mates en phase aqueuse considérées dans cette FDES ne sont sujettes à aucun entretien sur la DVT considérée.

1.10 Préoccupation économique

La dimension économique des produits est propre à chaque entreprise. Il n'appartient pas à la FDES collective de la décrire individuellement.

1.11 Politique environnementale globale

1.11.1 Ressources naturelles

Les ressources naturelles consommées sont décrites dans les tableaux de la partie environnementale de la FDES. Chaque politique est ensuite propre aux entreprises et il n'appartient pas à la démarche collective de la décrire individuellement.

1.11.2 Emissions dans l'air et dans l'eau

Les émissions dans l'air et l'eau sont décrites dans les tableaux de la partie environnementale de la FDES. Chaque politique est ensuite propre aux entreprises et il n'appartient pas à la démarche collective de la décrire individuellement.

34/37

1.11.3 Déchets

La production de déchets est décrite dans les tableaux de la partie environnementale de la FDES. Chaque politique est ensuite propre aux entreprises et il n'appartient pas à la démarche collective de la décrire individuellement.

ANNEXE : CARACTÉRISATION DES DONNÉES POUR LE CALCUL DE L'INVENTAIRE DE CYCLE DE VIE (ICV)

Cette annexe est issue du rapport d'accompagnement de la déclaration (cf. Introduction)

1.12 Définition du système d'ACV (Analyse de Cycle de Vie)

Pour décorer 1m² de support (avec deux couches), il faut 2 couches de 190 grammes de produit appliqué sur le support.

L'emballage moyen a été déterminé sur la base des questionnaires complétés par les entreprises.

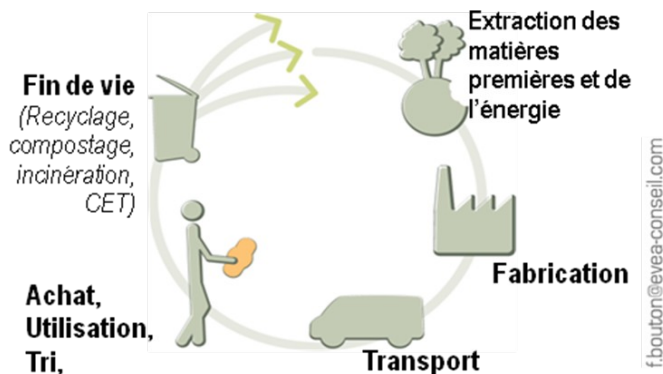
De même, les produits complémentaires pour la mise en œuvre ont été définis sur la base de la moyenne des réponses des entreprises au questionnaire.

Le taux de pertes lors de la mise en œuvre et l'entretien (y compris remplacement partiel éventuel) : un taux de perte de 2% correspondant aux fonds de bidons, au produit resté dans le matériel d'application et aux pertes d'application a été pris en compte. Ces taux de perte sont à la fois représentatifs de la profession et des données collectées au travers de cette étude.

Aucun entretien n'est nécessaire sur la Durée de Vie Typique considérée.

1.12.1 Etapes et flux inclus

Les étapes prises en compte pour l'établissement de la FDES sont les suivantes :



35/37

PRODUCTION

Cette étape comprend l'extraction des matières premières pour fabriquer les peintures mates en phase aqueuse selon la formulation-type définie, l'énergie nécessaire à leur transformation et leur transport jusqu'au site de fabrication des peintures mates en phase aqueuse. L'emballage du produit fini est également pris en compte (extraction et transformation des matières).

TRANSPORT

Le transport du site de production des peintures mates en phase aqueuse jusqu'au chantier est pris en compte.

MISE EN ŒUVRE

Les outils de mise en œuvre des peintures mates en phase aqueuse ont été pris en compte

VIE EN ŒUVRE

Aucun renouvellement des peintures mates en phase aqueuse n'a été pris en compte.

FIN DE VIE

La fin de vie des peintures mates en phase aqueuse en centre d'enfouissement technique a été modélisée.

1.12.2 Flux omis

La norme NF P01-010 permet d'omettre des frontières du système les flux suivants :

- l'éclairage, le chauffage et le nettoyage des ateliers
- le département administratif,
- le transport des employés,
- la fabrication de l'outil de production et des systèmes de transport (machines, camions, etc.....).

Certaines données n'ont pu être prises en compte par faute d'imprécision. Tout le détail est renseigné dans le rapport d'accompagnement de la FDES des peintures mates en phase aqueuse.

1.12.3 Règle de délimitation des frontières

La norme NF P01-010 a fixé le seuil de coupure à 98% selon le paragraphe 4.5.1 de la norme. Dans le cadre de cette déclaration, le pourcentage des flux remontés est 100%.

1.13 Sources de données

36/37

1.13.1 Caractérisation des données principales

FABRICATION

Année : 2009

Représentativité géographique : France métropolitaine et DOM

Représentativité technologique : Procédés classiques de production par mélange

Source : Base de données EcoInvent, entreprises participantes.

TRANSPORT

Année : 2009

Représentativité géographique : France métropolitaine et DOM

Représentativité technologique : France

Source : Données du fascicule FD P01-015, entreprises participantes.

MISE EN ŒUVRE

Année : 2009

Zone géographique : France métropolitaine et DOM

Source : entreprises participantes.

FIN DE VIE

Année : 2009

Zone géographique : France métropolitaine et DOM

Source : entreprises participantes.



08-06-2011



1.13.2 Données énergétiques

Les données utilisées sont celles du fascicule de document AFNOR FD P 01-015.

1.13.3 Données non-ICV

Les données non-ICV ont été récoltées auprès des entreprises.

1.14 Traçabilité

Cette FDES a été réalisée grâce :



- au logiciel d'analyse de cycle de vie SimaPro (V 7.3.2).



- à l'application Ev-DEC (www.ev-dec.com) et la méthode de calcul des impacts au format de la norme NF P01-010 Mat France, développées par le cabinet conseil EVEA Conseil (www.evea-conseil.com), qui aident à la réalisation des FDES.

37/37

Tinta Mate de Base Aquosa:
Transposição dos Fluxos DAP-GaBi

Fluxo indicado na DAP	Opções consideradas válidas no GaBi		Opção adoptada no GaBi	
<i>Designação</i>	<i>Designação</i>	<i>Categoria</i>	<i>Designação</i>	<i>Categoria</i>
Consumo de recursos energéticos naturais				
Bois / Wood	Wood (Buwal)	Renewable energy resources	Wood	Renewable energy resources
	Wood	Renewable energy resources		
Charbon / Coal	Hard Coal France	Hard coal (resource)	Hard Coal France	Hard coal (resource)
Lignite	Lignite France	Lignite (resource)	Lignite France	Lignite (resource)
Gaz naturel / Natural Gas	Natural gas France	Natural gas (resource)	Natural gas France	Natural gas (resource)
Pétrole / Crude Oil	Crude Oil France	Crude oil (resource)	Crude Oil France	Crude oil (resource)
Consumo de recursos naturais não energéticos				
Argile / Clay	Clay	Non renewable resources	Clay	Non renewable resources
Bauxite (Al2O3)	Bauxite	Non renewable resources	Bauxite	Non renewable resources
Bentonite	Bentonite	Non renewable resources	Bentonite	Non renewable resources
	Bentonite	Minerals		
Calcaire / Limestone	Limestone (calcium carbonate)	Non renewable resources	Limestone (calcium carbonate)	Non renewable resources
	Limestone	Minerals		
Chlorure de potassium (KCl) / Potassium Chloride	Potassium chloride	Non renewable resources	Potassium chloride	Non renewable resources
Chlorure de sodium (NaCl) / Sodium Chloride	Sodium chloride (rock salt)	Non renewable resources	Sodium chloride (rock salt)	Non renewable resources
Chrome (Cr) / Chromium	Chromium	Non renewable elements	Chromim ore (39%)	Non renewable resources
	Chromim ore (39%)	Non renewable resources		
	Chromim ore (Cr203 40%)	Non renewable resources		
	Chromim ore (Cr203 30%)	Non renewable resources		

Fluxo indicado na DAP	Opções consideradas válidas no GaBi		Opção adoptada no GaBi	
Cuivre (Cu) / Copper	Copper	Non renewable elements	Copper ore (1.2%)	Non renewable resources
	Copper ore (sulphidic, 1.1%)	Non renewable resources		
	Copper ore (0.3%)	Non renewable resources		
	Copper ore (4%)	Non renewable resources		
	Copper ore (1.2%)	Non renewable resources		
	Copper ore (outras percentagens)	Non renewable resources		
Dolomie / Dolomite	Dolomite	Minerals	Dolomite	Non renewable resources
	Dolomite	Non renewable resources		
Fer (Fe) / Iron	Iron	Non renewable elements	Iron ore (56.86%)	Non renewable resources
	Iron ore (65%)	Non renewable resources		
	Iron ore (56.86%)	Non renewable resources		
Fluorite (CaF2) / Fluorite	Fluorspar (calcium fluoride ; fluorite)	Non renewable resources	Fluorspar (calcium fluoride ; fluorite)	Non renewable resources
Gravier / Gravel	Gravel (2/32)	Minerals	Gravel	Non renewable resources
	Gravel	Non renewable resources		
Kaolin (Al2O3, 2SiO2, 2H2O)	Kaolin ore	Non renewable resources	Kaolin ore	Non renewable resources
	Kaolinite (24% in ore as mined)	Non renewable resources		
	Kaolin (aluminum silicate)	Minerals		
Magnésium (Mg)	Magnesium	Non renewable elements	Magnesium ore	Non renewable resources
	Magnesium ore	Non renewable resources		
Manganèse (Mn)	Manganese	Non renewable elements	Manganese ore	Non renewable resources
	Manganese ore	Non renewable resources		
	Manganese ore (R.O.M.)	Non renewable resources		
	Manganese ore (43%)	Non renewable resources		
Molybdène (Mo)	Molybdenum	Non renewable elements	Molybdenum ore (0.1%)	Non renewable resources
	Molybdenum ore (0.1%)	Non renewable resources		

Fluxo indicado na DAP	Opções consideradas válidas no GaBi		Opção adoptada no GaBi	
Nickel (Ni)	Nickel	Non renewable elements	Nickel ore (1.6%)	Non renewable resources
	Nickel ore (1.6%)	Non renewable resources		
	Nicke ore (2%)	Non renewable resources		
	Nickel ore (outras percentagens)	Non renewable resources		
Rutile (TiO2)	Rutile (titanium ore)	Non renewable resources	Rutile (titanium ore)	Non renewable resources
Sable / Sand	Sand	Non renewable resources	Sand	Non renewable resources
	Sand (0/2)	Minerals		
Soufre (S) / Sulphur	Sulphur	Non renewable elements	Sulphur (bonded)	Non renewable resources
	Sulphur (bonded)	Non renewable resources		
Sulfate de baryum (BaSO4) / Barium sulphate	Barium sulphate	Non renewable resources	Barium sulphate	Non renewable resources
Zinc (Zn)	Zinc	Non renewable elements	Zinc ore (4%)	Non renewable resources
	Zinc ore (4%)	Non renewable resources		
	Zinc ore (sulphidic, 4%)	Non renewable resources		
	Zinc ore (sulphide, zinc 3.98%)	Non renewable resources		
	Zinc ore (8%)	Non renewable resources		
	Zinc ore (12.6% Zn)	Non renewable resources		
Zirconium	Zirconium	Non renewable elements	Zirconium sand	Non renewable resources
	Zirconium sand	Non renewable resources		
Matières premières végétales non spécifiées avant / vegetable raw materials not specified before	-----	-----	-----	-----
Consumo de água				
Eau: Lac / Lake water	Water (lake water)	Water	Water (lake water)	Water
Eau: Mer / Sea water	Water (sea water)	Water	Water (sea water)	Water

Fluxo indicado na DAP	Opções consideradas válidas no GaBi		Opção adoptada no GaBi	
Eau: Nappe phréatique / Ground water	Water (ground water)	Water	Water (ground water)	Water
Eau: Origine non spécifiée / Unspecified water	Water	Water	Water	Water
Eau: Rivière / River water	Water (river water)	Water	Water (river water)	Water
Emissões para a atmosfera				
Hydrocarbures (non spécifiés) / Hydrocarbons	Hydrocarbons (unspecified)	Organic emissions to air (group VOC)	Hydrocarbons (unspecified)	Organic emissions to air (group VOC)
Méthane (CH4) / Methane	Methane	Organic emissions to air (group VOC)	Methane	Organic emissions to air (group VOC)
Composés organiques volatils / Volatile organic compounds	VOC (unspecified)	Organic emissions to air (group VOC)	VOC (unspecified)	Organic emissions to air (group VOC)
Dioxyde de carbone (CO2) / Carbon dioxide	Carbon dioxide	Inorganic emissions to air	Carbon dioxide	Inorganic emissions to air
	Carbon dioxide (biotic)	Inorganic emissions to air		
Monoxyde de carbone (CO) / Carbon monoxide	Carbon monoxide	Inorganic emissions to air	Carbon monoxide	Inorganic emissions to air
Oxydes d'azote (Nox en NO2) / Nitrogen oxides	Nitrogen oxides	Inorganic emissions to air	Nitrogen oxides	Inorganic emissions to air
Protoxyde d'azote (N2O) / Nitrous oxide	Nitrous oxide (laughing gas)	Inorganic emissions to air	Nitrous oxide (laughing gas)	Inorganic emissions to air
Ammoniaque (NH3) / Ammonia	Ammonia	Inorganic emissions to air	Ammonia	Inorganic emissions to air
Poussières (non spécifiées) / Dust	Dust (unspecified)	Particles to air	Dust (unspecified)	Particles to air

Fluxo indicado na DAP	Opções consideradas válidas no GaBi		Opção adoptada no GaBi	
Oxydes de soufre (SOx en SO2) / Sulphur oxides	Sulphur dioxide	Inorganic emissions to air	Sulphur dioxide	Inorganic emissions to air
Hydrogène sulfureux (H2S) / Hydrogen sulphide	Hydrogen sulphide	Inorganic emissions to air	Hydrogen sulphide	Inorganic emissions to air
Composés chlorés organiques (en Cl) / Chlorinated organic compounds	Chlorinated hydrocarbons (unspecified)	Halogenated organic emissions to air	Organic chlorine compounds	Organic emissions to air (group VOC)
	Organic chlorine compounds	Organic emissions to air (group VOC)		
Acide chlorhydrique (HCN) / Hydrochloric acid	Hydrochloric acid (100%)	Inorganic intermediate products	-----	-----
	Hydrochloric acid (30%)	Inorganic intermediate products		
	Hydrochloric acid	Waste for recovery		
Composés chlorés inorganiques (en CL) / Inorganic chlorine compounds	Chlorine	Inorganic emissions to air	Chlorine	Inorganic emissions to air
Composés fluorés organiques (en F) / Fluorinated organic compounds	-----	-----	-----	-----
Composés fluorés inorganiques (en F) / Inorganic fluorine compounds	Fluorine	Inorganic emissions to air	Fluorine	Inorganic emissions to air
	Fluoride	Inorganic emissions to air		
Composés halogénés (non spécifiées) / Halogenated compounds	Halogenated hydrocarbons (unspecified)	Halogenated organic emissions to air	Halogenated hydrocarbons (unspecified)	Halogenated organic emissions to air
Cadmium er ses composés (en Cd)	Cadmium (+II)	Heavy metals to air	Cadmium (+II)	Heavy metals to air

Fluxo indicado na DAP	Opções consideradas válidas no GaBi		Opção adoptada no GaBi	
Chrome et ses composés (en Cr) / Chromium	Chromium (unspecified)	Heavy metals to air	Chromium (unspecified)	Heavy metals to air
	Chromium (+III)	Heavy metals to air		
	Chromium (+VI)	Heavy metals to air		
	Chromium (Cr51)	Radioactive emissions to air		
Cobalt et ses composés (en Co)	Cobalt	Heavy metals to air	Cobalt	Heavy metals to air
	Cobalt (Co60)	Radioactive emissions to air		
	Cobalt (Co58)	Radioactive emissions to air		
Cuivre et ses composés (en Cu) / Copper	Copper (+II)	Heavy metals to air	Copper (+II)	Heavy metals to air
Etain et ses composés (en Sn) / Tin	Tin (+IV)	Heavy metals to air	Tin (+IV)	Heavy metals to air
Manganèse et ses composés (en Mn)	Manganese (+II)	Heavy metals to air	Manganese (+II)	Heavy metals to air
	Manganese (Mn54)	Radioactive emissions to air		
Mercure et ses composés (en Hg) / Mercury	Mercury (+II)	Heavy metals to air	Mercury (+II)	Heavy metals to air
Nickel et ses composés (en Ni)	Nickel (+II)	Heavy metals to air	Nickel (+II)	Heavy metals to air
Plomb et ses composés (en Pb) / Lead	Lead (+II)	Heavy metals to air	Lead (+II)	Heavy metals to air
	Lead (Pb210)	Radioactive emissions to air		
Sélénium et ses composés (en Se)	Selenium	Heavy metals to air	Selenium	Heavy metals to air
Zinc et ses composés (en Zn)	Zinc (+II)	Heavy metals to air	Zinc (+II)	Heavy metals to air
	Zinc (Zn65)	Radioactive emissions to air		
Vanadium et ses composés (en V)	Vanadium (+III)	Heavy metals to air	Vanadium (+III)	Heavy metals to air

Fluxo indicado na DAP	Opções consideradas válidas no GaBi		Opção adoptada no GaBi	
Silicium et ses composés (en Si) / Silicon	Silicon dioxide (silica)	Particles to air	Silicon dust	Particles to air
	Silicon dust	Particles to air		
Arsenic et ses composés (en As)	Arsenic (+V)	Heavy metals to air	Arsenic (+V)	Heavy metals to air
Chrome hexavalent (en Cr) / Hexavalent chromium	Chromium (+VI)	Heavy metals to air	Chromium (+VI)	Heavy metals to air
Métaux (non spécifiés) / Metals	Metals (unspecified)	Particles to air	Metals (unspecified)	Particles to air
Métaux alcalins et alcalino terreux non spécifiés non toxiques	-----	-----	-----	-----
Emissões para a água				
DCO (Demande Chimique en Oxygène) / Chemical oxygen demand	Chemical oxygen demand (COD)	Analytical measures to fresh water	Chemical oxygen demand (COD)	Analytical measures to fresh water
DBO5 (Demande Biochimique en Oxygène à 5 jours)	Biological oxygen demand (BOD)	Analytical measures to fresh water	Biological oxygen demand (BOD)	Analytical measures to fresh water
Matière en suspension (MES) / Suspended solids	Suspended solids, unspecified	Particles to fresh water	Suspended solids, unspecified	Particles to fresh water
Cyanure (CN-) / Cyanide	Cyanide	Inorganic emissions to fresh water	Cyanide	Inorganic emissions to fresh water
AOX (Halogènes des composés organiques absorbables)	Adsorbable organic halogen compounds (AOX)	Analytical measures to fresh water	Adsorbable organic halogen compounds (AOX)	Analytical measures to fresh water

Fluxo indicado na DAP	Opções consideradas válidas no GaBi		Opção adoptada no GaBi	
Hydrocarbures (non spécifiés) / Hydrocarbons	Hydrocarbons (unspecified)	Hydrocarbons to fresh water	Hydrocarbons (unspecified)	Hydrocarbons to fresh water
Composés azotés (en N) / Nitrogen compounds	Nitrogen (as total N)	Inorganic emissions to fresh water	Nitrogen (as total N)	Inorganic emissions to fresh water
	Nitrogen	Inorganic emissions to fresh water		
	Nitrogenous matter (unspecified, as N)	Analytical measures to fresh water		
	Nitrogen organic bounded	Inorganic emissions to fresh water		
	Nitrogen oxides	Inorganic emissions to fresh water		
Composés phosphorés (en P) / Phosphorus compounds	Phosphorus	Inorganic emissions to fresh water	Phosphorus	Inorganic emissions to fresh water
Composés fluorés inorganiques (en F) / Inorganic fluorine compounds	Fluorine	Inorganic emissions to fresh water	Fluorine	Inorganic emissions to fresh water
	Fluoride	Inorganic emissions to fresh water		
Composés chlorés organiques (en CL) / Organic chlorine compounds	Organic chlorine compounds (unspecified)	Organic emissions to fresh water	Organic chlorine compounds (unspecified)	Organic emissions to fresh water
	Chlorinated hydrocarbons (unspecified)	Halogenated organic emissions to fresh water		
Composés chlorés inorganiques (en CL) / Inorganic chlorine compounds	Chlorine	Inorganic emissions to fresh water	Chlorine	Inorganic emissions to fresh water

Fluxo indicado na DAP	Opções consideradas válidas no GaBi		Opção adotada no GaBi	
Composés chlorés non spécifiés (en Cl)	-----	-----	-----	-----
HAP (non spécifiés) / Polycyclic aromatic hydrocarbons	Aromatic hydrocarbons (unspecified)	Hydrocarbons to fresh water	Aromatic hydrocarbons (unspecified)	Hydrocarbons to fresh water
Métaux (non spécifiés)	Metals (unspecified)	Particles to fresh water	Metals (unspecified)	Particles to fresh water
Métaux alcalins et alcalino terreux	-----	-----	-----	-----
Aluminium et ses composés (en Al) / Aluminum	Aluminum (+III)	Inorganic emissions to fresh water	Aluminum (+III)	Inorganic emissions to fresh water
	Aluminum ion (+III)	Inorganic emissions to fresh water		
Chrome et ses composés (en Cr) / Chromium	Chromium (unspecified)	Heavy metals to fresh water	Chromium (unspecified)	Heavy metals to fresh water
	Chromium (+III)	Heavy metals to fresh water		
	Chromium (+VI)	Heavy metals to fresh water		
	Chromium (Cr51)	Radioactive emissions to fresh water		
Chrome hexavalent (en Cr) / Hexavalent chromium	Chromium (+VI)	Heavy metals to fresh water	Chromium (+VI)	Heavy metals to fresh water
Etain et ses composés (en Sn) / Tin	Tin (+IV)	Heavy metals to fresh water	Tin (+IV)	Heavy metals to fresh water
Fer et ses composés (en Fe) / Iron	Iron	Heavy metals to fresh water	Iron	Heavy metals to fresh water
	Iron (Fe59)	Radioactive emissions to fresh water		
	Iron ion (+II/+III)	Inorganic emissions to fresh water		
Mercure et ses composés (en Hg) / Mercury	Mercury (+II)	Heavy metals to fresh water	Mercury (+II)	Heavy metals to fresh water

Fluxo indicado na DAP	Opções consideradas válidas no GaBi		Opção adotada no GaBi	
Plomb et ses composés (en Pb) / Lead	Lead (+II)	Heavy metals to fresh water	Lead (+II)	Heavy metals to fresh water
	Lead (Pb 210)	Radioactive emissions to fresh water		
Composés organiques dissous (non spécifiés) / Dissolved organic compounds	Organic compounds (dissolved)	Organic emissions to fresh water	Organic compounds (dissolved)	Organic emissions to fresh water
Composés inorganiques dissous (non spécifiés) / Dissolved inorganic compounds	Inorganic salts and acids (unspecified)	Inorganic emissions to fresh water	Inorganic salts and acids (unspecified)	Inorganic emissions to fresh water
Composés inorganiques dissous non spécifiés non toxiques (SO4-- , CO3--) / Non-toxic, dissolved inorganic compounds	-----	-----	-----	-----
Emissões para o solo				
Biocides	-----	-----	-----	-----
Chrome et ses composés (en Cr) / Chromium	Chromium (unspecified)	Heavy metals to industrial soil	Chromium (unspecified)	Heavy metals to industrial soil
	Chromium (+III)	Heavy metals to industrial soil		
	Chromium (+VI)	Heavy metals to industrial soil		
Chrome hexavalent (chromates...) / Hexavalent chromium	Chromium (+VI)	Heavy metals to industrial soil	Chromium (+VI)	Heavy metals to industrial soil
Cuivre et ses composés (en Cu) / Copper	Copper (+II)	Heavy metals to industrial soil	Copper (+II)	Heavy metals to industrial soil

Fluxo indicado na DAP	Opções consideradas válidas no GaBi		Opção adotada no GaBi	
Fer et ses composés (en Fe) / Iron	Iron	Heavy metals to industrial soil	Iron	Heavy metals to industrial soil
Zinc et ses composés (en Zn)	Zinc (+II)	Heavy metals to industrial soil	Zinc (+II)	Heavy metals to industrial soil
Métaux lourds (non spécifiés) / Heavy metals	-----	-----	-----	-----
Métaux alcalins et alcalino terreux	-----	-----	-----	-----
Divers composés inorganiques répandus dans le sol, sans effet notable	-----	-----	-----	-----
Resíduos reciclados				
Matière Récupérée : Acier / Steel	Steel scrap (St)	Waste for recovery	Steel scrap (St)	Waste for recovery
	Steel works slag	Waste for recovery		
	Steel scrap (alloyed)	Waste for recovery		
Matière Récupérée : Aluminium / Aluminum	Aluminum scrap	Waste for recovery	Aluminum scrap	Waste for recovery
	Aluminum oxide (alumina)	Waste for recovery		
	Aluminum hydroxide	Waste for recovery		
Matière Récupérée : Papier- carton / Cardboard	Cardboard	Consumer waste	Waste for recovery (unspecific)	Waste for recovery
	Waste paper	Waste for recovery		
	Waste for recovery (unspecific)	Waste for recovery		
Matière Récupérée : Biomasse / Biomass	Waste for recovery (unspecific)	Waste for recovery	Waste for recovery (unspecific)	Waste for recovery

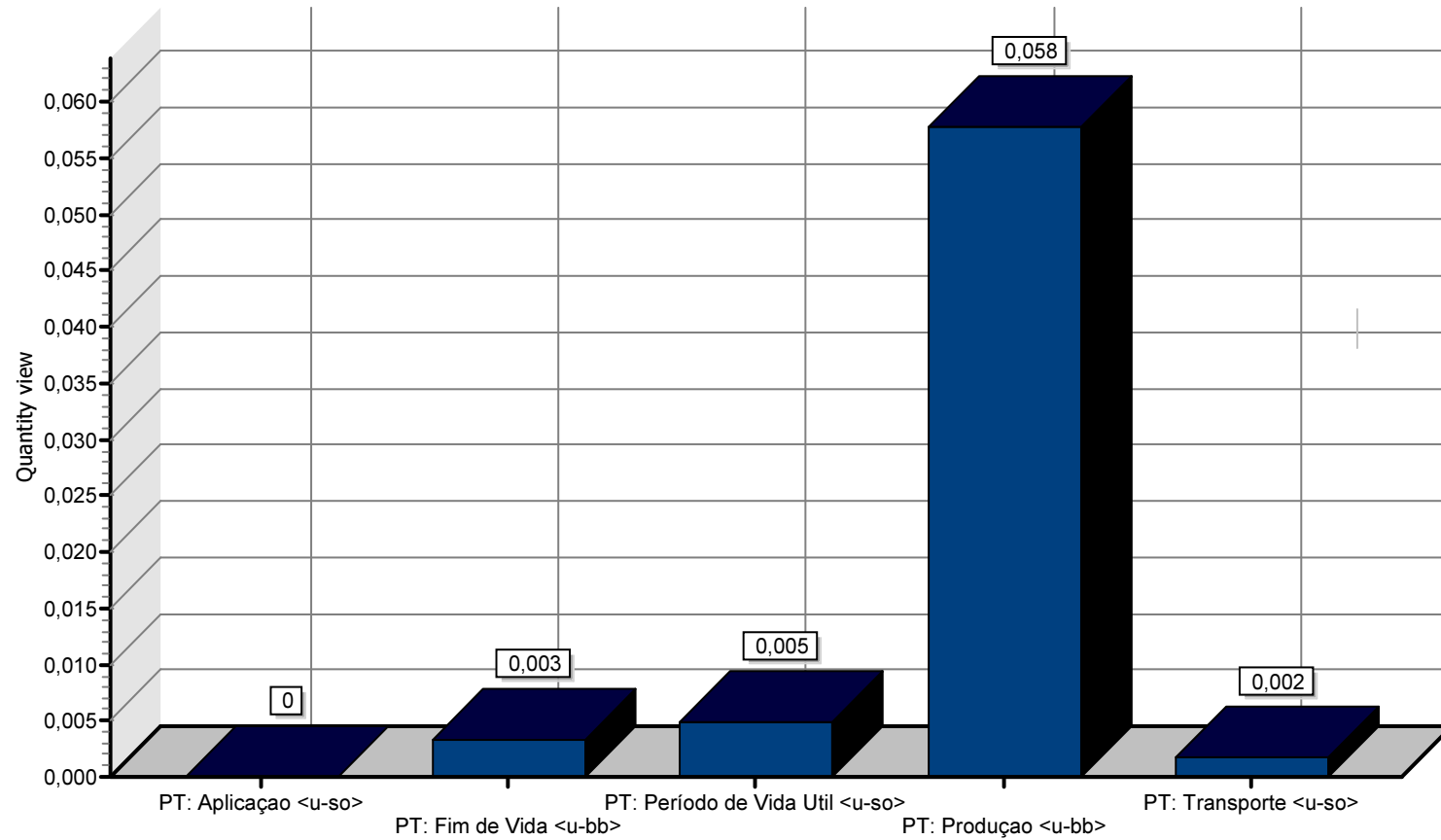
Fluxo indicado na DAP	Opções consideradas válidas no GaBi		Opção adoptada no GaBi	
Resíduos eliminados				
Déchets dangereux / Hazardous wastes	Hazardous waste (unspecified)	Hazardous waste	Hazardous waste (unspecified)	Hazardous waste
Déchets non dangereux / Non hazardous wastes	Non hazardous non organic waste for disposal (unspecific sludges and dusts)	Non hazardous non organic waste for disposal	Non hazardous non organic waste for disposal (unspecific sludges and dusts)	Non hazardous non organic waste for disposal
	Waste for disposal (unspecified)	Waste for disposal		
Déchets inertes / Inert wastes	Inert chemical waste	Consumer waste	Waste for disposal (unspecified)	Waste for disposal
	Inert chemical waste	Hazardous waste		
	Waste for disposal (unspecified)	Waste for disposal		
Déchets radioactifs / Radioactive wastes	Waste radioactive	Radioactive waste	Waste radioactive	Radioactive waste

Tinta Mate de Base Aquosa:
Comparação dos Resultados DAP-GaBi

IMPACTO AMBIENTAL	VALOR DO INDICADOR POR UNIDADE FUNCIONAL					
	DAP	Unidades	GaBi	Unidades	Desvio	Método e categoria de impacte
Consumo de recursos energéticos						
Energia primária total	1,33E+00	MJ/UF	1,23E+00	MJ	-7,52%	Primary energy demand from ren. and non ren. resources (gross calorific value) [MJ]
Energia renovável	7,08E-02	MJ/UF	3,78E-02	MJ	-46,61%	Primary energy demand from ren. and non ren. resources (gross calorific value) [MJ]
Energia não renovável	1,26E+00	MJ/UF	1,19E+00	MJ	-5,56%	Primary energy demand from ren. and non ren. resources (gross calorific value) [MJ]
Depleção de recursos abióticos (ADP)	5,37E-04	kg Sb eq / UF	5,28E-04	kg Sb eq	-1,68%	CML2001 – December 07, Abiotic Depletion (ADP) [kg Sb-Equiv.]
Consumo total de água	7,39E-01	litros/UF	7,69E-01	litros	4,06%	
Resíduos sólidos						
Resíduos reciclados (total)	1,66E-03	kg/UF	1,66E-03	kg	0,00%	Soma dos valores introduzidos
Resíduos eliminados:						
Resíduos perigosos	8,25E-03	kg/UF	8,25E-03	kg	0,00%	Soma dos valores introduzidos
Resíduos não perigosos	4,93E-02	kg/UF	4,93E-02	kg	0,00%	Soma dos valores introduzidos
Resíduos inertes	7,60E-03	kg/UF	7,60E-03	kg	0,00%	Soma dos valores introduzidos
Resíduos radioactivos	3,55E-06	kg/UF	3,54E-06	kg	-0,28%	Soma dos valores introduzidos
Alterações climáticas (GWP)	5,96E-02	kg CO2 eq / UF	6,76E-02	kg CO2 eq	13,42%	CML2001 – December 07, Global Warming Potential (GWP 100 years) [kg CO2-Equiv.]
Acidificação atmosférica (AP)	3,42E-04	kg SO2 eq / UF	3,41E-04	kg SO2 eq	-0,29%	CML2001 – December 07, Acidification Potential (AP) [kg SO2-Equiv.]
Poluição do ar	8,91E+00	m ³ /UF		m ³	-100,00%	
Poluição da água	2,60E-01	m ³ /UF		m ³	-100,00%	
Destruição da camada de ozono estratosférico (ODP)	5,23E-11	kg CFC-11 eq / UF		kg CFC-11 eq	-100,00%	
Formação de ozono troposférico (POCP)	1,53E-04	kg C2H4 eq / UF	7,00E-05	kg C2H4 eq	-54,25%	CML2001 – Dec. 07, Photochem. Ozone Creation Potential (POCP) [kg Ethene-Equiv.]
Eutrofização (EP)	5,14E-04	kg PO4 eq / UF	2,93E-04	kg PO4 eq	-43,00%	CML2001 – December 07, Eutrophication Potential (EP) [kg Phosphate-Equiv.]

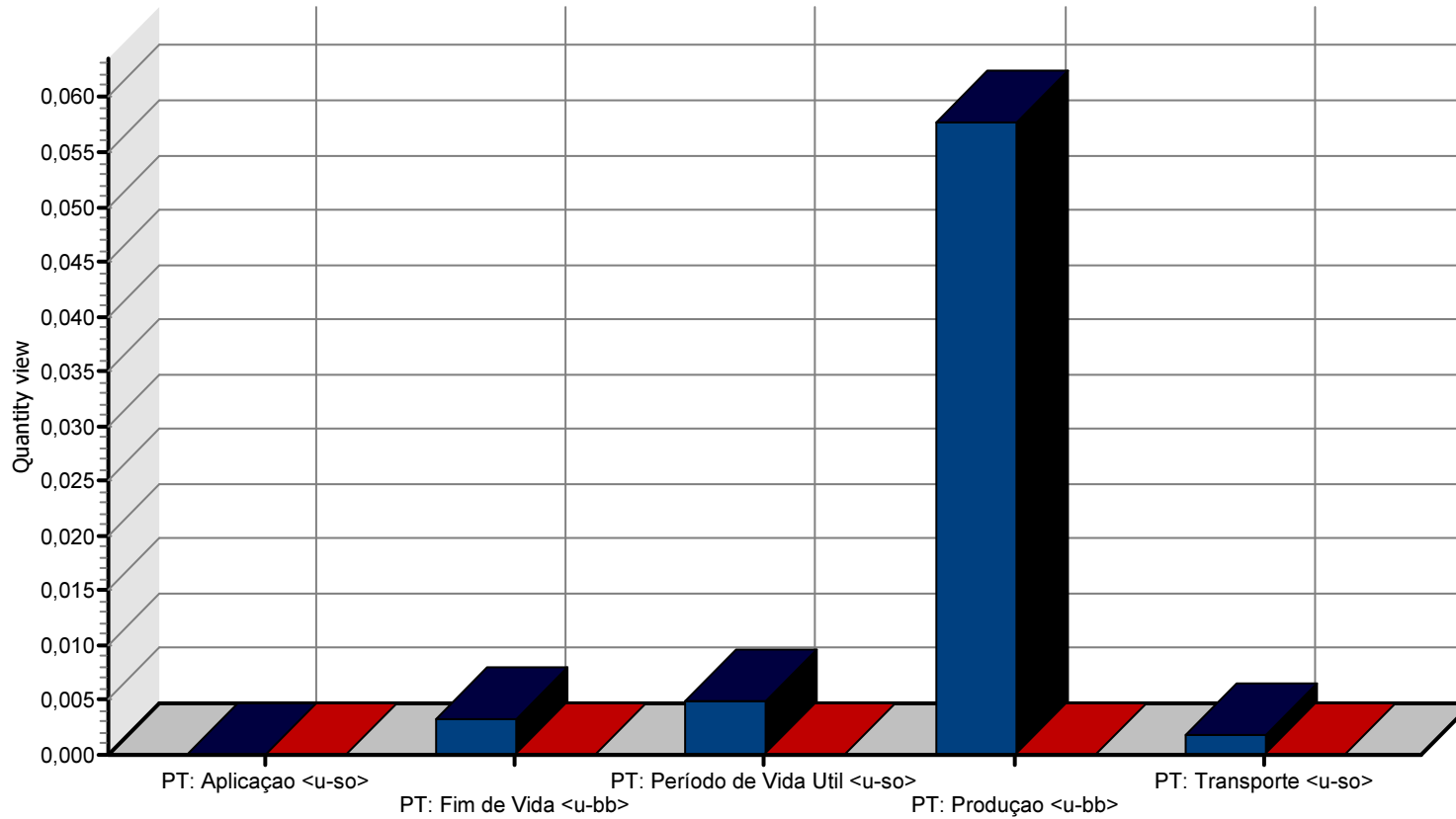
GaBi diagram:Ciclo de Vida de Tinta de Base Aquosa - Inputs/Outputs

CML2001 - Dec. 07, Global Warming Potential (GWP 100 years) [kg CO2-Equiv.]



GaBi diagram:Ciclo de Vida de Tinta de Base Aquosa - Inputs/Outputs

- CML2001 - Dec. 07, Global Warming Potential (GWP 100 years) [kg CO2-Equiv.]
- CML2001 - Dec. 07, Photochem. Ozone Creation Potential (POCP) [kg Ethene-Equiv.]



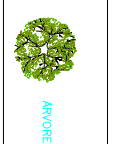
ANEXO IV

Projecto da Casa Pré-Fabricada



LEGENDA:

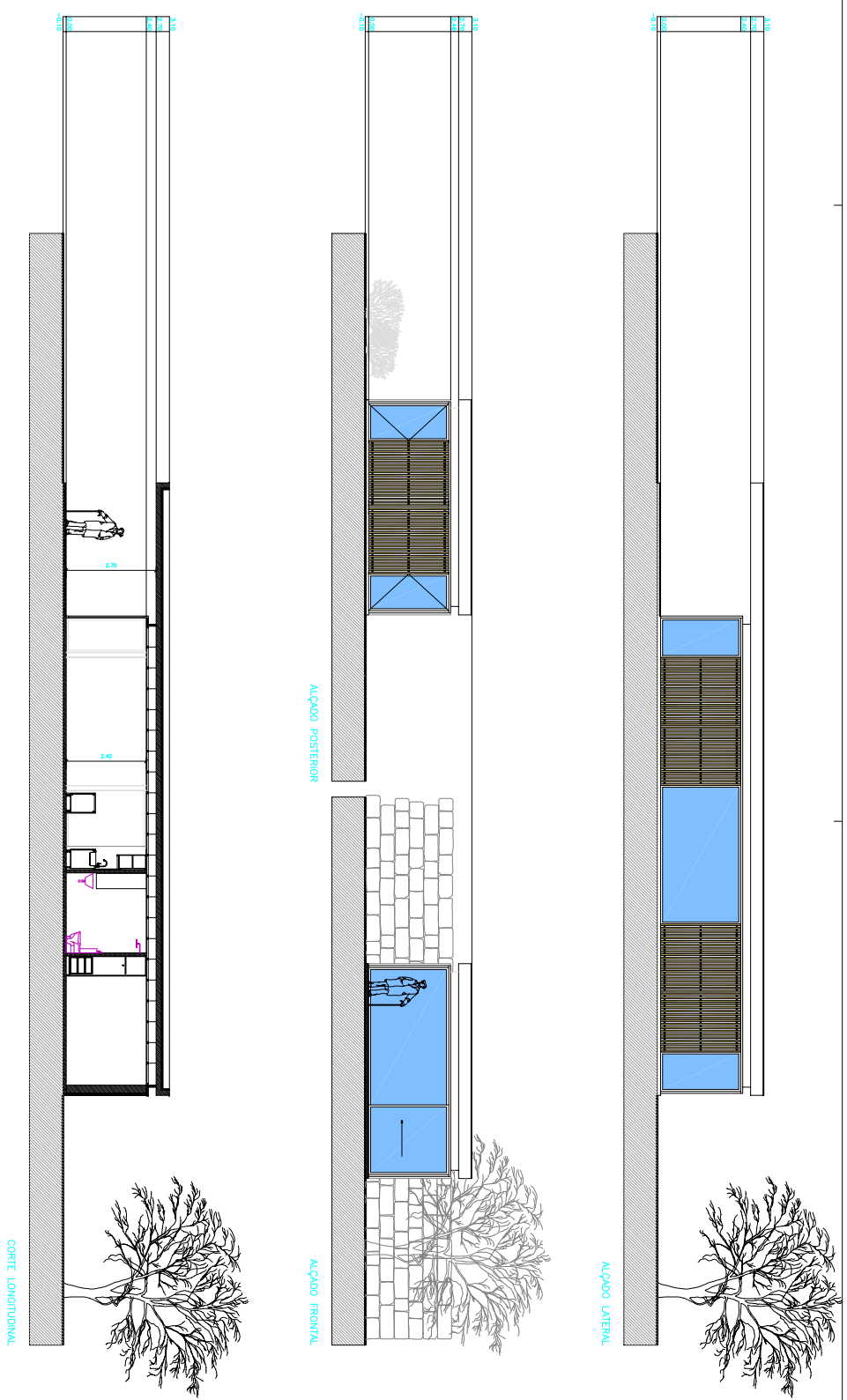
MATERIAIS:	COMPARTIMENTOS:
ZONA ABRONCADA	1 ALPENDRE
MEC	2 ACESSO A CASA
BETONILHA AFROADA	3 SALA
ÁGUA	4 COZINHA
	5 QUARTO
	6 CIRCULAÇÃO
	7 INSTALAÇÃO SANITÁRIA DEF.
	8 INSTALAÇÃO SANITÁRIA
	9 ÁREA TÉCNICA



NOTAS:
COTAS EM METROS.
QUALQUER ALTERAÇÃO À PROPOSTA DEVERÁ SER APROVADA PELO AUTOR DO PROJECTO E A FISCALIZAÇÃO.
QUALQUER COTA INDICADA É SUJEITA A CONFIRMAÇÃO EM OBRA.
EM CASO DE INCOERÊNCIA ENTRE DESENHOS, PREVALECE O DESENHO COM MAIOR ESCALA.

20
ANDRÉ CORREIA - CARRA MOBILIARES 12
PLANTA, CORTE E ALÇADOS

24/MAR/2010
ESTUDO PRÉ-VO
1/200
ASS.



ANEXO V

Casa Pré-Fabricada:
Resultados Cradle-to-Gate

PAREDES EXTERIORES		Quantificação das categorias de impacte ambiental (por m ²)							
Tipo de solução	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Fachada ventilada	Cradle-to-gate	6,32E-01	1,32E+02	2,05E-04	4,39E-01	2,73E-02	7,49E-02	1,91E+03	1,48E+02
Área (m ²)		46,464							
Categorias de impacte ambiental (total para a solução adoptada)		2,94E+01	6,13E+03	9,53E-03	2,04E+01	1,27E+00	3,48E+00	8,87E+04	6,88E+03

PAREDES EXTERIORES		Quantificação das categorias de impacte ambiental (por m ²)							
Tipo de acabamento interior	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Tinta de base aquosa	Cradle-to-gate	5,18E-04	5,78E-02		3,27E-04	3,36E-05	9,61E-05	1,17E+00	3,76E-02
Área (m ²)		46,464							
Categorias de impacte ambiental (total para o acabamento adoptado)		2,41E-02	2,69E+00	0,00E+00	1,52E-02	1,56E-03	4,47E-03	5,44E+01	1,75E+00

PAREDES EXTERIORES		Quantificação das categorias de impacte ambiental (TOTAL)							
ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER		
2,94E+01	6,14E+03	9,53E-03	2,04E+01	1,27E+00	3,48E+00	8,88E+04	6,88E+03		

PAREDES INTERIORES									
Tipo de solução	Fases do ciclo de vida	Quantificação das categorias de impacto ambiental (por m ²)							
		ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Gesso cartonado + lã mineral	Cradle-to-gate	9,10E-02	1,29E+01	2,82E-06	1,99E-01	1,14E-02	6,20E-03	1,70E+02	1,45E+00
		x							
Área (m ²)		56,544							
		=							
Categorias de impacto ambiental (total para a solução adoptada)		5,15E+00	7,29E+02	1,59E-04	1,13E+01	6,45E-01	3,51E-01	9,61E+03	8,20E+01

PAREDES INTERIORES									
Tipo de revestimento	Fases do ciclo de vida	Quantificação das categorias de impacto ambiental (por kg)							
		ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Argamassa para pintura	Cradle-to-gate		1,40E-01	7,34E-09	1,90E-04	1,82E-05	2,16E-05	2,12E+00	5,00E-02
		x							
Massa (kg) necessária para revestir a área de parede interior definida (tendo em conta uma espessura de 3mm, uma área de 53,93 m ² e uma densidade de 900 kg/m ³)		145,61							
		=							
Categorias de impacto ambiental (total para o revestimento adoptado)		0,00E+00	2,04E+01	1,07E-06	2,77E-02	2,65E-03	3,15E-03	3,09E+02	7,28E+00

PAREDES INTERIORES		Quantificação das categorias de impacte ambiental (por m ²)							
Tipo de acabamento	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
		Tinta de base aquosa	Cradle-to-gate	5,18E-04	5,78E-02		3,27E-04	3,36E-05	9,61E-05
Área (m ²)		x							
		53,93							
		=							
Categorias de impacte ambiental (total para o acabamento adoptado)		2,79E-02	3,12E+00	0,00E+00	1,76E-02	1,81E-03	5,18E-03	6,31E+01	2,03E+00

PAREDES INTERIORES		Quantificação das categorias de impacte ambiental (por m ²)							
Tipo de revestimento	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
		Cola para fixação do cerâmico	Cradle-to-gate	2,96E-04	5,27E-02		1,95E-04	1,61E-05	1,89E-05
Área (m ²)		x							
		31,78							
		=							
Categorias de impacte ambiental (total para o revestimento adoptado)		9,41E-03	1,67E+00	0,00E+00	6,20E-03	5,12E-04	6,01E-04	2,44E+01	1,64E+00

PAREDES INTERIORES		Quantificação das categorias de impacte ambiental (por m ²)							
Tipo de acabamento	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
		Cerâmico	Cradle-to-gate	7,99E-02	9,74E+00	1,11E-06	2,14E-02	5,25E-03	7,17E-03
Área (m ²)		31,78							
Categorias de impacte ambiental (total para o acabamento adoptado)		2,54E+00	3,09E+02	3,52E-05	6,79E-01	1,67E-01	2,28E-01	5,08E+03	3,27E+02

PAREDES INTERIORES	Quantificação das categorias de impacte ambiental (TOTAL)							
	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
	7,72E+00	1,06E+03	1,96E-04	1,20E+01	8,16E-01	5,87E-01	1,51E+04	4,20E+02

PAVIMENTO									
Tipo de solução	Fases do ciclo de vida	Quantificação das categorias de impacto ambiental (por m ²)							
		ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Laje maciça com 20cm	Cradle-to-gate	2,52E-01	6,90E+01	2,31E-06	1,42E-01	1,19E-02	2,50E-02	5,13E+02	8,76E+00
		x							
Área (m ²)		118,80							
		=							
Categorias de impacto ambiental (total para a solução adoptada)		2,99E+01	8,20E+03	2,74E-04	1,69E+01	1,41E+00	2,97E+00	6,09E+04	1,04E+03

PAVIMENTO									
Tipo de acabamento interior	Fases do ciclo de vida	Quantificação das categorias de impacto ambiental (por m ²)							
		ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Cola para fixação do cerâmico	Cradle-to-gate	2,96E-04	5,27E-02		1,95E-04	1,61E-05	1,89E-05	7,68E-01	5,18E-02
		x							
Área (m ²)		118,80							
		=							
Categorias de impacto ambiental (total para o acabamento adoptado)		3,52E-02	6,26E+00	0,00E+00	2,32E-02	1,91E-03	2,25E-03	9,12E+01	6,15E+00

PAVIMENTO		Quantificação das categorias de impacto ambiental (por m ²)							
Tipo de acabamento exterior	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Cerâmico	Cradle-to-gate	9,08E-02	1,11E+01	1,22E-06	2,37E-02	6,04E-03	8,42E-03	1,81E+02	1,04E+01
		x							
Área (m ²)		118,80							
		=							
Categorias de impacto ambiental (total para o acabamento adoptado)		1,08E+01	1,32E+03	1,45E-04	2,81E+00	7,18E-01	1,00E+00	2,15E+04	1,23E+03

PAVIMENTO	Quantificação das categorias de impacto ambiental (TOTAL)							
	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
	4,08E+01	9,53E+03	4,20E-04	1,97E+01	2,13E+00	3,97E+00	8,26E+04	2,28E+03

COBERTURA		Quantificação das categorias de impacto ambiental (por m ²)							
Tipo de solução superior	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Painel Sandwich com 8 cm	cradle-to-gate	2,40E-01	3,11E+01	4,30E-07	8,60E-02	1,30E-02	9,80E-03	5,21E+02	1,20E+01
Área (m ²)		118,80							
Categorias de impacto ambiental (total para a solução adoptada)		2,85E+01	3,69E+03	5,11E-05	1,02E+01	1,54E+00	1,16E+00	6,19E+04	1,42E+03

COBERTURA		Quantificação das categorias de impacto ambiental (por kg)							
Tipo de solução inferior	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Tecto falso em gesso cartonado	cradle-to-gate		2,02E-01	6,73E-09	3,00E-04	2,74E-05	7,58E-05	3,29E+00	1,30E-01
Massa (kg) necessária para revestir a área de cobertura definida (tendo em conta uma densidade de 800kg/m ³ , uma espessura da placa de 13mm e uma área de 118,80 m ²)		1235,52							
Categorias de impacto ambiental (total para a solução adoptada)		0,00E+00	2,50E+02	8,32E-06	3,71E-01	3,39E-02	9,37E-02	4,06E+03	1,61E+02

COBERTURA		Quantificação das categorias de impacto ambiental (por kg)							
Tipo de revestimento interior	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
		Argamassa para pintura	cradle-to-gate		1,40E-01	7,34E-09	1,90E-04	1,82E-05	2,16E-05
Massa (kg) necessária para revestir a área de cobertura definida (tendo em conta uma espessura de 3mm, uma área de 118,80 m ² e uma densidade de 900 kg/m ³)		320,76							
Categorias de impacto ambiental (total para o revestimento adoptado)		0,00E+00	4,49E+01	2,35E-06	6,09E-02	5,84E-03	6,93E-03	6,80E+02	1,60E+01

COBERTURA		Quantificação das categorias de impacto ambiental (por m ²)							
Tipo de acabamento interior	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
		Tinta de base aquosa	cradle-to-gate	5,18E-04	5,78E-02		3,27E-04	3,36E-05	9,61E-05
Área (m ²)		118,80							
Categorias de impacto ambiental (total para o acabamento adoptado)		6,15E-02	6,87E+00	0,00E+00	3,88E-02	3,99E-03	1,14E-02	1,39E+02	4,47E+00

COBERTURA	Quantificação das categorias de impacte ambiental (TOTAL)							
	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
	2,86E+01	3,99E+03	6,18E-05	1,07E+01	1,59E+00	1,28E+00	6,68E+04	1,60E+03

ESTRUTURA		Quantificação das categorias de impacte ambiental (por kg)							
Tipo de solução para pilares	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Perfis HEB 200	cradle-to-gate	8,77E-03	1,68E+00	3,19E-08	3,47E-03	7,55E-04	2,89E-04	1,95E+01	6,50E-01

x

Massa (kg) necessária para concretizar a totalidade dos elementos em causa (tendo em conta 8 pilares, com uma densidade de 7780kg/m ³ , um comprimento de 2,40m e uma área de secção transversal de 78,08 cm ²)	1166,33
--	---------

=

Categorias de impacte ambiental (total para a solução adoptada)	1,02E+01	1,96E+03	3,72E-05	4,05E+00	8,81E-01	3,37E-01	2,27E+04	7,58E+02
---	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

ESTRUTURA		Quantificação das categorias de impacte ambiental (por kg)							
Tipo de solução para vigas	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Perfis INP 200 + Perfis C 200x17,1	cradle-to-gate	8,77E-03	1,68E+00	3,19E-08	3,47E-03	7,55E-04	2,89E-04	1,95E+01	6,50E-01

x

<p>Massa (kg) necessária para concretizar a totalidade dos elementos em causa [tendo em conta 8 vigas, com uma densidade de 7780kg/m³, um comprimento total de 75 m e uma área de secção transversal de 33,4 cm² (INP) e de 21,7cm² (C)]</p>	1832,92
---	---------

=

Categorias de impacte ambiental (total para a solução adoptada)	1,61E+01	3,08E+03	5,85E-05	6,36E+00	1,38E+00	5,30E-01	3,57E+04	1,19E+03
---	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

ESTRUTURA	Quantificação das categorias de impacte ambiental (TOTAL)							
	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
	2,63E+01	5,04E+03	9,57E-05	1,04E+01	2,26E+00	8,67E-01	5,84E+04	1,95E+03

ENVIDRAÇADOS		Quantificação das categorias de impacte ambiental (por kg)							
Tipo de solução	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Vidro duplo (12+16+10 mm)	Cradle-to-gate	5,68E-03	9,73E-01	8,01E-08	8,51E-03	2,86E-04	6,53E+04	1,15E+01	2,03E-01

x

Massa (kg) necessária para concretizar a totalidade dos elementos em causa (tendo em conta uma densidade de 2500kg/m ³ , uma espessura de 22 mm e uma área total de 32,39m ²)	1781,45
--	---------

=

Categorias de impacte ambiental (total para a solução adoptada)	1,01E+01	1,73E+03	1,43E-04	1,52E+01	5,09E-01	1,16E+08	2,05E+04	3,62E+02
---	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

ENVIDRAÇADOS		Quantificação das categorias de impacte ambiental (por kg)							
Tipo de solução para vigas	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Perfil U em alumínio	cradle-to-gate	2,82E-02	4,28E+00	1,84E-06	3,80E-02	2,23E-03	1,21E-03	6,82E+01	0,00E+00

x

Massa (kg) necessária para concretizar a totalidade dos elementos em causa (tendo em conta uma densidade de 2700kg/m ³ , uma área de secção transversal de 2,46E-4 m ² e um comprimento total de 60,34 m)	40,08
---	-------

=

Categorias de impacte ambiental (total para a solução adoptada)	1,13E+00	1,72E+02	7,37E-05	1,52E+00	8,94E-02	4,85E-02	2,73E+03	0,00E+00
---	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

ENVIDRAÇADOS	Quantificação das categorias de impacte ambiental (TOTAL)							
	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
	1,12E+01	1,90E+03	2,16E-04	1,67E+01	5,99E-01	1,16E+08	2,32E+04	3,62E+02

EQUIPAMENTO SANITÁRIO									
Tipo de solução	Fases do ciclo de vida	Quantificação das categorias de impacte ambiental (por elemento)							
		ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Bacia + Reservatório de retrete	Cradle-to-gate	3,60E-02	3,55E+00	1,68E-07	1,13E-02	1,40E-06	1,25E-03	8,40E+01	1,54E+01
Elementos necessários para o projecto em causa		x							
		2							
		=							
Categorias de impacte ambiental (total para a solução adoptada)		7,21E-02	7,10E+00	3,37E-07	2,25E-02	2,80E-06	2,49E-03	1,68E+02	3,08E+01

EQUIPAMENTO SANITÁRIO									
Tipo de solução	Fases do ciclo de vida	Quantificação das categorias de impacte ambiental (por tonelada)							
		ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Bidé	Cradle-to-gate	9,31E-03	1,34E+03	5,67E-05	1,34E+01	4,60E-01	5,70E-01	2,26E+04	3,98E+03
Massa (ton.) necessária para concretizar a totalidade dos elementos em causa (tendo em conta a aplicação de dois bidés, com o peso unitário de 20 kg)		x							
		4,00E-02							
		=							
Categorias de impacte ambiental (total para a solução adoptada)		3,72E-04	5,36E+01	2,27E-06	5,37E-01	1,84E-02	2,28E-02	9,04E+02	1,59E+02

EQUIPAMENTO SANITÁRIO									
Tipo de solução	Fases do ciclo de vida	Quantificação das categorias de impacte ambiental (por elemento)							
		ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Bacia de Lavatório	Cradle-to-gate	1,54E-02	2,17E+00	8,75E-08	6,83E-03	1,17E-06	7,14E-04	3,35E+01	5,16E+00
Elementos necessários para o projecto em causa		x							
		2							
		=							
Categorias de impacte ambiental (total para a solução adoptada)		3,08E-02	4,33E+00	1,75E-07	1,37E-02	2,34E-06	1,43E-03	6,70E+01	1,03E+01

EQUIPAMENTO SANITÁRIO									
Tipo de solução	Fases do ciclo de vida	Quantificação das categorias de impacte ambiental (por elemento)							
		ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Chuveiro	Cradle-to-gate	5,85E-05	2,52E+00	1,98E-07	7,45E-03	7,66E-04	7,77E-04	4,52E+01	3,23E+00
Elementos necessários para o projecto em causa		x							
		1							
		=							
Categorias de impacte ambiental (total para a solução adoptada)		5,85E-05	2,52E+00	1,98E-07	7,45E-03	7,66E-04	7,77E-04	4,52E+01	3,23E+00

EQUIPAMENTO SANITÁRIO	Quantificação das categorias de impacte ambiental (TOTAL)							
	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
	1,03E-01	6,76E+01	2,98E-06	5,80E-01	1,92E-02	2,75E-02	1,18E+03	2,04E+02

QUADRO FINAL								
Elemento Construtivo	Quantificação das categorias de impacte ambiental							
	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Paredes Exteriores	2,94E+01	6,14E+03	9,53E-03	2,04E+01	1,27E+00	3,48E+00	8,88E+04	6,88E+03
Paredes Interiores	7,72E+00	1,06E+03	1,96E-04	1,20E+01	8,16E-01	5,87E-01	1,51E+04	4,20E+02
Pavimento	4,08E+01	9,53E+03	4,20E-04	1,97E+01	2,13E+00	3,97E+00	8,26E+04	2,28E+03
Cobertura	2,86E+01	3,99E+03	6,18E-05	1,07E+01	1,59E+00	1,28E+00	6,68E+04	1,60E+03
Estrutura	2,63E+01	5,04E+03	9,57E-05	1,04E+01	2,26E+00	8,67E-01	5,84E+04	1,95E+03
Envidraçados	1,12E+01	1,90E+03	2,16E-04	1,67E+01	5,99E-01	1,16E+08	2,32E+04	3,62E+02
Equipamento Sanitário	1,03E-01	6,76E+01	2,98E-06	5,80E-01	1,92E-02	2,75E-02	1,18E+03	2,04E+02
TOTAL	1,44E+02	2,77E+04	1,05E-02	8,99E+01	8,67E+00	1,16E+08	3,35E+05	1,35E+04

ANEXO VI

Casa Pré-Fabricada:
Resultados Cradle-to-(...)

PAREDES EXTERIORES		Quantificação das categorias de impacte ambiental (por m ²)							
Tipo de solução	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
		Fachada ventilada	Cradle-to-gate + Fim de vida	9,75E-01	1,82E+02	2,13E-04	6,77E-01	3,61E-02	1,24E-01
Área (m ²)		46,464							
Categorias de impacte ambiental (total para a solução adoptada)		4,53E+01	8,46E+03	9,90E-03	3,15E+01	1,68E+00	5,76E+00	1,25E+05	7,11E+03

x

=

PAREDES EXTERIORES		Quantificação das categorias de impacte ambiental (por m ²)							
Tipo de acabamento interior	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
		Tinta de base aquosa	Cradle-to-grave	5,28E-04	6,76E-02		3,41E-04	7,00E-05	2,93E-04
Área (m ²)		46,464							
Categorias de impacte ambiental (total para o acabamento adoptado)		2,45E-02	3,14E+00	0,00E+00	1,58E-02	3,25E-03	1,36E-02	5,53E+01	1,76E+00

x

=

PAREDES EXTERIORES		Quantificação das categorias de impacte ambiental (TOTAL)							
		ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
		4,53E+01	8,46E+03	9,90E-03	3,15E+01	1,68E+00	5,78E+00	1,26E+05	7,11E+03

PAREDES INTERIORES		Quantificação das categorias de impacto ambiental (por m ²)							
Tipo de solução	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
		Gesso cartonado + lã mineral	Cradle-to-gate + Fim de vida	9,26E-02	1,31E+01	2,86E-06	2,00E-01	1,14E-02	6,46E-03
Área (m ²)		56,544							
		=							
Categorias de impacto ambiental (total para a solução adoptada)		5,24E+00	7,41E+02	1,62E-04	1,13E+01	6,45E-01	3,65E-01	9,78E+03	8,20E+01

PAREDES INTERIORES		Quantificação das categorias de impacto ambiental (por kg)							
Tipo de revestimento	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
		Argamassa para pintura	Cradle-to-gate + Reciclagem resíduos		1,47E-01	7,40E-09	2,80E-04	2,70E-05	3,55E-05
Massa (kg) necessária para revestir a área de parede interior definida (tendo em conta uma espessura de 3mm, uma área de 53,93 m ² e uma densidade de 900 kg/m ³)		145,61							
		=							
Categorias de impacto ambiental (total para o revestimento adoptado)		0,00E+00	2,14E+01	1,08E-06	4,08E-02	3,93E-03	5,17E-03	3,24E+02	7,30E+00

PAREDES INTERIORES		Quantificação das categorias de impacto ambiental (por m ²)							
Tipo de acabamento	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
		Tinta de base aquosa	Cradle-to-grave	5,28E-04	6,76E-02		3,41E-04	7,00E-05	2,93E-04
		x							
Área (m ²)		53,93							
		=							
Categorias de impacto ambiental (total para o acabamento adoptado)		2,85E-02	3,65E+00	0,00E+00	1,84E-02	3,78E-03	1,58E-02	6,42E+01	2,04E+00

PAREDES INTERIORES		Quantificação das categorias de impacto ambiental (por m ²)							
Tipo de revestimento	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
		Cola para fixação do cerâmico	Cradle-to-grave	3,15E-04	5,55E-02	0,00E+00	2,27E-04	4,29E-05	
		x							
Área (m ²)		31,78							
		=							
Categorias de impacto ambiental (total para o revestimento adoptado)		1,00E-02	1,76E+00	0,00E+00	7,21E-03	1,36E-03	0,00E+00	2,46E+01	1,92E+00

PAREDES INTERIORES		Quantificação das categorias de impacte ambiental (por m ²)							
Tipo de acabamento	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Cerâmico	Cradle-to-gate + Deposição dos resíduos finais	8,19E-02	9,90E+00	1,15E-06	2,23E-02	5,62E-03	7,41E-03	1,64E+02	1,03E+01
		x							
Área (m ²)		31,78							
		=							
Categorias de impacte ambiental (total para o acabamento adoptado)		2,60E+00	3,15E+02	3,65E-05	7,08E-01	1,79E-01	2,35E-01	5,22E+03	3,28E+02

PAREDES INTERIORES	Quantificação das categorias de impacte ambiental (TOTAL)							
	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
	7,88E+00	1,08E+03	1,99E-04	1,21E+01	8,32E-01	6,22E-01	1,54E+04	4,21E+02

PAVIMENTO		Quantificação das categorias de impacte ambiental (por m ²)							
Tipo de solução	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
		Laje maciça com 20cm	Cradle-to-gate + Fim de vida	5,26E-01	1,09E+02	8,71E-06	3,32E-01	1,90E-02	6,44E-02
Área (m ²)		x 118,80							
Categorias de impacte ambiental (total para a solução adoptada)		=							
		6,25E+01	1,29E+04	1,03E-03	3,94E+01	2,26E+00	7,65E+00	1,35E+05	1,49E+03

PAVIMENTO		Quantificação das categorias de impacte ambiental (por m ²)							
Tipo de acabamento interior	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
		Cola para fixação do cerâmico	Cradle-to-grave	3,15E-04	5,55E-02	0,00E+00	2,27E-04	4,29E-05	
Área (m ²)		x 118,80							
Categorias de impacte ambiental (total para o acabamento adoptado)		=							
		3,74E-02	6,59E+00	0,00E+00	2,70E-02	5,10E-03	0,00E+00	9,21E+01	7,18E+00

PAVIMENTO		Quantificação das categorias de impacte ambiental (por m ²)							
Tipo de acabamento exterior	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Cerâmico	Cradle-to-gate + Deposição dos resíduos finais	9,34E-02	1,14E+01	1,28E-06	2,49E-02	6,53E-03	8,73E-03	1,87E+02	1,04E+01
		x							
Área (m ²)		118,80							
		=							
Categorias de impacte ambiental (total para o acabamento adoptado)		1,11E+01	1,35E+03	1,52E-04	2,96E+00	7,76E-01	1,04E+00	2,22E+04	1,24E+03

PAVIMENTO	Quantificação das categorias de impacte ambiental (TOTAL)							
	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
	7,36E+01	1,43E+04	1,19E-03	4,24E+01	3,04E+00	8,69E+00	1,58E+05	2,73E+03

COBERTURA									
Tipo de solução superior	Fases do ciclo de vida	Quantificação das categorias de impacte ambiental (por m ²)							
		ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Painel Sandwich com 8 cm	Cradle-to-gate + Fim de vida	1,60E-01	2,08E+01	6,80E-07	7,40E-02	6,60E-03	9,00E-03	3,69E+02	1,59E+01
		x							
Área (m ²)		118,80							
		=							
Categorias de impacte ambiental (total para a solução adoptada)		1,90E+01	2,48E+03	8,08E-05	8,79E+00	7,84E-01	1,07E+00	4,38E+04	1,89E+03

COBERTURA									
Tipo de solução inferior	Fases do ciclo de vida	Quantificação das categorias de impacte ambiental (por kg)							
		ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Tecto falso em gesso cartonado	Cradle-to-gate + Reciclagem resíduos		2,09E-01	6,70E-09	3,90E-04	3,62E-05	8,97E-05	3,39E+00	1,30E-01
		x							
Massa (kg) necessária para revestir a área de cobertura definida (tendo em conta uma densidade de 800kg/m ³ , uma espessura da placa de 13mm e uma área de 118,80 m ²)		1235,52							
		=							
Categorias de impacte ambiental (total para a solução adoptada)		0,00E+00	2,58E+02	8,28E-06	4,82E-01	4,47E-02	1,11E-01	4,19E+03	1,61E+02

COBERTURA		Quantificação das categorias de impacto ambiental (por kg)							
Tipo de revestimento interior	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Argamassa para pintura	Cradle-to-gate + Reciclagem resíduos		1,47E-01	7,40E-09	2,80E-04	2,70E-05	3,55E-05	2,22E+00	5,01E-02
Massa (kg) necessária para revestir a área de cobertura definida (tendo em conta uma espessura de 3mm, uma área de 118,80 m ² e uma densidade de 900kg/m ³)		320,76							
Categorias de impacto ambiental (total para o revestimento adoptado)		0,00E+00	4,72E+01	2,37E-06	8,98E-02	8,66E-03	1,14E-02	7,13E+02	1,61E+01

COBERTURA		Quantificação das categorias de impacto ambiental (por m ²)							
Tipo de acabamento interior	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Tinta de base aquosa	cradle-to-grave	5,28E-04	6,76E-02		3,41E-04	7,00E-05	2,93E-04	1,19E+00	3,78E-02
Área (m ²)		118,80							
Categorias de impacto ambiental (total para o acabamento adoptado)		6,27E-02	8,03E+00	0,00E+00	4,05E-02	8,32E-03	3,48E-02	1,41E+02	4,49E+00

COBERTURA		Quantificação das categorias de impacto ambiental (TOTAL)							
		ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
		1,91E+01	2,79E+03	9,14E-05	9,40E+00	8,46E-01	1,23E+00	4,89E+04	2,07E+03

ESTRUTURA		Quantificação das categorias de impacte ambiental (por kg)							
Tipo de solução para pilares	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Perfis HEB 200	cradle-to-gate + Fim de vida	4,88E-03	8,00E-01	4,23E-08	1,79E-03	2,98E-04	1,58E-04	1,18E+01	5,70E-01
Massa (kg) necessária para concretizar a totalidade dos elementos em causa (tendo em conta 8 pilares, com uma densidade de 7780kg/m ³ , um comprimento de 2,40m e uma área de secção transversal de 78,08 cm ²)		1166,33							
Categorias de impacte ambiental (total para a solução adoptada)		5,69E+00	9,33E+02	4,93E-05	2,09E+00	3,48E-01	1,84E-01	1,37E+04	6,65E+02

x

=

ESTRUTURA		Quantificação das categorias de impacte ambiental (por kg)							
Tipo de solução para vigas	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Perfis INP 200 + Perfis C 200x17,1	cradle-to-gate + Fim de vida	4,88E-03	8,00E-01	4,23E-08	1,79E-03	2,98E-04	1,58E-04	1,18E+01	5,70E-01
Massa (kg) necessária para concretizar a totalidade dos elementos em causa [tendo em conta 8 vigas, com uma densidade de 7780kg/m ³ , um comprimento total de 75 m e uma área de secção transversal de 33,4 cm ² (INP) e de 21,7 cm ² (C)]		1832,92							
Categorias de impacte ambiental (total para a solução adoptada)		8,94E+00	1,47E+03	7,75E-05	3,28E+00	5,46E-01	2,90E-01	2,16E+04	1,04E+03

x

=

ESTRUTURA	Quantificação das categorias de impacte ambiental (TOTAL)							
	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
	1,46E+01	2,40E+03	1,27E-04	5,37E+00	8,94E-01	4,74E-01	3,53E+04	1,71E+03

ENVIDRAÇADOS		Quantificação das categorias de impacto ambiental (por kg)							
Tipo de solução	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Vidro duplo (12+16+10 mm)	Cradle-to-gate	5,68E-03	9,73E-01	8,01E-08	8,51E-03	2,86E-04	6,53E+04	1,15E+01	2,03E-01

x

Massa (kg) necessária para concretizar a totalidade dos elementos em causa (tendo em conta uma densidade de 2500kg/m ³ , uma espessura de 22 mm e uma área total de 32,39m ²)	1781,45
--	---------

=

Categorias de impacto ambiental (total para a solução adoptada)	1,01E+01	1,73E+03	1,43E-04	1,52E+01	5,09E-01	1,16E+08	2,05E+04	3,62E+02
---	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

ENVIDRAÇADOS		Quantificação das categorias de impacto ambiental (por kg)							
Tipo de solução para vigas	Fases do ciclo de vida	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Perfil U em alumínio	cradle-to-gate	2,82E-02	4,28E+00	1,84E-06	3,80E-02	2,23E-03	1,21E-03	6,82E+01	0,00E+00

x

Massa (kg) necessária para concretizar a totalidade dos elementos em causa (tendo em conta uma densidade de 2700kg/m ³ , uma área de secção transversal de 2,46E-4 m ² e um comprimento total de 60,34 m)	40,08
---	-------

=

Categorias de impacto ambiental (total para a solução adoptada)	1,13E+00	1,72E+02	7,37E-05	1,52E+00	8,94E-02	4,85E-02	2,73E+03	0,00E+00
---	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

ENVIDRAÇADOS	Quantificação das categorias de impacte ambiental (TOTAL)							
	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
	1,12E+01	1,90E+03	2,16E-04	1,67E+01	5,99E-01	1,16E+08	2,32E+04	3,62E+02

EQUIPAMENTO SANITÁRIO									
Tipo de solução	Fases do ciclo de vida	Quantificação das categorias de impacte ambiental (por elemento)							
		ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Bacia + Reservatório de retrete	Cradle-to-grave	5,52E-02	6,41E+00	4,87E-07	1,89E-02	2,03E-06	2,30E-03	1,23E+02	1,85E+01
		x							
Elementos necessários para o projecto em causa		2							
		=							
Categorias de impacte ambiental (total para a solução adoptada)		1,10E-01	1,28E+01	9,73E-07	3,77E-02	4,07E-06	4,59E-03	2,46E+02	3,71E+01

EQUIPAMENTO SANITÁRIO									
Tipo de solução	Fases do ciclo de vida	Quantificação das categorias de impacte ambiental (por tonelada)							
		ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Bidé	Cradle-to-gate	9,31E-03	1,34E+03	5,67E-05	1,34E+01	4,60E-01	5,70E-01	2,26E+04	3,98E+03
		x							
Massa (ton.) necessária para concretizar a totalidade dos elementos em causa (tendo em conta a aplicação de dois bidés, com o peso unitário de 20 kg)		4,00E-02							
		=							
Categorias de impacte ambiental (total para a solução adoptada)		3,72E-04	5,36E+01	2,27E-06	5,37E-01	1,84E-02	2,28E-02	9,04E+02	1,59E+02

EQUIPAMENTO SANITÁRIO									
Tipo de solução	Fases do ciclo de vida	Quantificação das categorias de impacte ambiental (por elemento)							
		ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Bacia de Lavatório	Cradle-to-grave	1,71E-02	2,50E+00	2,31E-07	8,67E-03	1,45E-06	1,04E-03	3,71E+01	5,18E+00
Elementos necessários para o projecto em causa		x							
		2							
		=							
Categorias de impacte ambiental (total para a solução adoptada)		3,42E-02	5,00E+00	4,62E-07	1,73E-02	2,90E-06	2,09E-03	7,42E+01	1,04E+01

EQUIPAMENTO SANITÁRIO									
Tipo de solução	Fases do ciclo de vida	Quantificação das categorias de impacte ambiental (por elemento)							
		ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Chuveiro	Cradle-to-grave	7,18E-05	2,53E+02	1,61E-06	1,93E-01	2,35E-02	2,51E-02	4,24E+03	9,54E+00
Elementos necessários para o projecto em causa		x							
		1							
		=							
Categorias de impacte ambiental (total para a solução adoptada)		7,18E-05	2,53E+02	1,61E-06	1,93E-01	2,35E-02	2,51E-02	4,24E+03	9,54E+00

EQUIPAMENTO SANITÁRIO	Quantificação das categorias de impacto ambiental (TOTAL)							
	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
	1,45E-01	3,24E+02	5,31E-06	7,85E-01	4,19E-02	5,46E-02	5,46E+03	2,16E+02

QUADRO FINAL								
Elemento Construtivo	Quantificação das categorias de impacte ambiental							
	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Paredes Exteriores	4,53E+01	8,46E+03	9,90E-03	3,15E+01	1,68E+00	5,78E+00	1,26E+05	7,11E+03
Paredes Interiores	7,88E+00	1,08E+03	1,99E-04	1,21E+01	8,32E-01	6,22E-01	1,54E+04	4,21E+02
Pavimento	7,36E+01	1,43E+04	1,19E-03	4,24E+01	3,04E+00	8,69E+00	1,58E+05	2,73E+03
Cobertura	1,91E+01	2,79E+03	9,14E-05	9,40E+00	8,46E-01	1,23E+00	4,89E+04	2,07E+03
Estrutura	1,46E+01	2,40E+03	1,27E-04	5,37E+00	8,94E-01	4,74E-01	3,53E+04	1,71E+03
Envidraçados	1,12E+01	1,90E+03	2,16E-04	1,67E+01	5,99E-01	1,16E+08	2,32E+04	3,62E+02
Equipamento Sanitário	1,45E-01	3,24E+02	5,31E-06	7,85E-01	4,19E-02	5,46E-02	5,46E+03	2,16E+02
TOTAL	1,72E+02	3,13E+04	1,17E-02	1,18E+02	7,93E+00	1,16E+08	4,12E+05	1,46E+04

ANEXO VII

Casa Pré-Fabricada:
Comparativo entre Cradle-to-Gate e Cradle-to-(...)

QUADRO FINAL - Cradle-to-gate								
Elemento Construtivo	Quantificação das categorias de impacto ambiental							
	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Paredes Exteriores	2,94E+01	6,14E+03	9,53E-03	2,04E+01	1,27E+00	3,48E+00	8,88E+04	6,88E+03
Paredes Interiores	7,72E+00	1,06E+03	1,96E-04	1,20E+01	8,16E-01	5,87E-01	1,51E+04	4,20E+02
Pavimento	4,08E+01	9,53E+03	4,20E-04	1,97E+01	2,13E+00	3,97E+00	8,26E+04	2,28E+03
Cobertura	2,86E+01	3,99E+03	6,18E-05	1,07E+01	1,59E+00	1,28E+00	6,68E+04	1,60E+03
Estrutura	2,63E+01	5,04E+03	9,57E-05	1,04E+01	2,26E+00	8,67E-01	5,84E+04	1,95E+03
Envidraçados	1,12E+01	1,90E+03	2,16E-04	1,67E+01	5,99E-01	1,16E+08	2,32E+04	3,62E+02
Equipamento Sanitário	1,03E-01	6,76E+01	2,98E-06	5,80E-01	1,92E-02	2,75E-02	1,18E+03	2,04E+02
TOTAL	1,44E+02	2,77E+04	1,05E-02	8,99E+01	8,67E+00	1,16E+08	3,35E+05	1,35E+04

QUADRO FINAL - Cradle-to-(...)								
Elemento Construtivo	Quantificação das categorias de impacto ambiental							
	ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Paredes Exteriores	4,53E+01	8,46E+03	9,90E-03	3,15E+01	1,68E+00	5,78E+00	1,26E+05	7,11E+03
Paredes Interiores	7,88E+00	1,08E+03	1,99E-04	1,21E+01	8,32E-01	6,22E-01	1,54E+04	4,21E+02
Pavimento	7,36E+01	1,43E+04	1,19E-03	4,24E+01	3,04E+00	8,69E+00	1,58E+05	2,73E+03
Cobertura	1,91E+01	2,79E+03	9,14E-05	9,40E+00	8,46E-01	1,23E+00	4,89E+04	2,07E+03
Estrutura	1,46E+01	2,40E+03	1,27E-04	5,37E+00	8,94E-01	4,74E-01	3,53E+04	1,71E+03
Envidraçados	1,12E+01	1,90E+03	2,16E-04	1,67E+01	5,99E-01	1,16E+08	2,32E+04	3,62E+02
Equipamento Sanitário	1,45E-01	3,24E+02	5,31E-06	7,85E-01	4,19E-02	5,46E-02	5,46E+03	2,16E+02
TOTAL	1,72E+02	3,13E+04	1,17E-02	1,18E+02	7,93E+00	1,16E+08	4,12E+05	1,46E+04

COMPARATIVO FINAL																								
Elemento Construtivo	Quantificação das categorias de impacto ambiental																							
	ADP			GWP			ODP			AP			POCP			EP			ENR			ER		
	cradle-to-gate	cradle-to-(...)	Diferencial	cradle-to-gate	cradle-to-(...)	Diferencial	cradle-to-gate	cradle-to-(...)	Diferencial	cradle-to-gate	cradle-to-(...)	Diferencial	cradle-to-gate	cradle-to-(...)	Diferencial	cradle-to-gate	cradle-to-(...)	Diferencial	cradle-to-gate	cradle-to-(...)	Diferencial	cradle-to-gate	cradle-to-(...)	Diferencial
Paredes Exteriores	2,94E+01	4,53E+01	54,23%	6,14E+03	8,46E+03	37,87%	9,53E-03	9,90E-03	3,90%	2,04E+01	3,15E+01	54,18%	1,27E+00	1,68E+00	32,33%	3,48E+00	5,78E+00	65,73%	8,88E+04	1,26E+05	41,34%	6,88E+03	7,11E+03	3,38%
Paredes Interiores	7,72E+00	7,88E+00	1,99%	1,06E+03	1,08E+03	1,70%	1,96E-04	1,99E-04	1,86%	1,20E+01	1,21E+01	0,84%	8,16E-01	8,32E-01	1,93%	5,87E-01	6,22E-01	5,83%	1,51E+04	1,54E+04	2,15%	4,20E+02	4,21E+02	0,33%
Pavimento	4,08E+01	7,36E+01	80,63%	9,53E+03	1,43E+04	50,15%	4,20E-04	1,19E-03	182,84%	1,97E+01	4,24E+01	115,29%	2,13E+00	3,04E+00	42,39%	3,97E+00	8,69E+00	118,71%	8,26E+04	1,58E+05	91,06%	2,28E+03	2,73E+03	19,75%
Cobertura	2,86E+01	1,91E+01	-33,26%	3,99E+03	2,79E+03	-30,10%	6,18E-05	9,14E-05	48,07%	1,07E+01	9,40E+00	-12,01%	1,59E+00	8,46E-01	-46,74%	1,28E+00	1,23E+00	-3,92%	6,68E+04	4,89E+04	-26,89%	1,60E+03	2,07E+03	29,45%
Estrutura	2,63E+01	1,46E+01	-44,36%	5,04E+03	2,40E+03	-52,38%	9,57E-05	1,27E-04	32,60%	1,04E+01	5,37E+00	-48,41%	2,26E+00	8,94E-01	-60,53%	8,67E-01	4,74E-01	-45,33%	5,84E+04	3,53E+04	-39,53%	1,95E+03	1,71E+03	-12,31%
Envidraçados	1,12E+01	1,12E+01	0,00%	1,90E+03	1,90E+03	0,00%	2,16E-04	2,16E-04	0,00%	1,67E+01	1,67E+01	0,00%	5,99E-01	5,99E-01	0,00%	1,16E+08	1,16E+08	0,00%	2,32E+04	2,32E+04	0,00%	3,62E+02	3,62E+02	0,00%
Equipamento Sanitário	1,03E-01	1,45E-01	40,41%	6,76E+01	3,24E+02	379,27%	2,98E-06	5,31E-06	78,44%	5,80E-01	7,85E-01	35,30%	1,92E-02	4,19E-02	118,39%	2,75E-02	5,46E-02	98,50%	1,18E+03	5,46E+03	361,20%	2,04E+02	2,16E+02	6,21%
TOTAL	1,44E+02	1,72E+02	19,40%	2,77E+04	3,13E+04	13,03%	1,05E-02	1,17E-02	11,40%	8,99E+01	1,18E+02	31,53%	8,67E+00	7,93E+00	-8,54%	1,16E+08	1,16E+08	0,00%	3,35E+05	4,12E+05	22,87%	1,35E+04	1,46E+04	8,39%

ANEXO VIII

Casa Pré-Fabricada:

Resultados LCC

Life Cycle Cost Analysis Tool

Input + Results

Enter your data in all yellow shaded cells.
Scroll down to view results

General Parameters

currency unit - select from scroll down list		€
Energy costs per kWh		carbon factors
On - peak electric tariff	0,16 €	/kWh 0,24 kgCO ₂ /kWh
Off - peak electric tariff	0,08 €	/kWh 0,24 kgCO ₂ /kWh
Other electrical tariff	0,01 €	/kWh 0,24 kgCO ₂ /kWh
Gas tariff	0,02 €	/kWh 0,19 kgCO ₂ /kWh
Other fuel tariff	0,02 €	/kWh 0,50 kgCO ₂ /kWh
water tariff	2,23 €	/m ³
Discount Rate (%)		3,0 %
Price escalators		
On - peak electric tariff price escalator	2,57	% increase per annum
Off - peak electric tariff price escalator	2,57	% increase per annum
Other electric tariff price escalator	2,57	% increase per annum
Gas price escalator	0,29	% increase per annum
Other fuel price escalator	3	% increase per annum
water price escalator	2	% increase per annum



Project specific costs

	Option 1 Name: Com energia renovável	Option 2 Name: Sem energia renovável	Option 3 Name:
Initial capital cost	92500,0 €	80000 €	0 €
And then replaced every	25 years	25 years	0 years
with a cost of	25000 €	25000 €	0 €
and a disposal cost of	1000 €	1000 €	0 €
Annual servicing and maintenance	500 €	500 €	0 €
Annual cost of consumables and spare parts	120 €	120 €	0 €
Total annual fixed cost:	620 €	620 €	0 €
Annual On - peak electric use	-1854,06 kWh	5400 kWh	0 kWh
Off - peak electric use	0 kWh	0 kWh	0 kWh
Other electric use	0 kWh	0 kWh	0 kWh
Gas use	0 kWh	0 kWh	0 kWh
Other fuel use	0 kWh	0 kWh	0 kWh
annual water use	165 m ³	165 m ³	0 m ³



Results

Total un-discounted cost over life cycle	-43373 €	-82155 €	#DIV/0! €
NPV at end of life	-72858 €	-92311 €	#DIV/0! €
Total energy use over life cycle	-46352 kWh	135000 kWh	0 kWh
Total water use in m ³ over life cycle	4125 m ³	4125 m ³	0 m ³
Total CO ₂ emissions over life cycle	-11,124 t CO ₂	32,400 t CO ₂	0,000 t CO ₂



The sole responsibility for the content of this publication lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Communities. The European Commission is not responsible for any use that may be made of the information contained therein

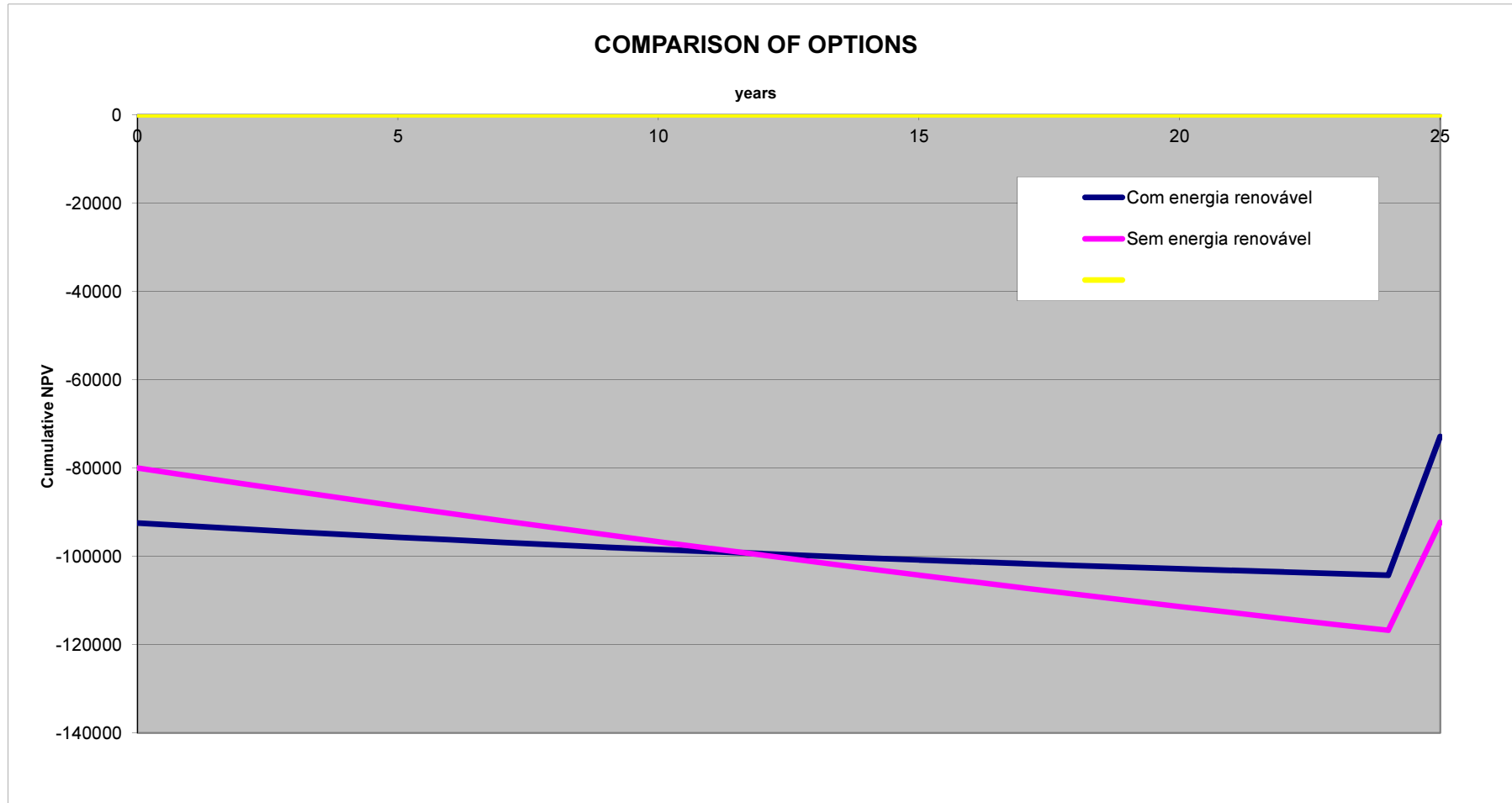
The Life Cycle

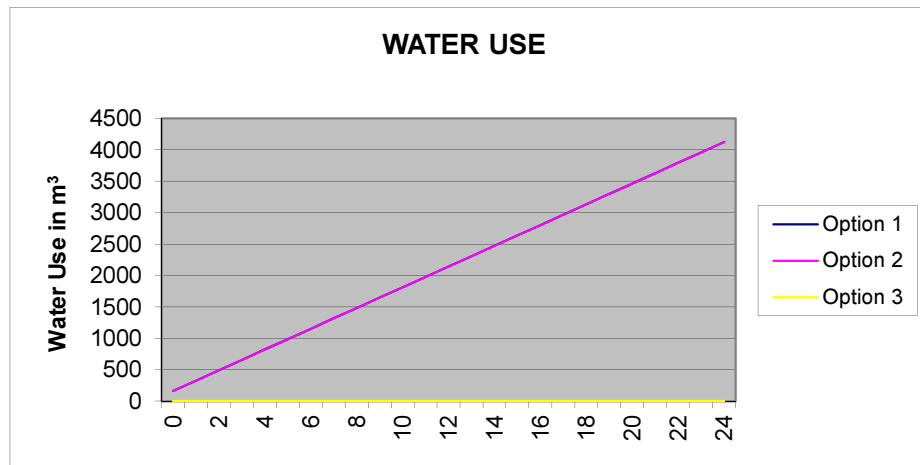
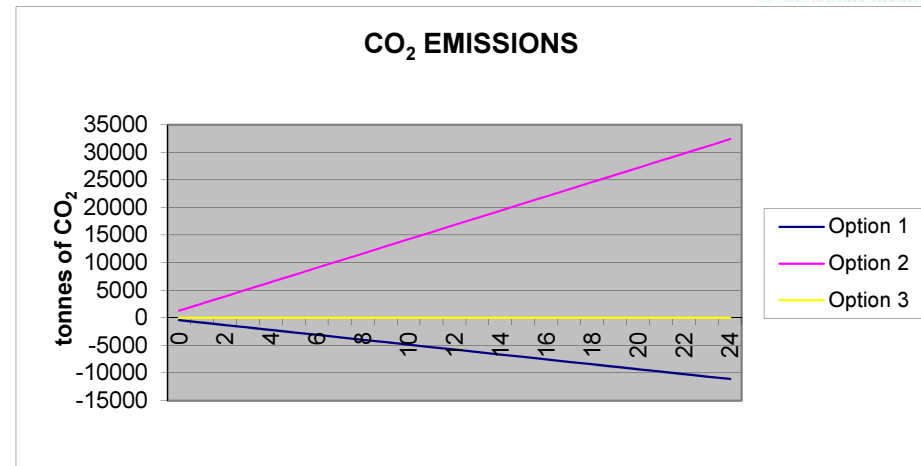
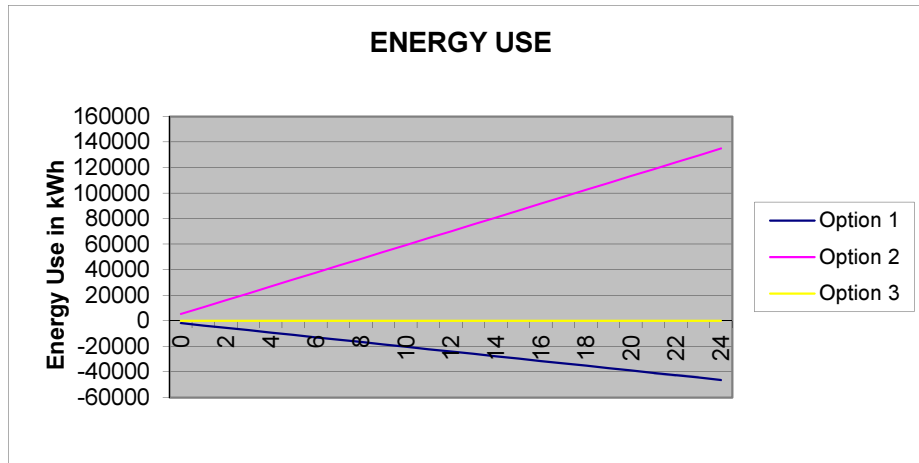
DO NOT CHANGE VALUES - THIS IS AUTOMATICALLY GENERATED!



This page shows various cashflows and the cumulative NPV on a year to year basis.
The different options are listed beneath each other. Ensure you have an appropriate 'zoom' setting to view this page.

Year	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Discount Factor	1.00	0.97	0.94	0.92	0.89	0.86	0.84	0.81	0.79	0.77	0.74	0.72	0.70	0.68	0.66	0.64	0.62	0.61	0.59	0.57	0.55	0.54	0.52	0.51	0.49	0.48
Option 1																										
asset costs																										
Capital cost	-92500																									
Replacement cycle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Replacement cost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disposal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
linear depreciation	0	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000
Residual value	92500	91500	90500	89500	88500	87500	86500	85500	84500	83500	82500	81500	80500	79500	78500	77500	76500	75500	74500	73500	72500	71500	70500	69500	68500	92500
running costs																										
Annual annual fixed costs		-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620
On - peak electric tariff		288	295	303	310	318	326	335	343	352	361	371	380	390	400	410	421	432	443	454	466	478	490	503	515	529
Off - peak electric tariff		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Other electric tariff		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas tariff		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Other fuel tariff		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
water costs		-368	-375	-383	-390	-398	-406	-414	-423	-431	-440	-449	-457	-467	-476	-486	-495	-505	-515	-526	-536	-547	-558	-569	-580	-592
CASHFLOW																										
Annual Cashflow	-92500	-700	-700	-700	-700	-700	-700	-700	-699	-699	-698	-698	-697	-697	-696	-695	-694	-694	-693	-691	-690	-689	-688	-686	-685	-65817
Cumulative Cashflow	-92500	-93200	-93901	-94601	-95301	-96001	-96701	-97400	-98100	-98798	-99497	-100195	-100892	-101589	-102285	-102980	-103675	-104368	-105061	-105752	-106442	-107132	-107819	-108506	-109190	-43373
Discounted Cashflow	-92500	-680	-660	-641	-622	-604	-586	-569	-552	-536	-520	-504	-489	-474	-460	-446	-433	-420	-407	-394	-382	-370	-359	-348	-337	-31435
Cumulative NPV	-92500	-93180	-93840	-94481	-95103	-95707	-96293	-96862	-97414	-97949	-98469	-98973	-99462	-99937	-100397	-100843	-101276	-101695	-102102	-102497	-102879	-103249	-103608	-103956	-104293	-72858
Total Energy use in kWh		-1854	-3708	-5562	-7416	-9270	-11124	-12978	-14832	-16687	-18541	-20395	-22249	-24103	-25957	-27811	-29665	-31519	-33373	-35227	-37081	-38935	-40789	-42643	-44497	-46352
CO2 emissions in kg		-445	-890	-1335	-1780	-2225	-2670	-3115	-3560	-4005	-4450	-4895	-5340	-5785	-6230	-6675	-7120	-7565	-8010	-8455	-8899	-9344	-9789	-10234	-10679	-11124
Total Water use		165	330	495	660	825	990	1155	1320	1485	1650	1815	1980	2145	2310	2475	2640	2805	2970	3135	3300	3465	3630	3795	3960	4125
Option 2																										
asset costs																										
Capital cost	-80000																									
Replacement cycle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Replacement cost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disposal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
linear depreciation	0	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000
Residual value	80000	79000	78000	77000	76000	75000	74000	73000	72000	71000	70000	69000	68000	67000	66000	65000	64000	63000	62000	61000	60000	59000	58000	57000	56000	80000
running costs																										
Annual fixed costs		-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620	-620
On - peak electric tariff		-838	-859	-881	-904	-927	-951	-975	-1000	-1026	-1052	-1079	-1107	-1136	-1165	-1195	-1225	-1257	-1289	-1322	-1356	-1391	-1427	-1464	-1501	-1540
Off - peak electric tariff		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Other electric tariff		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas tariff		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Other fuel tariff		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
water costs		-368	-375	-383	-390	-398	-406	-414	-423	-431	-440	-449	-457	-467	-476	-486	-495	-505	-515	-526	-536	-547	-558	-569	-580	-592
CASHFLOW																										
Annual Cashflow	-80000	-1825	-1854	-1884	-1914	-1945	-1977	-2010	-2043	-2077	-2112	-2148	-2185	-2222	-2261	-2300	-2341	-2382	-2425	-2468	-2512	-2558	-2605	-2653	-2702	-51248
Cumulative Cashflow	-80000	-81825	-83680	-85564	-87478	-89423	-91400	-93410	-95453	-97530	-99642	-101790	-103975	-106197	-108458	-110759	-113099	-115481	-117906	-120374	-122886	-125444	-128049	-130702	-133403	-82155
Discounted Cashflow	-80000	-1772	-1748	-1724	-1701	-1678	-1656	-1634	-1613	-1592	-1572	-1552	-1532	-1513	-1495	-1476	-1459	-1441	-1424	-1407	-1391	-1375	-1359	-1344	-1329	-24476
Cumulative NPV	-80000	-81772	-83520	-85244	-86945	-88623	-90279	-91913	-93526	-95118	-96689	-98241	-99773	-101287	-102781	-104258	-105716	-107158	-108582	-109989	-111380	-112755	-114115	-115459	-116788	-92311
Total Energy use in kWh		5400	10800	16200	21600	27000	32400	37800	43200	48600	54000	59400	64800	70200	75600	81000	86400	91800	97200	102600	108000	113400	118800	124200	129600	135000
CO2 emissions in kg		1296	2592	3888	5184	6480	7776	9072	10368	11664	12960	14256	15552	16848	18144	19440	20736	22032	23328	24624	25920	27216	28512	29808	31104	32400
Total Water use in litres		165	330	495	660	825	990	1155	1320	1485	1650	1815	1980	2145	2310	2475	2640	2805	2970	3135	3300	3465	3630	3795	3960	4125





The sole responsibility for the content of this publication lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Communities. The European Commission is not responsible for any use that may be made of the information contained therein

Glossary of Terms

Capital Cost

This is the total initial cost of an investment including installation or labour costs needed to complete a project or obtain a product and bring it to operable status. These are non-recurrent set-up cost and different from subsequent recurring running costs.

Cash Flow

A revenue or expense stream that changes a cash account over a given period. Cash in-flows usually arise from one of three activities - financing, operations or investing - though they also occur as a result of donations or gifts in the case of personal finance. Cash out-flows result from expenses or investments. Cash flows can also be defined as a record of something that has happened in the past, such as the sale of a particular item product, or forecasted into the future, representing what a business or a person expects to take in and to spend.

Discount rate

This is the interest rate used in determining the present value of future cash flows. It is the interest rate used to discount or calculate future costs and benefits so as to arrive at their present values, e.g., 3% or 5%. This is also known as the opportunity cost of capital investment. Discount rates are usually based on government bonds or market interest rates for cost of capital whose maturity is about the same as the time period during which the intervention or program is being evaluated. For example, if one expects 1,000 EUR in one year's time: To determine the present value of this 1,000EUR (what it is worth to you today) one would need to discount it by a particular rate of interest (often the risk-free rate but not always). Assuming a discount rate of 10%, the 1,000 EUR in one year's time would be the equivalent of 909.09 EUR to you today ($1000/[1.00 + 0.10]$).

Internal Rate Of Return – IRR

Essentially, this is the return that a company would earn if it expanded or invested in itself, rather than investing that money elsewhere. Often used in capital budgeting, it's the interest rate that makes net present value of all cash flow equal zero. The Internal Rate of Return Method is an alternative capital budgeting method, which in most, but not all, cases results in the same decision as NPV - and real options methods, which attempt to value the managerial flexibility that is assumed away in the NPV calculations.

Life Cycle Cost

Sometimes called a "cradle-to-grave analysis", or "Womb-to-Tomb". A life cycle cost analysis calculates the cost of a system or product over its entire life span. The analysis of a typical system could include costs for: Preliminary costs for planning, design and feasibility studies, initial capital cost, operation, maintenance, Cost of replacement, disposal or salvage. This cost analysis depends on values calculated from cost of spares, repair times, and component costs. A life cycle cost analysis is important for cost accounting purposes. In deciding to produce or purchase a product or service, a timetable of life cycle costs helps show what costs need to be allocated to a product so that an organization can recover its costs. It offers three important benefits:

- All costs associated with a project/product become visible
- It allows an analysis of business function interrelationships
- Differences in early stage expenditure are highlighted, enabling managers to develop accurate predictions.

Linear Depreciation

Linear depreciation diminishes the value of an asset by a fixed amount each period until the net value is zero. This is the simplest calculation, as you estimate a useful lifetime, and simply divide the cost equally across that lifetime.

Example: You have bought a computer for 1500 EUR and wish to depreciate it over a period of 5 years. Each year the amount of depreciation is 300 EUR, leading to the following calculations:

Year 1: Depreciation 300, Remaining Value 1200

Year 2: Depreciation 300, Remaining Value 900

Year 3: Depreciation 300, Remaining Value 600

Year 4: Depreciation 300, Remaining Value 300

Year 5: Depreciation 300, Remaining Value 0

Net present value

Net present value (or NPV) is a standard method in finance of capital budgeting – the planning of long-term investments. Using the NPV method a potential investment project should be undertaken if the present value of all cash inflows minus the present value of all cash outflows (which equals the net present value) is greater than zero. A key input into this process is the interest rate or “discount rate” which is used to discount future cash flows to their present values. If the discount rate is equal to the shareholder’s required rate of return, any $NPV > 0$ means that the required return has been exceeded, and the shareholders will expect an additional profit that has a present value equal to the NPV. In order to maximize shareholder wealth, one should undertake projects that have an $NPV > 0$, or if two projects are mutually exclusive, they should choose the one with the highest positive NPV.

Residual value

In accounting, residual value is another name for salvage value, the remaining value of an asset after it has been fully depreciated.

Residual value is one of the constituents of a leasing calculus or operation. It describes the future value of a good in terms of percentage of depreciation of its initial value. **Example:** A car is sold at a list price of 20,000 EUR today. After a usage of 36 months and 50,000 miles its value is contractually defined as 50% or 10,000 EUR. The credited amount, on which the interest is applied, thus is 20,000 EUR present value minus 10,000 EUR future value