



UNIVERSIDADE
PORTUCALENSE
INFANTE D. HENRIQUE

A Evolução da Sustentabilidade no Ambiente Construído
Projecto e Materiais dos Edifícios

Tese apresentada na Universidade Portucalense para a obtenção do grau de Doutor

Autor: Luís Manuel de Miranda Colaço

Orientador: Professor Doutor Augusto Pereira Brandão

Porto
2008

AGRADECIMENTOS

Mostrar-me agradecido é deveras pouco para demonstrar a minha profunda gratidão àquelas pessoas que me ajudaram neste caminho.

Aos meus pais, Idalina e Mário e à minha irmã, exprimo um profundo reconhecimento por tudo. À minha filha, Ana Margarida, na cumplicidade e constante estímulo. À Né expresso uma profunda gratidão pela ajuda e compreensão nas fases mais difíceis.

Ao Sr. Professor Doutor Augusto Pereira Brandão, dirijo um especial agradecimento pela orientação e disponibilidade manifestados na elaboração desta tese. Os seus conselhos e apurado sentido crítico em muito contribuíram para a elaboração deste trabalho.

A todos os amigos, e colegas da ULHT, com quem mais privei e debati, o agradecimento pelo bom ambiente proporcionado e ao incentivo para o cumprimento dos objectivos aspirados.

Finalmente, o meu agradecimento a todas as pessoas com quem tenho aprendido ao longo da vida e a todos aqueles que através da sua maior ou menor colaboração tornaram possível a realização deste trabalho

RESUMO

Nas recentes décadas, o relacionamento entre a Humanidade e o ambiente desenvolveu-se fortemente, em especial com o aumento populacional em grande parte concentrado em torno das cidades e nas zonas costeiras. Seguramente, com o passar dos tempos, a preocupação e a participação dos cidadãos nas questões ecológicas e ambientais tornou-se mais frequente em todo o mundo e, recentemente a relação e ligação dessas questões com os aspectos sociais e económicos tem conduzido à concepção e ao aparecimento de um novo paradigma denominado *sustentabilidade*.

De acordo e no âmbito desta tese são estudados a origem, a evolução e a exequibilidade para aplicar o conceito de sustentabilidade no ambiente construído e em particular no sector da construção civil.

Neste estudo foram adoptados os critérios e principais documentos das Nações Unidas sobre a sustentabilidade. Para adaptar e aproximar os princípios da sustentabilidade ao ambiente construído e ao sector da construção de edifícios, é necessário o aparecimento de padrões e indicadores fiáveis capazes de serem relacionados e estarem de acordo com as recentes normas e especificações para o sector da construção civil.

Integrar os conceitos e os princípios da sustentabilidade para o ambiente construído e em particular para o sector da construção civil, nos aspectos conceptuais e pragmáticos - aspectos bem distintos - deve ser um caminho a trilhar e uma tarefa comum tendo em conta a elevada quantidade dos assuntos teóricos e empíricos a tratar.

A pesquisa em torno do tema e a escrita desta tese foram organizadas em sete capítulos.

No capítulo I encontra-se a descrição da introdução, da justificação e em especial a metodologia apresentada, sendo esta a linha condutora e núcleo principal da tese.

No capítulo II são expostos a evolução e o debate sobre o desenvolvimento sustentável, uma revisão bibliográfica e os conhecimentos do “estado da arte” sobre este tema.

No capítulo III, sistematizam-se os métodos, as técnicas e ferramentas de avaliação da sustentabilidade em geral, do ambiente construído e particularmente do sector da construção são aqui enumerados e, como exemplo, citam-se os relativos à avaliação técnica do Ciclo de Vida dos produtos e processos, à análise de decisão multicritério, à avaliação dos impactos ambientais, aos padrões das normas ISO 14 000, etc.

As questões anteriores e a respectiva sistematização fornecem os conhecimentos e informações necessárias para articular uma melhor proposta que, partindo necessariamente de um projecto de arquitectura e demais projectos para os sistemas construtivos torne os projectistas, arquitectos e engenheiros e todo o sector da indústria da construção, mais empenhados e responsabilizados com este novo paradigma denominado “ambiente construído sustentável”.

Este é o principal tema da tese, expresso nos capítulos IV e V, em conjunto com a avaliação ambiental aqui proposta para as primeiras fases do projecto (o de arquitectura e os das especialidades e sistemas construtivos)., nos quais as premissas para uma construção sustentável passam pelo apoio de ferramentas cujo escopo é o da avaliação dos índices de sustentabilidade para as variantes de projecto, dos materiais e dos sistemas e processos construtivos.

A operacionalidade dos conceitos relativos à preservação dos recursos naturais implicando a minimização dos desperdícios através do reuso e reciclagem dos materiais da construção (com a desconstrução segundo uns ou desmaterialização segundo outros) e a qualidade do ar no interior dos edifícios são algumas das grandes preocupações no estado actual da construção civil.

A maioria destes conceitos, levados à prática, pode ser observada em experimentações, algumas pioneiras, que aparecem citadas no Capítulo V.

No Capítulo VI apresenta-se o estudo de um caso em que, na fase de projecto, se fez uso de uma ferramenta para avaliar os impactos potenciais derivados da futura construção. A ferramenta utilizada foi o Invest, um programa desenvolvido pelo BRE - Building Research Establishment (1999).

Neste estudo ensaiaram-se cinco soluções, de que se apresentam os resultados. O indicador utilizado foi o Ecoponto e as soluções alternativas em estudo foram escolhidas através da minoração dos ecopontos para além dos critérios arquitectónicos e estéticos.

No final apresentam-se as tabelas com a sistematização dos resultados, e em gráficos, a correlação de algumas das variáveis do projecto.

Este processo de avaliação ainda na fase de projecto, com o auxílio do Envest, aponta para uma boa prática na avaliação da sustentabilidade das futuras construções.

Estamos confiantes de que estas indicações fornecem aos projectistas, arquitectos e engenheiros, uma visão holística possibilitando apontar soluções alternativas que minimizem os impactos associados à construção e às actividades adstritas ao ciclo de vida da construção.

Por fim no Capítulo VII, enunciam-se as conclusões e recomendações que reflectem e estão de acordo com a pesquisa e resultados elaborados nesta tese.

ABSTRAT

In recent decades, the relationship between humankind and the environment has grown stronger. Indeed, over time the concern and active participation of citizens in ecological and environmental issues are becoming more frequent world wise, and more recently the link from those issues to social and economic issues is leading to a new paradigm called sustainability.

According, through this doctoral thesis the origin, evolution, and feasibility to applied operational sustainability in the environment building, is studied.

In this academic work the criteria from the main United Nations documents about sustainability has been adopted.

To approach sustainability principles for the construction sector, the conceptualization and the practically – quite different – aspects must be addressed in order to join them in a common task, taking into account the number of theoretical and empirical themes to deal with. The research and the thesis writing were organized on seven chapters.

In the chapter I, the core of the thesis, the methodology and the base line are set out and because the introduction and justification are also presented.

In the Chapter II is where the evolution and sustainable development debate are exposed - is the state of art.

The sustainable construction assessment techniques are development related to the technical items e.g. life-cycle assessment, multi-attribute decision analysis, the environmental impact assessment, ISO 14 000 standards, etc.

The previous parts provide enough knowledge and information for conducting a proposal to a more responsible construction sector through, the so called, sustainable construction. That is the subject core of the thesis, which is in the Chapter IV and in the Chapter V where the fundamental premises for sustainable construction, and with identical importance, the architectural design must take place from the beginning stage. The premises for the related resources conservation, minimizing waste through re-use and recycling materials, and construction quality, nature protection, and indoor air quality, are present.

The sustainable aim requires a benchmark in order to set out the measures to be taken into approaching sustainability. To support that process the Chapter VI is oriented to decide the design and the choice of the materials, even through that concepts is

something that cannot be gauged in most cases, and whenever possible not necessarily would it be in the quantitative way.

To carry out such assessment, a real study has been chosen. Then a set of indicators was related with the materials selection and others building characteristics. The building materials selection was done through a quasi-sustainable assessment method in order to assist the building designer and the engineer in the early stage of the project.

The main outcome is contained in the Chapter VII, with the conclusions and recommendations proposals.

The goal, in this thesis, is to give to the architects and engineers a global vision covering some interference that occurs between buildings and the environment, pointing some reachable solutions to minimize the environmental impacts associated to the activities developed during all the life cycle of buildings constructin.

ÍNDICE GERAL

Agradecimentos	I
Resumo	II
Abstrat	V
Índice Geral	VII
Índice de figuras	XII
Índice de tabelas	XV
Abreviaturas	XV
Glossário	XVII
CAPÍTULO 1	1
1.1 – Introdução	1
1.2 – Objectivos	6
1.3 – Metodologia	8
CAPÍTULO 2 – O ESTADO DO CONHECIMENTO	11
2.1 – História e evolução da sustentabilidade	11
2.2 – Definições de desenvolvimento sustentável	18
2.3 – Caracterização e descrição da Agenda 21	22
2.3.1 – Capítulos da Agenda 21	23

2.3.2 – Os municípios portugueses com Agenda 21 Local	28
2.4 – Políticas ambientais - Aspectos normativos	32
CAPÍTULO 3 – AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE	40
3.1 – Generalidades.....	40
3.2 – Sistema de avaliação ambiental	41
3.3 – Descrição das ferramentas	45
3.3.1 – Análise de riscos ambientais.....	45
3.3.2 – Estudo do impacte ambiental.....	45
3.3.2 – Auditoria ambiental.....	46
3.3.3 – Avaliação do comportamento ambiental	46
3.3.4 – Análise do fluxo do material.....	47
3.3.5 – Análise do material e da energia	47
3.3.6 – Gestão integral de material	47
3.3.7 – Análise da linha do produto	48
3.3.8 – A análise do ciclo de vida	48
CAPÍTULO 4 – CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL E MATERIAIS	57
4.1 – Considerações gerais	57
4.2 – Impactos no meio ambiente	60
4.3 – Sustentabilidade dos materiais e sistemas construtivos	62
4.4 – Recursos disponíveis	67
4.4.1 – Rochas e Pedras.....	67
4.4.2 – Cimento.....	69

4.4.3 – Tijolo e Abobadilha.....	71
4.4.4 – Aço	72
4.4.5 – Alumínio	74
4.4.6 – Madeira.....	74
4.4.7 – Cortiça	76
4.4.8 – Vidro	78
4.5 – Impactos da poluição dos materiais da construção	78
4.5.1 – Influência das emissões poluentes dos materiais no ambiente interior.....	82
4.5.2 – Influência da poluição na durabilidade dos materiais de construção	83
4.6 – A Tecnologia Adequada na sustentabilidade do Ambiente Construído.....	83
4.6.1 – O que se entende por técnica, ciência e tecnologia	83
4.6.2 – A Tecnologia Adequada	86
4.6.3 – Algumas características da Tecnologia Adequada.....	88
4.6.4 – O uso da Tecnologia Adequada na Construção	89
4.6.5 – O Uso da Tecnologia Adequada na Construção Civil.....	92
4.7 – Tendências para o futuro	93
4.7.1 – Necessidade de gestão de resíduos.....	94
4.7.2 – Reduzir,Reciclar e Reutilizar	97
4.7.3 – Preservação dos materiais e sistemas	98
4.7.4 – Aumentar a durabilidade dos materiais	102
4.7.5 – Desconstrução versus Construção.....	103
CAPÍTULO 5 – PROJECTO E CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEIS.....	104

5.1 – Panorama no sector da construção civil	104
5.1.1 – Relevância do Sector da Construção Civil a Nível Nacional	104
5.1.2 – Breve Descrição do Sector da Construção Civil.....	104
5.2 – Construção de edifícios sustentáveis.....	107
5.3 – A sustentabilidade e o desempenho ambiental de edifícios.....	113
5.5 – Exemplos de sustentabilidade em projectos de edifícios.	119
5.5.1 – Exemplo 1 – Edifício Freedom tower ou Ground Zero.....	119
5.5.2 – Exemplo 2 – O Beddington Zero Energy Development.....	122
5.5.3 – Exemplo 3 – GreenHouse.....	123
5.5.4 – Exemplo 4 – Greenwich Millenium Village.....	124
5.5.5 – Exemplo 5 – Melbourne, 40 Albert Road.....	127
5.5.6 – Exemplo 6 – Pilestredet Park, Oslo.....	128
CAPÍTULO 6 – ESTUDO DE UM CASO	136
6.1 – Introdução	136
6.1.1 – Elementos base.....	136
6.2 – Caracterização do projecto	136
6.3 – Aplicação do Invest.....	139
6.4 – Conclusões do caso em estudo.....	147
CAPÍTULO 7 – CONCLUSÕES	150
7.1 – Conclusões gerais.....	150
7.2 – Conclusões específicas	151
7.3 – Recomendações.....	152

8 – Bibliografia	153
Anexos 1	165

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Crescimento da população mundial (Corson, 1990).....	1
Figura 1.2 – Consumo de energia final por sector (DGE, 2005).....	3
Figura 1.3 – Evolução percentual, sectorial da energia primária em Portugal (DGE 1990)....	3
Figura 1.4 – Evolução percentual, sectorial da energia primária em Portugal (DGE 2006)....	4
Figura 1.5 – Emissões de GEE – Gases de Efeito de Estufa, na produção de energia.	4
Figura 1.6 – Emissões de GEE - Emissões de gases com efeito de estufa (DGE, 2005)	5
Figura 1.7 – Novo paradigma da construção sustentável. (Augenbroe, 1998)	6
Figura 1.8 – Esquema da proposta metodológica.....	9
Figura 2.1 – Esquema gráfico da história evolutiva da Humanidade	12
Figura 2.2 – Fotografia de Ernst Haeckel	13
Figura 2.3 – As quatro dimensões do desenvolvimento sustentável, segundo WR	14
Figura 2.4 – Representação do conceito de sustentabilidade, (Donaire, 1999).....	15
Figura 2.5 – As cinco dimensões da sustentabilidade (Sachs apud Campos, 2001).....	20
Figura 2.6 – Mapa dos municípios que iniciaram e estão no processo da Agenda 21.....	29
Figura 3.1 – Conceito do ciclo de vida dos produtos da construção civil (Ecobilan, 2000)..	43
Figura 3.2 – Esquema da Análise do Ciclo de Vida, segundo a ISO 14.040:1997	53
Figura 3.3 – Abordagem integrada ao ciclo de vida de um edifício.....	55
Figura 4.1 – Produção e Consumo de Energia totais em Portugal de 1980 a 2000.....	62
Figura 4.2 – Triângulo da sustentabilidade (Donaire, 1999).....	65
Tabela 4.2 – Produção portuguesa per capita de alguns materiais de construção.	66
Figura 4.3 – Evolução da produção de rochas ornamentais (DGEG, 1990-2006)	68

Figura 4.4 – Evolução da produção de agregados (DGEG, 1990-2006)	68
Figura 4.5 – Evolução da produção de rochas para a indústria transformadora.....	69
Figura 5.1 – Aspectos competitivos na construção tradicional	109
Figura 5.2 – Construção Eco-eficiente (WBCSD, 1992).....	111
Figura 5.3 – Conjunto dos edifícios a construir em NY	119
Figura 5.4 – Vista do local de implantação dos edifícios	120
Figura 5.5 – de um edifício, identificando as áreas interdisciplinares.....	120
Figura 5.6 – Vista de conjunto a vila de BedZED, exemplo de ecovila.	122
Figura 5.7 – Antevisão da GrenHouse, da autoria da Fielden Clegg Bradley , 2008.....	123
Figura 5.8 – Vista do aspecto exterior dos edifícios <i>Greenwich Millennium Village</i>	124
Figura 5.9 – Vista dos aspectos construtivos - edifícios <i>Greenwich Millennium Village</i> ...	125
Figura 5.10 – Vista do empreendimento previsto para Greenwich	126
Figura 5.11 – Vista elevada do projecto proposto para Greenwich.....	127
Figura 5.12 – Vista do edifício, 40 Albert Road em Melbourne.	128
Figura 5.13 – Antevisão 1, dos edifícios o empreendimento de Pilestredet Park	129
Figura 5.14 – Antevisão 2, dos edifícios o empreendimento de Pilestredet Park	129
Figura 5.15 – Vista da implantação do empreendimento Parque Oriente.....	130
Figura 5.16 – Vista de um modelo em 3D do empreendimento Parque Oriente.....	131
Figura 5.17 – Vista dum pormenor do empreendimento Ponte da Pedra	132
Figura 5.18 – Vista da fase de construção do empreendimento Ponte da Pedra.....	133
Figura 5.20 – Pormenor construtivo da cisterna de armazenamento de água do empreendimento Ponte da Pedra	135
Figura 6.1 – Edifício em estudo, Alçado e implantação	137

Figura 6.2 – Edifício em estudo, alçados	138
Figura 6.3 – Edifício em estudo, Cobertura e pisos superiores.	138
Figura 6.4 – Edifício em estudo, alçado e R/C.....	139
Figura 6.5 – Edifício em estudo, cortes.....	139
Figura 6.6 – Vista da entrada de dados no programa Invest.	145
Figura 6.7 – Vista do quadro de saída dos resultados do programa Invest.	145
Figura 6.8 – Quadro relacionando a energia embebida com a operacional.	146
Figura 6.9 – Quadro relacionando a energia embebida nos vários sectores.	146
Figura 6.10 – Os impactos ambientais causados pelos sistemas construtivos.	147
Figura 6.11 – Relação dos ecopontos totais com a área de janelas a Sul.....	148
Figura 6.12 – Relação dos ecopontos totais com as paredes exteriores e respectivos ecopontos parciais.....	149
Figura 6.13 – Relação dos ecopontos totais com os ecopontos dos tectos, sendo as sol.2 e 4 com isolamento adequado.	149

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 – Ferramentas conceptualmente similares, usadas nos sistemas de gestão ambiental.	44
Tabela 3.2 – Objectivos gerais das ferramentas para a gestão ambiental	51
Tabela 3.3 – Sistematização das ferramentas, ACV, para a sustentabilidade	52
Tabela 3.4 – Programas informáticos para ACV no sector da construção.....	53
Tabela 4.1 – Paradigma cartesiano versus paradigma da sustentabilidade,	65
Tabela 4.2 – Produção portuguesa per capita de alguns materiais de construção.	66
Tabela 4.3 – Produção de cimento per capita.....	70
Tabela 4.4 – Consumo de tijolo per capita.....	71
Tabela 4.5 – Produção mundial de aço para betão armado per capita.....	73
Tabela 4.6 – Produção de madeira em tronco per capita	75
Tabela 4.7 – Área e produção e percentagem mundial de sobrado de cortiça	76
Tabela 4.8 – Produção de cortiça per capita.....	77
Tabela 4.9 – Características das técnicas tradicionais, da tecnologia moderna e da tecnologia apropriada na construção.....	92
Tabela 5.1 – Tipos de construção (convencional, bioclimática e eco-eficiente).....	110
Tabela 6.1 – Resumo dos dados das soluções ensaiadas.	141
Tabela 6.2 – Resumo dos resultados obtidos com as 5 soluções ensaiadas.	142
Tabela 6.3 – Caracterização da solução 4, materiais e elementos.....	143
Tabela 6.4 – Ecopontos da construção da solução 4, melhorada	144
Tabela 6.5 – Ecopontos dos sistemas da solução 4, melhorada	144

ABREVIATURAS

A21L – Agenda 21 Local

ACV – Análise de Ciclo de Vida

AIA – Avaliação de Impacto Ambiental

AICV - Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida

CECVS – Campanha Europeia das Cidades e Vilas Sustentáveis

CV – Ciclo de Vida

DIA – Declaração de Impacto Ambiental

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

GEE – Gases com Efeito de Estufa

LCA – Life Cycle Assessment

LCIA – Life Cycle Impact Assessment

NU – Nações Unidas

SETAC – Society of Environmental Toxicology and Chemistry

UNEP – United Nations Environment Programme

GLOSSÁRIO

Administração sistémica – Gere conjugando conceitos de diversas ciências a respeito de determinado objecto de pesquisa.

Benchmark – É um processo sistemático e contínuo de avaliação

Co-produto – Dois ou mais produtos da mesma unidade de processo

Emissão – Descarga de elementos químicos ou físicos, substâncias, calor, ruído, etc , de um sistema de produção para o meio ambiente

Per capita – Expressão que significa *por pessoa*

Perfil ambiental – Lista quantitativa de todas as acções sobre o meio ambiente associada com o ciclo de vida de um produto segundo determinados critérios

Técnica vernacular – Uso de materiais locais

CAPÍTULO 1

1.1 – Introdução

Hoje em dia a tomada de consciência dos imensos problemas a nível planetário, são debatidos entre organizações, cientistas, políticos e público em geral e transcendem meramente o aspecto local e meio ambiente próximo para serem uma questão de manifesto interesse global.

Um dos desafios globais é a inter-relação entre o ambiente e os sectores produtivos, o que conduziu a uma progressiva degradação do ambiente com consequências irreversíveis em alguns casos e catastróficas noutros.

Os graves problemas ambientais são tão vastos e complexos que ultrapassaram os meros limites ecológicos. A degradação e o delapidar dos recursos naturais tem sido consequência do aumento meteórico da população mundial e das actividades económicas que produzem contaminação planetária e o crescente exaurir dos recursos naturais. Como consequência, temos vindo a assistir às recentes mudanças climáticas, ao aumento dos lixos e desperdícios, à irreversível perda da biodiversidade, à desflorestação, etc.

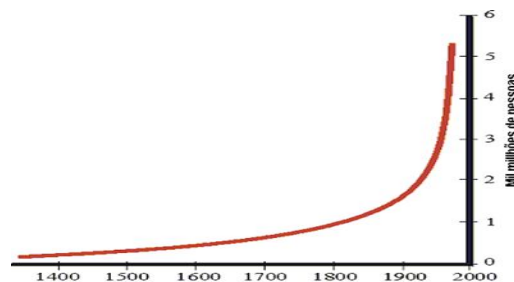


Figura 1.1 – Crescimento da população mundial (Corson, 1990)

Assim o nosso planeta enfrenta hoje um desafio ambiental cuja falta de resolução ou adiamento, poderá vir a ditar o fim da civilização humana, tal como a conhecemos.

Nunca como agora os efeitos imediatos dos padrões das actividades e consumo da civilização humana revelaram, dimensões de natureza inter-geracional e globalizante tão evidente ao produzirem consequências não somente locais mas noutros países e que afectarão seguramente as futuras gerações.

Diante dessa constatação, surgiu a ideia do *desenvolvimento sustentável*, procurando conciliar o desenvolvimento económico a preservação ambiental. Fortalece-se assim a percepção de que é imperativo desenvolver, sim mas sempre em harmonia com as limitações ecológicas e do meio ambiente do planeta, ou seja, sem destruir o ambiente, para que as gerações futuras tenham a oportunidade de existir e viver bem, equitativamente de acordo com as suas necessidades.

Tendencialmente a sociedade vem exigindo cada vez mais que os profissionais do sector da construção civil actuem de forma a reduzir os impactos causados ao meio ambiente, sendo que esta actividade deve estar contextualizada no conceito de Desenvolvimento Sustentável versus Ambiente Construído Sustentável.

Abordar o Desenvolvimento Sustentável no Ambiente Construído e em particular no sector da indústria da construção civil, incentivar o desenvolvimento de novos projectos e de novas tecnologias que propiciem a redução da produção de resíduos, do uso racional de recursos naturais tais como a energia e a água, da utilização de materiais ambientalmente correctos e de determinar parâmetros para avaliação ambiental da construção e dos edifícios, são os objectivos que têm levado algumas instituições a desenvolverem parcerias, com universidades, centros de pesquisa, consultores especializados e projectistas que garantam no futuro um património construído sustentável.

O constante incremento no consumo de energia, com o conseqüente aumento das emissões de gases de efeito de estufa, é actualmente tema de grande preocupação.



Figura 1.2 – Consumo de energia final por sector (DGE, 2005)

O sector doméstico é responsável por grande parte deste aumento, que poderá ser minimizado se a eficiência energética dos edifícios tiver sido considerada ainda na fase de projecto e durante a sua construção.

Em Portugal, o sector da construção, é actualmente responsável pelo consumo de cerca de 20% da energia total do país, gerador de resíduos e de emissões de CO₂ e consumidor de grande parte dos recursos naturais.

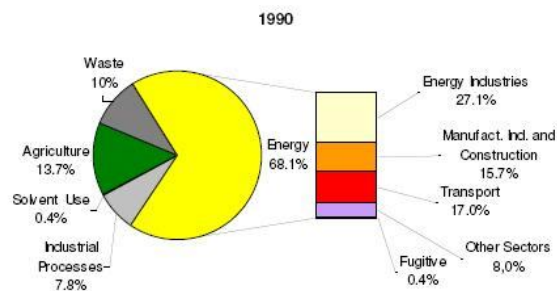


Figura 1.3 – Evolução percentual, por sectores consumidores, da energia primária em Portugal (DGE 1990)

Em 2005, o peso do consumo dos principais sectores de actividade económica relativamente ao consumo final de energia, foi de 28,4% na Indústria, 35,4% nos Transportes, 16,5% no Doméstico, 13,0% nos Serviços e 6,7% nos outros sectores

(onde se inclui a Agricultura, Pescas, Construção e Obras Públicas). Constata-se assim uma forte incidência dos sectores de Indústria e Transportes no consumo de energia final.

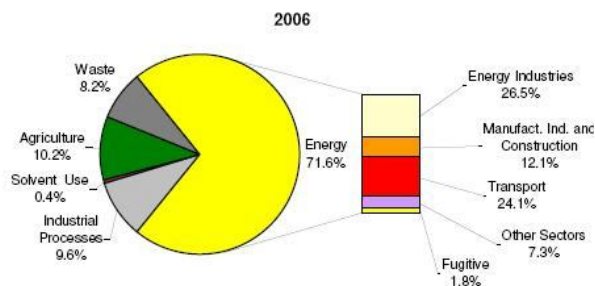


Figura 1.4 – Evolução percentual, por sectores consumidores, da energia primária em Portugal (DGE 2006)

Portugal foi o país da União Europeia com taxas de crescimento da procura de energia final mais significativas neste período. Na década de noventa, a procura de energia final em Portugal cresceu a uma taxa sustentada de cerca de 4,5% ao ano, de que resultou um crescimento da procura de energia final de 50% entre 1990 e 2006 (DGE, 2006).

- Em Portugal, o sector da construção, é actualmente responsável pelo consumo de cerca de 20% da energia total do país, gerador de resíduos e de emissões de CO₂ e consumidor de grande parte dos recursos naturais.



Figura 1.5 – Emissões de GEE – Gases de Efeito de Estufa, na produção de energia.

Para o conjunto dos 15 Estados-membros da União Europeia, a taxa média de crescimento da procura de energia final foi, entre 1990 e 1998, da ordem de 1% ao ano” (DGE 2002)

No relatório da Comissão Europeia, contendo as previsões de emissões de gases poluentes da UE para o período 2008-2012, divulgado na Conferência das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (Montreal, Canadá, 2005), no âmbito europeu, Portugal irá aumentar as emissões de gases com efeitos de estufa em 42,2% no ano 2012, o que o torna no estado-membro da União Europeia mais poluente neste domínio. Estas previsões incluem a adopção de políticas e medidas em curso e adicionais, assim como o recurso aos mecanismos de flexibilidade incluídos no Protocolo de Quioto.

Naquele documento mostra que a seguir a Portugal se colocam a Grécia, com um acréscimo de emissões em 24,9% e a Espanha, com mais 21% face aos níveis que apresentavam em 1990. Do lado dos estados-membros que mais reduzirão as emissões até 2012 surgem a Estónia (menos 60%), Letónia (menos 48,6%), República Checa (menos 26,5%), Eslováquia e Alemanha (com menos 21,3% e menos 21%, respectivamente).

Actualmente em Portugal as emissões de CO₂ per capita, resultantes de processos de combustão em Portugal foram de 5,73 t CO₂, em 2004. Portugal ocupou assim o 22º lugar a nível europeu, à frente da Hungria e Lituânia.

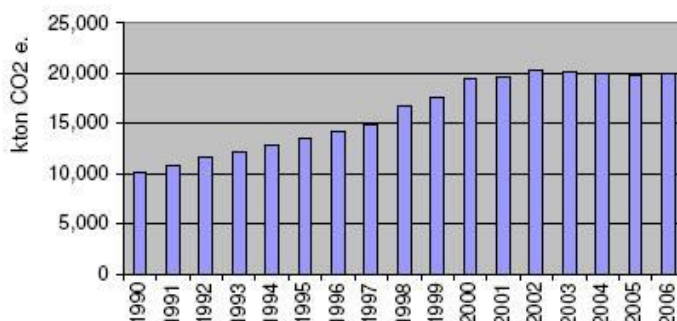


Figura 1.6 – Emissões de GEE - Emissões de gases com efeito de estufa (DGE, 2005)

Atendendo a que, Portugal já tinha tido permissão para ultrapassar as suas emissões de gases com efeito de estufa em 27%, em relação a 1990, e está presentemente cerca de 13% acima desse valor e com tendência para o aumentar.

É assim notória a necessidade de uma actuação urgente nesta área, de forma a sensibilizar e informar os principais intervenientes neste processo, não se destinando apenas ao consumidor comum, mas também a profissionais do sector da construção incluindo, entidades públicas e privadas com ligações ao sector da construção, para que sejam todos, motor desta necessária mudança de atitudes, actuando na divulgação, sensibilização e informação deste *novo paradigma da construção*: a construção sustentável e energeticamente eficiente.

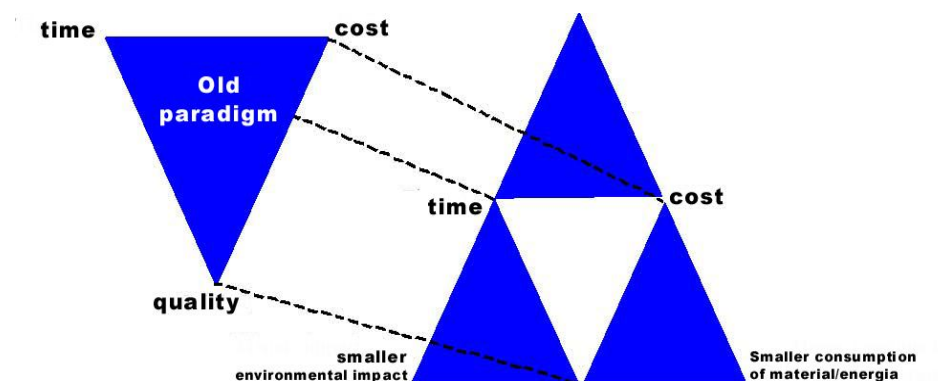


Figura 1.7 – Novo paradigma da construção sustentável. (Augenbroe, 1998)

1.2 – Objectivos

São objectivos deste estudo pesquisar a origem, a evolução e a aplicabilidade do conceito de sustentabilidade ao Ambiente Construído e, em particular, no sector da construção civil e a sua contribuição para a procura do equilíbrio necessário entre as actividades humanas, o desenvolvimento socioeconómico e a preservação do meio ambiente.

Este estudo, deseja ainda, contribuir para difundir o conceito de sustentabilidade: entre os projectistas de engenharia e arquitectura, aos técnicos e profissionais das industriais da construção civil, na área académica e sector governamental, e que, na reciprocidade, todos eles contribuam nas ideias, estudos, projectos e trabalhos que ajudem a salvaguarda do património ambiental e construído comum das actuais e futuras gerações.

Deseja, esta tese, contribuir igualmente para a introdução, urgente, dos conceitos de *desenvolvimento sustentável* e de *sustentabilidade do Ambiente Construído* nos conteúdos programáticos dos cursos académicos de engenharia e arquitectura e, sensibilizar os técnicos de engenharia e arquitectura que as actividades produtivas, no sector da construção civil e um bom meio ambiente, são compatíveis se medidas urgentes forem rapidamente adoptadas.

Contribuir com novos critérios e procedimentos para sector da construção bem como também ser capaz de minimizar os consumos dos recursos naturais e diminuir a deterioração do ambiente.

Difundir a noção de *sustentabilidade do Ambiente Construído*, de uma forma acessível e assimilável, de tal modo que permita ao publico em geral e em especial aos utilizadores dos produtos da construção civil, perceberem os impactos que ainda hoje a industria da construção civil causa.

1.3 – Metodologia

Dentro dos pressupostos metodológicos, o interesse no tema é, por um lado: o desenvolvimento sustentável no ambiente construído - como uma linha de pesquisa - , e por outro lado, a conceitualização e operacionalidade para a sustentabilidade das actividades e dos recursos naturais e humanos que integram o sector da construção civil. O principal elemento para a implementação da metodologia será constituído pela *informação e dados*, que normalmente ficam sujeitos ao que o Capítulo 40 da Agenda 21 preconiza.

O tema, a ser desenvolvido em tese, será baseado em conceitos, postulados e definições extraídos da experimentação e dos dados empíricos da prática da construção tradicional, através dos quais a abordagem à *construção sustentável* será do tipo *indutivo*. Mesmo quando, o assunto ou parte dele, seja tratado como – engenharia - , disciplina que habitualmente equaciona a solução dos problemas de uma forma dedutiva.

O método de pesquisa, do tema em questão, tem por isso um carácter híbrido, porque nele se combinam as fases metodológicas com as fases lógicas do processo de pesquisa clássico, método científico (Sierra, 1995), isto é, os elementos conceptuais da sustentabilidade e da prática pragmática irão ser propostas em simultâneo.

Uma vez descritas estas considerações, o modelo a ser desenvolvido consiste numa *estrutura interactiva* que, a partir do actual momento onde a *sustentabilidade do Ambiente Construído* passou a ser um assunto emergente, sendo constantemente alimentado e renovado e que vai continuar a necessitar de grande investigação e experimentação passando eventualmente por previsíveis redefinições graduais.

Na figura seguinte indica-se o esquema conceptual para a proposta metodológica.

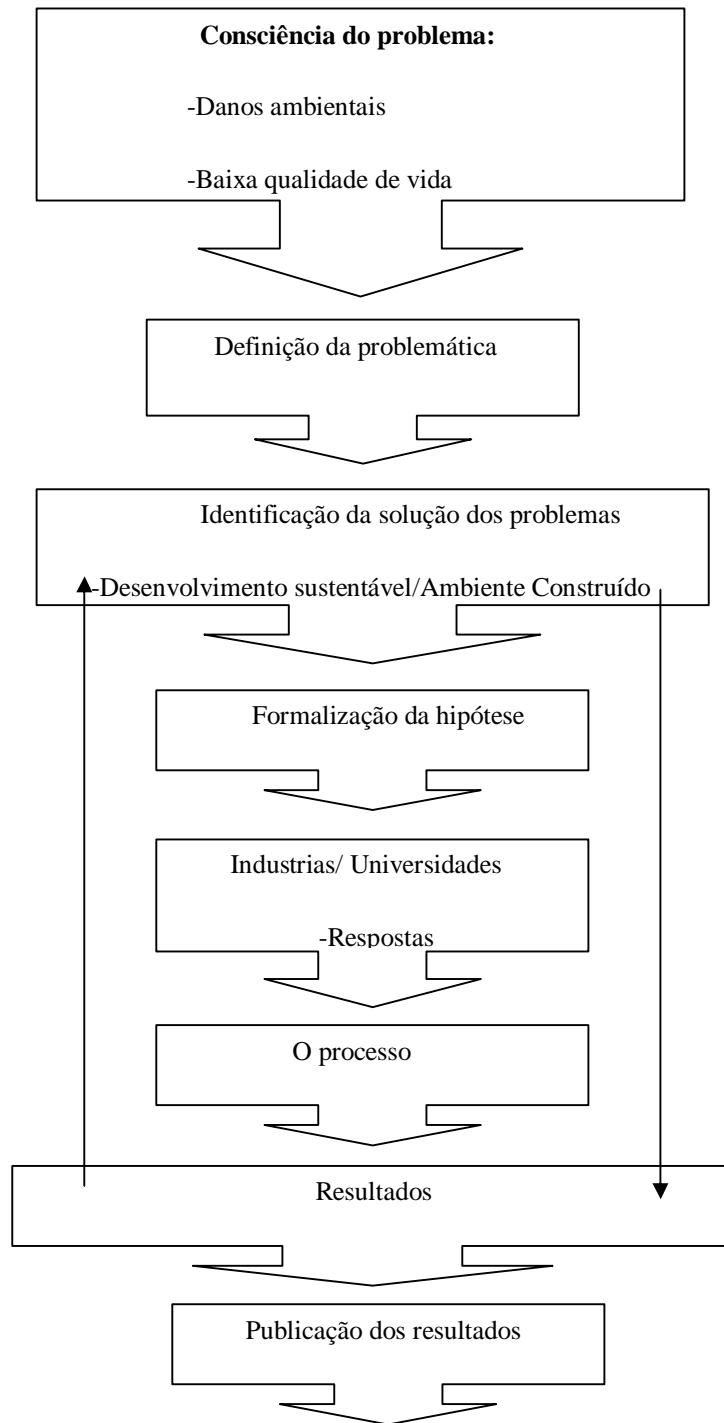


Figura 1.8 – Esquema da proposta metodológica

Sabendo que o conhecimento acerca dum tema e da sua problemática constitui a base de partida para se encontrar a solução – baseada no estudo e na pesquisa, (Garcia, 1995; Sierra, 1995). Considerando a progressiva degradação da qualidade do ambiente causada largamente pelas actividades produtivas, e dentro delas com relevo especial aquelas que se inserem no sector da construção. E considerando que desde que a sustentabilidade apareceu como novidade é colocada na agenda dos diversos actores, instituições, políticos e comunicação social, a sustentabilidade ou o desenvolvimento sustentável passaram a constituir um *benchmark* derivando actualmente para um conceito universal.

O estabelecer uma área comum de multidisciplinaridade e pesquisar as ligações entre os princípios da sustentabilidade e as actividades da construção, tendo em consideração a inter-relação da matéria e energia das principais matérias-primas das actividades da construção, é actualmente um dos maiores desafios para o estudo da sustentabilidade no sector da construção civil.

Na perspectiva de aplicar os princípios da sustentabilidade ao sector da construção civil foi necessário reunir e adaptar métodos e ferramentas cuja viabilidade e fiabilidade já foi comprovada noutras áreas. Não existindo uma definição universal para - *construção sustentável* - (CIB W82, 1998), foi possível, a partir da “I Conferência Internacional para a Sustentabilidade da Construção” com (Kibert, 1994), adoptar uma definição consensual proposta pelos representantes dos diversos países ali presentes.

O último passo da metodologia é retirar as inerentes conclusões e recomendações e uma reflexão final que é a súmula de todo o documento. Esta fase implica a extensão, das conclusões e recomendações resultantes desta tese, a todos os actores e em especial à área da produção dos materiais e sistemas construtivos, aos projectistas bem como aqueles que definem as políticas, as leis e a regulamentação no sector da construção civil.

CAPÍTULO 2 – O ESTADO DO CONHECIMENTO

2.1 – História e evolução da sustentabilidade

A História da humanidade somente ocupa um curto intervalo da história evolutiva do nosso planeta. Desde que os grupos humanos se organizaram socialmente, estabelecendo modalidades mais complexas de habitar o meio natural e atingindo estádios sócio-culturais sem precedentes, passaram apenas alguns milhares de anos. Somente nas últimas seis gerações se massificou a leitura de escritos impressos. Nas últimas quatro conseguiu-se medir o tempo com precisão, nas duas últimas difundiu-se o uso do motor eléctrico, e finalmente, a grande maioria dos objectos e artefactos utilizados actualmente foram inventados nesta última geração.

Tal situação torna-se mais evidente e clara com a simplificação segundo Alvin Toffler (no seu livro, “*O choque do futuro*”, 1978), que sugere a criação de uma escala de tempo, indexando dez centímetros da escala à história evolutiva da terra, sendo que o homem apenas aparece registado no último centímetro.

Por outro lado, diz o autor, se assumirmos que nos últimos 50.000 anos, existiram cerca de 800 gerações, de 65 anos, constata-se que as últimas 6 gerações são as que trouxeram as mudanças mais significativas em termos das transformações socioeconómicas e culturais implícitas, directa e indirectamente. Assim na escala de tempo, estas últimas seis gerações, representam tão-somente apenas 0,075 do último centímetro daquela escala, ou seja, menor que um milímetro.

Na evolução dos últimos séculos, nos grupos sociais, reconhecem-se pelo menos três formas de relacionamento com o meio natural circundante. A primeira foi o descobrimento da agricultura, a segunda a industrialização e a terceira, a actual, a revolução tecnológica e informática, (segundo numerosos autores que se referiram a esta sequência histórica, tais como; Tamames, Jimenez Herrero, Casas Torres, Margalef, Toffler entre outros).

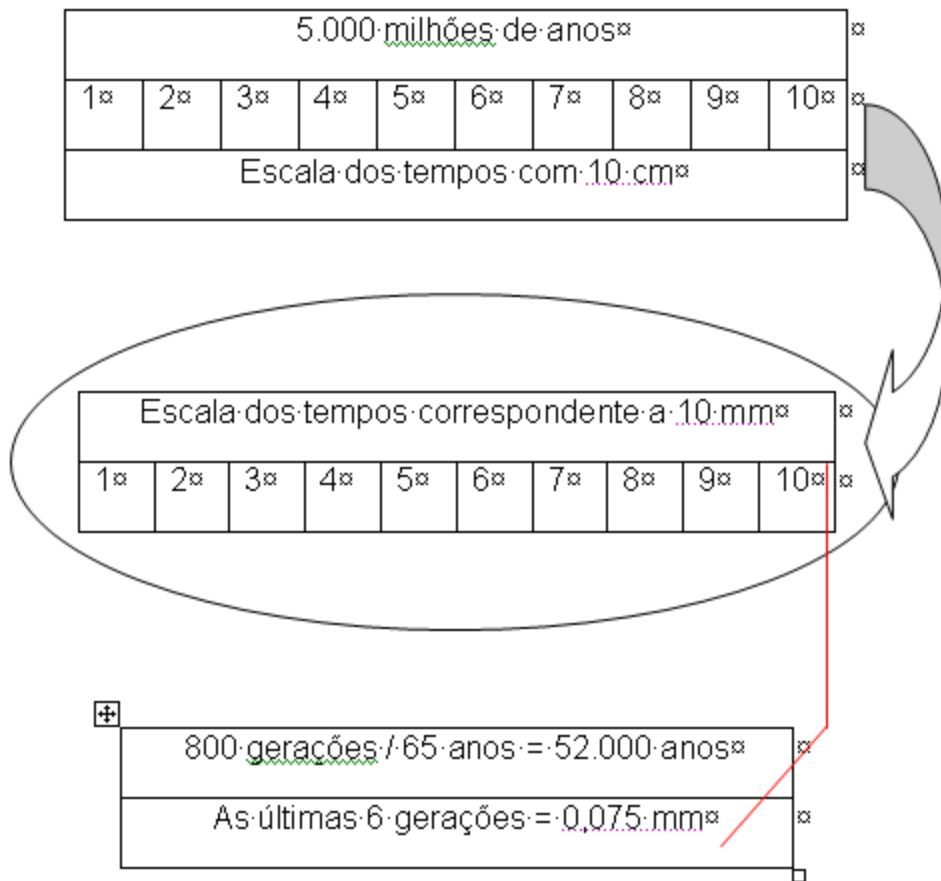


Figura 2.1 – Esquema gráfico da história evolutiva da Humanidade

Neste último período ocorreram mudanças de toda a ordem e uma das mais significativas foi a mudança do modo distributivo da população, a partir de um habitat disperso de baixa densidade por área de território, para um habitat concentrado progressivamente mais denso diversificado e multinacional. É o processo de urbanização, à escala mundial, que aconteceu com a revolução industrial e que se consolida na segunda metade do século XX.

A base da problemática actual, hoje amplamente reconhecido, foi uma das consequências da sociedade industrial ter utilizado métodos de apropriação dos

recursos naturais, utilizados como matéria-prima no ciclo produtivo, sem reconhecer os limites de exploração e, conseqüente aparecimento de resíduos, subprodutos e lixos, os quais começam a contar, negativamente, nas externalidades a partir da década de sessenta.

Neste sentido, se se remontar à nossa história recente, podemos reconhecer as primeiras reflexões, durante o século XX, com a convergência da teoria de R. Malthu, a teoria de Darwin e a proposta de *ecologia* de Hernst Haeckel.

O termo ecologia foi proposto em 1866 pelo biólogo Haeckel, e é composto por duas palavras gregas: Oikos, que quer dizer "morada", e Logos, que significa "conhecimento". Conhecer ecologia significa estudar a morada, a casa, o ambiente onde vivem os seres vivos. É o estudo do inter-retrorelacionamento de todos os sistemas vivos e não-vivos entre si e com seu meio ambiente. De um discurso regional como sub-capítulo da biologia, passou a ser actualmente um discurso universal.

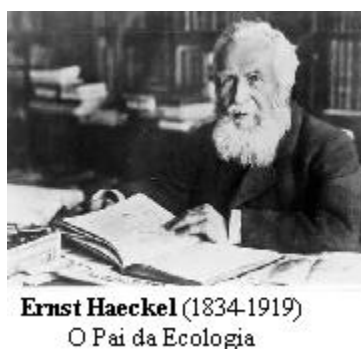


Figura 2.2 – Fotografia de Ernst Haeckel

Munford, L. (1994) refere-se ao delapidar dos recursos naturais, fáceis de conseguir e de ganhos rápidos, e à incapacidade, por parte dos novos exploradores destes recursos, de avaliar as conseqüências futuras destes actos que afectam muitas vezes, irremediavelmente, o meio ambiente.

Perante este diagnóstico, começaram a aparecer novas formulações no campo do desenvolvimento económico. Munford, L. (1994) refere-se ao delapidar dos recursos naturais para designar um novo estilo de desenvolvimento ambientalmente adequado, baseado na ligação a uma estratégia de integração da dimensão ecológica e socio-económica dos processos de desenvolvimento (Naredo, J.M.1999).

Nos finais dos anos oitenta e princípio dos noventa, começa-se a difundir um novo conceito de desenvolvimento segundo uma perspectiva ambiental, não apenas por uma clarificação dos limites permitidos (resiliência) e da sobrevivência colectiva, mas também numa perspectiva de longo prazo, o direito das futuras gerações e da justiça social. Aparece assim o conceito de *desenvolvimento sustentável*.

A aplicação do conceito de desenvolvimento sustentável implica uma transformação estrutural do modelo existente devido aos princípios implícitos neste novo modelo proposto e segundo o qual, o Clube de Roma em 1997, propõe “*produzir mais, melhor e com menos*” pensamento que hoje se designa por - Factor 4: produzir o dobro dos benefícios com metade dos recursos - isto referente à utilização de recursos e energias; significa melhorar a eficiência dos processos produtivos através da reciclagem da reutilização e promover melhoria da base tecnológica actual impulsionando actividades económicas ambientalmente sustentáveis. Iniciando assim a “*revolução da eficiência*” procurando as múltiplas formas de combinar eficiência sem desperdício.

Para o World Resources (1992-1993), o processo de desenvolvimento sustentável requer a evolução simultânea de quatro dimensões consideradas críticas e interrelacionadas, sendo inovador no aparecimento do aspecto tecnológico:

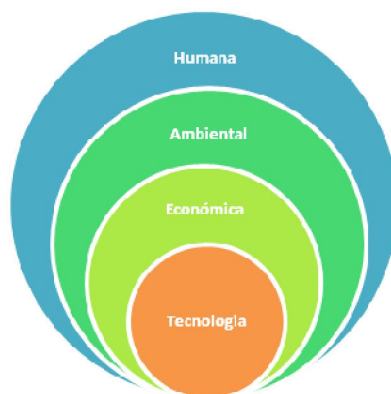


Figura 2.3 – As quatro dimensões do desenvolvimento sustentável, segundo WR

O desenvolvimento sustentável é portanto uma proposta, pós modernista, saída da reflexão referente às consequências actuais e futuras da sociedade industrializada que cada vez mais se muda para os serviços e para o terciário.

Fred Hoyle, já no ano de 1976 (em Panspermia), reflectia perante duas direcções claramente esboçadas relativamente às características do contacto entre a sociedade e o meio ambiente. Ou estabelecemos um contacto estreito entre ambas as dimensões desta realidade, significando “nós frente ao mundo” ou, contrariamente, impomos a nossa vontade sobre o mundo exterior tornando-o menos natural, isto é “o mundo contra nós”.

Apesar do diagnóstico elaborado com ; “*Os limites do Crescimento*”, e a Conferência de Estocolmo sobre o Meio Ambiente Humano, (1972) referente ao tema da sustentabilidade do sistema actual, teve que decorrer quase uma década até ao aparecimento da “Estratégia Mundial para a Conservação” elaborada pela Comissão Mundial do meio Ambiente e Desenvolvimento em 1980.

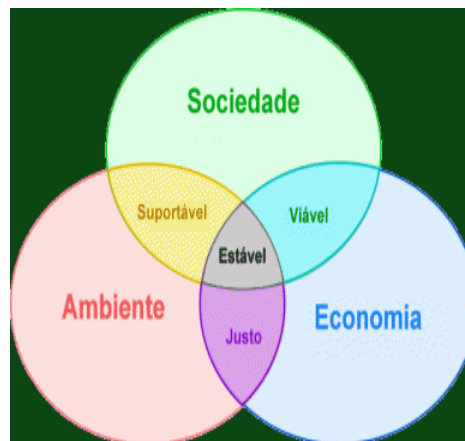


Figura 2.4 – Representação do conceito de sustentabilidade, (adaptação de Donaire, 1999).

As preocupações ambientais da sociedade actual começaram a ganhar maior relevo após a realização em 1972 da Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente em Estocolmo com a participação de 113 países, e constituiu a iniciativa mais importante tomada até então em termos de conservação do ambiente.

A Conferência evidenciou opiniões divergentes entre os países do norte (desenvolvidos) e os países do sul (em desenvolvimento): Os países do norte mostraram-se preocupados com a deterioração do ambiente e o rápido esgotamento dos recursos do planeta, tendo reconhecido que o maior perigo provém da divisão do mundo em ricos e pobres. Os países do sul consideraram que o principal problema era o desenvolvimento da sua economia e que os

problemas ambientais eram apenas preocupações e responsabilidade dos países ricos; além disso, para estes países, a Convenção apenas serviu para resolver os problemas (ambientais) dos países do Norte.

A declaração da Conferência de Estocolmo pede que governos e cidadãos exerçam esforços conjuntos para a preservação e melhoria do ambiente humano, para benefício de todos.

Durante esta conferência o dia 5 de Junho, de cada ano, foi proclamado o Dia Mundial do Ambiente, tendo sido também criado o PNUA - Programa das Nações Unidas para o Ambiente (UNEP - *United Nations Environment Programme*), que visava providenciar à comunidade internacional conhecimentos ambientais, através do desenvolvimento e disseminação de ferramentas apropriadas e instrumentos políticos.

Contudo somente em 1987 adquiriram uma perspectiva mais incisiva, a partir da publicação do Relatório "Our common future", mais mediatizado como *relatório Bruntland*, e onde pela primeira vez aparece consignada a expressão do desenvolvimento sustentável, como aquele que "permite satisfazer as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras satisfazerem as suas".

Passados 20 anos sobre a Conferência de Estocolmo realiza-se em 1992, no Rio de Janeiro, a "Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento". A evolução na abordagem das questões ambientais é patente em toda a Conferência, a começar pelo título da mesma. Nesta perspectiva o ambiente passa a ser uma importante componente, sendo-lhe atribuído um valor intrínseco, constituindo uma parte integrante do desenvolvimento sustentável. Estiveram presentes 176 países e 102 Chefes de Estado e de Governo, foram aprovados por unanimidade:

- A Declaração do Rio sobre o Ambiente e Desenvolvimento,
- A Declaração de Princípios sobre as Florestas e

- A Agenda 21,
- A Convenção sobre as Alterações Climáticas e
- A Convenção sobre a Diversidade Biológica.

É por esta altura que as preocupações ambientais deixam de se centrar no controlo da poluição e passam a focar-se antes na sua prevenção. Para tal, as estratégias adoptadas centram-se na redução da poluição na fonte, através da utilização de soluções técnicas alternativas ou mesmo por alterações do processo produtivo – o princípio da precaução passa a merecer maior destaque.

A partir da altura da realização da Conferência do Rio de Janeiro, adoptaram-se, progressivamente, medidas que visam reduzir a poluição gerada, através de uma perspectiva integradora, considerando a totalidade do processo produtivo. Nesta fase, o princípio da prevenção, que preconiza a adopção de medidas preventivas para a protecção do ambiente, assim como o princípio do poluidor - pagador, regem a legislação ambiental.

Em Julho de 1997, na Catalunha, teve lugar a conferência das capitais e das cidades, envolvendo 128 municipalidades membros abrangendo 70% das regiões mais populosas (Sustainable, 1998).

Em Barcelona um grupo preocupado, com o estado do ambiente e preocupado com a saúde social e económica das cidades, agrupou-se no Fórum Cívico de Barcelona para a Sustentabilidade (FCBS, 1998) lançando um conjunto de indicadores da Sustentabilidade.

A Conferência Europeia para a sustentabilidade das cidades teve lugar em Alborg, Dinamarca, em Maio de 1994. Foi o início do lançamento junto das autoridades locais dos pressupostos para o aparecimento da Agenda 21 Local, a campanha de

denominada “Campanha Europeia das Cidades e Vilas Sustentáveis (CECVS)” teve por base o documento aprovado na conferência e hoje é conhecido por “Carta de Alborg”.

Esta importante Campanha propunha incentivar a reflexão sobre a sustentabilidade do ambiente urbano, o intercâmbio de experiências, a difusão das melhores práticas ao nível local e o desenvolvimento de recomendações que visem influenciar as políticas ao nível da União Europeia e ao nível local.

A Carta de Alborg representa um compromisso político para com os objectivos do desenvolvimento sustentável, podendo entre outros destacar os seguintes:

- Participação da comunidade local e obtenção de consensos
- Economia urbana (conservação do capital natural)
- Equidade social
- Correcto ordenamento do território
- Mobilidade urbana
- Clima mundial
- Conservação da natureza

2.2 – Definições de desenvolvimento sustentável

Ao determinar o significado e a importância do termo *desenvolvimento sustentável*, sobretudo em pesquisas bibliográficas e comparando os diferentes significados existentes, identificou-se que o conceito é: complexo, amplo e não possui uma definição precisa (Lívia Gasparelli Cavalcante, 2003).

O paradigma actual de desenvolvimento, baseado nos modelos dos países desenvolvidos, dos países industrializados do Norte (Campanhola, 1995), é um modelo meramente capitalista, que visa o lucro máximo. Portanto, o crescimento económico em si gera bem-estar à sociedade e o meio ambiente é entendido como um bem privado, no que se refere à produção, abandono e despejo dos seus resíduos.

Dentro desse processo, ao longo dos últimos 50 anos, pode afirmar-se que os recursos naturais são encarados principalmente como consumo para o processo produtivo, especialmente no processo produtivo industrial. Fica evidente que este modelo, da maneira como foi idealizado e implementado, não se mostra sustentável ao longo do tempo. Existe cada vez mais a consciência que os recursos naturais são esgotáveis, e, portanto finitos, não devendo por isso serem mal utilizados ou desbaratados.

O tema da sustentabilidade implica um repensar da forma como interagem os grupos humanos com o meio natural tendo em conta que nenhum sistema de recursos está alheio às mudanças que, de uma forma natural, vão sucedendo na sua evolução. A existência de mudanças é inevitável. Estas devem ocorrer num processo de renovação permanente com a inovação e criação de sistemas sociais que estejam aptos para reconhecer os sinais ou os sintomas de insustentabilidade e ter a capacidade de reagir a estes sinais de modo a que possam efectuar-se as adaptações requeridas pelo sistema (recursos naturais) para corrigir tais disfunções, sempre com o objectivo de alcançar um desenvolvimento mais sustentável.

As várias dimensões e sistematização da sustentabilidade, elaboradas por grupos específicos e em determinados locais, têm produzido algumas e diferentes definições do conceito de sustentabilidade. Entre muitas de que temos conhecimento referenciamos as seguintes:

Para o Conselho Internacional de iniciativas Ambientais e Locais, (ICLEI, 1994):
“O desenvolvimento sustentável é aquele que fornece serviços ambientais, sociais e económicos a todos os membros de uma comunidade sem por em perigo a viabilidade dos sistemas naturais, construídos e sociais dos quais depende a oferta destes serviços”

A falta de sustentabilidade dos padrões preexistentes e válidos até à pouco tempo é um facto suficientemente demonstrado, de igual modo que a existência de um processo de criação e consolidação de um sistema global, tecido por complexas malhas de relações interdependentes entre os sistemas humanos e sistemas naturais o qual implica uma necessária adequação a novas formas de ver, pensar ser, estar e actuar; *“a pós-modernidade pôs em questão as bases do conhecimento*

científico que formou o pensamento moderno e nega a objectividade da ciência, o determinismo a cultura unitária, a racionalidade da relação entre objecto e sujeito (o homem racional frente a um mundo de coisa), apesar de admitir a fragmentação, a descontinuidade e o caótico. O pensamento actual, que procura reflectir sobre as interações profundas entre os sistemas humanos e os sistemas ambientais, requer o manejo de ambiguidades, incertezas, multiculturais, visões múltiplas e realidades heterogéneas” (Jiménez Herrero, 2000).

Neste sentido, o desenvolvimento da tecnologia deve tendencialmente ser orientado para metas de equilíbrio com a natureza e de incremento da capacidade de inovação dos países em desenvolvimento. Neste entendimento, o conceito de desenvolvimento sustentável apresenta pontos básicos que devem considerar, de maneira harmónica, o crescimento económico, uma maior percepção com impactos sociais decorrentes e o equilíbrio com o meio ambiente na utilização dos recursos naturais (Meyer, 2000).

Sachs apud Campos (2001) por seu lado, apresenta cinco dimensões do que se pode chamar *desenvolvimento sustentável*:



Figura 2.5 – As cinco dimensões da sustentabilidade (Sachs apud Campos, 2001).

- A sustentabilidade social – que se entende como a criação de um processo de desenvolvimento sustentado por uma civilização com maior equidade na distribuição de renda e de bens, de modo a reduzir a diferença entre os padrões de vida dos grupos sociais ou países.

- A sustentabilidade económica – que deve ser alcançada através da gestão e utilização mais eficientes dos recursos e de um fluxo constante de investimentos públicos e privados.
- A sustentabilidade ecológica – que pode ser alcançada através do aumento da capacidade de utilização dos recursos, limitação do consumo dos combustíveis fósseis e de outros recursos e produtos facilmente esgotáveis e muitos não renováveis, redução da geração de resíduos e da poluição, através da poupança da energia, bem como da reutilização e da reciclagem dos recursos utilizados.
- A sustentabilidade espacial – que deve ser dirigida para a obtenção de uma configuração e distribuição tipo rural e urbana mais equilibrada e uma melhor e mais planeada distribuição geográfica dos grupos sociais, do património a edificar e da localização das novas actividades económicas.
- A sustentabilidade cultural – incluindo a procura por raízes endógenas de processos de modernização e de sistemas agrícolas integrados, que facilitem a geração de soluções específicas para o local, o ecossistema, a cultura e área.

As metas do desenvolvimento sustentável, para este autor, representam:

- A satisfação das necessidades básicas da população (educação, alimentação, saúde, lazer, etc.).
- A solidariedade para com as gerações futuras (preservar o ambiente de modo que elas tenham o direito de viver).
- A participação da população envolvida (todos devem ter consciência da necessidade de conservar o ambiente tendo uma atitude mais proactiva).
- A preservação dos recursos naturais.
- A elaboração de um sistema social, baseado nos direitos humanos, que pugne por uma cada vez maior qualidade de vida.

- A efectivação dos programas educativos.

2.3 – Caracterização e descrição da Agenda 21

A Agenda 21 Local é um documento estratégico adoptado por vários países, incluindo Portugal na “Cimeira da Terra” no Rio – Brasil 1992 que estabelece um conjunto de medidas dirigidas às prioridades locais para o desenvolvimento sustentável das regiões

Sucintamente, pode dizer-se que a Agenda 21 Local consiste num processo através do qual as autoridades trabalham em parceria com os vários sectores da comunidade na elaboração de um Plano de Acção, por forma, a promover a sustentabilidade ao nível local e a melhorar a qualidade de vida dos cidadãos. Trata-se de uma estratégia integrada, consistente, que procura o bem-estar social melhorando a qualidade do ambiente. Os seus 40 capítulos são integrados em quatro secções.

A secção I - Dimensões Sociais e Económicas. Abrange sete capítulos (2 a 8) e pondera os problemas ambientais a partir do ponto de vista social, isto é, como estão relacionados com o modelo de produção e consumo, com o crescimento populacional, com as formas de uso e ocupação do solo e as consequências na saúde humana do modelo predatório de desenvolvimento até agora adoptado.

Na Secção II – Conservação e Gestão dos Recursos para o Desenvolvimento. Nos catorze capítulos (9 a 22) que focam os recursos naturais, desde o ar, as florestas, a água, o solo, até a biodiversidade, apontando a necessidade de definição de critérios para sua utilização de forma a assegurar sua preservação para as gerações futuras.

Na Secção III – Fortalecendo o Papel dos Principais Grupos Sociais: em 10 capítulos (23 ao 32), e aborda o conceito de grupos mais desprotegidos: mulheres, crianças, jovens, idosos, indígenas, etc., e suas estratégias de sobrevivência, ressaltando o papel dos governos locais, universidade e institutos de pesquisas como parceiros necessários e indispensáveis ao processo.

Na Secção IV – Meios para Implementação: são tratados nos oito últimos capítulos (33 a 40), onde se referem os recursos materiais, humanos e os mecanismos de financiamento existentes e a serem criados, dando ênfase para a cooperação necessária entre nações, instituições e entre os diferentes segmentos sociais.

Apresenta-se a seguir e em resumo a estrutura e descritivo dos capítulos da

2.3.1 – Capítulos da Agenda 21

Secção I – Dimensões sociais e económicas

Capítulo 1 - Preâmbulo

Capítulo 2 - Cooperação internacional para acelerar o desenvolvimento sustentável dos países em desenvolvimento e políticas internas correlatas

Capítulo 3 - Combate à pobreza

Capítulo 4 - Mudança dos padrões de consumo

Capítulo 5 - Dinâmica demográfica e sustentabilidade

Capítulo 6 - Protecção e promoção das condições da saúde humana

Capítulo 7 - Promoção do desenvolvimento sustentável dos assentamentos humanos

Capítulo 8 - Integração entre meio ambiente e desenvolvimento na tomada de decisões

Secção II - Conservação e gestão dos recursos para o desenvolvimento

Capítulo 9 - Protecção da atmosfera

Capítulo 10 - Abordagem integrada do planeamento e da gestão dos recursos terrestres

Capítulo 11 - Combate à desflorestação

Capítulo 12 - Manejo de ecossistemas frágeis: a luta contra a desertificação e a seca

Capítulo 13 - Gestão de ecossistemas frágeis: desenvolvimento sustentável das montanhas

Capítulo 14 - Promoção do desenvolvimento rural e agrícola sustentável

Capítulo 15 - Conservação da diversidade biológica

Capítulo 16 - Manejo ambientalmente saudável da biotecnologia

Capítulo 17 - Protecção dos oceanos, de todos os tipos de mares e das zonas costeiras, e protecção, uso racional e desenvolvimento de seus recursos vivos

Capítulo 18 - Protecção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos; aplicação de critérios integrados nos desenvolvimentos, manejo e uso dos recursos hídricos

Capítulo 19 - Manejo ecologicamente saudável das substâncias químicas tóxicas, incluída a prevenção do tráfico internacional ilegal dos produtos tóxicos e perigosos

Capítulo 20 - Manejo ambientalmente saudável dos resíduos perigosos. Incluindo a prevenção do tráfico internacional ilícito de resíduos perigosos

Capítulo 21 - Manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com os esgotos

Capítulo 22 - Manejo seguro e ambientalmente saudável dos resíduos radioactivos

Secção III – Fortalecimento do papel dos grupos principais

Capítulo 23 - Preâmbulo

Capítulo 24 - Acção mundial pela mulher, com vistas a um desenvolvimento sustentável e equitativo

Capítulo 25 - A infância e a juventude no desenvolvimento sustentável

Capítulo 26 - Reconhecimento e fortalecimento do papel das populações indígenas e suas comunidades

Capítulo 27 - Fortalecimento do papel das organizações não-governamentais: parceiros para um desenvolvimento sustentável

Capítulo 28 - Iniciativas das autoridades locais em apoio à agenda 21

Capítulo 29 - Fortalecimento do papel dos trabalhadores e seus sindicatos

Capítulo 30 - Fortalecimento do papel do comércio e da indústria

Capítulo 31 - A comunidade científica e tecnológica

Capítulo 32 - Fortalecimento do papel dos agricultores

Secção IV – Meios de implementação

Capítulo 33 - Recursos e mecanismos de financiamento

Capítulo 34 - Transferência de tecnologia ambientalmente saudável, cooperação e fortalecimento institucional

Capítulo 35 - A ciência para o desenvolvimento sustentável

Capítulo 36 - Promoção do ensino, da consciencialização e do treino e da prática

Capítulo 37 - Mecanismos nacionais e de cooperação internacional para o fortalecimento institucional nos países em desenvolvimento

Capítulo 38 - Arranjos institucionais internacionais

Capítulo 39 - Instrumentos e mecanismos jurídicos internacionais

Capítulo 40 - Informação para a tomada de decisões

De todos estes importantes capítulos, salienta-se o Capítulo 7 que está mais relacionado com o âmbito desta tese. O Capítulo 7 é dedicado à promoção da sustentabilidade humana e do seu bem-estar.

O acesso à habitação segura e saudável é essencial para bem-estar físico, psicológico, social e económico das pessoas, devendo ser parte fundamental das actividades nacionais e internacionais.

O direito à habitação enquanto direito humano fundamental está consagrado na Declaração Universal dos Direitos Humanos e no Pacto Internacional dos Direitos Económicos, Sociais e Culturais. Apesar disso estima-se que, actualmente, pelo menos um milhão de pessoas não disponham de habitações seguras e saudáveis.

Relacionar estes aspectos com o sector da indústria da construção civil, é essencial para alcançar os objectivos do desenvolvimento social e económico, proporcionando habitação, infra-estruturas e emprego. Contudo a Agenda 21 alerta igualmente para os impactos ambientais, derivados da indústria da construção

Para obstar a esta situação será importante utilizar normas e tecnologias que minimizem o risco de tais danos e que adaptem e ajustem as indústrias da construção no sentido de utilizarem cada vez mais os materiais locais e técnicas vernaculares.

A Agenda 21 Local constitui, sem dúvida, um processo inovador porque:

- Existe um mandato acordado pelas Nações Unidas e são já muitos os exemplos de autarquias em todo o Mundo que o estão a implementar;
- Reconhece o papel chave das autoridades locais na promoção da sustentabilidade ao nível local;
- Envolve uma responsabilidade global, não só através da redução dos impactos ambientais directos e indirectos, mas também da partilha de experiências com este fim;

- Apela à participação de todos os sectores da comunidade local;
- É mais do que um “plano verde”: integra a componente ambiental, social, económica e cultural, com o objectivo último de melhorar a qualidade de vida dos habitantes.

O novo paradigma de planeamento estratégico introduzido pela Agenda 21 Local desenvolve-se segundo os seguintes eixos principais:

- Participação comunitária na definição de objectivos, promovendo uma sensibilização cada vez maior relativamente aos problemas e soluções que afectam cada um;
- Envolvimento de vários actores (associações, escolas, comerciantes, sindicatos, etc.), mesmo que com interesses contraditórios;
- Coordenação entre planos e políticas nacionais ou regionais e objectivos locais;
- Interação entre o planeamento urbanístico e económico para assegurar a existência de uma ligação clara entre as medidas tomadas e as necessidades de comerciantes, empregadores e mão-de-obra, por forma, a contribuir para a auto-suficiência local;
- Desenvolvimento sustentado;
- Praticabilidade financeira, garantindo que os planos são preparados com conhecimento de todos os custos implicados e que, sem surpresas, poderão de facto ser implementados;
- Subsidiariedade, visto que a tomada de decisões ao nível mais baixo possível maximiza a participação e a eficácia dos processos de planeamento.

Os vários benefícios potenciais que advêm de um processo de Agenda 21 Local incluem:

- Uma gestão mais eficiente do território e dos recursos;
- Políticas de desenvolvimento mais efectivas;
- Maior capacidade de satisfazer as necessidades da comunidade;
- Maior coesão comunitária;

- Ligações regionais mais fortes;
- Uso eficiente dos recursos, nomeadamente os financeiros;
- Garantia de que as questões mais relevantes são tratadas em primeiro lugar.

Embora possa parecer algo excessivamente ambicioso, a experiência de mais de dois mil municípios (EU) com a Agenda 21 Local é fortemente positiva e prova que o processo é concretizável, com forte apoio e empenho político, já que o Plano de Acção da Agenda 21 Local define prioridades de intervenção (ou seja, não procura resolver todos os problemas de uma vez) e integra mecanismos que maximizam a possibilidade de sucesso.

2.3.2 – Os municípios portugueses com Agenda 21 Local

Os Municípios que iniciaram o processo para estabelecerem a sua própria Agenda 21 Local totalizam, até ao momento, 79 os casos identificados para o nosso país.

Os dados actuais permitem identifica, resultado do início de novos processos, 17 novos municípios com Agenda 21 Local desde o início de 2007. São eles os do Fundão (Gardunha 21), Ferreira do Alentejo, Ponte da Barca, Alenquer, Sever do Vouga e dez municípios do Norte Alentejano que se juntaram ao concelho de Nisa. São eles Alter do Chão, Arronches, Aviz, Campo Maior, Castelo de Vide, Crato, Elvas, Gavião, Marvão, Monforte e Sousel.

Fronteira é um município que, estando a desenvolver a sua Agenda 21 Local desde 2004, não constava da nossa base de dados.

De acordo com estes dados, e apesar do crescimento na quantidade de processos, ainda somos o país europeu com menos processos de Agenda 21 Local em curso, com cerca de 20% dos municípios a levar em conta as orientações saídas das Conferência do Rio (1992) e de Joanesburgo (2002).

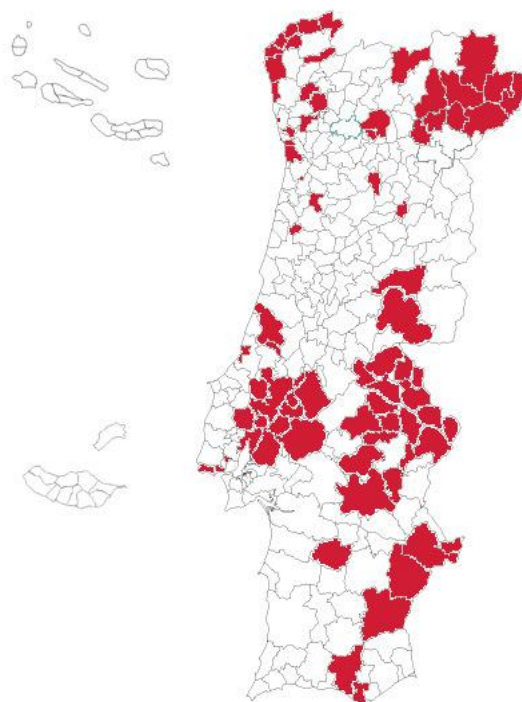


Figura 2.6 – Mapa dos municípios que iniciaram e estão no processo da Agenda 21 Local.

A juntar à fraca adesão, muitos dos processos em Portugal têm dificuldade em manter-se no tempo e transpor a fase de Plano de Acção, o que têm infelizmente transformado a Agenda 21 Local numa excelente oportunidade perdida para os autarcas portugueses.

Este facto implica que muitos dos processos, de Agenda 21 Local, identificados neste mapa realmente poderão estar "mortos", pois após a redacção do Plano de Acção não avançaram para a implementação das acções, de avaliação e continuidade dos processos participativos.

Urge avaliar as Agendas 21 em Portugal de acordo com indicadores de qualidade objectivos e relativamente padronizados. Só desta forma será possível distinguir e valorizar o que de melhor se faz neste âmbito.

Listagem de processos de Agenda 21 Local, em curso em Portugal

1. Agenda 21 de Sever do Vouga

2. Agenda 21 Local da Batalha

3. Agenda 21 Local da Maia
4. Agenda 21 Local de Alenquer
5. Agenda 21 Local de Arraiolos
6. Agenda 21 Local de Borba
7. Agenda 21 Local de Caminha
8. Agenda 21 Local de Cascais
9. Agenda 21 Local de Esposende
10. Agenda 21 Local de Évora
11. Agenda 21 Local de Ferreira do Alentejo
12. Agenda 21 Local de Leiria
13. Agenda 21 Local de Mindelo
14. Agenda 21 Local de Nazaré
15. Agenda 21 Local de Odivelas
16. Agenda 21 Local de Oliveira do Bairro
17. Agenda 21 Local de Portalegre
18. Agenda 21 Local de Redondo
19. Agenda 21 Local de S. João da Madeira
20. Agenda 21 Local de Santo Tirso
21. Agenda 21 Local de Vila Franca de Xira
22. Agenda 21 Local de Vila Nova de Paiva
23. Agenda 21 Local dos Municípios do Norte Alentejano (Alter do Chão, Arronches, Aviz, Campo Maior, Castelo de Vide, Crato, Elvas, Gavião, Marvão, Monforte, Nisa e Sousel)
24. Agenda 21 Regional da Lezíria do Tejo (Almeirim, Alpiarça, Azambuja, Benavente, Cartaxo, Chamusca, Coruche, Golegã, Rio Maior, Salvaterra de Magos e Santarém)
25. Agenda XXI Local de Fornos de Algodres

26. Agenda 21 Local de Fronteira

27. Agendas 21 Locais do Eixo Atlântico (Braga, Bragança, Chaves, Guimarães, Peso da Régua, Porto, Viana do Castelo, Vila Nova de Gaia, Vila Real)

28. Agendas 21 Locais do Vale do Minho (Valença, Vila Nova de Cerveira, Paredes de Coura, Monção, Melgaço)

29. Castelo Branco Agenda XXI

30. Faro 2020

31. Fórum Loulé 21

32. Gardunha 21 (Fundão, Castelo Branco)

33. Nordeste 21 (Alfândega da Fé, Carrazeda de Ansiães, Macedo de Cavaleiros, Mirandela, Vila Flor, Mogadouro, Vimioso e Miranda do Douro)

34. Oeiras XXI 35. Ponte da Barca: Todos pelo desenvolvimento

36. Raia 21 (Serpa, Moura, Mértola e Barrancos)

A Associação de Municípios da Cova da Beira (AMCB) anunciou o ano passado o arranque com a execução das A21L nos municípios de Pinhel, Guarda, Manteigas, Penamacor e Meda. Estes municípios ainda não estão contabilizados nesta listagem pois diversos contactos com a AMCB não nos permitiram ainda obter informação relativa ao real avanço destes processos.

2.4 – Políticas ambientais - Aspectos normativos

A regulamentação e os requisitos legais constituem aspectos importantes da organização e das exigências ambientais, que se colocam às actividades humanas e que estabelecem regras para as mesmas, de acordo com orientações políticas, sociais e outras em vigor. A partir do momento em que as questões ambientais surgem e adquirem importância, em muitos casos em consequência da consciencialização dos problemas, torna-se necessário atenuar esses problemas. Nessa perspectiva a regulamentação, através da definição de requisitos, evidencia os mecanismos e formas como se pretende dar resposta às questões ambientais, (extraído de Ambiente e Construção Sustentável (M.Pinheiro) - Centro de Documentação da Agência Portuguesa do Ambiente).

O primeiro período do Direito do Ambiente interno ou internacional, dos inícios do século XIX até aos anos 60 do século XX, caracteriza-se sobretudo pela preocupação em assegurar uma utilização não conflituosa de alguns recursos naturais, que começavam a ser disputados como factores de produção ou como bens de consumo. Especial relevância merece desde logo a água (Pedro B. Antunes - Evolução do Direito e da Política do Ambiente, Internacional, Comunitário e Nacional).

Decorrente da harmonização da legislação nos novos estados europeus surge a primeira directiva comunitária - Directiva nº 67/548/CEE, 27 de Junho de 1967 - sobre questões ambientais regulando as questões de classificação, embalagem e rotulagem de matérias perigosas

Perante estes factos as sociedades começam ver perigar a sua própria existência e neste período o debate público social e político começa centrar a discussão sobre o Ambiente. E em termos de consciência colectiva vai-se estabelecendo uma relação mais directa entre a vida das pessoas a necessária qualidade de vida com saúde e o ambiente.

O Ambiente era questionado somente pelos malefícios visíveis que causava às pessoas aos animais e às plantas

Também em Portugal estas questões começam a estar na ordem do dia e através da Portaria 316/71 de 19 de Junho, foi criada, em Portugal, a Comissão Nacional do Ambiente integrada na Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica.

A Comissão, tinha por competências, entre outras, a de:

- Estimular e coordenar, de acordo com as directivas do Governo, as actividades no País relacionadas com a preservação e melhoria do meio natural, a conservação da Natureza e a protecção e valorização dos recursos naturais, a seguir designados genericamente por ambiente
- Acompanhar, em íntima ligação com o Ministério dos Negócios Estrangeiros e outros organismos interessados, as actividades internacionais respeitantes ao ambiente e dar-lhes colaboração em tudo quanto respeita à participação portuguesa em reuniões internacionais neste domínio

E como objectivo, entre outros, o de preparar a missão e a intervenção de Portugal na Conferência de Estocolmo do ano seguinte

A Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente Humano, realizada em Junho no ano de 1972 em Estocolmo, foi a primeira tentativa, na agenda da política internacional, de discutir os problemas ambientais e a procura compatibilizar e resolver as relações entre o Homem, o Desenvolvimento e o meio Ambiente.

Nesta conferência estiveram presentes 113 representantes dos Estados participantes, apesar das divergências, foi aprovada uma declaração conjunta - A Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano que ficou a ser conhecida como a - Declaração de Estocolmo – parte do seguinte pressuposto:

- *Considerando a necessidade de estabelecer uma visão global e princípios comuns, que sirvam de inspiração e orientação para guiar os povos do mundo na preservação e na melhoria do meio ambiente*

Neste documento proclama-se 7 pontos e enunciam-se 21 princípios. Uma nova visão em torno do Homem e do Ambiente é observada no primeiro ponto:

- *O homem é ao mesmo tempo criatura e criador do meio ambiente, que lhe dá sustento físico e lhe oferece a oportunidade de desenvolver-se intelectual, moral, social e espiritualmente. A longa e difícil evolução da raça humana no planeta levou-a a um estágio em que, com o rápido progresso da Ciência e da Tecnologia, conquistou o poder de transformar de inúmeras maneiras e em escala sem precedentes o meio ambiente. Natural ou criado pelo homem, é o meio ambiente essencial para o bem-estar e para gozo dos direitos humanos fundamentais, até mesmo o direito à própria vida.*

Também, em termos de princípios, a declaração de Estocolmo revela um novo paradigma nas relações entre o Homem o Desenvolvimento e o meio Ambiente, de acordo com a visão e o pensamento que as sociedades começam a ter sobre as consequências já conhecidas decorrentes da poluição visível e palpável. Destes princípios destacam-se os seguintes:

- *Princípio 2 - Os recursos naturais da Terra, incluídos o ar, a água, o solo, a flora e a fauna e, especialmente, parcelas representativas dos ecossistemas naturais, devem ser preservados em benefício das gerações actuais e futuras, mediante um cuidadoso planeamento ou administração adequada*
- *Princípio 5 - Os recursos não renováveis da Terra devem ser utilizados de forma a evitar o perigo do seu esgotamento futuro e a assegurar que toda a humanidade participe dos benefícios de tal uso.*
- *Princípio 6 - Deve-se por fim à descarga de substâncias tóxicas ou de outras matérias e à liberação de calor, em quantidade ou concentrações tais que não possam ser neutralizadas pelo meio ambiente de modo a*

evitem-se danos graves e irreparáveis aos ecossistemas. Deve ser apoiada a justa luta de todos os povos contra a poluição.

Depois da adesão de Portugal à Comunidade Económica Europeia – CEE, como membro de pleno a partir de 1 de Janeiro de 1986, a legislação ambiental passa a ser comunitária devido à aprovação do Acto Único Europeu em 1987.

Este ponto de viragem, é consolidado no tratado de Maastricht onde ficou expresso, para o espaço comunitário, que se deve ter em conta :

- A protecção e a melhoria da qualidade do ambiente
- A utilização racional dos recursos naturais e a problemática da sua delapidação
- Uma maior e efectiva cooperação internacional nas medidas a tomar para enfrentar os problemas locais e globais.

Surgem assim os primeiros documentos ambientais denominados Programas de Acção, como são exemplo neste período:

- *“1º Programa do Ambiente 1973-1976, assume uma definição embora vaga de "Ambiente", Medidas curativas e Cooperação internacional;*
- *2º Programa do Ambiente 1977-1981, foca as Medidas curativas e a Introdução do Princípio do Poluidor Pagador;*
- *3º Programa do Ambiente, 1982-1987, assume Políticas curativas, e abre a abordagem para as políticas preventivas e Integração do Ambiente noutras políticas.”(Correia, 2003 em ACS – M.Pinheiro)*

As Directivas Europeias , na área do ambiente, aparecem-nos na década de sessenta e a sua transposição para a ordem jurídica interna de cada estado tornam estas directivas vinculativas e lei efectiva

Ainda nesta fase apareceram as directivas sobre a qualidade das águas superficiais e sobre a poluição de substâncias perigosas e impactos ambientais. Sendo exemplo disso a:

- Directiva 75/440/CEE - Qualidade das águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano,
- Directiva 76/464/CEE - Poluição causada sobre substâncias perigosas,
- Directiva 85/337/CEE- Avaliação dos Efeitos de Projectos Públicos e Privados no Ambiente, assumindo-se a dimensão preventiva no processo de avaliação de impacte ambiental

Nas sociedades começa a corporizar o pensamento ambientalista de que quem causa o dano tem que reparar. Na área do ambiente este pensamento conceptualizou-se no actual “poluidor – pagador” e assim aparece um primeiro documento de direito comunitário que consagra tal princípio.

- *Directiva 2004/35/CE do Parlamento Europeu e do Conselho*

Esta directiva estabelece um quadro comum de responsabilidade, com vista a prevenir e reparar os danos causados aos animais, plantas, habitats naturais e recursos hídricos, assim como ao solo.

O mecanismo de responsabilidade aplica-se, por um lado, a certas actividades ocupacionais explicitamente enunciadas e, por outro, às restantes actividades ocupacionais quando haja culpa ou negligência do operador. Compete, além disso, às autoridades públicas velar por que os operadores responsáveis tomem directamente ou financiem as necessárias medidas de prevenção ou reparação.

Na década de 80 surge um importante documento legislativo – A Lei de Bases do Ambiente.

- A Lei nº 11/87 de 7 de Abril e já alterada pela Lei nº 13/2002 de 19 de Fevereiro

Esta lei que procura responder à cada vez maior consciencialização das populações reactivas à poluição e aos impactos ambientais e assenta em dois princípios gerais:

- *Todos os cidadãos têm direito a um ambiente humano e ecologicamente equilibrado e o dever de o defender, incumbindo ao Estado, por meio de organismos próprios e por apelo a iniciativas populares e comunitárias, promover a melhoria da qualidade de vida, quer individual, quer colectiva.*
- *A política de ambiente tem por fim otimizar e garantir a continuidade de utilização dos recursos naturais, qualitativa e quantitativamente, como pressuposto básico de um desenvolvimento auto-sustentado.*

Além dos programas ambientais descritos anteriormente, actualmente já está a decorrer 6º Programa de Acção em matéria de Ambiente. Enunciam-se a seguir os programas e as áreas de incidência.

- *“4º Programa do Ambiente, 1987-1992 Estratégia Preventiva - Princípio do Poluidor Pagador e Integração do Ambiente noutras políticas;*
- *5º Programa de Acção em Matéria de Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 1993-2000. Este programa assume a Integração de políticas, sendo os sectores seleccionados: indústria, energia, transporte, agricultura e turismo; Subsidiariedade e responsabilidade partilhada, Instrumentos Económicos e Definição de metas para determinada áreas;*
- *6º Programa de Acção em matéria de Ambiente – 2000 - 2010: Nosso Futuro, Nossa Escolha. Foca a integração de políticas, dissociando as pressões ambientais do crescimento económico. Prioridades: alterações climáticas; natureza e biodiversidade; ambiente e saúde e qualidade de vida; recursos naturais e resíduos.” (Correia, 2003 em ACS – M.Pinheiro)*

Na natural evolução sobre o pensamento ambiental centram-se, actualmente, as discussões académicas, políticas e sociais, no conceito de sustentabilidade dos

sistemas. De igual modo esta tendência está a transparecer no quadro legislativo comunitário e nacional como as recentes leis neste sector nos indicam. Exemplo disso são algumas das leis para o sector da água, do ar, do impacte ambiental, dos resíduos e do ruído a seguir indicadas:

- Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho - *Transpõe para o direito interno a Directiva n.º 91/271/CEE, do Conselho, de 21 de Maio de 1991, relativa ao tratamento de águas residuais urbanas.*
- Decreto-Lei n.º 243/2001, de 5 de Setembro - *Regula a Qualidade da Água destinada a consumo humano e transpõe para o direito interno a Directiva n.º 98/83/CE, do Conselho, de 3 de Novembro relativa à qualidade da água destinada a consumo humano*
- Directiva 98/83/CE do Conselho, de 3 de Novembro de 1998 - *Directiva relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano.*
- Decreto-Lei nº 111/2002, de 16 de Abril - *Estabelece os valores limite das concentrações no ar ambiente do dióxido de enxofre, dióxido de azoto e óxidos de azoto, partículas de suspensão, chumbo, benzeno e monóxido de carbono,...., transpondo para a ordem interna as Directivas Comunitárias os 1999/30/CE, do Conselho, de 22 de Abril, e 2000/69/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Novembro.*
- Decreto-Lei nº 111/02, de 16 de Abril - *Relativo aos valores limite das concentrações no ar ambiente do dióxido de enxofre, dióxido de azoto e óxidos de azoto, partículas em suspensão, chumbo, benzeno e monóxido de carbono, bem como as regras de gestão de qualidade do ar a esses poluentes.*
- Decreto-Lei nº 276/99, de 23 de Julho - *Define linhas de orientação da política de gestão da qualidade do ar e transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 96/62/CE, do Conselho, de 27 de Setembro, relativa à avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente.*
- Decreto-Lei nº 69/00 de 3 de Maio - *Aprova o regime jurídico da avaliação de impacte ambiental, transpondo para a ordem jurídica interna*

a Directiva n.º 85/33/CEE, de 27 de Junho de 1985, com as alterações introduzidas pela Directiva n.º 97/11/CE, do Conselho, de 3 de Março.

- Decreto-Lei n.º 85/2005, de 28 de Abril - *Estabelece o regime a que fica sujeita a incineração e co-incineração de resíduos, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2000/76/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 4 de Dezembro, relativa à incineração de resíduos.*
- Portaria n.º 187/2007, de 12 de Fevereiro - *Aprova o Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU II).*
- Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro - *Aprova o regime geral da gestão de resíduos, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2006/12/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril, e a Directiva n.º 91/689/CEE, do Conselho, de 12 de Dezembro.*
- Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro - *Aprova o Regulamento Geral do Ruído. Revoga, sem prejuízo do disposto no art. 4º do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, o regime legal sobre poluição sonora, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 292/2000 de 14 de Novembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 259/2002, de 23 de Novembro*

CAPÍTULO 3 – AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE

3.1 – Generalidades

Nas diferentes metodologias de avaliação da sustentabilidade, por norma, é possível identificar os seguintes objectivos: optimização do potencial do local, preservação da identidade regional e cultural, minimização do consumo de energia, protecção e conservação dos recursos de água, utilização de materiais e produtos de baixo impacte ambiental, adequada qualidade do ambiente interior e optimização das fases de operação e manutenção.

O objectivo de qualquer avaliação da sustentabilidade é recolher dados e informação que servirão de base aos processos de avaliação e decisão que decorrem durante as diversas fases do ciclo de vida, ex. De um edifício. A pontuação sustentável e o perfil sustentável de um edifício resultam dum processo no qual os factores mais importantes são identificados, analisados e avaliados. Actualmente, podem ser identificadas duas tendências divergentes no contexto das ferramentas de avaliação:

- Uma tendência que agrupa de um lado a complexidade e a diversidade de indicadores desenvolvidos por diferentes entidades e,
- Outra tendência que agrupa os que apontam no sentido da sua efectiva implementação, através do desenvolvimento de indicadores comuns e simplificação do processo de avaliação.

As ferramentas estão a sofrer uma constante evolução para que sejam corrigidas as suas diversas limitações. Existem inúmeros países que têm ou que se encontram a desenvolver sistemas próprios de avaliação da sustentabilidade, pelo que as trocas de conhecimento e a coordenação internacional se encontram a crescer exponencialmente.

Devido a importância do sector dos edifícios, é neste sector que tem incidido a maior parte da investigação que se têm realizado neste domínio. Analisando o

objectivo das diferentes metodologias e ferramentas existentes é possível distinguir três diferentes tipos (L. Bragança e R. Mateus, 2003):

- Ferramentas de suporte à concepção de edifícios sustentáveis (Performance Based Design);
- Sistemas de análise do ciclo de vida (ACV) dos produtos e materiais de construção;
- Sistemas e ferramentas de avaliação e reconhecimento da construção sustentável.

3.2 – Sistema de avaliação ambiental

Todos os sistemas de produção, processos ou serviços possuem um Ciclo de Vida (CV) que pode ser estruturado de maneira sistémica, com um princípio e um fim previsto. Regra geral, este ciclo de vida é composto dos vários subsistemas ligados entre si sob a forma de fluxo progressivo. O ciclo é iniciado com a aquisição das matérias-primas, passando por todos os outros sub-processos intermédios até chegarem ao fim da sua vida útil quando forem levados para depósitos ou aterros sanitários.

Todo o processo deste ciclo de vida considera-se ciclo completo, sendo usual denominá-lo desde “O berço até à tumba”, entretanto se existir a possibilidade da reutilização ou da reciclagem a denominação do processo pode assumir nomes tais como: “do berço ao berço” ou “desde o berço até à porta” etc.

A necessidade de estudar, do ponto de vista do meio ambiente, todas estas inter-relações, exigirá o uso de métodos fiáveis que quantifiquem o valor de todas estas acções e dos seus efeitos. Assim no momento de estudar este assunto é necessário encontrar as respostas adequadas para chegar aos resultados esperados.

Sendo assim deverão ser utilizadas ferramentas que permitam medir os diversos tipos de parâmetros, quer os quantificáveis quer os de difícil quantificação. Entre

os parâmetros quantificáveis estão incluídos os relacionados com o consumo de matérias-primas, consumo de água e energia, emissões de gases para a atmosfera, resíduos sólidos, geração de co-produtos, etc.

Paralelamente com o aprofundamento do conceito de Análise do Ciclo de Vida e com o decorrer do tempo fixado pelos países intervenientes na Conferência das Nações Unidas no Rio de Janeiro - Brasil, desenvolveram-se na década 90, metodologias de avaliação ambiental. Praticamente todos os países mais desenvolvidos possuem os seus próprios métodos de avaliação ambiental, exemplo disso são quase todos os países da União Europeia, os Estados Unidos, o Canadá, o Japão e a Austrália entre outros.

“A maioria das ferramentas está desenvolvida numa abordagem bottom top, isto é, a soma e combinação do desempenho dos diversos materiais e componentes do edifício resultam em grande parte no desempenho global do mesmo, apesar de se considerar o edifício no seu todo, incluindo as necessidades energéticas (Erlandsson & Borg 2003). Também se encontram, disponíveis, algumas ferramentas que servem de suporte aos processos de decisão nas fases de ante-projecto, de modo a que os projectistas recebam os dados necessários para que concebam edifícios de elevado desempenho”.(Luís Bragança e Ricardo Mateus em *Sustentabilidade de soluções construtivas*)

Os métodos de avaliação ou ferramentas de avaliação divergem atendendo ao sector ou área a ser avaliada.

Os mais conhecidos e de aplicação geral são as Normas ISO 14000 aplicadas ao ambiente, as Normas 9000 aplicadas á qualidade. Enquanto o SIMAPRO se aplica aos materiais, já o ATHENA o ENVEST e o BEES se aplicam na fase de projecto. Depois existem os sistemas de certificação voluntária, específicos para o ambiente construído, como o LEED nos Estados Unidos e o LIDER A em Portugal.

Estes parâmetros serão tratados através de modelos, como por exemplo, os baseados na análise do ciclo de vida.

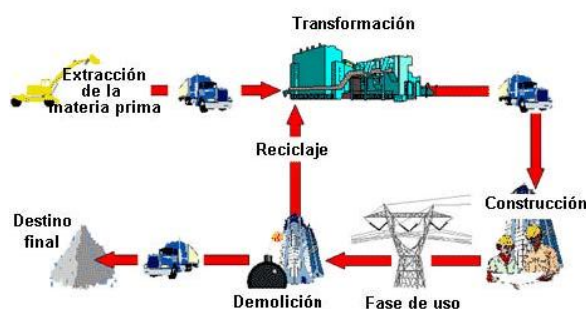


Figura 3.1 – Conceito do ciclo de vida dos produtos da construção civil (Ecobilan, 2000)

Todo o processo deste ciclo de vida é considerado de ciclo completo, e é comum chamar-se desde o "berço até ao túmulo", entretanto, enquanto existir a possibilidade de reutilizar ou de reciclar, a denominação do processo pode-se alterar e assumir outra disposição e designação, como por exemplo do "berço até ao berço", ou desde o "berço até à porta", etc., veja-se o ciclo de vida no processo da construção (ECOBILAN, 2000)

Os riscos potenciais, como nas mudanças geográficas e paisagistas ou escassez dos recursos naturais são tratados com outras ferramentas desenvolvidas para esses fins (Álamo e al, 1998; Trinius, 1999).

Por estas razões deve-se ter em conta que cada uma destas ferramentas oferece diferentes formas de equacionar o problema e fornecem, úteis mas diferentes, informações na hora de uma tomada de decisão, sendo que cada uma delas recolhe, estrutura e valoriza as informações e dados segundo determinados aspectos sendo muitas vezes complementares entre si.

Existem hoje disponíveis inúmeras ferramentas para a gestão ambiental dos sistemas de produção. Na tabela seguinte apresentam-se algumas das principais (SETAC, 1999).

<i>RA -Risk Assessment</i>	<i>Análise de riscos ambientais</i>
<i>EIA -Environmental Impact Assessment</i>	<i>Estudo do impacto ambiental</i>
<i>E Au -Environmental Auditing</i>	<i>Auditoria ambiental</i>
<i>EPE – Environmental Performance Evaluation</i>	<i>Avaliação do comportamento ambiental</i>
<i>SFA -Substance Flow Analysis</i>	<i>Análise do fluxo de material</i>
<i>EMA -Energy and Material Analysis</i>	<i>Análise da energia e da matéria</i>
<i>ISCM – Integrated Substance Chain Management</i>	<i>Gestão integral da material</i>
<i>PLA – Product Line Analysis</i>	<i>Análise da linha de produtos</i>
<i>LCA -Life Cycle Assessment</i>	<i>Análise do ciclo de vida</i>

Tabela 3.1 – Ferramentas conceptualmente similares, usadas nos sistemas de gestão ambiental (SETAC, 1999).

3.3 – Descrição das ferramentas

Para um melhor entendimento analisam-se, em resumo, cada uma das ferramentas:

3.3.1 – Análise de riscos ambientais

A análise de riscos ambientais cobre uma vasta gama de aplicações. Por exemplo, com esta ferramenta podem avaliar-se os riscos ambientais provocados por fontes, pontuais ou difusas, de emissões, assim como emissões frequentes ou acidentais. Permite também avaliar riscos para a saúde humana, no âmbito laboral, bem como para ambientes externos com determinado foco contaminante.

Em geral, esta ferramenta é utilizada com sentido analítico (qualitativo) e com critérios de probabilidade para considerar os riscos que ocorrer em situações desfavoráveis. Consideram-se habitualmente os níveis concentração e/ou períodos de exposição de certa substância perigosa no ambiente, para seguidamente estimar comparativamente com os critérios estabelecidos para definir se estão perante níveis aceitáveis de risco. A principal vantagem de análise de risco é o permitir prognosticar possíveis impactos reais. No entanto, os dados para efectuar estas previsões, ditam certas limitações a esta ferramenta no que diz respeito ao consumo de tempo e de recursos e, conseqüentemente, justificando o seu emprego para actividades de elevado risco.

3.3.2 – Estudo do impacte ambiental

A EIA é utilizada para investigar sobre as mudanças ambientais de um lugar específico, como as provocadas pelas construções (centrais eléctricas, estradas, caminhos de ferro, indústrias). O EIA é uma ferramenta orientada para abordagens físicas, relativas à gestão do território. Considera os efeitos ambientais durante o período de construção, assim, como também os que ocorrem nos estaleiros de obra, sendo geralmente indicado e requerido para obter uma licença de construção. Em geral, os dados ambientais da EIA são

detalhados no que diz respeito a um impacto específico e, frequentemente, podem ter em conta a duração e a concentração dos poluentes emitidos pela avaliação da sua incidência no meio ambiente.

3.3.2 – Auditoria ambiental

De acordo com a definição da ISO 14010:1996, a auditoria ambiental é "um processo sistemático, objectivamente documentado, para verificar e avaliar provas e determinar especificamente que aspectos ambientais, acontecimentos, condições, sistemas de gestão ou informações sobre esta matéria, estão conformes com os critérios de antemão definidos, comunicando os resultados deste processo ao cliente" a origem da Auditoria ambiental aparece assim da necessidade de efectuar inspecções físicas em certos pontos concretos do processo para verificar o cumprimento legal, identificar responsabilidades e importantes riscos. Neste contexto, auditar é próprio da gestão para obter a "qualidade total". Inclui-se aqui controlos dos sistemas instalados para verificar se operam como deveriam, permitindo assim uma constante avaliação de manutenção de objectivos. No entanto, o foco da Auditoria ambiental centra-se na actividade que está sendo analisada e não sobre os dados retrospectivos ou prospectivos do processo.

3.3.3 – Avaliação do comportamento ambiental

É uma ferramenta interna que fornece ao sistema de gestão ambiental das informações fiáveis, objectivas e verificáveis, deste modo ajuda-se a organização a determinar os fracassos nos seus objectivos ambientais. É, por conseguinte, um sistema de auditoria interno, que se baseia nos indicadores para medir, avaliar e verificar o comportamento ambiental de uma organização no que diz respeito a certos critérios preestabelecidos no seu sistema de gestão (intenções e objectivos ambientais).

Permite focar tendências de comportamento ambiental para uma gama de actividades de uma organização, ou seja, os recursos consumidos, o processo utilizado, produtos e serviços resultantes.

3.3.4 – Análise do fluxo do material

A análise do fluxo do material é uma ferramenta que permite fazer um balanço do fluxo de certo material, ao longo de todo o ciclo de vida de um sistema, incluindo a produção e a utilização de certo produto através da contabilização todas as entradas e saídas.

Com esta ferramenta pode-se melhorar a qualidade ambiental de certo produto através da aplicação de medidas de controlo ou redução de uma material específica. No entanto, apresenta o inconveniente de que ao fazer referência a uma só material não pode ser considerado um método holístico e, por conseguinte, se ocorreram mudanças no sistema no seguimento do aumento do fluxo de outras materiais, estas não poderiam ser identificadas com a análise de fluxos de material.

3.3.5 – Análise do material e da energia

Considera-se como o precursor da análise do ciclo de vida, de facto, as duas ferramentas são similares, dado que podem conceptualmente partilhar a mesma base de dados. Utilizam como referência a unidade funcional do sistema e a sua interpretação também está baseada nos impactos potenciais ao ambiente causado por certas emissões. A ferramenta utiliza também algoritmos para quantificar todos os materiais e energias que entram e saem de certo sistema em estudo, admitindo avaliar certa etapa ou uma fase do ciclo de vida de um produto.

3.3.6 – Gestão integral de material

A gestão integral de material serve tanto como apoio à tomada de decisões, como para comparar diferentes opções no que diz respeito a certas melhorias ambientais ou económicas de um sistema. Formula-se um plano prático de acção mais vasta que uma simples análise de aspectos ambientais. Essencialmente, faz-se um atalho ao de ciclo de vida completo de certo

produto, dado que com a análise apenas de 20% de elementos, poderia ser conhecidos 80% de impactos totais no sistema. É conhecido como o precursor da análise do ciclo de vida simplificado.

3.3.7 – Análise da linha do produto

É muito semelhante à análise do ciclo de vida, utiliza como base de comparação a unidade funcional do sistema. Apresenta um espectro mais vasto que a simples análise, dado que incorpora como base de investigação, para além da análise ambiental, outros aspectos de tipo económico e social. É considerado um instrumento conceptualmente correcto, embora na prática utilize-se pouco (Fullana, 1997).

3.3.8 – A análise do ciclo de vida

O ACV é um instrumento de gestão ambiental que apropriado tanto aos recursos utilizados como aos resíduos que são produzidos e emitidos bem como aos vectores ambientais (ar, água e solo) ao longo de todo o ciclo de vida (desde o berço até ao túmulo) de um bem ou de um serviço específico. Entre os seus pontos fortes podem mencionar-se, primeiramente, o seu carácter globalizante, que evita a transferência do problema; por exemplo, evita que a solução a um problema ambiental específico provoque a perturbação e deterioração de uma outra parte de outro ciclo de vida, ou num outro vector ambiental; e em segundo lugar, mostra uma relação dos recursos utilizados, bem como os resíduos ou as emissões produzidas pela unidade funcional do sistema, permitindo assim uma avaliação correcta.

Durante a Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida (AICV) empregam-se modelos desenvolvidos para interpretar dados e efeitos sobre a atmosfera. No entanto, devido falta de detalhes na base de dados, no tempo e no espaço, os impactos reais não podem ser avaliados pela Análise do Ciclo de Vida (ACV), dado que este mede unicamente impactos potenciais.

3.4 – Análise das metodologias. Pontos fortes e fracos.

É evidente que nesta mesma linha conceptual existem outros instrumentos que têm um carácter semelhante ao ACV, permitindo, em alguns casos, a associação de resultados. Assim, na hora de decidir pela escolha da ferramenta mais adequada para avaliar os aspectos ambientais de um produto ou de um processo, é necessária uma análise detalhada que tenha em conta todos os pontos fortes e fracos, como por exemplo a potencialidade necessária para atingir os objectivos pretendidos e assim escolher o que melhor responde às necessidades do estudo do utilizador ou do promotor. (SETAC, 1999)

Mesmo que em alguns casos não seja possível efectuar a análise do ciclo de vida completa de um produto (Wrisberg e Al 1997), a ACV revela-se ainda útil como instrumento para a gestão ambiental de sistemas de produção, porque permite identificar a causa do problema, de optimizar a utilização dos recursos materiais ou energéticos e gerir os resíduos produzidos. Além disso, o ACV é utilizado para comparar dois ou mais produtos alternativos que realizam uma mesma função, e também para avaliar materiais alternativos contribuindo assim para desenvolvimento de materiais que respeitem mais o ambiente.

A tabela seguinte apresenta, de maneira resumida, os objectivos, os pontos fortes e fracos de cada uma das metodologias descritas (base SETAC, 1999). Nela pode ver-se a potencialidade do ACV como ferramenta para gerir os aspectos ambientais, especialmente pela sua adequação a estes estudos que têm como base conceptual o ciclo de vida dum produto ou o serviço.

Ferramentas	Objectivos gerais	Pontos fortes	Pontos fracos
RA	Valorizar os efeitos nefastos associados a uma situação de risco e suas inter-relações com a saúde humana e o meio ambiente	Avalia os efeitos locais e regionais sob condições específicas	Gasto demasiado de tempo e recursos e Incapacidade de medir a relação de risco ao longo do ciclo de vida
EIA	Avaliação dos impactos positivos e negativos sobre o meio ambiente decorrente da implantação de um determinado projecto	-Calcula tanto os efeitos positivos como negativos -Considera os impactos locais de um determinado projecto	Não identifica facilmente a relação de um efeito global, regional ou outros efeitos ao longo do ciclo de vida
E Au	Verificar a conformidade com determinados requisitos normativos vigentes por intermédio de averiguação independente por terceira parte	Proporciona um método para que pessoas independentes, terceira parte, comprovemos resultados	Focaliza uma conformidade.
EPE	Proporcionar uma informação fiável, objectiva e comprováveis acerca do desempenho do meio ambiente de uma determinada organização	Proporciona coeficientes de desempenho ambiental associando-os a políticas objectivas e metas preestabelecidas	Proporciona coeficientes de desempenho relativos e não absolutos
SFA	Contabilizar o fornecimento e a procura de um material específico que flua através do processo de produção	Toma em consideração um impacto potencial determinado ao longo do ciclo de vida	A focalização sobre um único material pode induzir resultados errados

EMA	Calcular o balanço de energia e material associado com uma operação específica	Proporciona uma via estruturada de identificação e valorização de um impacto potencial de operações, etc	Focaliza somente uma das fases do ciclo de vida
ISCM	Calcular e reduzir globalmente o impacto ambiental de um determinado material associado	Permite fazer considerações integradas entre económicas e ambientais de uma mesma ferramenta	Emprega uma valorização simplificada que pode dar respostas demasiadamente simplificadas
PLA	Avaliar potencialmente o impacto ambiental, social, e económico de um bem ou serviço ao longo de todo o seu ciclo de vida	Integra aspectos ambientais, económicos e sociais dentro de uma única ferramenta	Não consegue avaliar especificamente impactos locais
ACV	-Entender o perfil ambiental de um sistema / Identificar prioridade de melhorias / Assegurar melhorias com base no ciclo de vida	-Considera impactos global e regional / Possibilita estimar os impactos que influenciam e em que termos a saúde da sociedade	Não é capaz de apontar o carácter temporal ou espacial de um determinado efeito

Tabela 3.2 – Objectivos gerais das ferramentas para a gestão ambiental

Como é possível observar na figura seguinte, os elementos que estruturam o ACV são interactivos entre si, o que representa uma flexibilidade para o processo de avaliação proporcionado por esta ferramenta.

Aplicação usual	Descrição
As mais conhecidas e de aplicação geral	Normas ISO 14000 – Ambiente Normas 9000 – Qualidade OHSAS 1800 – Saúde e Segurança SA 8000 e AA 1000 – Responsabilidade Social
LCA para Materiais	SIMAPRO, Boustad, KCL Eco, LCAIT, PEM'S, TEAM, ETC
LCA para Projecto	BRI LCA, ATHENA, BEE, BES, Eco Methods, Ecoit, Envest, Otimize, BEES, Ecopro, Energy.10 , SBI, ETC
Sistemas de certificação voluntária (Específicos para a construção)	LEED (USA)-Leadership in energy and Environmental Design BREEAM (UK)-Building Research Establishment Environmental Assessment Method GBTool (Canada)-Green Building Tool Lider A- (Portugal) Outros: Okoprfile, Seda, E 2000, Bunyip, Beaver, DOE, etc

Tabela 3.3 – Sistematização das ferramentas, ACV, para a sustentabilidade

As avaliações assentam em princípios e conceitos já sistematizados e estruturados. No entanto as adaptações, de acordo com os dados iniciais ou com os resultados a esperar, são diversas e exemplo disso são as sistematizações das ferramentas de acordo com estudos de diferentes autores.

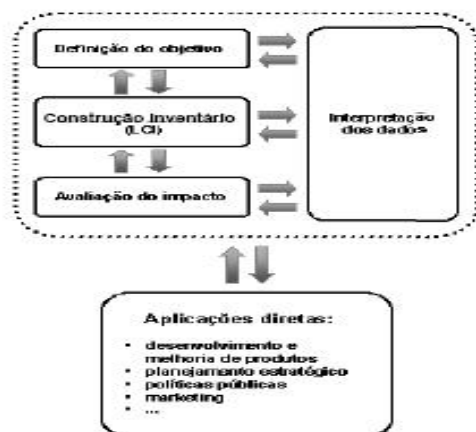


Figura 3.2 – Esquema da Análise do Ciclo de Vida, segundo a ISO 14.040:1997

Aplicação	Denominação	Origem
Aplicação geral a estudos de ACV	SimapPro	Holanda
	GaBi	Alemanha
Seleccção de materiais	BEES	EUA
Concepção de edifícios	ATHENA	Canadá
	EcoQuantum	Holanda
	En Vest	Reino Unido
Sistemas completos de edifícios	LEED	EUA
	BREEM	Reino Unido
	GBTTool	Canadá
	Ecoprofile	Noruega
	Escale	França
	Ecoeffect	Suécia

Tabela 3.4 – Programas informáticos para ACV no sector da construção

(F. Pacheco Torgal, Said Jalali, 2007 em *Construção Sustentável.. O Caso dos materiais de Construção* - Instituto Politécnico de Castelo Branco, Universidade do Minho)

Algumas ferramentas são baseadas em *checklist* de projecto exemplo disso são o BREEAM desenvolvido em Inglaterra e o LEED nos EUA a avaliação é baseada numa *checklist* de projecto que reúne uma série de pré-requisitos e pontuações associadas a determinadas metas de projecto e de desempenho. Uma das condições para se obter o reconhecimento é o cumprimento de todos os pré-requisitos.

Outra das ferramentas mais utilizadas em especial nos EUA, destinada à tomada de decisão sobre os projectos e materiais de construção, é o programa BEES (Building for Environmental and Economic Sustainability) desenvolvido pela Environmental Protection Agency - EUA. Esta ferramenta baseia-se na avaliação do ciclo de vida ambiental, similar ao preconizado nas ISO 14040, e na avaliação económica dos produtos e materiais da construção. São analisados todos os patamares no ciclo de vida dos materiais tais como:

- Obtenção de matérias-primas;
- Processos de fabricação;
- Transporte; Instalação;
- Uso e Gestão dos resíduos e
- Reciclagem

Durante a avaliação o BEES analisa doze impactos ambientais: o aquecimento global, a acidificação, a eutrofização, o gasto de combustível fóssil, a qualidade do ar interior, a alteração do habitat, a poluição atmosférica, a degradação da camada de ozono, a toxicidade ecológica, a saúde humana, os poluentes do ar e gasto de água (adaptado de *Measuring the Life-Cycle Environmental and Economic Performance of Concrete. The Bees Approach* - Barbara C. Lippiatt e Shuaib Ahmad do Building and Fire Research Laboratory, National Institute of Standards and Technology, USA)

No entanto adopção, destas ferramentas de avaliação, deve ser criteriosa e atender à diversa realidade de cada país ou região. No caso do BEES (EUA) e segundo F. Pacheco Torgal, e Said Jalali (em *Construção Sustentável. O Caso dos materiais*

de Construção, 2007), “O programa apresenta no entanto uma limitação decorrente das bases de dados utilizarem valores relativos a produtos produzidos nos EUA, pelo que tal ferramenta é recomendável somente para o plano experimental e educacional”.

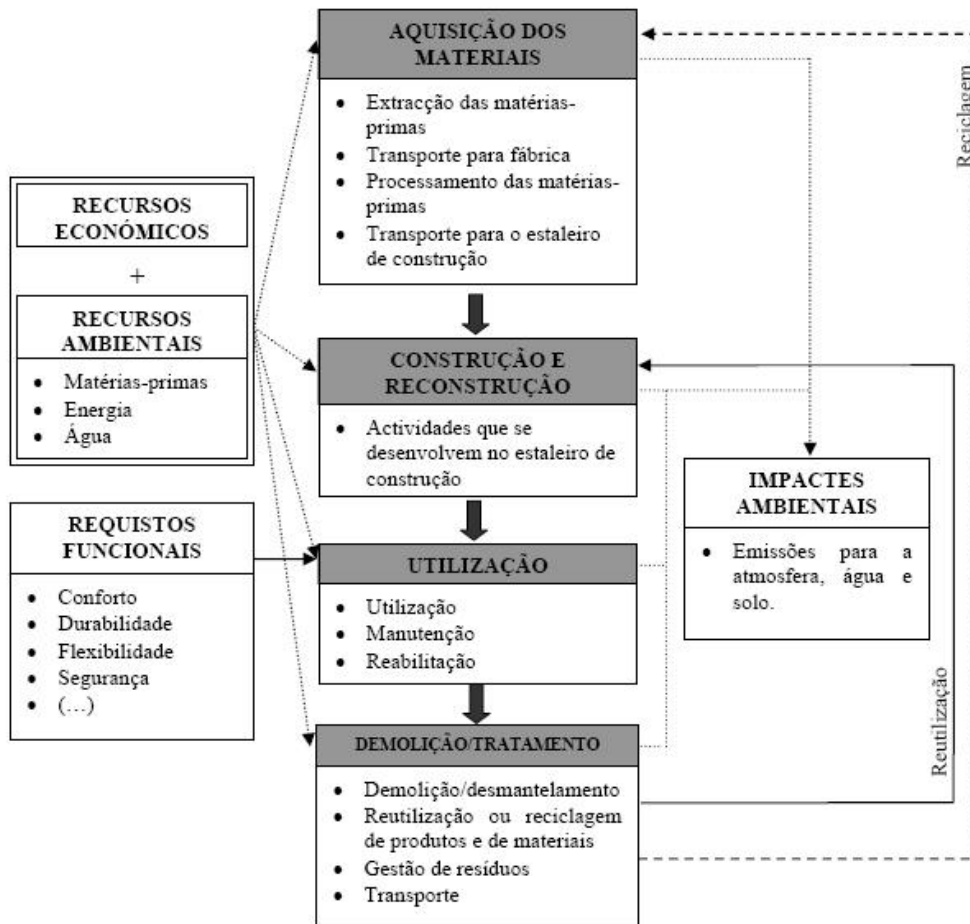


Figura3.3 –Abordagem integrada ao ciclo de vida de um edifício (L. Bragança e R. Mateus, em Sustentabilidade de Soluções construtivas, 2003).

A necessidade de estudar, do ponto de vista ambiental, todas as interdependências exigirá o emprego de métodos fiáveis que quantifica ou avalia todas as acções e os seus efeitos. Assim, ao momento de tratar este assunto é necessário ele fornecer as respostas adequadas para ocupar-se aos objectivos esperados, será necessário então empregar instrumentos que permitem medir os diversos tipos de parâmetros, tanto os classificados de quantificável como os de quantificação difícil. Entre os parâmetros quantificáveis estão incluídas as em relação com o consumo matérias-primas, consumo de água e energia, emissões de efluentes líquidas, emissões de gases à atmosfera, resíduos sólidos, geração co-produtos, etc. Estes parâmetros, podem ser tratados através de modelos, como por exemplo, os da base conceptual da análise do ciclo de vida.

Entretanto os de quantificação difícil, por exemplo, os riscos potenciais, mudanças geográficas, impactos visuais do ambiente ou escassez de recursos são tratados com outros instrumentos desenvolvidos para tal fim. (Peuplier, e Al, 1998; Trinius, 1999) além disso, no âmbito da gestão ambiental é necessário ter conta que as intervenções propostas podem afectar o plano estratégico de curto ou longo termo, ou até às mesmas rotinas diárias de trabalho, por conseguinte é interessante dispor diferentes fontes de informações ao momento de tomar certas decisões, principalmente se estas alteram processos, materiais ou serviços, ou escolhem materiais alternativos ou seguem actividades identificando, activando ou fazendo investigações dos aspectos ambientais novos de certo produto.

Neste ponto do processo deve ser considerado que cada um destes instrumentos oferecem diferentes maneiras de enfrentar o problema e fornecem diversas informações úteis aquando de uma tomada de decisão, tendo em conta pelo facto cada um retomado, estrutura e avalia informações de acordo com certos aspectos, resultando, em alguns casos, até a complementares entre si

CAPÍTULO 4 – CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL E MATERIAIS

4.1 – Considerações gerais

A Indústria de Construção faz uso de diversas matérias-primas em materiais compostos com um ciclo de vida complexo, muitos deles com um custo energético alto (relativamente à função que desempenham), em detrimento de alternativas existentes de materiais menos transformados, reciclados e mesmo reutilizados. A máxima utilização de materiais locais e pouco transformados implica por si só uma redução dos impactos ambientais. Mas a redução destes também se pode obter pela minimização do uso dos materiais, com uma redução do peso global do edifício e menores impactos resultantes da extracção de matérias-primas, dos processos de produção e dos estaleiros (com redução do ruído, poeiras, desperdícios e consumo de energia durante a construção), além duma redução proporcional dos factores de perda e energia associada com o transporte.

Embora os actuais exemplos indiquem um cada vez maior conhecimento em sustentabilidade serve de base a grandes projectos de engenharia, nota-se no entanto que no sector da construção os avanços são incipiente, de acordo com o observado entre a prática da construção e os últimos desenvolvimentos da teoria sobre sustentabilidade (Roddman, 1997).

Um facto relevante e notoriamente crescente tem sido a aplicação dos princípios da sustentabilidade no sector da construção civil em especial nas indústrias, que se confirma através da visão e, nos projectos concretos conhecidos, de indústrias líderes como a Du Pont, Dow Chemical, 3M Corporation, IBM, entre outras (Fiksl, 1996; Graham, 1997).

Como exemplo cita-se a maior empresa de construção japonesa, Shimzu Corporation, que adoptou um acordo global para o ambiente no qual se compromete a preservar o meio ambiente no desenvolvimento das suas

actividades. Ao mesmo tempo que reequaciona os métodos de projectar e construir edifícios (Miyatake, 1996; Roddman, 1995) com a finalidade de:

- Possibilitar e otimizar o uso da energia,
- Incorporar materiais sustentáveis,
- Utilizar máquinas e equipamentos ambientalmente certificados e limpos,
- Prever a reutilização de materiais e minimizar os resíduos

Uma dessas interpretações com especial relevância para o sector da construção é a Agenda Habitat II, que resultou da Conferência das Nações Unidas, em 1996, realizada em Istambul. A Agenda Habitat II demonstra uma preocupação com abrigo para todos e a sustentabilidade dos aglomerados humanos e contém diversas secções dedicadas ao sector da construção civil e à forma como os governos nacionais devem encorajar a indústria no sentido da sustentabilidade.

Também as políticas Comunitárias ajudam determinantemente a definir metas e fornecendo programas capazes de sistematizar acções. É o caso do 6º Programa Comunitário em Matéria de Ambiente. O 6º Programa de Acção em Matéria de Ambiente agora em vigor, foca as áreas onde é necessário um maior número de acções e nas quais as novas iniciativas irão fazer a diferença, estabelecendo objectivos para os próximos 10 anos. A chave será o "desenvolvimento sustentável", ou seja, formas de melhorar a qualidade de vida sem causar danos ao ambiente, às gerações futuras e às pessoas do mundo subdesenvolvido e desenvolvido.

Este programa abrange quatro áreas temáticas distintas, em que são necessários novos e impetuosos esforços: Enfrentar as Alterações Climáticas; Protecção da Natureza e Vida Selvagem; Acções para o Ambiente e a Saúde; Utilização Sustentável dos Recursos Naturais e Gestão de Resíduos.

Para a efectivação deste programa, a União Europeia deve exercer a necessária pressão, de forma a colocar em prática a legislação, a colocar o ambiente no centro

da política, a trabalhar com o mercado e a ajudar as pessoas a fazer escolhas mais amigas do ambiente.

Elaboram-se sete estratégias temáticas:

- Protecção do solo,
- Conservação dos ecossistemas marinhos,
- Utilização sustentável de pesticidas integrada numa abordagem estratégica da gestão internacional de substâncias químicas,
- Reforço de uma política coerente e integrada para a qualidade do ar,
- Ambiente urbano,
- Gestão e utilização sustentável dos recursos e
- Reciclagem de resíduos.

Em síntese, os conceitos actuais mais relevantes na Política de Ambiente assentam na prevenção e na precaução, no tratamento na fonte e na diversificação dos instrumentos (económicos, incluindo taxas e mecanismos voluntários); apostam na integração das políticas sectoriais, das componentes ambientais e ao longo do ciclo de vida do produto e da actividade; focam uma abordagem combinada de valores limites de emissão e objectivos de qualidade; fomentam as melhores tecnologias disponíveis a custo razoáveis. Assume-se progressivamente o conceito de desenvolvimento sustentável, no qual o ambiente é um dos factores chave, a par com a dimensão social e económica.

Introdução e conceitos de Sustentabilidade aplicados à Construção Civil.

- A responsabilidade económica, ambiental e social no Ciclo de Vida de Empreendimentos Sustentáveis
- Idealização e Marketing de Empreendimentos Sustentáveis
- Estratégias de projecto e gestão de recursos naturais para a sustentabilidade

- Sistemas de análise e certificação
- Cadeia produtiva da construção civil: uma visão estratégica para a sustentabilidade
- Educação Ambiental Corporativa
- Gestão integrada de estaleiros de obra: qualidade, segurança e meio ambiente.

4.2 – Impactos no meio ambiente

A definição de Impacto ambiental não é consensual.

A mais usual (tem por base L. Canter, 1997), e define Impacto ambiental como “qualquer alteração no meio ambiente ou nalgum de seus componentes por determinada acção ou actividade ou qualquer alteração no sistema físico, químico, biológico, cultural e socioeconómico que possa ser atribuída a actividades humanas relativas às alternativas em estudo para satisfazer as necessidades de um projecto”.

Para melhor diferenciar os impactos ambientais durante numa avaliação é importante ter uma informação qualitativa e quantitativa sobre um impacto, isto é, sobre ele próprio, sobre ele noutras circunstâncias, e entre ele e outros impactos. Os Impactos ambientais podem ser classificados (Cláudio A. Spadotto) “em *magnitude e importância*. A magnitude representa a grandeza de um impacto em termos absolutos. A importância é a ponderação do grau de significância de um impacto em relação ao factor ambiental afectado e em relação a outros impactos”. Na análise dos Impactos ambientais uma das classificações qualitativas é baseada em (E. Silva, 1994) “em seis critérios: valor, ordem, espaço, tempo, dinâmica e plástica”.

Constata-se que os impactos no meio ambiente decorrem das actividades humanas e das suas necessidades e consumos. Assistimos assim a uma correlação forte entre o aumento da população e o aumento das actividades humanas geradoras de

consumo de materiais de bens e serviços ligadas a processos económicos e industriais em especial aos de fabrico que consomem grande quantidade de energia.

Em termos Europeus e segundo F. Pacheco Torgal, e Said Jalali (em *Construção Sustentável. O Caso dos materiais de Construção*, 2007), “A indústria da construção constitui um dos maiores e mais activos sectores em toda a Europa, representando 28,1% e 7,5% do emprego, respectivamente na indústria e em toda a economia europeia”.

Os últimos dados sobre a população mundial, estimada actualmente em 6,8 biliões de pessoas, apontam para que em 2050 sejam 12,5 biliões. Contudo na Europa, onde actualmente vivem 496 milhões com 10,6 milhões de portugueses, a taxa de fertilidade decaiu de tal forma, que se prevê que este continente venha a ter em 2005 um decréscimo de população em oposição ao resto do planeta(Relatório do Bureau de Pesquisa Populacional de Washington, 2005).

Neste contexto, e até 2050, não se prevê um grande aumento no consumo das matérias-primas e dos materiais ligados ao sector da construção na Europa e em Portugal.

Cada vez mais os estudos e as políticas para a diminuição dos impactos ambientais têm vindo a conferir maior sustentabilidade em alguns sectores. O sector da construção civil com as industrias que o suportam tem, devido ao peso do sector, um papel determinante para a sustentabilidade dos sistemas e dos materiais.

Em termos económicos a procura, a produção e o preço dos materiais e sua aplicação dependem fortemente do consumo de energia. O consumo de energia na produção dos materiais situa-se entre os 15 e os 25 por cento de toda a energia primária consumida nas economias industrializadas. (A. Padilha, 2007 em *Materiais de Engenharia*, Hemus-Brasil)

A redução dos impactos no futuro passará por reduzir também a dependência do consumo dos combustíveis fósseis, essencialmente petróleo e gás natural, produtores de CO₂ equivalente e contribuindo grandemente com os GEE para o aquecimento global.

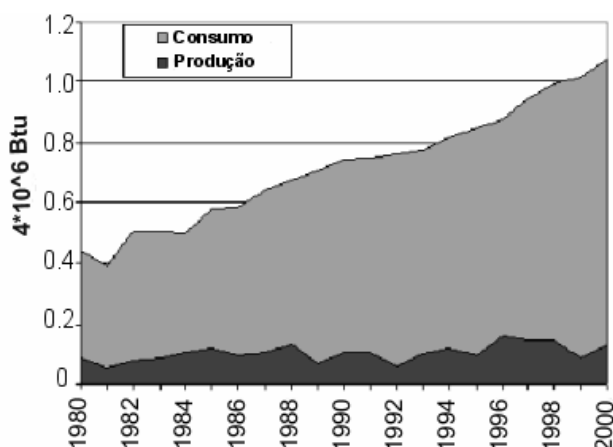


Figura 4.1 – Produção e Consumo de Energia totais em Portugal de 1980 a 2000 (EIA 2003)
(de Paulo Mendonça em *Habitar Sob Uma Segunda Pele*, TD, 2005, Universidade do Minho)

4.3 – Sustentabilidade dos materiais e sistemas construtivos

As matérias-primas e os recursos energéticos incorporados, representam as duas áreas onde é necessário efectuar um grande esforço para cada vez mais se obter um maior grau de sustentabilidade para o sector do património construído.

È por demais assumido e interiorizado pela comunidade que os recursos naturais não são inesgotáveis, por isso a sua delapidação deve ser cada vez mais racionalizada e comedida. O aparecimento de novos materiais em especial os polímeros, embora alguns deles com enorme consumo de energia de fabrico por massa, a utilização de materiais reciclados e o aproveitamento (reuso) de materiais

provenientes da desconstrução e da utilização e incorporação de materiais considerados desperdícios ou resíduos, ajudará a que no futuro haja uma verdadeira construção sustentável.

Na área energética a redução da energia contida no manuseamento, fabrico e aplicação dos materiais de construção é imperiosa bem como a substituição das energias convencionais por energias alternativas e mais limpas. Diz-se que uma fonte de energia é renovável quando não é possível estabelecer um fim temporal para a sua utilização. É o caso do calor emitido pelo sol, da existência do vento, das marés ou dos cursos de água. As energias renováveis são virtualmente inesgotáveis, mas limitadas em termos da quantidade de energia que é possível extrair em cada momento. As principais vantagens resultantes da sua utilização consistem no facto de não serem poluentes e poderem ser exploradas localmente. A utilização da maior parte das energias renováveis não conduz à emissão de gases com efeito de estufa. A única excepção é a biomassa, uma vez que há queima de resíduos orgânicos, para obter energia, o que origina dióxido de enxofre e óxidos de azoto.

A exploração local das energias renováveis contribui para reduzir a necessidade de importação de energia, ou seja, atenua a dependência energética relativamente aos países produtores de petróleo e gás natural

Num mundo globalizante também o sector económico começou a incorporar os conceitos de sustentabilidade. As empresas, nos seus processos de certificação para a qualidade, preconizadas pelas normas ISSO 9000 desenvolveram uma gestão do tipo ecológico.

Neste novo paradigma (Almeida, 2002) “diz-se que a ideia é de integração e interacção, propondo uma nova maneira de olhar e transformar o mundo, baseada diálogo entre saberes e conhecimentos diversos. No mundo sustentável, uma actividade – a económica, por exemplo – não pode ser pensada ou praticada em separado, porque tudo está inter-relacionado, em permanente diálogo.” (extraído de Maria E.P. Kraemer *A Contabilidade como Alavanca na Construção do Desenvolvimento*, 2007)

A tabela seguinte apresenta as diferenças entre o velho e o novo paradigma:

Visão cartesiana	Visão sustentável
Reduccionista, mecanicista, tecnocêntrico	Orgânico, holístico, participativo.
Factos e valores não relacionados	Factos e valores fortemente relacionados
Preceitos éticos desconectados das práticas quotidianas	Ética integrada no quotidiano
Separação entre o objectivo e o subjectivo	Interacção entre o objectivo e o subjectivo
Seres humanos e ecossistemas separados, em uma relação de dominação.	Seres humanos inseparáveis dos ecossistemas, em uma relação de sinergia.
Conhecimento compartimentado e empírico	Conhecimento indivisível, empírico e intuitivo.
Relação linear de causa e efeito	Relação não linear de causa e efeito
Natureza entendida como descontínua, o todo formado pela soma das partes.	Natureza entendida como um conjunto de sistemas inter-relacionados, o todo maior que a soma das partes.
Bem-estar avaliado por relação de poder (dinheiro, influência, recursos)	Bem-estar avaliado pela qualidade das inter-relações entre os sistemas ambientais e sociais
Ênfase na quantidade (renda per capita)	Ênfase na qualidade (qualidade de vida)

Análise	Síntese
Centralização de poder	Descentralização de poder
Especialização	Transdisciplinaridade
Ênfase na competição	Ênfase na cooperação
Pouco ou nenhum limite tecnológico	Limite tecnológico definido pela sustentabilidade

Tabela4.1 – Paradigma cartesiano versus paradigma da sustentabilidade,

(Almeida, 2002; Maria E.P. Kraemer em *A Contabilidade como Alavanca na Construção do Desenvolvimento*)

Os empresários, criando sistemas de gestão cada vez mais indutores da sustentabilidade, estão a ver recompensada esta visão, pelos consumidores que compram produtos ecológicos e mais amigos do ambiente.

O desenvolvimento sustentável, além da equidade social e equilíbrio ambiental, apresenta, como terceira vertente principal, a questão do desenvolvimento económico (Donaire, 1999).

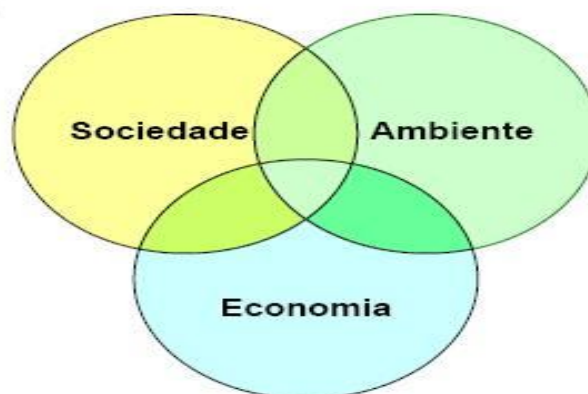


Figura 4.2 – Triângulo da sustentabilidade (Donaire, 1999).

A sustentabilidade dos sistemas construtivos resulta em grande parte da sustentabilidade dos materiais e dos processos de aplicação.

As matérias-primas, nas quais os materiais naturais se encontram, forneceram ao longo dos tempos as necessidades para o sector do património construído

Perante a desflorestação das grandes massas de floresta em todo o mundo e em especial a Amazónica e com a enorme delapidação dos recursos naturais com a exploração de minas e pedreiras e com a poluição e desperdício no sector da água, convém avaliar correctamente as produções e consumos destes recursos.

Nos quadros seguintes procura-se dar o estado actual de alguns recursos profusamente utilizados nos sectores da construção em Portugal e depois por cada um deles compará-los com as produções com outros países mundiais.

	Produção (tonelada)	População (nº de habitantes)	Produção per capita (Kg/pessoa.ano)
Pedra	45.785.000	10.012.197	4.572,9
Cimento	9.500.000	9.928.000	956,8
Madeira	5.556.200	9.928.000	559,6
Tijolo	4.735.000	10.012.197	473,0
Aço	854.800	9.928.000	86,1
Cortiça	175.000	10.012.197	17,5
Alumínio	16.000	9.928.000	1,6

Tabela 4.2 – Produção portuguesa per capita de alguns materiais de construção.

(Paulo Mendonça em *Habitar Sob Uma Segunda Pele*, TD, 2005, Universidade do Minho)

Havendo neste momento a capacidade de classificar os materiais e recursos em renováveis e não renováveis, no sentido da sustentabilidade, é aconselhável a utilização dos recursos e materiais renováveis sempre que adequados à utilização ou substitutos de outros sabendo que em alguns casos o preço dos renováveis ainda é superior.

4.4 – Recursos disponíveis

4.4.1 – Rochas e Pedras

As pedras naturais, em Portugal, com aproveitamento e valorização encontram-se repartidas um pouco por todo o território.

Tem sido uma fonte de riqueza e desenvolvimento, tendo registado ao longo do tempo um crescimento importante.

Das pedras extraídas contam-se o mármore, o granito, os calcários e os xistos entre outras. O sector já começou aplicar medidas tendentes à sustentabilidade.

A adopção de novos métodos, possibilitada pela aplicação de tecnologia mais moderna, contribuiu para um melhor aproveitamento das capacidades e potenciou uma maior produtividade baseada na inovação dos processos extractivos e transformadores.

Esta evolução, apoiada no estudo sistemático dos recursos existentes, tem tido uma repercussão favorável na diversificação dos produtos oferecidos. As condicionantes e os factores de evolução passam por:

- Avanços tecnológicos e aumento de produtividade na produção;
- Conquista de mercado através de novas aplicações;
- Incremento das políticas de baixo preço, pelos novos actores/exportadores;
- Crescentes entraves à exploração, nomeadamente ambientais;
- Maior adaptação dos produtos aos conceitos dos clientes (personalização);
- Aumento da dimensão concorrencial crítica;
- Incremento da oferta de transformados

Os produtos nacionais, nomeadamente os mármore, sofrem hoje a concorrência directa de materiais idênticos provindos dos países mencionados anteriormente, que em conjunto representam mais de 70% da extracção

No capítulo das rochas ornamentais Portugal tem mesmo aumentado a produção, vejam-se os gráficos seguintes.

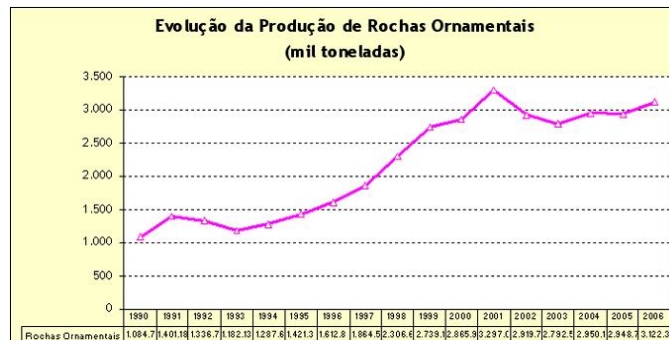


Figura 4.3 – Evolução da produção de rochas ornamentais
(Direcção-Geral de Energia e Geologia 1990-2006)

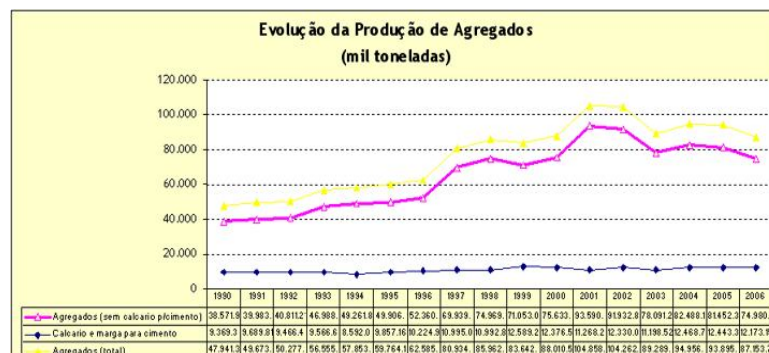


Figura 4.4 – Evolução da produção de agregados
(Direcção-Geral de Energia e Geologia 1990-2006)

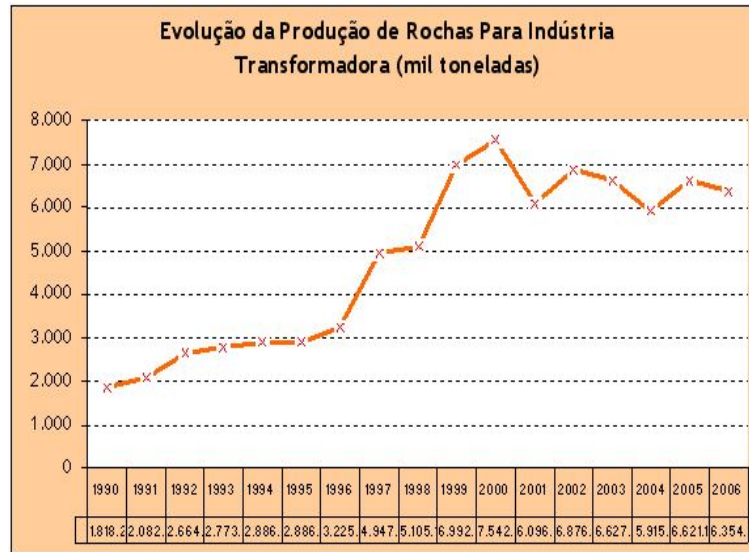


Figura 4.5 – Evolução da produção de rochas para a indústria transformadora
(Direcção-Geral de Energia e Geologia 1990-2006)

4.4.2 – Cimento

No sector dos cimentos em termos mundiais uma das mais promissoras iniciativas no sentido da maior sustentabilidade para o sector dos cimentos foi a criação do Cement Sustainability Initiative – *CSI*, que criou um dos mais vastos programas de sustentabilidade accionado por um único sector industrial.

Representando mais de metade da produção de cimento a nível mundial, excluindo a China, o *CSI* promove a concretização das promessas feitas pela indústria em 2002, especialmente no que refere às emissões de CO₂, à utilização de combustíveis e de matérias-primas e à saúde e segurança no trabalho.

De todos estes aspectos, talvez o mais significativo seja a proposta de realização de um protocolo, que abrange toda a indústria, para a medição e divulgação das emissões de CO₂ originadas no processo de produção do cimento.

1998	Produção (tonelada)	População	Produção per capita (Kg/ pessoa.ano)
1-Grécia	15.000.000	10.555.768	1,42
2-Rep. da Coreia	46.791.000	46.535.375	1,01
3-Portugal	9.500.000	9.928.000	0,96
4-Taiwan	19.538.000	21.823.024	0,90
5-Coreia do Norte	17.000.000	21.454.900	0,79
6-Bélgica	8.000.000	10.202.662	0,78
7-Arábia Saudita	14.500.000	20.619.610	0,70
8-Espanha	27.943.000	39.906.235	0,70
9-Japão	81.328.000	126.246.096	0,64
10-Itália	35.000.000	57.550.318	0,61
11-Turquia	38.200.000	63.945.635	0,60
12-Tailândia	30.000.000	61.002.904	0,49
13-Alemanha	36.610.000	82.023.672	0,45
14-China	513.500.000	1.241.891.297	0,41
15-Canada	12.064.000	30.628.924	0,39
16-Polónia	14.970.000	38.663.528	0,39
17-França	19.500.000	58.866.290	0,33
18-USA	85.522.000	276.115.288	0,31

Tabela 4.3 – Produção de cimento per capita.(dados da população mundial do U. S. Census Bureau, Global Cement Information System)
(Paulo Mendonça em Habitar Sob Uma Segunda Pele, TD, 2005, Universidade do Minho)

4.4.3 – Tijolo e Abobadilha

Em Portugal a produção, de tijolo de furação horizontal e vertical e de abobadilha, referente a 2004 rondou as 3.364.128 toneladas, valor superior ao registado em 2003 que foi de 3.076.689 toneladas (dados do Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro). No quadro seguinte vemos uma comparação das produções entre países.

(2000)	Consumo (T)	População total em 2000	Consumo de tijolo per capita (kg/pessoa)
Portugal	4.735.000	10.012.197	473
Hungria	4.031.000	9.968.000	404
Bélgica	3.183.000	10.249.000	311
Espanha	11.037.000	39.910.000	277
Itália	15.169.000	57.530.000	264
Áustria	1.755.000	8.080.000	217
Dinamarca	989.000	5.320.000	186
Holanda	2.607.000	15.864.000	164
Alemanha	11.339.000	82.017.000	138
Reino Unido	6.177.000	59.415.000	104
Suíça	588.000	7.170.000	82
França	2.976.000	59.238.000	50

Tabela 4.4 – Consumo de tijolo per capita (dados da população mundial do U. S. Census Bureau
Realizado a partir dos dados da TBE – European Brick and Tile Manufacturers’
Federation (Minoliti 2002) (Paulo Mendonça em Habitar Sob Uma Segunda Pele, TD,
2005, Universidade do Minho)

No entanto a produção aqui considerada e em especial a referente a 2003 e 2004, representa pouco mais de metade da capacidade instalada que é cerca de 6.000.000 toneladas.

As maiores produções situam-se na faixa litoral, nos distritos de Aveiro, Leiria e Lisboa. Relativamente ao tipo de combustíveis utilizados, verifica-se que 20 empresas utiliza apenas gás natural (GN), estando 4 empresas a utilizar fuel, 3 exclusivamente a coque e 5 declararam utilizar combustíveis sólidos. As restantes 28 empresas recorrem a vários combustíveis (extraído de CTCV)

Em Portugal a produção garante a maior parte do consumo interno e as reservas de matéria-prima ainda não se apresentam preocupantes. Neste sector e resultante dos processos de fabrico específicos os principais

4.4.4 – Aço

Portugal sendo um pequeno produtor representando apenas cerca de 0,1% da produção mundial de aço. A produção mundial de 1998 cifrou-se em 770 milhões de toneladas. No quadro comparativo seguinte podemos observar as produções per capita e por países e vemos que Portugal ocupa o 44º lugar.

(1998)	Produção (milhares de T)	População total em 1998	Produção de aço per capita (ton/pessoa)
1-Luxemburgo	2.592	425.000	6,099
2-Bélgica	11.427	10.175.000	1,123
3-Coreia do Sul	39.896	46.417.000	0,860
4-Taiwan	17.192	21.908.000	0,785

A Evolução da Sustentabilidade no Ambiente Construído
Projecto e Materiais dos Edifícios

5-Finlândia	3.932	5.149.000	0,764
6-Japão	93.548	126.000.000	0,743
7-Austria	5.298	8.134.000	0,651
8-Eslováquia	3.428	5.393.000	0,636
9-Republica Checa	6.498	10.286.000	0,632
10-Suécia	5.062	8.887.000	0,569
11-Alemanha	44.046	82.079.000	0,537
12-Canadá	15.930	30.675.000	0,519
13-Austrália	8.798	18.613.000	0,473
14-Ucrânia	23.461	50.125.000	0,468
15-Itália	25.798	56.783.000	0,454
16-Holanda	6.379	15.731.000	0,405
17-Espanha	14.827	39.134.000	0,379
18-EUA	98.600	270.312.000	0,365
19-França	20.126	58.805.000	0,342
20-Russia	43.822	146.861.000	0,298
21-Reino Unido	17.066	57.721.000	0,295
22-Roménia	6.335	22.396.000	0,283
23-Bulgária	2.216	8.240.000	0,269
24-Polónia	9.915	38.607.000	0,257
25-Nova Zelândia	756	3.625.000	0,208
44-Portugal	854	9.928.000	0,086

Tabela 4.5 – Produção mundial de aço para betão armado per capita (dados da população mundial do U. S. Census Bureau U.S. Department of the Interior, U.S. Geological survey) (de Paulo Mendonça em Habitar Sob Uma Segunda Pele, TD,2005, Universidade do Minho)

4.4 5 – Alumínio

A produção de alumínio está estreitamente vinculada ao nível económico das regiões beneficiadoras de bauxita. Muito importantes como factores infra-estruturais são os recursos hidráulicos e energéticos da região e a capacidade de recuperação dos resíduos produzidos no processo de obtenção desse metal. Em fins do século XX, os principais produtores do alumínio eram os Estados Unidos, seguidos, por Canadá, Austrália, Brasil e Alemanha. A maior parte da produção mundial destina-se à indústria aeronáutica e automobilística.

As ligas de alumínio apresentam propriedades importantes, principalmente no que diz respeito a sua facilidade de manipulação e deformação plástica. Como consequência, são amplamente empregadas na fabricação de parafusos, peneiras, pinos, dobradiças etc. Essas características delimitam outro dos grandes campos de aplicação do alumínio e suas ligas, o dos materiais de construção. Assim, é comum a utilização desse metal no revestimento de fachadas e na fabricação de janelas, portas, andaimes, móveis e utensílios de cozinha. O alumínio é, também, bastante utilizado na produção de recipientes e embalagens dos mais diversos tipos.

No conjunto dos países mundiais *“Portugal é um pequeno produtor de alumínio a nível mundial, ocupando a 42ª posição com uma produção total em 1998 de 16.000T. O maior produtor mundial, os EUA tem uma produção de 3.713.000T. Em termos de produção per capita, Portugal ocupava a 39ª posição, com uma produção de 0,0016kg per capita, em 1998.”* (Paulo Mendonça em Habitar Sob Uma Segunda Pele,TD,2005,Universidade do Minho)

4.4.6 – Madeira

Portugal apresenta-se actualmente como um pequeno produtor representando apenas cerca de 1,6% da produção europeia de madeira. A produção europeia de 1998 foi cerca de 481 mil metros cúbicos. No quadro comparativo seguinte podemos observar as produções per capita e por países e vemos que Portugal ocupa o 11º lugar.

A Evolução da Sustentabilidade no Ambiente Construído
Projecto e Materiais dos Edifícios

	Produção em 1998 (milhares de m3)**	População total em 1998 (meio do ano)*	Produção de madeira em tronco per capita (m3/pessoa)
1-Finlândia	53.660	5.149.000	10,4214
2-Suécia	60.600	8.887.000	6,8190
3-Estónia	6.061	1.421.000	4,2653
4-Letónia	10.030	2.385.000	4,2055
5-Noruega	8.172	4.420.000	1,8489
6-Áustria	14.033	8.134.000	1,7252
7-Republica Checa	13.991	10.286.000	1,3602
8-Lituânia	4.879	3.600.000	1,3553
9-Eslovénia	2.133	1.972.000	1,0816
10-Eslováquia	5.530	5.393.000	1,0254
11-Portugal	8.548	9.928.000	0,8610
12-Croácia	3.398	4.672.000	0,7273
13-Rússia	95.000	146.861.000	0,6469
14-Irlanda	2.266	3.619.000	0,6261
15-França	35.527	58.805.000	0,6041
16-Polónia	23.107	38.607.000	0,5985
17-Suíça	4.276	7.260.000	0,5890
18-Bielorússia	5.902	10.409.000	0,5670
19-Roménia	11.649	22.396.000	0,5201
20-Alemanha	39.052	82.079.000	0,4758
21-Hungria	4.167	10.208.000	0,4082

Tabela 4.6 – Produção de madeira em tronco per capita (dados da população mundial do U. S. Census Bureau UNECE 2001) de Paulo Mendonça em Habitar Sob Uma Segunda Pele, TD, 2005, Universidade do Minho)

4.4.7 – Cortiça

Segundo os dados do Instituto Nacional de Estatística, a Indústria da cortiça distribui-se por doze distritos, mas apenas os distritos de Aveiro (Concelho de Santa Maria da Feira) e Setúbal são significativos, sendo responsáveis por cerca de 75% e 13% respectivamente, pelo emprego nesta indústria.

Existem aproximadamente 800 empresas a operar no sector da cortiça em Portugal, que produzem cerca de 40 milhões de rolhas por dia (35 milhões das quais no Norte do País), e que empregam cerca de doze mil operários (Fonte: Boletim Mensal de Actividade Económica, Janeiro 2007).

	Área de sobrado (Ha)	Produção total em 2007 (milhares de T)	Percentagem da produção mundial de cortiça
1-Portugal	736,0	157	52,6
2-Espanha	506,0	88	29,5
3-Itália	92,0	17	5,7
4-Algéria	414,0	15	5,0
5-Marrocos	345,0	11	3,6
6-Tunísia	92,0	7	2,3
7-França	92,0	3	1,0

Tabela 4.7 – Área e produção e percentagem mundial de sobrado de cortiça (Fonte: Direcção Geral dos Recursos Florestais (DGRF e APCOR, Ano: 2007)

O montado de sobro tem um contributo muito importante para a economia e a ecologia de vários países do Mediterrâneo, ocupando uma área mundial de 2,277,700 de hectares. Partindo da quantificação da sua distribuição por país, imediatamente se verifica que Portugal concentra cerca de 32% da área mundial, o correspondente a uma área de mais de 730,000 hectares, cerca de 23% da floresta nacional, representado a espécie florestal dominante em Portugal.

	Produção em 2007 (x mil Tonelada)	População (Milhões) Ano 2000	Produção de cortiça per capita (kg/pessoa)
1-Portugal	157	9.9	15,89
2-Espanha	88	40.0	2,19
5-Itália	17	56.6	1,77
3-Tunísia	8	9.5	0,12
4-Marrocos	11	30.1	0,36
6-Algéria	15	30.4	0,50
7-França	3	59.3	0,05

Tabela 4.8 – Produção de cortiça per capita (Fonte: Direcção Geral dos Recursos Florestais (DGRF e APCOR, Ano: 2007)

4.4.8 – Vidro

Em Portugal a indústria vidreira começou a concentrar-se, sobretudo na Marinha Grande, atingindo no séc. XX a fase mais dinâmica da história do vidro em Portugal. No final do séc. XX a produção portuguesa era essencialmente constituída pelos segmentos do vidro de embalagem, do vidro plano e do vidro doméstico.

Hoje em dia, da indústria do vidro emergem três vertentes principais: vidraça, garrafeira e cristaleira.

As indústrias portuguesas do vidro situam-se preferencialmente no litoral, devido a proximidade das matérias-primas e dos grandes mercados de importação e a maior facilidade de exportação de produtos.

A produção de vidro em Portugal do ano de 2003, segundo Paulo Mendonça e referente “...à produção global de vidro plano foi, em 2003, de aproximadamente 36 milhões de toneladas. Cerca de 70% desta produção destina-se a vidros para janelas, 10% para automóveis e 20% para mobiliário e outras aplicações interiores”. (em Habitar Sob Uma Segunda Pele, TD, 2005, Universidade do Minho)

A reciclagem do vidro foi uma das primeiras em Portugal, e situa-se nos 42% em relação a outros países. Actualmente o sistema de separativo de RSU permite uma eficaz reciclagem do vidro e que se destina-se em geral a recipientes tais como: copos, garrafas, etc. É de notar que a produção de 1kg de vidro reciclado necessita de 500 kJ, enquanto que para produzir 1kg de vidro novo são necessários 4500kJ, há por isso uma redução de 32% de energia em relação à produção de vidro novo.

4.5 – Impactos da poluição dos materiais da construção

A poluição material diz essencialmente respeito aos poluentes no ar, terra e água do material em si e dos componentes do material quando em fase de produção, de uso e de demolição. O sistema torna-se mais complexo tendo em consideração que cerca de 80.000 produtos químicos, com efeitos nocivos para a saúde, são

utilizados na indústria da construção, e que o número destes quadruplicou desde 1971 (Berge, 1999).

Um princípio de actuação futuro deverá ser uma redução drástica na utilização de matérias-primas. Isto é preferencialmente necessário para os recursos menos abundantes, mas não deixa de ser igualmente recomendável para os mais abundantes. Os recursos são normalmente definidos como sendo “renováveis” ou “não renováveis”.

Os renováveis são aqueles que, como o nome indica, podem ser renovados ou explorados em ciclos regulares, tal como a madeira. Estes recursos podem ser explorados enquanto as condições necessárias para a renovação dos mesmos se mantenham. O chamado “buraco da camada de ozono” é um exemplo de como estas condições podem ser drasticamente alteradas, quando se sabe que grandes partes dos recursos renováveis dependem da fotossíntese. Foi estimado que o homem utiliza actualmente 40% da actividade fotossintética da terra (Brown, 1990).

Os recursos não renováveis são aqueles que não podem ser renovados na mesma cadência da sua exploração, tal como as madeiras tropicais. Existem também aqueles que demoram milhões de anos a formarem-se tais como: o petróleo ou o gás natural, ou aqueles cujas reservas se esgotam efectivamente sem qualquer capacidade de renovação, mesmo a muito longo prazo, como o minério de ferro. As reservas destes estão seriamente limitadas em todo o mundo, pela grande cadência de exploração. Existem alguns recursos não renováveis muito abundantes, mas que em certas regiões começam a escassear, tal como a areia ou os agregados (Berge, 1999).

Existem casos em que o incremento tecnológico tem um impacte negativo na extracção das matérias-primas. O problema da extracção de minérios é uma questão de economia, tecnologia disponível, impactos paisagísticos e ambientais e consumo energético. Em 1900 estimava-se que para realizar a extracção de cobre numa forma viável seria necessária uma percentagem de pelo menos 3% de cobre no minério (Berge, 1999). Em 1970 esta percentagem baixou para 0,6%, o que significa que certos recursos, economicamente inviáveis para ser explorados no passado, podem tornar-se viáveis mais tarde. No entanto esta falta dos recursos de

minério, implica modernas tecnologias de exploração, que não se coadunam com pequenos depósitos, pelo que, actualmente, só as grandes explorações, de maior impacto, são economicamente viáveis.

Existem recursos utilizados actualmente que há alguns anos não o eram, tal como o petróleo, que só começou a ser explorado depois do século XIX. Com o crescente ritmo de exploração dos recursos disponíveis e utilizados, estamos no limiar do esgotamento de muitos destes. Aqueles com maior risco de esgotamento são os minérios e o petróleo (Berge, 1999). Podemos no entanto prever que certos recursos não utilizados actualmente poderão sê-lo no futuro, o que poderá trazer outros problemas. A opção deverá ser sempre tender a utilizar recursos cuja exploração não conduza a impactos colaterais e que, preferencialmente, sejam cada vez mais os facilmente renováveis.

Mesmo os recursos que há poucos anos se podiam chamar de renováveis, com a excessiva exploração pelo homem tendem a não conseguir uma taxa de renovação igual à de exploração. Os problemas relacionados com as madeiras tropicais são bem conhecidos, nomeadamente com o desaparecimento duma grande área da floresta amazónica e das florestas de África. Mesmo na Europa, onde a floresta normalmente tem um ciclo de renovação igual ao de exploração, há muitos anos que a área de floresta vem diminuindo ou está ameaçada. O mais grave deste fenómeno é que as condições propícias ao desenvolvimento biológico estão a ser modificadas rapidamente, como resultado dos efeitos ambientais das chuvas ácidas e do buraco da camada de Ozono, com as consequentes alterações climáticas.

A redução do uso de matérias-primas no processo de produção pode ser conseguida de diversas formas, nomeadamente:

- Aumentar a utilização dos recursos renováveis. Muitos componentes construtivos feitos com matérias-primas minerais têm alternativas orgânicas em alguns tipos de edifícios, por exemplo madeira em vez de aço, que normalmente apresentam um menor impacte ambiental;

- Incrementar a atenção sobre os resíduos. Certos tipos de resíduos industriais e agrícolas poderão eventualmente ser utilizados
- Aumentar a exploração de matérias-primas em pequena escala. Mesmo se as tecnologias de exploração modernas são concebidas para explorações de grande dimensão, existem certas áreas que desenvolveram tecnologias de exploração de pequena escala, tal como a extracção de alguns minérios
- Incrementar a atenção sobre os recursos não utilizados. Recursos classificados de “economicamente inviáveis” e não utilizados poderão ser reavaliados, por exemplo a utilização de terra compactada como material de construção
- Aumentar a reciclagem dos produtos residuais de produção. Existem muitos resíduos que são vertidos em aterro e que poderiam ter reutilização em construção.

A redução do uso de recursos materiais no processo construtivo pode ser conseguida de diversas formas, entre as quais:

- Construir com um uso económico dos materiais;
- Minimizar perdas e resíduos de materiais em obra;
- Usar materiais de modo a garantir a sua durabilidade;
- Maximizar a reutilização e a reciclagem de materiais de demolição.

Certos danos ambientais são devidos à exploração de muitos dos recursos de matérias-primas, nomeadamente minerais e agregados. As pedreiras e minas a céu aberto, bem como a extracção de areias, produzem impactos visuais na paisagem, bem como destroem o ecossistema e poluem as águas do solo.

A concentração percentual de produtos poluentes nos resíduos resultantes da demolição de edifícios é relativamente reduzida, no entanto, como a quantidade de resíduos produzida é muito elevada, esta poderá constituir uma percentagem importante de toda a poluição ambiental.

Actualmente, os resíduos de construção em Portugal (maioritariamente betão e tijolo) não são regra geral tratados ou objecto de selecção para posterior reciclagem, servindo numa grande parte das vezes apenas de inerte para tapamento de aterros sanitários de resíduos urbanos ou industriais.

Dependendo do risco ambiental dos materiais a depositar, os aterros devem assegurar que não existe contaminação das águas, quando os constituintes dos materiais são conduzidos pelas chuvas através dos solos por canais de água subterrâneos ou superficiais. Os materiais mais perigosos são aqueles que contêm metais pesados e outros contaminantes e também plásticos não biodegradáveis.

Existe uma relação evidente entre a ocorrência natural dum material e o seu potencial dano ambiental. Se a quantidade duma determinada material é reduzida ou aumentada no ambiente (no ar, solo, água ou organismos), pode considerar-se que aumenta o risco de causar efeitos ambientais negativos.

4.5.1 – Influência das emissões poluentes dos materiais no ambiente interior

A poluição do processo construtivo, do edifício já construído e da demolição e aterro, consiste em emissões, poeiras e radiação libertados pelos materiais expostos a actividade química ou física, tais como o calor, a compressão ou o desgaste.

Nos edifícios em utilização as emissões são reduzidas, no entanto existem vários materiais e acabamentos que emitem gases e poeiras que, mesmo em pequenas quantidades, podem conduzir a problemas de saúde para os habitantes e utilizadores devido ao tempo de exposição, a uma deficiente ventilação, ou à reacção química ou biológica com outros componentes.

Alguns materiais podem emitir pequenas quantidades de radioactividade, por exemplo de radão no caso do granito (Berge, 1999).

Um fenómeno inverso também pode ter lugar, pois certos materiais podem servir como “purificadores” do ambiente interior, tal como a madeira não tratada e outros materiais vegetais pouco transformados, que têm a propriedade de absorver dióxido de carbono.

As propriedades electrostáticas dos diferentes materiais também têm influência no conforto interior e mesmo no aspecto exterior dos edifícios. Superfícies com uma grande carga eléctrica negativa podem criar uma carga electrostática e atrair poeiras. Metais condutores eléctricos podem incrementar os campos magnéticos existentes (Berge, 1999). Na radiação electromagnética está incluída a radioactividade e a radiação a baixas frequências, que podem afectar os seres vivos.

4.5.2 – Influência da poluição na durabilidade dos materiais de construção

A poluição não tem efeitos nocivos apenas nos seres vivos, já que também os edifícios e os materiais que o compõem podem ser afectados, especialmente pela poluição atmosférica. Por exemplo quando um material oxida, forma um composto químico com oxigénio. Em muitos edifícios é uma patologia comum nos elementos metálicos, um processo electrolítico chamado vulgarmente de ferrugem e, em estados mais graves, de corrosão. Para evitar este processo, vários metais necessitam de protecção. Por exemplo o Ferro necessita um tratamento especial como a zincagem ou a galvanização, além de posteriores pinturas periódicas. Mesmo o alumínio, um metal com menor corrosão, necessita normalmente de uma anodização ou de lacagem. Mesmo metais com maior resistência à corrosão ou previamente tratados, poderão estar sujeitos a esta, quando certas circunstâncias se verificam. Tal é o caso da proximidade do mar, já que o sal incrementa o processo de oxidação, ou dos locais onde existe uma incidência maior de poluentes, por exemplo de dióxido de enxofre (Berge, 1999).

4.6 – A Tecnologia Apropriada na sustentabilidade do Ambiente Construído

4.6.1 – O que se entende por técnica, ciência e tecnologia

Para se definir o que é a *tecnologia apropriada* e o seu campo de actuação, deve-se procurar esclarecer inicialmente que tecnologia não deve ser confundida com técnica. Apesar dos leigos e a maioria das pessoas confundirem, na linguagem

coloquial, estes dois termos, tecnologia e técnica são conceitos bastante diferenciados (Alex K. Abiko, 1996)

Segundo (Vargas, 1994) a técnica cronologicamente falando acompanhou o aparecimento do homem. Ela revela-se na feitura das primeiras ferramentas, nos artefactos para quebrar e partir as cascas mais duras dos primeiros alimentos, de igual modo a pedra lascada e mais tarde a polida veio revolucionar os instrumentos e os métodos de executar as tarefas, pela facilidade e menor tempo de execução, O aparecimento do fogo, produzido pelo Homem, viria a ser uma das técnicas que originou novas ferramentas e novas técnicas.

Já no período neolítico que coincidiu, em termos climáticos, com a era pós-glacial denominada Período Atlântico, um período relativamente quente e húmido que se estendeu de 6.500 a 3.900 a.C., No mesmo período a sedentarização leva á domesticação dos animais e, o aparecimento das técnicas de extrair e moldar o barro leva ao aparecimento da cerâmica. Esta técnica ceramista possibilitou substituir painéis de pedra, pesadas e de pouca mobilidade, para o trato e guarda dos alimentos.

Surgiram outros utensílios como a enxada, a foicinha, as facas e as colheres propiciando o desenvolvimento de novas técnicas agrícolas. O domínio sobre os períodos de chuva e estiagem, as técnicas de irrigação e o invento do arado-semeador aumentaram significativamente a produção agrícola.

Ao mesmo tempo desenvolveram-se técnicas que possibilitaram a aparecimento dos primeiros metais e de uma incipiente metalurgia. Construíram-se as primeiras casas que eram feitas de tijolos de argila e adobe e o telhado era do mesmo material, não tinham portas nem janelas no rés-do-chão, a entrada fazia-se por aberturas na parte superior.

Começa-se a esboçar uma nova organização socioeconómica e a especialização do trabalho dá os primeiros passos aparecendo os artesãos diferenciados pelas actividades que mais praticavam e pelas técnicas que mais usam.

Nestas sociedades e nas que se seguiram de certo devido à organização social nelas estabelecido as técnicas eram passadas de geração em geração, os mais novos aprendiam as lides com os mais velhos mestres e detentores dos saberes e das técnicas sendo aperfeiçoadas através do conhecimento prático e empírico.

Ainda hoje, o pedreiro ao assentar um tijolo para executar uma alvenaria, está utilizando uma técnica que envolve o conhecimento do manuseio da colher de pedreiro, o conhecimento da elaboração de uma argamassa de assentamento; misturando cal, cimento, areia e água nas proporções adequadas, e o melhor arranjo e disposição dos tijolos e a sua colocação apumada. O pedreiro ao executar esta alvenaria domina uma técnica e não uma tecnologia. Isto não quer dizer que o pedreiro, ao desconhecer a tecnologia, possa estar a executar de forma inadequada uma alvenaria. O bom pedreiro é aquele que domina a técnica. Como curiosidade podemos observar que o assentamento de tijolos executado hoje em dia pouco difere do assentamento de tijolos executado desde a antiguidade. (Alex K. Abiko, 1996)

A ideia de uma separação entre o conhecimento teórico e o conhecimento prático encontra sua origem na filosofia grega, notadamente nos pensamentos de Platão e Aristóteles. O mestre da academia, continuando a visão mística dos pitagóricos, atribuiu ao termo teoria (do grego *the rós* que significa ver ou olhar), o significado de actividade suprema e desinteressada do espírito. Dessa forma, em contraposição à simples observação empírica de uma realidade, concebida como mera cópia ou simulacro de uma realidade superior, a *theoria* é entendida por Platão como sendo a própria contemplação das essências inteligíveis (extraído de PLATÃO *República*. Trad. De J. Guinsburg, São Paulo: DIFEL, 1973)

O método científico consiste, num primeiro momento, em formular questões sobre a realidade, para isso baseia-se em observações e em teorias já existentes; num segundo momento, o método científico consiste em antecipar soluções aos problemas colocados e em compará-las com a realidade, mediante a observação, classificação e análise de factos. O método científico é também apelidado de método hipotético, na medida em que se baseia na formulação de problemas,

questões ou interrogações sobre a realidade e em avançar com conjecturas ou soluções prováveis para as ditas questões. Da ciência e dos conhecimentos baseados no método científico, criaram-se as condições para o aparecimento da tecnologia.

Também se pode entender como tecnologia o estudo científico dos materiais, utilizados pela técnica, e dos processos de construção, fabricação e organização. A expressão *Tecnologia* vinda da técnica e da ciência, coloca em termos bastante simples a relação entre esses três conceitos, isto é, a tecnologia é a incorporação do conhecimento científico ao domínio das técnicas (Vargas, 1994,)

4.6.2 – A Tecnologia Apropriada

A técnica de que temos vindo a falar e a tecnologia são dois conceitos diversos. Na interpretação do que nos propomos, devemos entender que a tecnologia é o “estado da arte” da técnica. Como tem a terminação logos, (tecno)logia será o conhecimento, a interpretação, a aplicação e/ou estudo da técnica e das suas variáveis, ao longo da história e nas sociedades.

A tecnologia também pode ser entendida como o conhecimento técnico acumulado, a capacidade ou a arte necessárias para projectar, investigar, produzir, refinar, reutilizar/re-empregar técnicas, artefatos, ferramentas, utensílios, equipamentos (e conhecimentos técnicos elaborados), novos e antigos, com a mesma finalidade (mas com maior resultado) ou outros usos diferentes (até inesperados), mas sobretudo que sejam capazes de criar, transformar e modificar materiais, recursos, insumos ou a natureza como um todo, o entorno social e o próprio homem, em virtude do aparecimento de novas acções, suportes, especialmente se resultarem em modificações de todos os envolvidos (base técnica e relações humanas) pelos novos usos e utilidades.

O senso comum diz que tecnologia é sinónimo de técnica, ou vice-versa, mas preferimos guardar as diferenças mais substanciais, inclusive de grandeza e de alcance. Em termos gerais, a técnica pode ser vista como um conjunto de procedimentos norteado por regras e provido de eficácia (ou no limite tendo uma

perspectiva de resultados). E em consequência disso a tecnologia seria um conjunto complexo de técnicas, artes e ofícios.

A ciência moderna modificou a natureza dos objectos técnicos transformando-os em objectos tecnológicos, isto é, em ciência materializada, de tal maneira que no estado de conhecimento científica actual a teoria cria objectos técnicos e estes, em interacção circular, agem sobre os conhecimentos teóricos. Nos nossos dias a ciência contemporânea foi mais além ao transformar os objectos em autómatos e robots, tendentes cada vez mais a servir e intervir não só sobre teorias e práticas, mas sobre a organização social e política.

Dessa forma, a ciência e a técnica tornaram-se forças produtivas e trouxeram um crescimento enorme do Homem sobre a realidade, a qual é construída pelos próprios homens. As tecnologias desenvolvidas revelam a uma grande capacidade humana para um controle pontual sobre a natureza, a sociedade e a cultura.

Em termos de tecnologia foram lançadas as ideias de tecnologia intermediária, tecnologia alternativa, tecnologia adequada, tecnologia correcta, tecnologia comunitária, eco-tecnologia, tecnologia modesta, tecnologia participativa, tecnologia progressiva, tecnologia radical, tecnologia doce, tecnologia suave e tecnologia apropriada. Com pequenas diferenças entre elas, estas tecnologias apresentam as mesmas posturas em relação aos prós e contra relativamente às tecnologias modernas. A tecnologia apropriada situa-se assim entre a mais primitiva técnica da idade da pedra e a mais sofisticada e actual tecnologia informática, posição precisa mais apropriada às necessidades de uma determinada sociedade. Por esta razão esta tecnologia também é conhecida como tecnologia intermediária (extraído de Alex K. Abiko, 1996).

A origem da ideia de tecnologia apropriada remonta o início do século XX quando Gandhi desenvolve uma abordagem para a manutenção e a disseminação das tecnologias tradicionais das vilas indianas, incentivando a produção para suprimento das necessidades dos habitantes dessas vilas por meio de agrupamentos familiares. Gandhi concebeu um tipo de tecnologia que deveria ser desenvolvida a partir de uma abordagem integrada de desenvolvimento socioeconómico e cultural para atender às necessidades locais

Na busca para o desenvolvimento sustentável, não podem ser considerados apenas factores como a eficiência para afirmar que uma determinada tecnologia é apropriada para a manutenção, elevação ou degradação da qualidade de um determinado sistema social, sendo necessária a definição do grupo de critérios a serem utilizados para se determinar se uma tecnologia é apropriada ou não.

Os avanços científicos e tecnológicos voltados para o sector produtivo deverão permitir a implantação de indústrias limpas, que estão na base de um crescimento económico mais equilibrado e integrado como o meio ambiente. Para isso deve haver uma visão sistémica equilibrada e integrada, do meio ambiente, que favoreçam a própria gestão da tecnologia.

Neste contexto o conceito de Tecnologia Apropriada tem uma relação, ideológica, evidente com cada um dos actuais modelos de desenvolvimento político e económico.

4.6.3 – Algumas características da Tecnologia Apropriada

O conceito de desenvolvimento sustentável tem criado uma série de tecnologias, alternativas ou intermediárias, onde recentemente várias linhas de pesquisa têm sido desenvolvidas. Três aspectos básicos podem ser identificados no desenvolvimento do conceito de tecnologia apropriada:

- a preocupação com o significado sociopolítico das tecnologias;
- com a sua magnitude, nível de modernidade e sofisticação;
- e-com o impacto ambiental causado por elas.

E segundo (Alex K. Abiko, 1996; Viezzer, 1994; Codetec, 1979) para que uma tecnologia possa ser considerada apropriada diversos autores estabelecem critérios, na maioria das vezes genéricos e não hierarquizados. Entre esses critérios citam-se os seguintes:

- Integração com o ecossistema: a tecnologia deve exercer o menor impacto ambiental e favorecer a integração com o ecossistema;

- Autonomia local: a tecnologia utiliza matérias-primas e energias locais, favorecendo a autonomia local das regiões e dos países;
- Baixo custo: a tecnologia necessita de pouco capital;
- Utilizadora de mão-de-obra: a tecnologia deve se utilizar dos recursos mais abundantes e no caso dos países desenvolvidos, um dos recursos mais abundante é a mão-de-obra;
- Capacitação acessível (mínima): a tecnologia não requer níveis muito específicos de especialização da mão-de-obra;
- Menos burocracia: a tecnologia é de domínio público não havendo preocupações com pagamento de patentes ou royalties;
- Adaptabilidade e simplicidade: a tecnologia deve ser de fácil entendimento e absorção, sendo assimilada culturalmente com rapidez.

4.6.4 – O uso da Tecnologia Apropriada na Construção

No sector da construção civil a convivência entre o antigo e o moderno é uma das características deste sector. As técnicas utilizadas antigamente e passadas de mestres a aprendizes continuam a prevalecer em sistemas construtivos mais tradicionais.

Exemplos destas técnicas tradicionais são:

- As coberturas quanto ao revestimento de telhas cerâmicas e base estrutural de madeira.
- A técnica de aplicar argamassas e estuques que ainda hoje são no essencial similares às que foram utilizadas durante séculos.
- As técnicas de caiação e pintura.

No passado este sector da construção civil caracterizou-se por absorver uma massa de trabalhadores sem escolaridade e de formação indiferenciada. Por isso o saber era transmitido numa aprendizagem prática dos que sabiam fazer. Para os que queriam saber.

Algumas das técnicas construtivas tradicionais e de aplicação de materiais utilizadas no passado ainda hoje podem ser observadas no ambiente construído. Algumas delas sobreviveram naturalmente pelo seu continuado uso e encontram-se remanescentes em algumas regiões de Portugal e do mundo.

Em Portugal as principais técnicas vernaculares usadas na construção civil são:

- A *taipa* difundida no Sul do país.
- O *tabique* distribuído essencialmente em localidades do centro e do norte do país
- O *adobe* que se desenvolveu junto ao litoral centro e nas margens do rio Tejo e do rio Sado.

Este tipo de materiais e elementos construtivos ancestralmente desenvolvidos chegaram aos nossos dias praticamente com as mesmas técnicas de fabrico e de aplicação.

Depois de um longo período de constante declínio estes materiais de utilização residual estão a ter uma nova vida em regiões onde a construção tradicional subsiste e ainda possui algum relevo, em aplicações pontuais e específicas.

Pelas suas características de materiais com menores impactos ambientais estes materiais têm actualmente sido alvos de um certo revivalismo sendo apoiados por programas que os guindam a patamares de materiais recomendados para a reabilitação de edifícios pré-existentes. A título de exemplo apresentam-se algumas particularidades relativas a estes elementos.

O tabique consoante a região ou localidade ainda é conhecido por taipa de fasquio, taipa de rodízio, taipa de sopapo, taipa de chapada, pau a pique. Em algumas regiões o tabique caracteriza-se somente por ser - terra sobre um engradado ou barro armado sendo um método construtivo comum.

Noutras regiões esta técnica consiste numa estrutura portante de madeira interligada por trama de madeira, formada por um engradado preenchido por terra argilosa, podendo conter fibras vegetais ou não.

A parede de tabique com algumas variantes, consoante as regiões, poderá igualmente ser obtida pela pregagem de um sarrafeado sobre tábuas colocadas ao alto na função de montantes, sendo o conjunto revestido em ambas as faces, com reboco de argamassa de cal.

Pela sua grande importância, os tabiques são, aliás, um exemplo muito particular de paredes divisórias que, generalizando-se um pouco em todo o Portugal, caracterizarão todo o período da construção Pombalina.

O adobe, sendo uma terra enformada e compactada, era simples de fazer e utilizando poucos recursos além da areia e forma e mão-de-obra pouco especializada. Esta técnica estava ao alcance de qualquer trabalhador e próximo

do local da extracção da matéria-prima apropriada. Em Aveiro importante região de adobe, a Câmara Municipal de Aveiro, através da sua Divisão de Museus e Património Histórico, no âmbito do 5º Seminário da “Arquitectura de Terra em Portugal” procedeu à recriação histórica do “Fabrico Tradicional do Adobe” onde se diz:- *um homem com café e um naco de pão no estômago, de calça arregaçada e tamancos nos pés, sem instrução, nivela o tendal, local onde vai colocar a terra e as pequenas raízezitas à mistura, na forma. Depois de colocada a terra nas formas, o homem bate bem a terra com a enxada e só depois, com perícia, desforma o adobe e vai deixando-os a secar no tendal, durante cerca de um mês. Os adobes que estiverem secos saem do local, em carro de vacas.*

O adobe é um material de construção que apresenta muitas características atractivas: Barato; Disponível localmente; Reciclável; Apresenta excelentes propriedades térmicas e acústicas; Associado a métodos construtivos simples e expeditos que apenas requerem um pequeno consumo de energia. O adobe pode, no entanto, apresentar algumas desvantagens:

- A construção em adobe, se não for devidamente concebida e reforçada, pode apresentar uma resposta deficiente quando sujeita a acções cíclicas, como aquelas induzidas pelos sismos, sofrendo danos estruturais severos e atingindo, frequentemente, o colapso;
- A construção em adobe pelo exterior, se não for adequadamente protegida, é também particularmente vulnerável à deterioração, sendo a água e o vento uns dos seus principais elementos agressores.

Sendo a tecnologia vernacular a manifestação de um saber adquirido, graças a uma experiência secular, transmitida e aperfeiçoada de geração em geração é conveniente reflectir e aprender com ela e ao mesmo tempo também é necessário enriquecê-la e melhorá-la. As tecnologias apropriadas não tendo espaço na massificação ou produção industrial tendem a ocupar as necessidades de utilização de técnicas simples, sem grandes consumos de energia, e a utilizarem os materiais locais e de poucas etapas transformadoras. Na próxima tabela procura-se estabelecer a diferenciação entre o Tradicional, o Moderno e o Apropriado.

	Tradicional	Moderno	Apropriado
Materiais	-Simples -Matérias primas locais -Retirados ou produzidos no local -Utilização de poucos componentes	-Sofisticados -Matérias primas de diversos locais -Produzidos fora do estaleiro -Frequente a pré-fabricação de componentes	-Simples ou sofisticados -Matérias primas locais -Produzido de forma racionalizada no estaleiro -Pré-fabricados que não necessitam de equipamento pesado
Produção	-Escala muito pequena -Entendida, controlada e mantida pelo utilizador -Decisões individuais	-Grande escala -Entendida e controlada por especialistas -Decisões centralizadas	-Escala pequena -Entendida, controlada e mantida pelo utilizador -Decisões individuais o colectivas
Mão-de-Obra	-Intensiva -Utilizador ou pequenos construtores	-Parcialmente substituída por equipamentos -Empregada e terciarizada	-Intensiva -Utilizador ou pequenos construtores
Energia	-Pouca -Não comercializada e local	-Muita -Comercializada	-Pouca -Comercializada e local
Equipamentos	-Ferramentas simples	-Equipamentos especializados	-Ferramentas simples
Capital	-Pouco ou nenhum	-Intensivo	-Pouco
Organização	-Simples	-Complexa, só parcialmente na obra	-Complexa, na maioria na obra
Transportes	-Homem e animais	-Máquinas especializadas	-Máquinas leves

Tabela 4.9 – Características das técnicas tradicionais, da tecnologia moderna e da tecnologia apropriada na construção. (Alex K. Abiko, 1996).

4.6.5 – O Uso da Tecnologia Apropriada na Construção Civil

Apesar do sucesso obtido em outras áreas do conhecimento, não houve muito sucesso na tecnologia apropriada em construção civil. (Spence, 1993; Wells, 1993).

Genericamente, Castor propõe o seguinte grupo de critérios para analisar, de maneira multicritério, as tecnologias:

- eficiência económica;
- impactos da tecnologia em exame sobre as escalas de funcionamento ou produção do sistema social;
- grau de simplicidade;
- densidade de capital e trabalho requeridos;
- nível de agressividade ambiental;
- procura de recursos finitos;
- grau de autoctonia e auto-sustentação permitidas pela tecnologia
(Castor, Belmiro Valverde Jobim. Tecnologia Apropriada: uma proposta de critérios de avaliação e sua aplicação. Revista de Administração, Vol.18, 1983).

A introdução da Tecnologia apropriada no sector da construção civil não se tem sido efectuada profusamente. O sector da construção civil é pouco acostumado a mudanças e qualquer produto, material ou sistema demora muito tempo a ser incorporado nas práticas correntes usadas pelos milhares de pequenas empresas deste sector que são suportadas por pessoal ainda pouco especializado.

Por outro lado a Tecnologia Apropriada na maioria dos casos não é mais fácil de utilizar do que a tecnologia convencional, sendo necessário um maior entendimento e percepção para na mudança para a Tecnologia Apropriada e sendo o immobilismo o maior entrave nesta neste sector da construção civil.

4.7 – Tendências para o futuro

Cada vez mais a questão das tecnologias recomeçou a estar presente no sector da construção civil. As crises energéticas e modernamente as questões em torno do ambiente e da sustentabilidade fizeram claramente repensar a industria da construção civil em especial e primeiro nos processos produtivos e extractivos das matérias-primas não renováveis com o melhor conhecimento sobre os impactos ambientais e em segundo o aumento do custo das energias convencionais e necessidade de redução das emissões de CO2 tem levado á pesquisa de produtivos menos poluentes e novos materiais mais “amigos do ambiente”.

Nesta tendência os caminhos de pesquisa por vezes tem-se cruzado com as tecnologias tradicionais, recuperando algumas técnicas tradicionais e adequando-as aos novos paradigmas do actual conhecimento e também tem sido, partindo das tecnologias modernas e materiais inovadores, repensar novas escalas e processos de produção incorporando materiais e agentes locais transformando-as em Tecnologia Apropriada.

Outro contributo para o no futuro é a tendência da auto-regulação nos sectores produtivos. No sector da construção civil a industria da produção do cimento já à muito que se propõe atingir metas que apontam claramente para a sustentabilidade. Outro aspecto de regulação é visível com o aparecimento de nova legislação na área ambiental em Portugal e da Europa que visam, entre outros, a redução dos impactos e emissões de CO₂.

4.7.1 – Necessidade de gestão de resíduos

A construção civil é uma das actividades mais antigas no mundo, mas a gestão dos resíduos e sobras só recentemente começou a levantar algumas preocupações que alguns reconhecem ter solução na pura eliminação ou na deposição adequada e outros apontam para a valorização e gestão daqueles resíduos.

De acordo com a Direcção Geral do Ambiente e com estimativas comunitárias, este tipo de actividade gera uma quantidade de resíduos de construção e demolição (RCD) equivalente a 22% do total de resíduos produzidos na União Europeia, o que corresponde a cerca de 290 milhões de toneladas por ano, uma vez que o total de produção, à data, era cerca de 1,3 mil milhões de toneladas por ano (excluindo os resíduos agrícolas). Dados de fontes mais actuais apontam para 100 milhões de toneladas de RCD produzidos anualmente na União Europeia. Em Portugal, e com base na proporção apresentada pela UE, estima-se uma produção de 7,5 milhões de toneladas respeitantes ao ano de 2005. (Comunicação da Comissão “Para uma estratégia temática de prevenção e reciclagem de resíduos”, Bruxelas, 27.5.2003 COM (2003) 301 final).

No que respeita ao potencial de valorização, é amplamente reconhecido que os RCD contêm percentagens elevadas de fracções reutilizáveis e recicláveis,

apresentando um potencial de valorização significativo que atinge, em alguns Estados-Membros níveis superiores a 80% (DGA -Working Document nº 1, DG ENV.E.3, 4 April 2000).

Acerca dos Resíduos da Construção e Demolição (RCD) em Portugal os primeiros passos foram dados com a publicação do Decreto Lei nº 239/97, de 9 de Setembro, relativo à gestão de resíduos e o Decreto Lei nº 152/2002, de 23 de Maio, relativo aos aterros destinados à deposição de resíduos. Mais recentemente foi publicado o Decreto-lei nº178/2006, de 5 de Setembro que regula a gestão de RCD.

Existem actualmente a decorrer em Portugal alguns projectos pilotos nesta área dos RCD, o REAGIR – Reciclagem de Entulhos no Âmbito da Gestão Integrada de Resíduos, que tem como principal objectivo assegurar a recolha e destino adequado para os RCD, dando prioridade à valorização e reciclagem da fracção inerte dos resíduos (vulgo entulho). Este projecto foi financiado pelo Programa LIFE-Ambiente.

No Alentejo, Portugal; oito Municípios, Almodôver, Barrancos, Beja, Castro Verde, Mértola, Moura, Ourique e Serpa, congregam esforços para a gestão e reciclagem dos RCD.com ResiAlentejo No seu conjunto com uma população abrangida de 101.658 habitantes e uma produção de RCD de 46.455 toneladas em 2006, obtiveram uma reciclagem de 2.809 toneladas. Apresenta-se a seguir um quadro resumo do programa Converter da ResiAlentejo E.I.M. que procura introduzir factores de sustentabilidade económica e ambiental na actual gestão dos RCD nestes Municípios.

Concelhos	Densidade populacional (hab./km ²)	Capitação (kg/hab.ano)	Produção RCD (ton.)
Almodôvar	10,2	325,0	2.564,7
Barrancos	11,1	481,0	896,6
Beja	30,2	481,0	16.666,1
Castro Verde	12,9	481,0	3.543,2
Mértola	6,5	325,0	2.743,3
Moura	16,8	481,0	7.731,4
Ourique	9,0	325,0	1.952,0
Serpa	14,6	481,0	7.793,4
	13,9*	422,5**	43.890,7

* Corresponde à densidade populacional média na área territorial abrangida pela RESIALENTEJO.

** Capitação média para a área territorial da RESIALENTEJO.

No mundo estima-se que os resíduos da construção e demolição (RCD), variam de 163 a 3.658 kg por capita, com valores típicos de 400 kg per capita, que são valores característicos de resíduo doméstico sólido (John, VM. & Zordan, SE. 2001). Sendo necessário adicionar a este total todos os resíduos gerados durante a produção de materiais de construção.

A nível Europeu foi desenvolvido um programa inter-comunitário (Alemanha, Dinamarca, Espanha, França e Portugal) financiado pelo Programa CRAFT referente ao 5º Programa Quadro da Comissão Europeia, envolvendo parcerias com as (PME) do sector da construção civil dos respectivos países. Este projecto propõe-se abordar a gestão dos RCD na indústria da construção civil de um ponto

de vista transversal de forma a identificar qualitativa e quantitativamente os RCD produzidos bem como a sua a sua relação com os materiais e tecnologias construtivas, a criação de um conjunto de indicadores de referência. Outro dos objectivos é a elaboração de um manual europeu sobre resíduos de construção e demolição (RCD).

No futuro a regulação inscrita na legislação em vigor, Decreto-lei nº178/2006, de 5 de Setembro, remete para os produtores de RCD o seguinte:

Os materiais que não seja possível reutilizar e que constituam RCD são obrigatoriamente objecto de triagem em obra com vista ao seu encaminhamento, por fluxos e fileiras de materiais, para reciclagem ou outras formas de valorização.

...

Nos casos em que não possa ser efectuada a triagem dos RCD na obra ou em local afecto à mesma, o respectivo produtor é responsável pelo seu encaminhamento para operador de gestão licenciado para esse efeito.

4.7.2 – Reduzir, reciclar e Reutilizar

No passado dificilmente se falaria de aproveitar os restos e os entulhos da indústria da construção civil. Recentemente e resultado duma maior consciência ambiental o slogan - *Reduzir, reutilizar, reciclar* – ficou na história da publicidade ambiental como um marco de alerta e consciencialização necessária para mudar comportamentos e atitudes.

Também na construção civil os tempos são de reciclagem e reutilização e de redução em menor proporção.

Tratando-se de desperdícios e entulhos da construção civil os principais objectivos da reciclagem podem ser definidos em (Pinto 1994):

- Melhoria do meio ambiente com a redução do número de áreas de deposição clandestina, conseqüentemente reduzindo os gastos da administração pública;

- Aumento da vida útil de aterros pela disposição organizada dos resíduos, formando bancos para utilização futura;
- Aumento da vida útil das jazidas de matéria-prima, na medida em que são substituídos por materiais reciclados;
- Produção de materiais de construção reciclados com baixo custo e óptimo desempenho.

Os desperdícios da indústria da construção civil têm origem em muitos factores, alguns deles completamente superáveis, e que a seguir se descrevem resumidamente como:

- Insuficiência de definição nos projectos de edifícios;
- Ausência de qualidade em alguns materiais e componentes de construção colocados no mercado;
- Ausência de procedimentos e mecanismos de controlo na execução das obras.

4.7.3 – Preservação dos materiais e sistemas

Os materiais ao longo da sua vida útil degradam-se consequência de acções externas e solicitações repetidas, fadiga, ou inesperadas.

Num edifício, os agentes climáticos, determinam a durabilidade do mesmo, isto é, dos materiais, elementos e sistemas que o constituem. Na medida da sua preservação um edifício apresenta uma maior ou menor longevidade de acordo com a duração dos materiais e sistemas perante a agressividade dos agentes atmosféricos.

A maior parte das patologias da construção começam pela falha dos revestimentos e materiais em contacto com o exterior, sendo a água, o vento e o sol os principais agentes dessas patologias.

Alguns dos materiais e revestimentos tem vindo a ser pesquisados e estudados no sentido de os modificar e melhor preparar na defesa daqueles agentes. Outra área

de desenvolvimento são os produtos com funções de preservação, de aplicação independente, antes ou após outros produtos já existentes.

A maior parte dos edifícios possuem pintura exterior, a vida útil dos revestimentos por pintura, definida pelo fabricante, está relacionada com níveis de desempenho, sendo usual considerar cinco anos, bem longe das caiações anuais.

O nível do desempenho adequado do revestimento depende da:

- Preparação correcta da base de aplicação, importante não só para o desempenho como para a longevidade do revestimento, obrigando ao conhecimento das características físicas e químicas da base de aplicação, assim como, do seu estado de conservação;
- Qualidade do sistema a aplicar e da sua correcta selecção, função das características da base de aplicação, das condições de exposição e com os níveis de desempenho exigidos;
- Aplicação adequada - técnicas e condições de aplicação – de acordo com as especificações do fabricante ou constantes em caderno de encargos;
- Característica do revestimento após a aplicação – aderência, resistência ao envelhecimento, permeabilidade, outras

Além destas condições deverão ainda ser considerados outras, a ter em conta, que decididamente provocam nos edifícios uma enorme degradação e uma vida útil menor. Este tipo de medidas a seguir enunciadas é como um manual de boas práticas, com enunciação pela negativa.

- Bases de aplicação húmidas devido ao orvalho ou humidade com várias proveniências, exercendo uma influência particularmente desfavorável sobre os pigmentos, em ligantes inadequados, permitindo a penetração da humidade;
- Aplicação de revestimentos em condições de aplicação desfavoráveis – temperaturas muito elevadas ou muito baixas, humidade excessiva, correntes de ar;
- Preparação do substrato inadequada ou insuficiente - eliminação deficiente de revestimentos velhos e soltos, através de meios mecânicos ou

decapantes, podendo originar colagem devido aos resíduos orgânicos dos decapantes e/ ou formação de bolhas devido aos decapantes alcalinos - preparação inadequada de superfícies de reboco velhas, porosas e pouco aderentes, podendo originar a formação de descamação e descolamento do revestimento, apresentando tendência para se tornarem porosas, esponjosas e a aumentarem de volume por acção da absorção de humidade e pela acção da geada

- Eliminação inadequada de poeiras, resíduos de oxidação ou gordura, em suportes metálicos;
- Aplicação de sistemas de pintura inadequados - incompatibilidade entre
- Constituintes ou com a base de aplicação;
- Aplicação no exterior de produtos indicados para aplicações interiores;
- Limpeza inadequada de substâncias alcalinas de bases ácidas, antes da aplicação do revestimento;
- Factores especiais que têm influência sobre as películas - exposição excessiva à radiação ultravioleta, podendo originar descoloração, perda de brilho, pulverulência, escamação e fissuração - exposição em atmosferas industriais contaminadas;
- Diluição inadequada ou excessiva;
- Períodos de secagem insuficientes entre aplicações sucessivas;
- Utilização de secantes em percentagens elevadas;
- Adição de produtos inadequados ao produto a aplicar diminuindo a resistência às condições climáticas;

De igual modo as coberturas os edifícios quer planas quer inclinadas têm por função proteger a entrada de água e outros inconvenientes causados pelos agentes climáticos. As coberturas inclinadas de telhas cerâmicas representam em Portugal a maioria das situações sendo algumas excepções as coberturas de edifícios altos. Do desempenho da cobertura, conjunto de estrutura e telhado, depende em grande parte a saúde dos edifícios e em consequência a vida útil do mesmo.

A cobertura dum edifício tem a responsabilidade de conjugar beleza, funcionalidade e integridade estrutural, garantindo a segurança, protecção e

conforto de todo o edifício e esteticamente, a cobertura, confere carácter à construção e permite a sua integração na paisagem e meio envolvente. Tecnicamente, desempenha um papel crucial aos mais diversos níveis estruturais, conferindo, estabilidade e saúde à totalidade do edifício. Assim, é a cobertura quem assume em primeiro lugar a defesa contra os agentes atmosféricas e deve ainda garantir uma eficaz estanquicidade, um eficiente isolamento térmico, e uma natural gestão de temperatura e controlo energético habitacionais.

Numa cobertura em telha, a estanquidade é assegurada pela convergência de três condições:

- Impermeabilidade dos elementos de revestimento;
- Encaixe, sobreposição ou ligações entre os elementos, que garantam, para certas condições, a estanquidade das juntas longitudinais e transversais;
- Inclinação suficiente das vertentes, de modo a garantir o escoamento rápido das águas pluviais, eliminando as possíveis infiltrações resultantes da acumulação e depósito da água nas juntas

A primeira condição está regulamentada pelas normas portuguesas que fixam os limites de absorção de água e impermeabilidade das telhas cerâmicas. A segunda e terceira são interdependentes; o mesmo é dizer que, para cada tipo de telha, dadas as suas características de encaixe existem limites de inclinações aconselháveis que garantem a estanquidade da cobertura

Os elementos estruturais de um telhado devem ser dimensionados de modo a resistirem a solicitações de dois tipos:

- De carácter permanente, como o peso próprio da estrutura ou do revestimento.
- De carácter accidental, como as que resultam da acção do vento, do peso exercido pelos operários ou pelos materiais durante as obras de construção ou reparação da cobertura, e, em certos casos, da incidência e pressão da neve

Nas telhas, desde que se mantenha ao longo do tempo o seu posicionamento, as preocupações passam a ser essencialmente a falta estanquidade, a telha torna-se altamente porosa, e a degradação antecipada da sua própria vida útil.

Para que melhor se possa preservar os edifícios os elementos estruturais deverão ser projectados de acordo a as diversas exigências funcionais requeridas para os telhados. E as telhas produzidas estarem de acordo com as normas e fabricadas com processos com menores impactos ambientais.

As tendências, no caso das telhas cerâmicas, não se situam somente nos novos padrões arquitectónicos elas passam pelo aparecimento de novas geometrias e qualidade reforçada. Tem sido usual o emprego de telha cerâmica hidrofugada que tem a característica de ter um processo de secagem mais lento comunicando assim uma maior compacidade ou seja uma menor porosidade. Neste tipo de telha a sua aplicação implica um sistema de ventilação mais cuidado.

4.7.4 – Aumentar a durabilidade dos materiais

A utilização de materiais e sistemas construtivos mais duráveis, com menor energia incorporada e recicláveis e de potencial reuso constituem um bom caminho para a contribuição dos materiais e produtos de construção para a sustentabilidade da construção civil.

Outro importante aspecto é, no caso dos recursos naturais não renováveis, onde a durabilidade tem enorme significado pois a forma de se aumentar a potencialidade e longevidade para a sustentabilidade dos recursos é a durabilidade (DeSimone & Poppof, 1998).

A principal consequência é a diminuição do uso das matérias-primas e da energia inerente ao seu fabrico, transformação ou extracção.

Também em termos económicos os consumidores, nas opções de aquisição de materiais e produtos, mais facilmente escolheram os que se apresentarem e forem publicitados como os de maior durabilidade constituindo assim a durabilidade um atributo essencial.

Com o preconizado nas normas ISO 15686, relativas às metrologias para planeamento da vida útil, revelaram-se uma importante ferramenta de molde a integrar o conceito de durabilidade desde logo nas fases iniciais de projecto dos edifícios. A norma ISO 15686-2:2001 define a vida útil de um edifício como um processo de projecto que procura garantir, na medida do possível, que a vida útil

de um edifício seja igual ou superior à vida estimada no projecto, levando em conta os custos globais do edifício.

O aumento de duração dos materiais e sistemas construtivos depende amiúde mais do conhecimento e da sua aplicação do que do próprio material. Por exemplo o mecanismo de degradação mais comum, na actual construção civil, é a corrosão das armaduras devido à carbonatação do betão armado (CEB, 1993). A profundidade de carbonatação é uma função quadrática do tempo de exposição ao ambiente e da resistência mecânica do próprio betão. Um pequeno aumento no recobrimento das armaduras será repercutida de igual modo na vida útil daquele elemento.

4.7.5 – Desconstrução versus Construção.

O conceito de Desconstrução aparece em 1962 com Jacques Derrida que analisou e desmontou a obra “ Origens da Geometria” de E. Husserl. Aplicado à construção civil desmontar uma construção era a demolição indiferenciada. Hoje, e já inscrito em lei, os entulhos (RCD), precisam de uma triagem e consequente sistema separativo capaz de responder melhor à reciclagem e ao reuso dos materiais.

Para que seja possível desconstruir eficazmente é necessário que na fase de construção os materiais, elementos e sistemas, sejam projectados como elementos mais simples e de fácil separação e por outro lado usar materiais standard e homogéneos.

CAPÍTULO 5 – PROJECTO E CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEIS.

O ambiente construído só pode ser considerada sustentável quando as diversas dimensões do desenvolvimento sustentável – ambientais, económicas, sociais e cultural – forem ponderadas durante a fase de projecto. Para além de se considerarem parâmetros ao nível da escala do edifício, também se podem considerar parâmetros que avaliem a interacção do edifício com o meio em que este está implantado. Normalmente, os parâmetros que servem de apoio à avaliação da sustentabilidade estão relacionados de uma forma ou doutra com os seguintes objectivos: redução da utilização de energia e materiais não renováveis; redução do consumo de água; redução da produção de emissões, resíduos e outros poluentes.

5.1 – Panorama no sector da construção civil

5.1.1 – Relevância do Sector da Construção Civil a Nível Nacional

Tomando por base os dados fornecidos pelo DE-MTS, a esmagadora maioria das empresas do sector (mais de 90%), emprega menos de 50 trabalhadores representando, no seu conjunto, pouco mais de 50% do volume total de emprego. No outro extremo, apenas cerca de 0,1% das empresas emprega 500 ou mais trabalhadores, empregando perto de 13% do total do emprego do sector.

Em 2003, encontravam-se inscritas no IMOPPI 43,584 empresas do Sector da Construção Civil e Obras Públicas

Segundo o Instituto Nacional de Estatística (INE) este sector empregou, em média entre 200 e 2003 cerca de 596,050 trabalhadores

5.1.2 – Breve Descrição do Sector da Construção Civil

O sector da Construção Civil e Obras Públicas caracteriza-se pela sua actividade cíclica, rotativa, nómada e até mesmo instável. Dependente da evolução da

conjuntura económica, do investimento público, da procura, das condições climatéricas, do recrutamento de pessoal qualificado, dos materiais, das perspectivas de vendas, das taxas de juro, de crédito bancário, da obtenção de licenças, entre outros condicionalismos micro e macro económicos nacionais, europeus e mundiais, podem inferir que estamos perante um conjunto de factores exógenos determinantes no desenvolvimento ou não da actividade: construção de edifícios, construção de habitação, construção de edifícios não residenciais e obras públicas.

É por demais conhecida a influência recíproca existente entre o estado da economia considerada no seu todo e o estado da actividade produtiva, quais sejam, a construção civil e as obras públicas.

Assim, as tendências negativas ou positivas que porventura ocorram na economia global, necessariamente se reflectirão quer na Construção Civil quer nas Obras Públicas, sendo que o estado destas últimas, influenciam em muito a tendência da economia global.

Um estudo realizado pelo INFOR em 2000, ao sector da Construção e Obras Públicas em Portugal, no âmbito do projecto "Evolução das Qualificações e Diagnóstico das Necessidades de formação", permitiu retirar as seguintes conclusões:

(...)"

- *Um sector que contribui fortemente para a dinamização da economia portuguesa, influenciando directamente actividades como a promoção e mediação imobiliária, o sector de materiais de construção, a produção de equipamentos, mobiliário, electrodomésticos, decoração, etc...*
- *Uma actividade extremamente cíclica, influenciada pela evolução da conjuntura económica e dependente do investimento público, com uma mão-de-obra intensiva, pouco habilitada e pouco qualificada, bem como uma política de recrutamento pouco exigente para a mão-de-obra indiferenciada e muito exigente para os empregos estratégicos*

- *Uma economia Subterrânea e de emprego ilegal significativos*
- *Cenários de desenvolvimento que passam pela incursão em áreas diferenciadas, como a indústria do ambiente, a hotelaria, o turismo e o lazer e pelo reforço da diversificação de mercados e de actividades e produtos, e ainda pela exploração das vantagens da estandardização e da pré-fabricação e a necessidade de intervenções ao nível da capacidade de planeamento e de gestão da produção, da melhoria da qualidade do produto e do serviço, da focalização no cliente e da integração do processo de projecto de construção.*
- *Nas empresas de grande dimensão, a necessidade de intervir ao nível do planeamento de estratégias e de processos de internacionalização de alianças e de "subcontratação positiva" potencia a figura do Gestor de Parcerias*
- *A necessidade de qualificação ao nível dos perfis de execução, com urgência de formação contínua, orientada para as especializações em emergência no sector e para modelos pedagógicos mais flexíveis na sua organização e mais integrados nos contextos de trabalho.*
- *A exigência do desenvolvimento do reconhecimento e da certificação dos saberes adquiridos para a gestão de competências e de motivação e orientação dos jovens para formações específicas que façam falta ao sector. (...)"*

Desde o seu início até ao seu *terminus*, uma obra de construção caracteriza-se por uma enorme variedade de etapas e processos construtivos, sendo, por isso, um processo bastante dinâmico

O edifício ou a construção são assim abordados como um produto global, não sendo portanto avaliado o ciclo de vida de cada um de seus componentes, o que seria objecto de análise mais complexa e abrangendo desde a extracção da matéria-prima e processos de manufactura até ao despejo dos seus resíduos específicos. Assim sendo, são analisadas as interfaces com o meio ambiente das actividades pertencentes à cada uma das etapas constituintes do ciclo de vida do produto "edifício".

5.2 – Construção de edifícios sustentáveis

Felizmente já pertence ao passado a ideia de que o desenvolvimento sustentável era apenas apanágio de ecologistas e ambientalistas e, no estado de conhecimento actual, tornou-se numa preocupação constante para o sector da indústria da construção civil.

Nos nossos dias o aquecimento global e a elevada consciência sobre os assuntos ambientais, propiciam um cenário no qual as exigências da sociedade civil, dos investidores e promotores, dos governos e consumidores pressionam as empresas da indústria da construção a ter em consideração, cada vez mais, os impactos dos seus processos construtivos e das suas actividades.

Nesse contexto, a adopção de medidas tendentes à incorporação do conceito de sustentabilidade, surge como um novo desafio no sector da indústria da construção ao qual o mercado responde favoravelmente estimulando as empresas, o comércio e os empreendimentos, gerando resultados para os acionistas, os colaboradores ao mesmo tempo que o meio ambiente sofre menos impactos e a sociedade tem um melhor bem estar.

É habitual dizer-se que o conceito de construção sustentável remonta a Vitruvius, referenciado como arquitecto e urbanista romano, tendo vivido de 75 a 25 a.C. Foi militar e agrimensor e já no final da sua vida compilou conhecimentos da época vindos principalmente da cultura grega. O tratado “De Architectura” foi dedicado ao imperador Augusto. Neste tratado traduzido recentemente para português, constam questões como a localização das cidades, a relação geométrica de elementos das edificações com as medidas do Homem. Mas esta relação com a natureza era estritamente normativa regulada e imutável.

Com os movimentos sociais ligados à era industrial, séc. XVIII e XIX, as populações começaram a afluir às cidades e às suas periferias em busca de melhor qualidade de vida ou no mínimo melhor salário. As cidades cresceram em população e a necessidade de habitar levou ao desregrar do urbanismo e à falta de infra-estruturas. As condições de vida, para uma parte importante das populações, começam a degradar-se levando à pobreza e ao aparecimento de fenómenos de exclusão social. Era visível um ambiente poluído e degradado devido à pressão

populacional e à falta de condições de higieno-sanitárias. È na resolução e na resposta a estas condições que aparece a relação, hoje interiorizada, do meio ambiente com a ambiente construído.

O enorme crescimento (exponencial) da população mundial, em meados do século XX, motivou um grupo de pessoas (cientistas, educadores, economistas, funcionários públicos) representando 10 países, que se reuniram na *Accademia dei Lincei*, em Roma, originando, em 1968, o Clube de Roma.

Foi dada assim origem ao *Projecto sobre o Dilema da Humanidade* com objectivo de examinar problemas inter-relacionados e comuns a todas as sociedades: pobreza e abundância, deterioração do meio ambiente, não confiança nas instituições, expansão urbana, insegurança no emprego, alienação da juventude, rejeição aos valores tradicionais, inflação e outros problemas económicos.

Nesse mesmo ano decorreu em Paris uma Conferência Intergovernamental de Especialistas sobre as Bases Científicas para Uso e Conservação Racionais dos Recursos da Biosfera, conhecida como Conferência da Biosfera, que foi organizada pela UNESCO. Esta conferência pecou por ter sido direccionada somente para os aspectos científicos da conservação da biosfera e pesquisas em Ecologia.

No ano de 1972, Dennis L. Meadows publicou o estudo intitulado "*Os Limites do crescimento*". No estudo, fazendo uma projecção para cem anos (sem levar em conta o progresso tecnológico e a possibilidade de descoberta de novos materiais) apontou-se que, para atingir a estabilidade económica e respeitar a esgotabilidade dos recursos naturais é necessário congelar o crescimento (*crescimento zero*) da população global e do capital industrial.

Mas é na era pós Rio (1992) que o conceito de construção sustentável ganhou importância. Esta consolidação da terminologia foi consolidada por Kibbert (1994) ao descrever as responsabilidades das indústrias da construção civil no caminho para a sustentabilidade. Preconiza que se deve primeiramente analisar a

construção tradicional versus uma nova incorporando os recentes critérios da sustentabilidade.

Desta forma o tradicional triângulo, conjugando o custo com a qualidade e o tempo, exigindo maior produtividade e menor custo com menos tempo gasto na construção resolvia a problemática dos investimentos.

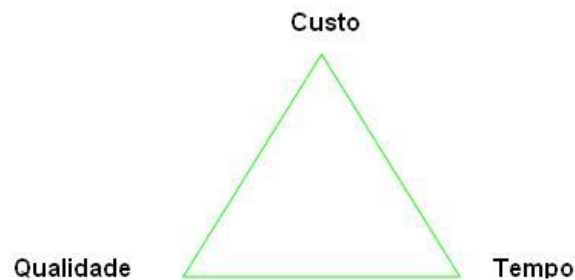


Figura 5.1 – Aspectos competitivos na construção tradicional

Como vai estando consolidado, com a introdução dos critérios da sustentabilidade ambiental, o conceito de qualidade na construção passou a incorporar os aspectos relacionados com a qualidade ambiental.

Em 1992 surge o conceito de eco-eficiência (WBCSD) tendo como finalidade sistematizar os conceitos da construção civil noutros tendo em vista a redução drástica dos impactos ambientais (Impacto Ambiental Mínimo). Com conceitos similares aparece a designação de construção *verde* (green) ou ecológica.

No quadro seguinte estão sistematizadas em resumo as diferenças entre a construção tradicional a bioclimática e a eco-eficiente

	Construção		
Tipos	Convencional	Bioclimática	Eco-eficiente
Configuração do edifício	Outras influências	Influenciada pelo clima	Influenciada pelo meio ambiente
Orientação do edifício	Pouco importante	Crucial	Crucial
Fachadas e janelas	Outras influências	Dependentes do clima	Dependentes do meio ambiente
Fonte de energia	Gerada	Gerada/ambiente	Gerada/ambiente/local
Controlo do ambiente interno	Electromecânico (artificial)	Electromecânico/natural	Electromecânico/natural
Consumo de energia	Geralmente elevado	Reduzido	Reduzido
Fontes de matérias-primas	Pouco importante	Pouco importante	Reduzido impacte ambiental
Tipo de materiais	Pouco importante	Pouco importante	Reutilizáveis/recicláveis/reciclados

Tabela 5.1 – Tipos de construção (convencional, bioclimática e eco-eficiente) (Fonte: Yeang, 2001 e R. Mateus em *Novas Tecnologias Construtivas com Vista à Sustentabilidade*, 2004)

O termo "eco-eficiência" foi introduzido em 1992 pelo *WBCSD* (The World Business Council for Sustainable Development - é uma ONG mundial, trabalhando negócios sobre Desenvolvimento Sustentável), através da publicação de seu livro "*Changing Course*", sendo mandatado pela Conferência do Rio (Eco 92) como uma forma das organizações a implementarem a Agenda 21 no sector privado. Desde então, tem-se tornado um sinónimo de uma filosofia de gestão que leva à sustentabilidade, e como foi um conceito definido pelo próprio mundo dos negócios, está a tornar-se muito popular entre os executivos de todo o mundo.

No sector da construção civil, e na perspectiva da construção eco-eficiente, pretende-se que o ambiente construído se integre naturalmente (com impactos mínimos) nos ecossistemas da biosfera durante todo o seu ciclo de vida.



Figura 5.2 – Construção Eco-eficiente (*WBCSD*, 1992)

De acordo com o *WBCSD*, a *eco-eficiência* é obtida pela "entrega de bens e serviços com preços competitivos que satisfazem as necessidades humanas e trazem qualidade de vida, reduzindo progressivamente os impactos ambientais dos bens e serviços através de todo o ciclo de vida para um nível, no mínimo, compaginado com a capacidade estimada da Terra em suportar tais impactos". Este conceito descreve uma visão para a produção de bens e serviços que possuam valor económico ao mesmo tempo que reduzem os impactos ecológicos da produção. Por outras palavras, *eco-eficiência* significa "produzir mais com menos".

Conforme o *WBCSD*, os sete elementos básicos nas práticas das empresas e entidades que operam de forma eco-eficiente são:

- Redução da intensidade de material utilizado nos bens e serviços
- Redução da intensidade de energia utilizada nos bens e serviços
- Redução da dispersão de qualquer tipo de material tóxico
- Apoio à reciclagem
- Maximização do uso sustentável dos recursos naturais
- Extensão da durabilidade dos produtos
- Aumento do nível de bens e serviços

A diminuição dos impactos ambientais, através da redução da entrada de materiais (recursos naturais, água, ar e energia) por unidade de produção, transforma-se num aumento da produtividade. O uso mais produtivo dos recursos faz com que as empresas se tornem mais competitivas, criando na prática uma ligação entre a liderança ambiental e viabilidade económica.

A eco-eficiência engloba ferramentas tais como a prevenção da poluição, redução na fonte, redução de resíduos, minimização de resíduos e produção limpa, traduzindo a ideia de redução da poluição através de mudanças nos processos. Além disso, a eco-eficiência compartilha algumas características com o emergente conceito de *Design for Environment - DFE*, porque inclui o projecto do produto final. São quatro os factores de sucesso para as companhias que buscam a *eco-eficiência*:

1. Ênfase no Serviço ao Consumidor

Focando que tipo de serviços oferecer, não somente quais produtos oferecer. Assim as companhias criam novas oportunidades de entregar aplicações que agregam mais valor (Dow Chemical, Interface).

2. Ênfase na Qualidade de Vida

O sucesso das companhias, no futuro, estará cada vez mais centrado nos produtos e serviços que atendam a necessidades reais, e não aquelas criadas.

3. **Uma Visão do Ciclo de Vida**

As companhias agregam valor ao seu negócio monitorizando e avaliando o seu impacto a cada estágio do ciclo de vida. Uma visão deste tipo pode levar a desenhar ou redesenhar produtos e processos para minimizar o impacto ambiental enquanto se maximiza a eficiência.

4. **Eco-Capacidade**

Em última instância, a eco-eficiência ajuda as empresas a fazer negócios de forma a adicionar cada vez mais valor levando em consideração com o que o planeta pode suportar, ou seja, a capacidade da Terra em receber resíduos e detritos.

5.3 – A sustentabilidade e o desempenho ambiental de edifícios

Pelos grandes desafios que têm ainda que ser enfrentados no nosso país em termos de infra-estrutura, construção habitacional, etc., o desenvolvimento da construção civil é imprescindível. Porém, diante do tema sustentabilidade, há que se adoptar novos critérios para a concepção e desenvolvimento dos projectos construtivos e também os de reabilitação, os quais vêm ganhando espaço em Portugal, uma vez que os edifícios começam a atingir os seus limites de desempenho ao uso ultrapassando muitas vezes a vida útil esperada.

A Agenda 21 consolida a ideia de que o desenvolvimento e a conservação do meio ambiente devem constituir um binómio indissolúvel, que promova a ruptura do padrão tradicional de crescimento económico, tornando compatíveis duas grandes aspirações da actualidade: o direito ao desenvolvimento, sobretudo para os países que permanecem em patamares insatisfatórios de renda e de riqueza, e o direito ao usufruto da vida em ambiente saudável pelas futuras gerações (Assembleia Geral das Nações Unidas, 1992).

Segundo o *United States Green Building Council*, um empreendimento com bom desempenho ambiental é caracterizado por ter minimizado, e até mesmo eliminado, os seus impactos negativos no meio ambiente e em seus utilizadores. O conselho avalia o desempenho ambiental de edifícios sob cinco aspectos: planeamento sustentável da área construída; economia de água e eficiência em sua utilização; eficiência energética e emprego de energia renovável; conservação de materiais e fontes de recursos; e qualidade do ambiente interior (United States Green Building Council, 2002).

Interessante também a abordagem da empresa de arquitectura *Doerr Architecture*. Segundo ela, todo projecto de empreendimento requer mudanças nos sistemas naturais preexistentes e o consumo de energia, e por conseguinte um projecto totalmente "verde" não seria possível. Entretanto, todo projecto apresenta-se como uma oportunidade, e até mesmo responsabilidade, para o aperfeiçoamento do desempenho ambiental dos empreendimentos. Segundo (Doerr, 2002), o desafio da sustentabilidade é complexo e inclui a forma com que são obtidos os recursos utilizados, como é atingido o seu aproveitamento máximo e considerada a eliminação da ideia de desperdício.

Segundo o programa "*Brown is Green*" da *Brown University*, um empreendimento ambientalmente responsável tem reduzidos os impactos dos processos construtivos e os ocorridos durante a sua vida útil. Os seus indicadores de bom desempenho ambiental incluem a redução da carga energética empregue nos sistemas de aquecimento,

Os principais impactos ambientais decorrentes da extracção de recursos naturais são a escassez e extinção de fontes e jazidas, além de alterações na flora e fauna da envolvente destes locais de exploração.

Além da ciência dos impactos ambientais dos empreendimentos ao longo de seu ciclo de vida, existem alguns factores externos que podem impulsionar o sector rumo à sustentabilidade. Como sejam algumas exigências relacionadas com as aprovações e licenciamentos de empreendimentos e com as políticas de crédito e financiamento.

5.4 – A Importância do projecto de arquitectura.

A partir da identificação dos impactos ambientais das actividades desenvolvidas ao longo do ciclo de vida dos edifícios, e também do panorama actual constatado em empresas e organizações que desenvolvem projectos na área da construção sustentável, podemos verificar as fases e as tarefas que auxiliam os projectistas a desenvolver um projecto arquitectónico cuja execução será uma construção sustentável.

Fase de planeamento: nesta etapa a recolha de informações referentes à envolvente e à área na qual o empreendimento será implantado é a tarefa mais relevante e deve ser considerada prioritária. Partirão destes dados as especificações globais do produto edifício. Assim a região deverá ser analisada e além das exigências e regulamentações pendentes sobre o território, devendo ser contempladas a existência de lençóis freáticos, linhas de água, o papel da vegetação local, as características da fauna e flora (habitats), bem como a comunidade local.

Fase de implantação: é na etapa de implantação do edifício que irão aparecer as primeiras consequências/impactos decorrentes dos recursos e meios escolhidos. É evidente, portanto, a necessidade de ter tido uma selecção consciente de recursos e métodos construtivos associados – não agressores ao meio ambiente durante o transporte, descarga no estaleiro, armazenagem e aplicação – e a sua procedência (certificações), por meio da qualificação dos fornecedores.

Isto significa que devem ser escolhidos materiais e componentes que gerem pouco ou nenhum resíduo que possa ser lançado ao solo, águas ou ar; e ainda que seja dada preferência a materiais recicláveis ou que contenham componentes reciclados; sendo também importante a escolha de materiais de comércio disponível nas proximidades da obra, evitando-se assim mais recursos de transporte.

Outros factores a serem observados pelos projectistas e cujos impactos surgirão na etapa de implantação do edifício referem-se aos métodos construtivos adoptados. A prioridade deve ser dada aos processos construtivos que gerem consumo mínimo de energia e água e àqueles de fácil controlo, a fim de evitar perdas decorrentes dos desperdícios

Fase de exploração: Na fase de exploração do empreendimento também surgem consequências relacionadas com materiais especificados nos projectos de arquitectura. Os materiais e mobiliários definidos no projecto arquitectónico devem considerar a durabilidade e facilidade de manutenção, além da observância da não criação de ambientes internos poluídos.

Outro impacto negativo que pode surgir durante o uso seria o consumo superior e desnecessário de energia e água, os quais podem ser solucionados na fase de projecto de arquitectura por meio da adopção de sistemas eficientes de iluminação, ventilação e condicionamento de ar (aquecimento e refrigeração), bem como de dispositivos para economia de energia e água associados às instalações prediais. Também a escolha do sistema de aquecimento de água deve considerar a disponibilidade local de sistemas à gás ou o aproveitamento da energia solar.

Também é interessante a presença de sistemas de recolha de lixo eficientes que permitam a triagem feita pelo próprio utilizador, e até mesmo estudar a possibilidade de se reaproveitar as águas sujas, por exemplo, para a irrigação de jardins.

Fase de manutenção: A previsão, na fase de projecto, da possibilidade de expansão e modernização no futuro das edificações ou dos empreendimentos é passível de estar previsto no projecto, evitando-se assim demolições parciais desnecessárias e ao mesmo tempo utilizar o reaproveitamento de materiais e elementos construtivos.

Para a manutenção eficiente é muito importante que o acesso às instalações hidráulicas, eléctricas e sistemas de condicionamento de ar e aquecimento de água seja facilitado e esta também é uma atribuição dos projectistas de arquitectura: compatibilizado com os projectos de instalações especiais.

Fase de demolição: Também são características sustentáveis, de um projecto de arquitectura, aquelas que viabilizam uma demolição racional, isto é, um processo de desmantelamento ou desconstrução consciente e de acordo com as especificações dos materiais e componentes reaproveitáveis ou não.

Em conclusão são inúmeros os benefícios que a visão da sustentabilidade traz ao meio ambiente a partir do momento que os projectistas adoptem medidas auxiliares de avaliação, em projecto, dos impactos potenciais ambientais na futura construção. Tais acções não podem ser entendidas como isoladas, mas devem fazer parte de um conjunto de iniciativas sectoriais, que passam pelos outros agentes do sector produtivo. Fabricantes de produtos, construtores, projectistas, instituições de ensino e pesquisa, clientes e utilizadores, etc. devem congregiar esforços para contribuir para que as construções sejam mais sustentáveis. Isso passa pelo desenvolvimento de conceitos, mas também de métodos, ferramentas e produtos, assim como pela consciencialização e pela formação profissional de todas as pessoas deste sector.

Quanto às avaliações dos impactos, em capítulo anterior o assunto já foi referido. No entanto na construção, para determinado tipo de obras de edifícios ou empreendimentos, é obrigatório a realização de um estudo que tem por objectivo garantir a sua sustentabilidade.

Este estudo é a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA). É o instrumento de carácter preventivo da política do ambiente, sustentado na realização de estudos e consultas, com efectiva participação pública e análise de possíveis alternativas, que tem por objecto a recolha de informação, identificação e previsão dos efeitos ambientais de determinados projectos, bem como a identificação e proposta de medidas que evitem, minimizem ou compensem esses efeitos, tendo em vista uma decisão sobre a viabilidade da execução de tais projectos e respectiva pós-avaliação.

O processo de AIA pode ocorrer em fase de estudo prévio ou de projecto de execução. Naturalmente quanto mais cedo tal ocorrer, maiores são as possibilidades de se internalizarem de forma adequada as perspectivas ambientais.

A decisão do processo é assumida na Declaração de Impacte Ambiental (DIA). No caso de aprovação do processo de AIA, ela é usualmente favorável condicionada à implementação das medidas presentes no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e das decorrentes do processo de AIA. Assim, o empreendimento proposto poderá ser licenciado/autorizado, devendo respeitar pelo menos os termos e medidas definidas na Declaração de Impacto Ambiental (DIA).

Para os empreendimentos que não foram sujeitos a processo de Avaliação de Impacte Ambiental, também deverá ser assegurado que as propostas presentes vão respeitar as sensibilidades locais e os requisitos legais existentes. Após essa avaliação e elaboração do projecto pode ser efectuado o licenciamento da construção e do empreendimento, respeitando os termos assumidos na DIA.

O licenciamento, na componente ambiental (por exemplo na utilização do domínio público hídrico, como licença de descargas e outras), passa a ser temporário e associado às condições do ambiente e à evolução tecnológica. Para algumas actividades, existe mesmo a perspectiva do licenciamento ambiental integrado.

Assim, após o processo de AIA, existe, do ponto de vista da administração, a possibilidade de acompanhamento formal. No caso de o AIA ter decorrido em estudo prévio, importa assegurar e evidenciar através de um Relatório de Conformidade Ambiental do Projecto de Execução que as propostas e exigências presentes na DIA foram adoptadas no Projecto de Execução.

5.5 – Exemplos de sustentabilidade em projectos de edifícios.

Alguns dos exemplos marcantes e pioneiros nesta área são a seguir descritos, demonstrando assim o cada vez maior interesse por soluções que prevejam e incorporem no projecto as características específicas conducentes a uma construção sustentável.

5.5.1 – Exemplo 1 – Edifício Freedom tower ou Ground Zero

Nos Estados Unidos da América do Norte, na cidade de Nova Iorque, o Edifício Freedom tower ou Ground Zero, representa em termos de sustentabilidade um exemplo. Na sua concepção em termos de objectivos, este edifício, foi projectado para uma:

- Maximização da eficiência
- Minimização os recursos
- Minimização da poluição
- Minimização dos impactos



Figura 5.3 – Conjunto dos edifícios a construir em NY

Este edifício visa desde a sua concepção construir um edifício, que se projecte como um marco na concepção dos edifícios sustentáveis, para além dos standards de outros edifícios de escritório já existentes,



Figura 5.4 – Vista do local de implantação dos edifícios

Todo o processo de planeamento e desenho envolveu diferentes parceiros, tais como: Equipes técnicas de arquitectos e engenheiros em interacção e em áreas multidisciplinares, grupos ambientalistas, representantes da comunidade e representantes as vítimas.



Figura 5.5 – de um edifício, identificando as áreas interdisciplinares

Todas as áreas foram estudadas em projecto, antecipando-se assim, a avaliação dos potenciais impactos e bem como a melhor formula para reduzir os gastos energéticos e escolher os melhores materiais não delapidando os recursos naturais contando com a reutilização e reciclagem de uma boa percentagem deles.

Em termos de sistemas, utilizou-se:

- A co-geração por célula de combustível
- Nas energias renováveis, previram-se Turbinas Eólicas
- Nas questões energéticas foram previstos vidros especiais, que ao mesmo tempo que propiciam um aumento de iluminação, e melhor factor de visão, minimizam as necessidades energéticas.
- A ventilação é proveniente do exterior.
- Adoptou-se um sistema de reutilização das águas pluviais para arrefecimento do edifício e sistema de irrigação.
- A maioria dos materiais usados são materiais sem compostos tóxicos - (COVs) - e com elevado potencial de reciclagem.
- Está previsto uma reciclagem para os materiais provenientes duma futura demolição.
- Na envolvente, estão previstas medidas que condução a uma diminuição do tráfego no local passando a haver melhores acessibilidades aos transportes públicos.
- Nos materiais cita-se ainda o facto de as madeiras utilizadas terem de ser de origem que se enquadre num sistema sustentável.
- Quanto aos veículos e máquinas de combustão em pegues durante a construção utilizarão biodiesel e filtros de partículas para as emissões para a atmosfera.
- Os critérios utilizados foram os da ferramenta USGBC-LEED for Offices

5.5.2 – Exemplo 2 – O Beddington Zero Energy Development

Outro exemplo de construção sustentável está a desenvolver-se em Beddington na cidade de Londres. É o BedZED.

O Beddington Zero Energy Development – BedZED é a maior eco - vila do Reino Unido que é um dos empreendimentos pioneiros no conceito de Carbono Zero nos edifícios.

As necessidades para o sistema de aquecimento das habitações do BedZED são apenas 10% das de uma casa convencional.



Figura 5.6 – Vista de conjunto a vila de BedZED, exemplo de eco-vila.

Os objectivos desta eco-vila, conceito ainda não consensual, resultam e baseiam-se nos princípios da sustentabilidade aplicada às fases de projecto. Na fase de avaliação os indicadores apontam para:

- No conjunto de todos os materiais usados utilizaram-se 15% de materiais que resultaram de processos de reciclagem ou de sistemas de reutilização.
- Os materiais de índole local perfizeram 52%. Esta medida, na utilização de materiais locais, garante directamente menor custo económico bem como benefícios em todos os aspectos inerentes à sustentabilidade – em especial menor gasto de combustíveis e em consequência menores emissões.
- Foi tomada a decisão de utilizar caixilharias de madeira em vez de PVC o que na avaliação permitiu verificar que deste modo se reduziu em 12,5% do CO₂ incorporado.

- Em termos gerais chegou-se à conclusão que a totalidade dos impactos ambientais resultantes do uso dos materiais foi reduzida em 25% face a um outro edifício convencional.

5.5.3 – Exemplo 3 – GreenHouse

Dos mais recentes projectos para a sustentabilidade é o GreenHouse – King Cross, em Londres, Inglaterra.

Constitui um projecto em parceria com as seguintes entidades:

- International Institute for Environment and Development (IIED)
- The PANOS Institute, Forum for the Future (P)
- The Foundation for International Environmental Law and Development (FIELD)
- The Television Trust for the Environment (TVE)
- Institute for European Environmental Policy (IEEP)



Figura 5.7 – Antevisão da GrenHouse, da autoria da Fielden Clegg Bradley arquitectos, 2008

O grande desafio deste projecto vai ser: encontrar soluções bastante económicas e eficientes para este edifício de escritórios bem com fazê-lo minimizando a *pegada de carbono* (carbon footprint).

5.5.4 – Exemplo 4 – Greenwich Millenium Village

Entre os inúmeros edifícios que foram avaliados e certificados pelo sistema de avaliação do Reino Unido, referiremos um que obteve o nível Excelente (nível máximo de avaliação). Utilizando o sistema do BREEAM que permite a avaliação da sustentabilidade ambiental no sector residencial, o EcoHomes, refere-se o empreendimento Greenwich Millenium Village.

Na zona Sul, da península, foi desenvolvido um empreendimento, numa área de 13 ha, denominado de *Greenwich Millennium Village*, que assumiu um compromisso entre a inovação e a sustentabilidade.

O desenvolvimento foi efectuado em parceira entre a *English Partnerships* e *Countryside Properties plc* e *Taylor Woodrow*.



Figura 5.8 – Vista do aspecto exterior dos edifícios *Greenwich Millennium Village*

O plano original foi projectado pelo arquitecto Ralph Erskine, estando actualmente previsto para 2.500 habitações. As casas estão desenvolvidas à volta de praças, todas interligadas por corredores pedestres. Engloba diferentes tipos de densidades e propriedades, desde apartamentos fantásticos na zona do rio e habitações familiares próximas da escola, até habitações especificamente projectadas para pessoas com necessidades especiais (deficientes), incluindo 20% para habitações de baixo custo.

A utilização de tecnologias avançadas de construção teve como objectivo 30% de redução nos custos de construção, 25% de redução da duração do projecto (tempo de construção) e implementar uma estratégia de zero defeitos.



Figura 5.9 – Vista dos aspectos construtivos dos edifícios *Greenwich Millennium Village*

Situado na Península de Greenwich, este empreendimento, com uma área de intervenção de 3,4 hectares, surge como uma reconversão de uma península extremamente degradada pelas indústrias ali sedeadas, tais como as

- Indústrias químicas
- Indústrias do ferro e do aço
- Indústrias de material de guerra, munições etc
- Indústria do sabão.

A estratégia para a sustentabilidade, neste caso, será baseada em quatro critérios para a sustentabilidade, adoptados pelas autoridades Inglesas.

- Protecção do ambiente,
- Utilização prudente de recursos naturais,
- Ter em conta os aspectos sociais e,
- Atender aos aspectos económicos

O empreendimento estabeleceu metas ambiciosas, a serem atingidas durante o ciclo de vida, tendo em vista minimizar o impacte no ambiente, incluindo:

- 80%, na redução na energia primária consumida;
- 50%, na redução na energia incorporada;
- 30%, na redução na procura de água;
- 50%, na redução nos resíduos de construção.

Estes alvos foram atingidos de diferentes formas, incluindo o uso combinado de calor e electricidade (co-geração), níveis elevados de isolamento e de iluminação natural, sistemas de economia de água e energia e uma selecção cuidada de materiais na fase de projecto.

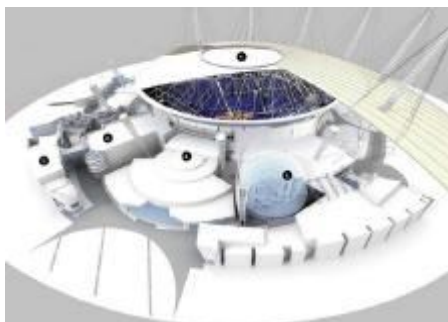


Figura 5.10 – Vista do empreendimento previsto para Greenwich

Para melhorar a eficiência, os promotores apostaram em várias soluções de pré-construção. Na primeira fase, as casas de banho foram produzidas e montadas fora do local e colocadas nos edifícios, tendo nas fases seguintes sido instaladas uma pequena unidade fabril de metalização no local, já que se provou que, para algumas situações, o resultado podia ser mais eficiente.



Figura 5.11 – Vista elevada do projecto proposto para Greenwich

O projecto na sua complexidade além e ter um eco design eficiente propõe ainda:

- Um Plano de protecção de áreas naturais e habitats
- Um esquema de incentivos aos transportes públicos
- A utilização de materiais locais, reutilizados e reciclados

5.5.5 – Exemplo 5 – Melbourne, 40 Albert Road

Outro exemplo vem da Austrália, localizado em Melbourne, 40 Albert Road, surgiu um edifício de escritórios. Este edifício com cerca de 1200 m² foi projectado para ser o Primeiro edifício neutro em matéria de carbono.



Figura 5.12 – Vista do edifício, 40 Albert Road em Melbourne.

Este edifício está projectado segundo os critérios da sustentabilidade e em cuja construção se adoptou:

- Um sistema automático de ventilação utilizando ar.
- Automatismo de controlo de temperatura e ventilação de acordo com os níveis de ocupação.
- Estabelecimento de um contracto para a eficiência energética e um plano de gestão de CO₂.
- Foi criado e implementado um Guia de Utilização para os Ocupantes

5.5.6 – Exemplo 6 – Pilestredet Park, Oslo

Este empreendimento, Pilestredet Park, em Oslo, Noruega, tem como pilares da construção sustentável o reaproveitamento de mais de 90% dos materiais de demolição dos edifícios existentes.



Figura 5.13 – Antevisão 1, dos edifícios o empreendimento de Pilestredet Park

Na sua concepção utilizaram-se os critérios da sustentabilidade na construção que passam pela escolha dos materiais pelos sistemas escolhidos até ao planeamento local da envolvente. Nota-se com exemplo que todos os edifícios têm jardins no telhado acessíveis a todos s ocupantes.



Figura 5.14 – Antevisão 2, dos edifícios o empreendimento de Pilestredet Park

A avaliação dos pressupostos do projecto indicam que:

- Pelo menos 25% da massa do edifício é constituído por materiais reciclados
- Todos os materiais usados nos edifícios estão sujeitos a avaliação ambiental
- Existem critérios reguladores que minimizam os ruídos, as vibrações, as poeiras, etc
- Os sistemas de ventilação, iluminação e temperatura têm controlo integrado e adequado ao isolamento térmico.

5.5.7 – Exemplo 7 – Parque Oriente, Lisboa.

O Parque Oriente é um empreendimento que se localiza no lote da antiga Fábrica Barros, na intersecção da Av. Infante D. Henrique com a Av. de Pádua, em Cabo Ruivo, na zona Oriental de Lisboa, na freguesia dos Olivais. É um projecto de usos múltiplos elaborado pelo atelier Tirone Nunes SA, (dados do projecto Líder).



Figura 5.15 – Vista da implantação do empreendimento Parque Oriente

Neste complexo será possível usufruir de espaços de lazer exteriores, habitação, escritórios, áreas comerciais e áreas culturais, pelo que constitui um edifício misto com as seguintes características

A envolvente é tipicamente de carácter industrial. O complexo insere-se na área delimitada pelo Plano de Urbanização da Zona Ribeirinha Oriental de Lisboa (PUZROL), a apenas cerca de 300m do Parque das Nações e a 500m da Gare do Oriente.

Tipo de uso: misto (habitacional – 68%; comércio - 12%; escritórios - 20%)

Inserção: zona industrializada

Área de intervenção: 20 721 m²

Área de implantação: 9 536 m²

Área bruta de construção: 41 441 m² (área habitacional: 27912 m²)

Nº habitantes: 720 (previstos)

Tempo de vida: 100 anos

(dados do projecto Líder A Sistema de avaliação da sustentabilidade)

Este projecto tem por base a necessidade de renovar a zona ribeirinha oriental de Lisboa, articulando estes espaços com os da EXPO 98, reabilitar as áreas industriais adjacentes em áreas urbanas de elevada qualidade e recuperar a área degradada da antiga Fábrica Barros, resultando no local um quarteirão sustentável (utilização das melhores tecnologias disponíveis com o intuito de melhorar o conforto interior, reduzir os impactos ambientais, minimizar o consumo de recursos e reduzir os custos económicos de operação) composto por espaços de utilização múltipla que se desenvolvem a partir de uma ampla Praça central, a Praça Oriente, que possui espelhos de água, áreas ajardinadas e esplanadas.



Figura 5.16 – Vista de um modelo em 3D do empreendimento Parque Oriente

O empreendimento é constituído por 13 edifícios e possuirá além das áreas já apresentadas uma área impermeabilizada na ordem dos 18 930 m² e uma área de espaços verdes públicos de 1653 m². Adicionalmente foram previstas áreas de utilização colectiva e para outros usos, abrangendo, cada uma respectivamente, 4868 m² e 3340 m².

- Na sua concepção esteve presente a utilização das melhores tecnologias disponíveis para:
 - Melhorar o conforto interior
 - Reduzir os impactos ambientais
 - Minimizar o consumo dos recursos
 - Reduzir os custos económicos de operação

- De igual modo a orientação solar do edifício, área de envidraçados e sistemas de isolamento foram previstos para diminuir em 50% as necessidades energéticas dos ocupantes.
- Neste empreendimento instalaram-se redutores de caudal, nos dispositivos de utilização, e existe um sistema de reutilização de águas cinzentas que irão contribuir para uma diminuição do consumo.

5.5.8 – Exemplo 8 – Ponte da Pedra, Porto.

O Conjunto residencial da Ponte da Pedra, promovido pela NORBICETA - União de Cooperativas de Habitação, U.C.R.L., situada em Matosinhos, substituiu uma zona industrial degradada, valorizando o local de implantação, na medida em que, para além da operação habitacional, se procedeu a uma acção de regeneração ambiental e urbana.

Um outro objectivo é demonstrar a viabilidade da habitação Sustentável d ponto de vista económico, ambiental, cultural e social (dados do projecto Líder).

Vista de um modelo em 3D do empreendimento Parque Oriente



Figura 5.17 – Vista dum pormenor do empreendimento Ponte da Pedra

A ficha técnica do projecto é a seguinte:

Projecto: Carlos Coelho - Consultores, Lda.

Controlo Técnico: CPV - Controle e Prevenção de Riscos, S.A.

Coordenação de Higiene, Segurança e Saúde: SOPSEC - Sociedade de Prestação de Serviços de Engenharia Civil, Lda

Construção: J. Gomes, Sociedade de Construção do Cávado, Coordenação de Higiene, Segurança e Saúde: SOPSEC - Sociedade de Prestação de Serviços de Engenharia Civil, Lda.

Tipo de uso: habitacional

Inserção: zona urbana

Financiamento da Construção: Instituto Nacional da Habitação

Área de implantação: 3 105 m²

Área bruta de construção: 14 852,40 m² (101 fogos)



Figura 5.18 – Vista da fase de construção do empreendimento Ponte da Pedra

Este Conjunto Residencial é constituído por uma primeira fase, a qual conta com 6 Blocos, os quais contemplam 150 habitações, um equipamento educativo e cultural a norte do novo arruamento e um equipamento desportivo a meio da área habitacional.

A segunda fase do Empreendimento, constituída por 2 blocos (Bloco 7 e Bloco 8 – 101 habitações, tipologia T2 e T3), com a estrutura que se pode observar nas figuras, prevê ainda a criação de um equipamento infantil, parque público e

espelho de água, peça escultórica, com zonas ajardinadas e vias pedonais em todo o Empreendimento.

Esta segunda fase, ainda em construção e com data de conclusão prevista para Setembro (Lote 7) e Novembro (Lote 8) de 2006, representa a participação portuguesa no Projecto SHE (Sustainable Housing in Europe) e surge na sequência da candidatura desta fase a esse mesmo Projecto.

O Projecto SHE é um projecto-piloto desenvolvido a nível europeu, co-financiado pela UE, incluindo-se no Eixo nº 4 – Cidades do Futuro e Herança Cultural, do 5º Programa Quadro de Investigação: Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

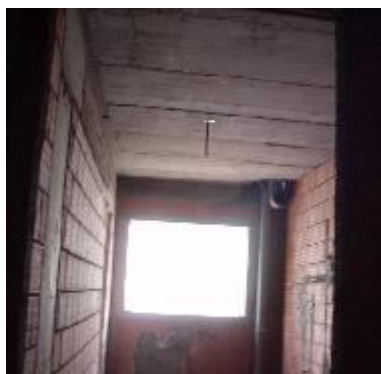


Figura 5.19 – Pormenor construtivo da parede dupla e isolamento das caixas de estores da Construção da cisterna de armazenamento de água do empreendimento Ponte da Pedra

Em resumo enumeram-se as medidas que foram adoptadas no sentido da sustentabilidade

- Foram previstas no projecto de arquitectura soluções solares passivas, além de ter sido tido em conta a orientação solar, as protecções solares e como medidas activas a opção por lâmpadas eficientes.
- Foram utilizados colectores solares para as águas sanitárias

- Foram utilizados materiais locais
- Foi implantado um sistema de recolha das águas pluviais para reutilização sanitária e rega dos espaços verdes,
- A ventilação natural e iluminação natural foram profusas
- Foi igualmente criado um Manual do Cooperado Proprietário de Uso e Manutenção do Imóvel, a explicar utilização adequada do edifício e dos seus sistemas



Figura 5.20 – Pormenor construtivo da cisterna de armazenamento de água do empreendimento Ponte da Pedra

CAPÍTULO 6 – ESTUDO DE UM CASO

6.1 – Introdução

A avaliação ambiental dos edifícios na fase de projecto está a dar os primeiros passos. O estudo efectuado é relativo a um edifício em Chapel Street, Islington Way, Park Street, Salford em Inglaterra. O estudo deste caso ocorre na sequência dos contactos académicos tidos pelo autor, desta tese, enquanto mestrando na Universidade de Salford.

6.1.1 – Elementos base

O objectivo principal do estudo é compreender a avaliação da sustentabilidade dos edifícios e como, esta avaliação interactiva, pode e deve influenciar o projecto do edifício. Os elementos de trabalho foram os seguintes:

- Resumo do programa de desenvolvimento para a área de implantação
- Programa de regeneração da zona de Chapel Steet.
- A Agenda 21 Local de Salford
- Fotografias e vídeos dos locais a intervir
- Planta às escalas adequadas
- Oportunidade de trabalhar com o programa ENVEST.
- Um conjunto do “Building Research Establishment BREAM 98 for Offices Pre Assessment Checklist”

6.2 – Caracterização do projecto

A concepção do projecto foi, numa fase inicial, respeitando as diversas restrições recolhidas dos elementos programáticos e de pesquisa.

Este edifício composto de dois pisos subterrâneos, um piso térreo e três pisos acima, utilizados respectivamente para estacionamento público ou privado, para comércio e para serviços.

Em termos de forma de implantação o edifício foi concebido desde o início par ter uma forma em “C” ou “U” sendo os braços virados a sul para aproveitar o máximo de insolação possível. Ficará implantado em terrenos desde Park Street

até Chapel Street deixando a parte Sul até Barrow Street para jardins com benefícios esperados para a saúde e para o meio ambiente.

Algumas considerações

Nas primeiras fases de concepção, mesmo aqui, os métodos empregues foram em tudo idênticos ao método, mais clássico, onde as actuais ferramentas para auxílio ao projecto para a sustentabilidade não imperavam.

No entanto alguns conceitos inerentes à sustentabilidade já foram utilizados em especial nas questões das áreas energéticas faltando por outro tratar das questões sobre os materiais, sistemas e outros recursos de molde a avaliar e analisar os impactos causados pela construção.

Apresentam-se de seguida os desenhos referentes ao edifício em estudo. As escalas foram as necessárias afim de se ter uma visão integrada da implantação e das plantas dos pisos com a espacialidade prevista.

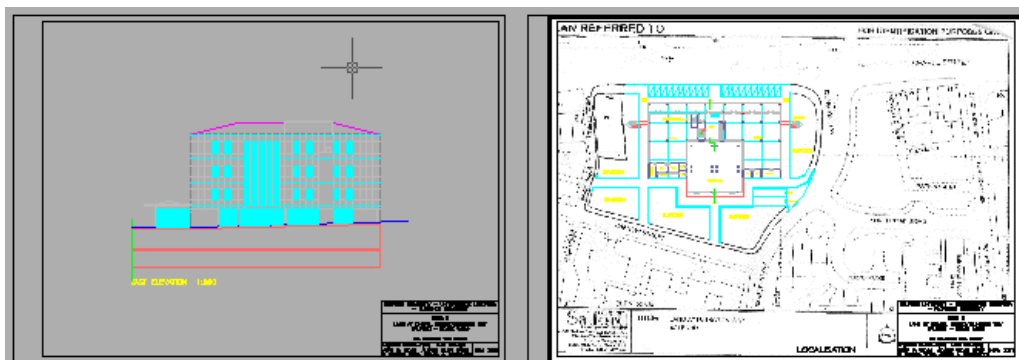


Figura 6.1 – Edifício em estudo, Alçado e implantação

Para os pisos inferiores e piso zero estão previstos meios mecânicos para insuflação, aquecimento, arrefecimento e extracção do ar. Estão previstos quatro elevadores com a capacidade de 10 pessoas

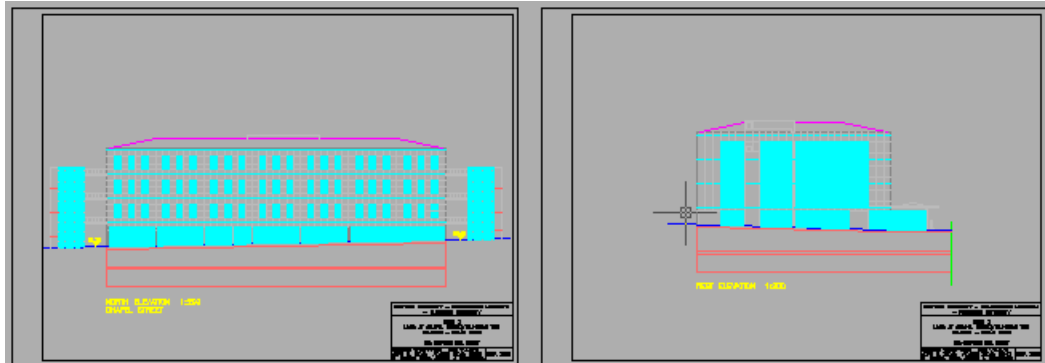


Figura 6.2 – Edifício em estudo, alçados

Foi pensado que um sistema de ventilação natural seria a melhor forma de poupar energia.

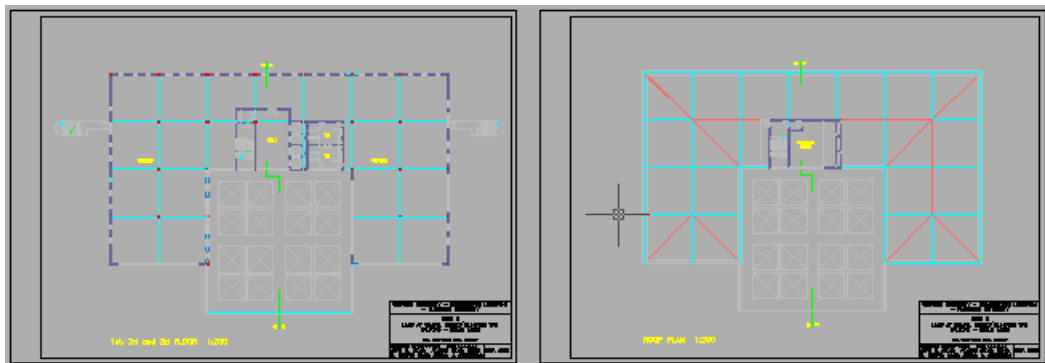


Figura 6.3 – Edifício em estudo, Cobertura e pisos superiores.

O aquecimento, através da circulação de ar, seria suficiente para baixas temperaturas no Inverno e temperaturas moderadas durante o Verão.

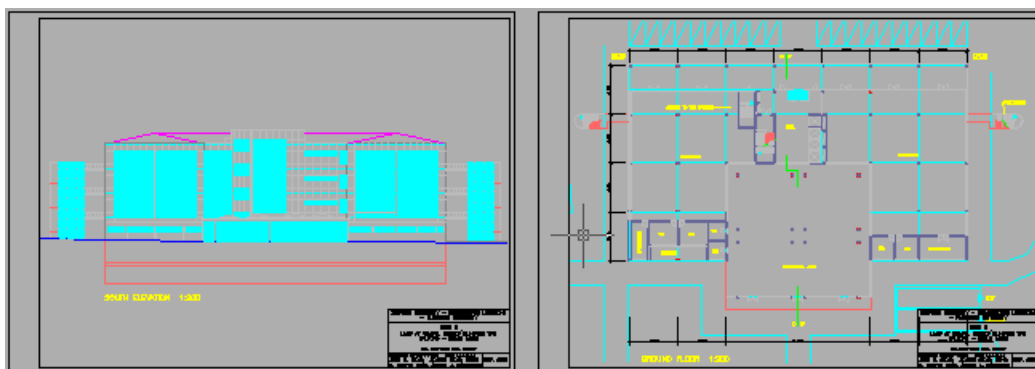


Figura 6.4 – Edifício em estudo, alçado e R/C

Por este motivo as janelas deveriam ter dispositivos para garantir uma ventilação natural com mecanismos de regulação de acordo com as temperaturas desejáveis.

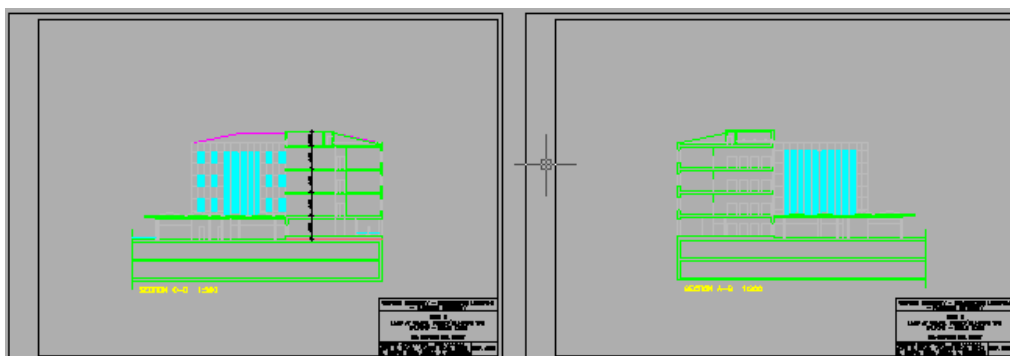


Figura 6.5 – Edifício em estudo, cortes.

Nesta fase da concepção, foi o início da utilização da ferramenta – ENVEST.

6.3 – Aplicação do Envest

É uma ferramenta que equaciona e calcula o impacto ambiental na etapa de concepção e projecto. Considera os impactos dos materiais utilizados, o consumo de energia e os recursos consumidos na vida útil da construção. O Building Research Establishment - BRE, em Inglaterra, publicou esta metodologia em 1999 sendo o resultado de 3 anos de estudos e reflexões com os representantes do sector industrial, inglês, dos materiais de construção. O desenvolvimento desta metodologia/ ferramenta foi imposta pela necessidade de possuir, informação

ambiental de confiança e independente, sobre os materiais, sistemas e outros componentes dos edifícios.

Esta ferramenta, Envest, faculta, ao arquitecto e engenheiro, bem como a outros técnicos do sector da construção civil, trabalhar iterativamente e por antecipação, observando quantitativamente os impactos no meio ambiente.

Os perfis ambientais do Envest – BRE, ferramenta baseada na Análise do Ciclo de Vida (ACV), são usados assim para pré-avaliar potencialmente as consequências de tomar uma ou outra decisão, em particular no que diz respeito:

- À implantação do edifício,
- À forma do edifício,
- À área fenestrada,
- À área das paredes exteriores e interiores,
- Ao tipo de cobertura,
- Aos materiais e
- Aos sistemas construtivos adoptados.

Foram cinco as soluções testadas com o Envest. Os Ecopontos parciais e totais foram encaminhando e reduzindo as alternativas pensadas inicialmente.

Aqui quanto menor for a quantificação dos Ecopontos melhor será a solução.

É de notar que a base de dados, embora ampla, não abrange todos os materiais e sistemas construtivos e nas formas de implantação é bastante simplificadora. No entanto com alguns acertos no projecto, e de forma interactiva, os dados requeridos pelo software Envest, foram sendo cada vez mais fáceis de preencher.

A vida útil do edifício foi definida para 60 anos e igual para todas as soluções estudadas: sendo este um dado importante para o cálculo dos impactos.

Por falta de tempo e oportunidade para estudar todas as combinações das variáveis presentes nesta proposta de edifício, por ser demasiado complexo, fixaram-se outros invariantes. Assim acima do solo adoptou-se 4 pisos com uma ocupação de 13,0 m², as paredes interiores estimaram-se em 5% da área de construção prevista, a profundidade das bandas foi de 16,0 m e o pé direito de 4,0 m.

Casos estudados	1	2	3	4	5
Dados principais					
Comprimento (m)	56,35	33,62	33,62	33,62	33,62
Largura (m)	38,62	79,07	70,08	56,35	70,08
Profundidade (m)	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
No. Pisos	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Pé Direito (m)	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Área envidraçada					
Norte (%)	38,00	38,00	38,00	30,00	38,00
Sul (%)	44,00	33,00	44,00	60,00	44,00
Este (%)	22,00	26,00	22,00	30,00	22,00
Oeste (%)	22,00	27,00	22,00	60,00	22,00
Janelas					
Agrupamento	3	3	3	3	3
Ocupação					
Densidade	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
Edifício Tipo					
Vida útil	60	60	60	60	60
Localização	Midland	Midland	Midland	Midland	Midland
Tipo de solo	Compacto	Compacto	Compacto	Compacto	Compacto
Dados da construção					
R/C (m2)	1.552,60	1.552,00	1.173,18	953,44	976,60
Pisos acima (m2)	3.716,10	3.716,00	3.519,53	2.860,32	3.716,10
Paredes exteriores (m2)	1.903,13	3.884,00	2.384,03	1.583,47	3.484,00
Janelas (m2)	976,02	859,77	934,48	1.295,57	1.120,00
Coberturas (m2)	1.552,60	1.552,00	1.173,18	953,44	976,60
Paredes internas (m2)	1.462,06	1.058,32	1.302,22	1.058,32	1.058,32
Perímetro (m)	179,95	179,94	207,41	179,94	179,94

Tabela 6.1 – Resumo dos dados das soluções ensaiadas.

Nesta tabela evidenciam-se as variáveis que se tornaram invariantes, e de igual modo melhor as que sofreram variações. Destas últimas destacam-se as áreas do R/C, as larguras, a área de janelas, a área das paredes exteriores e tectos que nas soluções 2 e 4 tiveram opção de isolamento duplo

Na tabela seguinte encontram-se os valores em, ecopontos, dos vários sistemas e dos sub-totais e totais assim como da energia incorporada.

Construção	Ecopontos				
Pavimentos					
R/C	5.758	4.885	4.351	3.827	4.351
Pisos acima	7.201	3.869	6.820	2.801	6.820
Paredes					
Paredes exteriores	5.185	6.064	6.495	3.683	9.491
Paredes internas	1.751	1.751	1.560	1.239	1.560
Janelas					
Janelas	1.287	1.405	1.287	1.995	1.287
Cobertura					
Estrutura	274	168	207	168	172
Cobertura	1.713	339	1.294	339	1.078
Acabamentos					
Pavimentos	6.040	5.776	5.379	4.181	5.379
Paredes	411	317	424	209	476
Tectos	571	566	509	409	509
Estruturas					
Superestrutura	3.287	2.814	2.526	2.085	2.526
Subestrutura	638	359	565	308	547
Outros	935	897	843	3.293	843
Total Construção	35.051	29.210	32.260	24.537	35.039
Sistemas					
Aquecimento	38.768	47.813	37.319	2.686	39.272
Iluminação	44.156	44.150	39.328	33.138	39.328
Ventilação	2.965	2.965	2.641	0	2.641
Refrigeração	0	0	0	2.147	0
Água	3.691	3.691	3.288	20.305	3.288
Elevadores	2.066	2.066	2.066	2.066	2.066
Equip. Escritório	2.336	23.373	20.821	14.665	20.821
Catering	15.992	15.989	14.243	0	14.243
Outros	11.132	11.130	9.915	6.189	9.915
DIF	21.040			4.063	
Total Sistema.	142.146	151.177	129.621	85.259	131.574
TOTAL	177.197	180.387	161.881	109.796	166.613
Energia incorporada	935	4509	842	3293	4051

Tabela 6.2 – Resumo dos resultados obtidos com as 5 soluções ensaiadas.

Pelos resultados obtidos com o programa Envest, a solução 4, parece a mais vantajosa. No entanto tomou-se a decisão de ensaiar, para esta solução 4, mais algumas alternativas para os materiais e sistemas mais críticos.

A solução escolhida no essencial apresenta as seguintes características:

Pele interior	Tijolo, parede cortina
Isolamento	Lã de rocha de 50 mm
Pele exterior	Galvanized steel profiled cladding, este material possui uma energia embecida de 3.512, melhor que o ferro galvanizado perfilado com 3.748 ou mesmo o alumínio perfilado com 3.735. Contudo, após o período de vida, os metais serão reutilizados ou reciclados e o GPR não.
Acabamentos nas paredes interiores	Revestimento placas gesso cartonado, 80% Duas camadas finas de estuque, 15% Mosaicos cerâmicos de 5,5 mm, 5%
Paredes internas	Nas áreas celulares, gesso cartonado duas faces e vidro duplo com molduras metálicas, nas zonas com biombos.
No Piso zero	Pavimentos em Betão armado (betonilha), in situ, 70% Betão pré-fabricado, 30% Isolamento, Poliestireno expandido
Pisos superiores	Lajes de betão armado, in situ, 15% Lajes pré-fabricadas, 85%
Janelas	Caixilharia aço, vidro duplo 6mm com 1100x600 mm
Cobertura - estrutura	Inclinado, 2 águas, base de asnas metálicas
Cobertura	Aço galvanizado com isolamento de 10 mm de poliestireno expandido
Pavimentos - acabamentos	Mosaicos cerâmicos ou de mármore, 10% Parquet de madeira, 60% Vinil, 2 mm, 30%
Tectos - acabamentos	Tectos suspensos, tiras e chapas metálicas

Tabela 6.3 – Caracterização da solução 4, materiais e elementos

As tabelas seguintes reproduzem os resultados das alternativas encontradas no sentido de melhorar a solução 4, a de menor ecopontos, isto é a de menor impactos no meio ambiente.

Construção	Ecopontos
Pavimentos	
R/C	3.830
Pisos acima	6.685
Paredes	
Paredes exteriores	2.646
Paredes internas	555
Janelas	
Janelas	1.717
Cobertura	
Estrutura	168
Cobertura	930
Acabamentos	
Pavimentos	3.619
Paredes	224
Tectos	409
Estruturas	
Superestrutura	2.085
Subestrutura	578
Outros	756
Total Construção	24.202

Tabela 6.4 – Ecopontos da construção da solução 4, melhorada

Sistemas	Ecopontos
Aquecimento	2.686
Iluminação	33.138
Ventilação	0
Refrigeração	2.147
Água	19.355
Elevadores	2.066
Equip. Escritório	14.665
Catering	0
Outros	6.189
DIF	
Total Sistema	80.246
TOTAL	104.448
Energia incorporada	935

Tabela 6.5 – Ecopontos dos sistemas da solução 4, melhorada

Na figura seguinte apresenta-se a uma vista da entrada de dados no programa Invest.

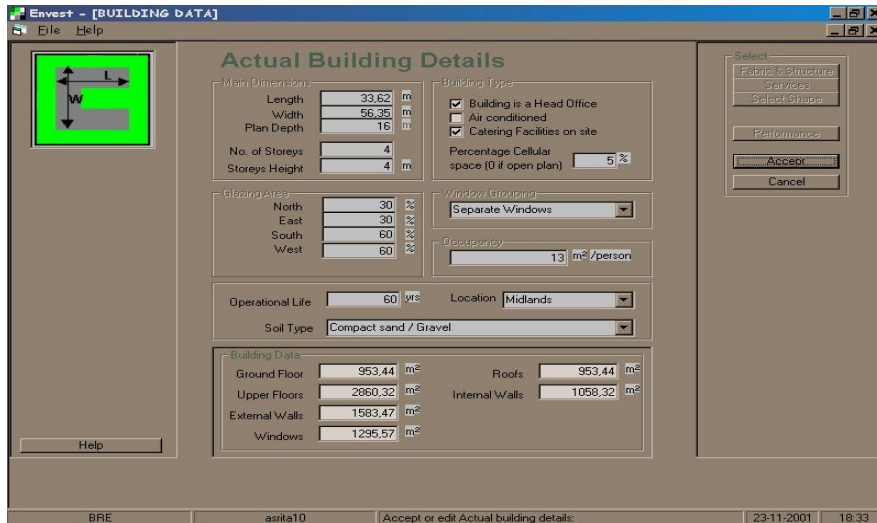


Figura 6.6 – Vista da entrada de dados no programa Invest.

E para exemplificar os quadros de saída de resultados, a seguir fica um extracto dos resultados relativos aos aspectos da construção, onde se observam os ecopontos referentes à construção, aos ecopontos embebidos e ecopontos totais.

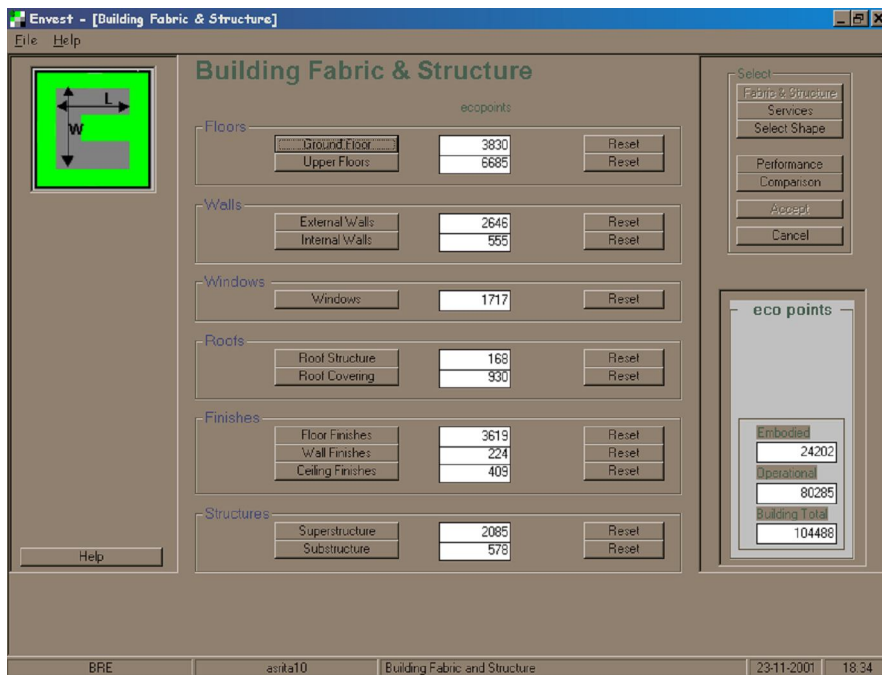


Figura 6.7 – Vista do quadro de saída dos resultados do programa Invest.

Outro dos quadros de saída é este relacionando a energia embebida com a operacional.

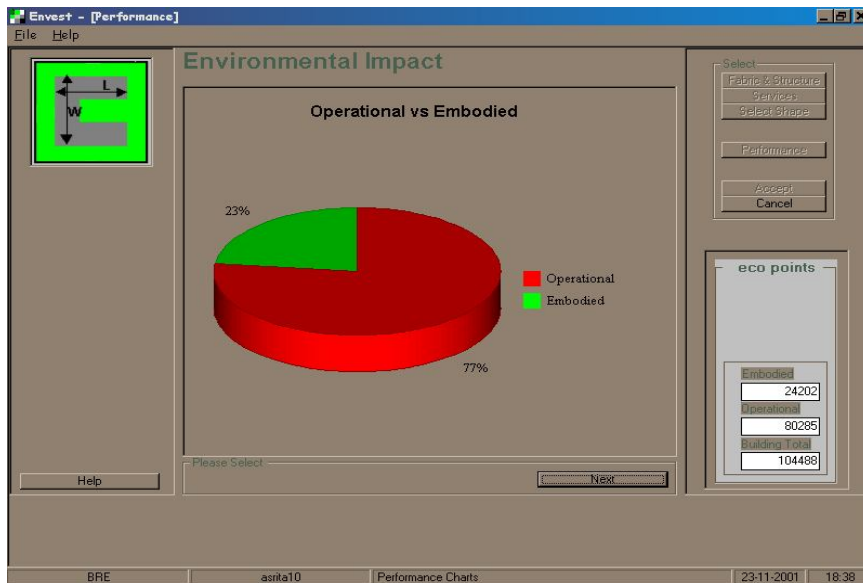


Figura 6.8 – Quadro relacionando a energia embebida com a operacional.

Ou ainda o quadro de saída que nos esclarece melhor sobre os ecopontos incorporados.

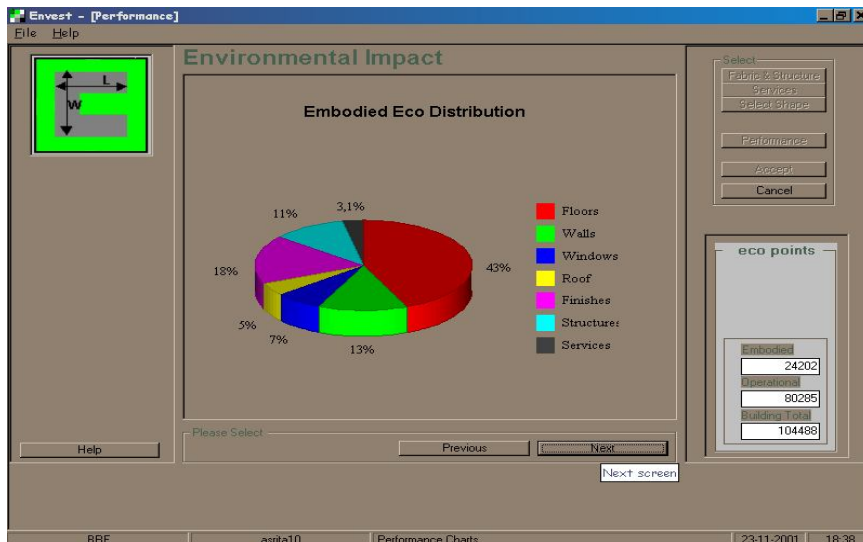


Figura 6.9 – Quadro relacionando a energia embebida nos vários sectores.

Neste quadro de saída do Invest, igualmente se observa os impactos ambientais, causados pelos sistemas construtivos.

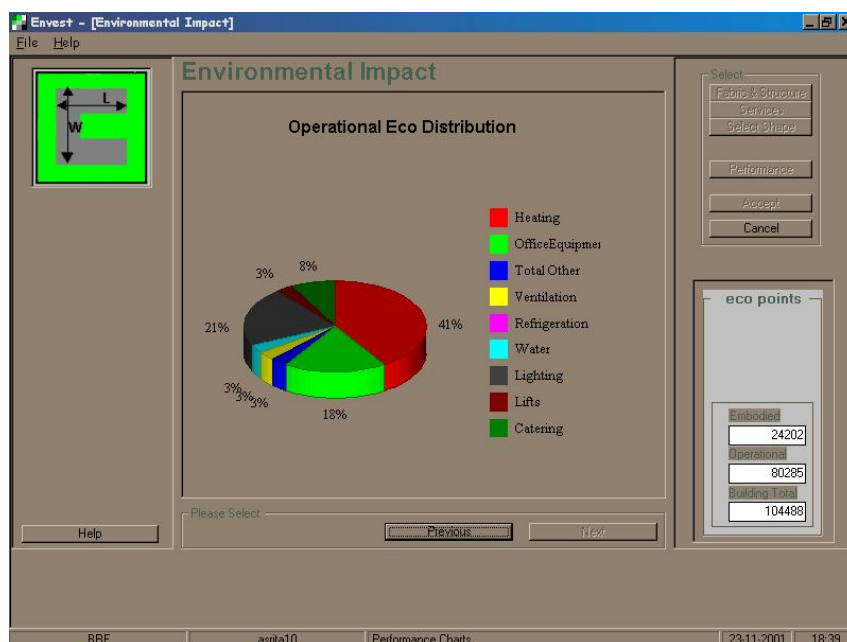


Figura 6.10 – Os impactos ambientais causados pelos sistemas construtivos.

As várias soluções que se ensaiaram representam variantes ao mesmo projecto. Observou-se que nalguns casos as diferenças nos ecopontos, numa ou noutra solução alternativa, não diferiam substancialmente, possibilitando que outro tipo de critérios possa acontecer.

6.4 – Conclusões do caso em estudo

O Invest como ferramenta computacional demonstra que uma forma de implantação em “C” não é a ideal em termos de ecopontos. No caso em estudo esta forma ficou em terceiro lugar, visto que a forma melhor seria a quadrada ou rectangular com menos cerca de 1.000 ecopontos. No entanto e, porque a diferença não pareceu significativa, adoptou-se a forma em “C” por razões e critérios estéticos e funcionais.

Todos os materiais indicados pelo motor do programa Invest, onde se calcula o ACV, mostraram-se adequados. Assim esta ferramenta poderá vir a ser usada noutros países em projectos e na sua avaliação ambiental desde que outros materiais tipo, para cada país, venham a constar da base de dados

Na análise efectuada, todos os *inputs* foram confirmados no sentido de se obter um resultado com o mínimo de ecopontos, numa solução arquitectónica e estética aceitável.

Contudo, esta ferramenta pode ser limitativa no sentido da livre concepção dum projecto de arquitectura, exceptuando o critério da sustentabilidade que assim é cumprido.

Outras relações causa efeito podem ser obtidas a partir dos resultados da análise das várias soluções ensaiadas. É o caso dos gráficos seguintes que mostram a dependência da totalidade dos ecopontos com a variação das áreas de paredes exteriores, com as áreas das janelas e com os tectos com ou sem isolamento adequado.

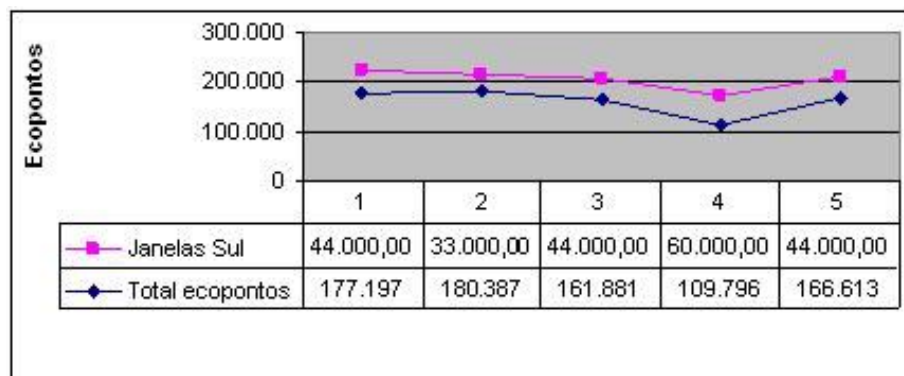


Figura 6.11 – Relação dos ecopontos totais com a área de janelas a Sul.

Da análise destes gráficos fica entendido que existe uma relação directa, visível pelo paralelismo das curvas, entre a área de janelas envidraçadas a Sul e o total dos ecopontos.

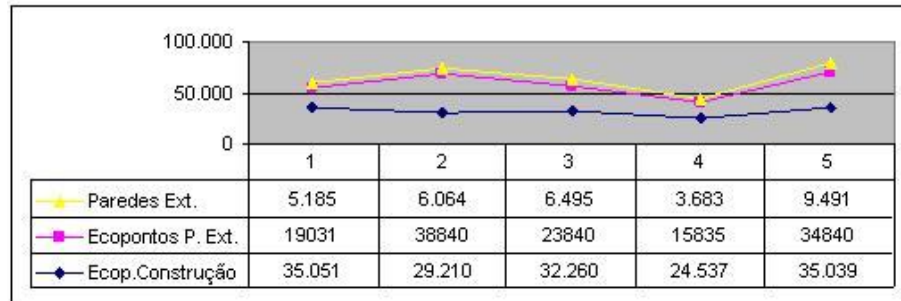


Figura 6.12 – Relação dos ecopontos totais com as paredes exteriores e respectivos ecopontos parciais.

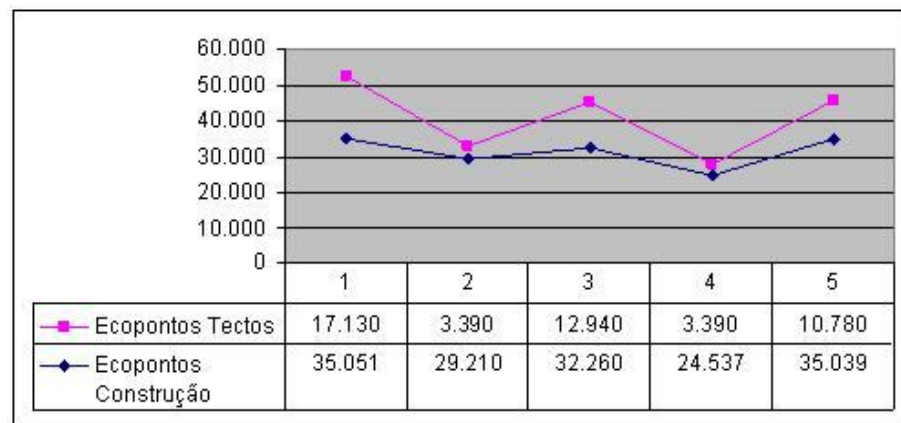


Figura 6.13 – Relação dos ecopontos totais com os ecopontos dos tectos, sendo as sol.2 e 4 com isolamento adequado.

No caso das paredes exteriores verifica-se que a relação é igualmente directa, variando no mesmo sentido e no caso dos tectos torna-se evidente que um bom resultado é obtido com base na aplicação de um bom isolamento térmico.

CAPÍTULO 7 – CONCLUSÕES

7.1 – Conclusões gerais

É tendência actual no sector da construção civil, em particular a construção dedicada aos edifícios, economizar meios e recursos, agravado ainda pela recessão que actualmente se faz sentir nas economias e ao mesmo tempo com uma maior sensibilização para as questões ambientais configurando um cada vez mais apetecível minimalismo nas opções dos projectistas e em consequência na própria construção. Assim um projecto de arquitectura estará sujeito a alterações decorrentes das premissas anteriores e cada vez mais impostas pelo uso de ferramentas que guiar, os projectistas, ao encontro de soluções alternativas para os sistemas construtivos e materiais cuja avaliação ambiental seja positiva e igualmente válidas arquitectónica e esteticamente.

A forma de construir tem evoluído muito lentamente, ao longo dos tempos, e a introdução de novos materiais continua a ter enormes preconceitos, não só dos utilizadores e dos promotores mas também no sector da fabricação. Assim na no sector da construção o aparecimento de métodos construtivos inovadores é irrelevante.

Depois de, Kibbert (1994), ter contribuído para a definição do conceito de *construção sustentável*, o sector da construção civil está a tomar, paulatinamente, as medidas adequadas para incorporar materiais e sistemas construtivos que reduzam os impactos no meio ambiente. Por outro lado começam a aparecer edifícios e empreendimentos, como experiências piloto e, dos quais alguns enunciados nesta tese, inovadores e que consagram desde a fase de concepção e consequente projecto (ou Projectos) o estigma da sustentabilidade. Esta característica tende, quando aferida quantitativamente, a servir de base para uma classificação ou certificação, caso do Lider A, em Portugal.

Pretendeu este trabalho mostrar as potencialidades de bem construir, com os materiais, sistemas e processos construtivos sustentáveis e de melhor projectar, passando pelo uso de ferramentas que permitam avaliar potencialmente o

preconizado no projecto e dessa forma, interactiva, optar pelas soluções mais justas, suportáveis e viáveis que garantam a estabilidade do *ambiente construído*.

Esta tese mostra que a redução dos impactos ambientais devido á construção, vejam-se os exemplos apresentados, recorre a várias estratégias de entre as quais se destacam:

- Utilização de materiais locais e de mão-de-obra local, reduzindo os recursos em transportes.
- Utilização de materiais de baixa energia incorporada ou embebida. Recorrendo a materiais pouco transformados, substituindo os poliuretanos e poliestirenos por cortiça e lã de rocha.
- Utilizar materiais de grande durabilidade. E harmonizar os conjuntos de materiais também atendendo à durabilidade.
- Utilização de sistemas construtivos projectados par que sejam reutilizados ou reciclados. Por este facto a fase de desmantelamento ou desconstrução tem que, no futuro, ser parte integrante do projecto.

7.2 – Conclusões específicas

Em termos específicos a utilização do Invest permitiu verificar a adequação desta ferramenta na fase de projecto com bom desempenho na escolha da implantação dos edifícios, no dimensionamento das áreas de envidraçado e janelas, na forma e estrutura do edifício no geral.

Particularmente revelou-se de grande interesse ao ajudar nas primeiras fases do projecto, na definição dos sistemas construtivos. No capítulo dos materiais as indicações obtidas, baseadas nas análises do ciclo de vida dos materiais e processos, foram importantes permitindo alternativas rápidas e grande número de opções. Apesar deste facto a base de dados, não contempla alguns sistemas e materiais que em Portugal se utilizam e em Inglaterra não. Por isso, no futuro, era interessante ver alargada a base de dados com a incorporação desses materiais.

7.3 – Recomendações

A actual tendência será para se aprofundar o estudo e pesquisar cada vez mais o conceito de sustentabilidade e os critérios de aplicabilidade operacional.

No sector da construção civil o aparecimento de guias com as Boas Práticas para uma Construção Sustentável, com uma ampla difusão pelos trabalhadores deste sector será uma forma eficaz de atingir os objectivos da sustentabilidade.

Pela enorme complexidade dos materiais empregues e processos utilizados e para conhecer o desempenho ambiental dos edifícios tem que se analisar a interacção entre as actividades desenvolvidas durante todo o seu ciclo de vida e o meio ambiente, identificando todos os possíveis impactos ambientais associados, havendo enorme trabalho a fazer nesta área.

Considerando ser o projecto o ponto de partida do ciclo de vida de um edifício, espera-se que grande parte das soluções minimizadoras dos impactos ambientais parta dos responsáveis por esta etapa, arquitectos e engenheiros, trabalhando em equipas multidisciplinares e interactivas.

O objectivo é possibilitar aos profissionais projectistas, arquitectos, engenheiro ou outros, responsáveis pelo projecto uma visão abrangente das interferências entre os edifícios e o meio ambiente, apontando algumas soluções que estão ao seu alcance e que possibilitam a minimização dos impactos ambientais associados às actividades desenvolvidas ao longo do ciclo de vida dos edifícios projectados.

E num sentido lato ao bem-estar das pessoas.

8 – BIBLIOGRAFIA

- AAP – Associação dos Arquitectos Portugueses; “Arquitectura Popular em Portugal”; Lisboa, 1988.
- Achard, P.; Gicquel, R.; European Passive Solar Handbook – Basic Principles and Concepts for Passive Solar Architecture, Preliminary Edition, Commission of the European Communities; Directorate-General XII for Science, Research and Development, 1987.
- AFNOR. XP P01-010-1 - Qualité environnementale des produits de construction - Information sur les caractéristiques environnementales des produits de construction - Partie 1 : méthodologie et modèle de déclaration des données. Paris: Association Française de Normalisation, Avril 2001. 61p.
- Aguado, A. y Casanova, I [1997] – Estructuras y Edificación(E-7) - Demolición y reutilización de estructuras de hormigón – Publicação do Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid – Grupo Español del Hormigón - GEHO / CEB y Asociación Técnica Española de Pretensado ATEP.
- Álamo, L; Gonzáles, M.; Sumpsi, C. [1998] – Sistemes de gestió ambiental - Medi ambient i tecnologia – Guia ambiental de la UPC – Universitat Politècnica de Catalunya – Edições UPC. ISBN 84.8301.278.2, pp. 187-199.
- Alex Kenya Abiko- Análise de métodos de avaliação de sustentabilidade do ambiente construído: o caso dos conjuntos habitacionais. São Paulo , 2009
- ALMEIDA, F. O bom negócio da sustentabilidade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.
- Almeida, Manuela; Bragança, Luís; Silva, António; Mendonça, Paulo; “Daylight Evaluation of a MBT Solution – a Case study”; in Proceedings from the XXX IAHS – Housing Construction, an Interdisciplinary Task; pp 1577-1584; September 9-13, Coimbra, Portugal, 2002.

- Amado, Santiago Vega; “Energía Solar Pasiva en Edificacion: Metodos para comparar diseños; Universidad de Valladolid, Secretariado de Publicaciones; Valladolid 1993.
- Angelo Padilha – Materiais de Engenharia, 2007, Hemus, Brasil.
- Anink, D.; Boonstra, C. and Mak, J. [1996] – Handbook of Sustainable Building – An Environmental Preference Method for Selection of Materials for Use in Construction and Refurbishment – ISBN 1-873936-38-9, London, 175 pp.
- Antunes, Paula; “ERSE – Estudo sobre o sector eléctrico e ambiente, 1º relatório – impactos ambientais do sector eléctrico”, 2000.
- APIC - Associação Portuguesa da Indústria de Cerâmica; “Manual da Alvenaria de Tijolo”; Coordenação editorial: Augusto Vaz Serra e Sousa – Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro; J. A. Raimundo Mendes da Silva – Departamento de Engenharia Civil da FCTUC; Coimbra, Setembro 2000.
- Arnold, David; “The Evolution of Modern Office Buildings and Air Conditioning”; Ashrae Journal, June 1999.
- Assembleia Geral das Nações Unidas. Agenda 21 Global. In: Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento sustentável. ECO 92. Rio de Janeiro, 1992.
- Atkinson, C.J. [1994] – Life Cycle Studies and Ecolabelling of Building Materials – British Ceramic Transactions, Vol. 93, No. 1, pp. 31-32.
- Aubarbier, J. L. et al; “Wonderful Prehistory in Perigord”; Editions Ouest-France, 1989.
- Augenbroe, G. and Pearce, A.R. [1998] – Sustainable Construction in the United States of America – A perspective to the year 2010 – Synthesis report for CIB World Congress– Centre for Construction and Environment – University Florida
- Bannon, C.A. [1995] - Environmental trends and developments in Europe. Magazine World Cement, Nov.95.

- Barros, Carlos Jaques Oliveira; “Sistemas de Apoio à Gestão Ambiental Urbana: O Uso de Sistemas de Informação Geográficos para Monitoramento da Poluição Sonora”; Belo Horizonte, Brasil, Março de 2001.
- Baumann, H. and Rydberg, T. [1994] – Life Cycle Assessment - A Comparison of Three Methods for Impact Analysis and Evaluation – Journal of Cleaner Production, Vol. 2, No. 1, 1994, pp. 13- 20.
- Berge, Bjorn; “The Ecology of Building Materials”; Translated from Norwegian by Filip Henley; Architectural Press; Bath, 1999.
- Berger, Horst; “Light Structures, Structures of Light”; The Art and Engineering of Tensile Architecture; Birkhäuser Verlag; Basel, Boston, Berlin, 1996.
- Blaser, Werner; “Mies van der Rohe”; Editorial Gustavo Gili, S.A.; Barcelona, 1986.
- Boesiger, W.; Girsberger, H.; “Le Corbusier 1910-65”; Versão castelhana de Juan-Eduardo Cirlot; Verlag für Architektur (Artemis), Zurich e Editorial Gustavo Gili, S.A.; Barcelona, 1971.
- Bossink, B.A.G and Brouwers, H.J.H [1996] – Construction Waste: Quantification and Source Evaluation – Journal of Construction Engineering and Management –ASCE – Vol. 122, No. 1 – march 1996, pp. 55-60.
- Bragança, Luís; Almeida; Manuela; Mateus; Ricardo; Mendonça, Paulo; “Comparison between Conventional and MBT Constructive Solutions from an Economical and Environmental Point of View – Case study”; in Proceedings from the XXX IAHS – Housing Construction, an Interdisciplinary Task pp 959-966; September 9-13, Coimbra, Portugal, 2002.
- Bragança, Luís; Almeida; Manuela; Monteiro Silva; Sandra; Mendonça, Paulo; “Acoustic Performance of a MBT Solution – a Case study”; in Proceedings from the XXX IAHS – Housing Construction, an Interdisciplinary Task; pp 1585-1592; September 9-13, Coimbra, Portugal, 2002.
- Bragança, Luís; Almeida; Manuela; Monteiro Silva; Sandra; Mendonça, Paulo; “Thermal Performance of a MBT Solution – a Case study”; in Proceedings from

the XXX IAHS – Housing Construction, an Interdisciplinary Task; pp 1593-1600; September 9-13, Coimbra, Portugal, 2002.

- Bragança, Luis; Mendonça, Paulo; “*Environmental Impact Reduction on Indirect Gain*” Proceedings of the International Conference on “Sustainable Public Housing”; Università degli Studi di Napoli Federico II; Polo delle Scienze e delle Tecnologie; Dipartimento di Configurazione ed Attuazione dell’Architettura; Istituto Nazionale di Bioarchitettura – Sezione di Napoli; Napoli, Italia, 12 de Abril de 2002.
- Brazão Farinha, J.S. ; Correia dos Reis, A.; “Tabelas Técnicas” Edições Técnicas E.T.L., Lda.; Lisboa, 2000.
- Brown, LR (ed.), “State of the World”, Washington, 1990.
- Buchanan, P.; in The Architectural Review nº 1037; July, 1983.
- Burneo, P.C. [1996] - ¿Desarrollo sustentable? Una solución a la crisis ambiental – Revista Técnica 96 – Escuela Politécnica del Ejercito – ESPE, Ecuador, JUN/96, pp. 31-38
- CAMPOS, L. M. S. SGADA – Sistema de gestão e avaliação de desempenho ambiental: uma proposta de implementação. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis
- Cardim, A., Aguado, A. y Josa, A. – [2000a] - Inventarios de la producción de cemento, compilados de distintas fuentes –“SimaPro” y “Cembureau”. - Informe parcial del Proyecto ACV - UPC/IECA - (DOC. 01.RP.01-00) – Ene/00 - 13 pp.
- Cardim, A., Aguado, A. y Josa, A. – [2000b] - Análisis del ciclo de vida de la producción de
- Cardim, A., Josa, A. Aguado, A. y Gettú, R. [1997] – Avaliação do Impacto ao Meio Ambiente Causados pelos Produtos e Materiais da Construção Civil a Base de Cimento – In CON PAT’97 – IV Congresso Iberoamericano de Patologia das Construções e VI Congresso de Controle de Qualidade, Porto Alegre, Brasil, pp. 499-506.

- Carter, L. – Environmental impact assessment, NY, 1997
- Carvalho, H. ; Mendonça, P.; Bragança, L.; Silva, S.; “*SolarCalculus - Fundamentos teóricos*”; Universidade do Minho, 1999.
- Carvalho, L. C. ; “Insolação e Iluminação Natural dos Edifícios”; Tese de Mestrado em Engenharia Física FCUL, Lisboa 1997.
- Casas de Portugal; Nº 2; Artigo: “Casas de Terra”; Editora: Grup Forum; Abril de 1996.
- Castor, Belmiro Valverde Jobim. Tecnologia Apropriada: uma proposta de critérios de avaliação e sua aplicação. Revista de Administração, Vol.18, 1983
- CEMBUREAU [1995] – Concrete: The Benefit to the Environment – Asociación Europea de Fabricantes de Cemento - Cembureau Project Group 2.6 – Bruselas, 95 pp.
- CEMBUREAU [1998] – Selection of LCI-Parameters – Status report of the LCI Format Expert Group of Project Group 2.7 “Sustainability of Concrete” – Asociación Europea de Fabricantes de Cemento – Cembureau - Bruselas, 48 pp.
- CEMBUREAU [1999] – “CEMBUREAU LCI Format for cement” - Asociación Europea de Fabricantes de Cemento - Cembureau - Brussels , February 1999.
- CEMBUREAU [1999a] – “Best Available Techniques” for the Cement Industry: A contribution from the European Cement Industry to the exchange of information and preparation of the IPCC BAT REFERENCE Document for the cement industry. – European Cement Association – D/1999/5457/ DECEMBER - Bruselas, 1999. 240 pp. [<http://www.cembureau.be>]
- CEMBUREAU [1999b] – Environmental Benefits of Using Alternative Fuels of Using Alternative Fuels in Cement Production – Asociación Europea de Fabricantes de Cemento - Cembureau - Project Group of Cement Technology Experts – Bruselas, 23 pp.
- CML [1992] – Environmental Life-Cycle Assessment Products – Guide – Backgrounds – CMLTNO- B&G , NOH-9253/54, Leiden, 224 pp.

- CML [1994] – Guidelines for the Application of Life-cycle Assessment in the EU Ecolabelling Programs – Final report of first phase – CML-TNO-B&G, Leiden, 13 pp.
- Department of Energy (DOE), Public Technology, Inc. (PTI), U.S. Green Building Council (USBGC) and U.S. Environmental Protection Agency, 292 pp.
- DGE (2000). Balanço Energético Nacional de 2000. Direcção Geral da Energia.
- DOERR ARCHITECTURE. Definition of Sustainability and the Impacts of Building. Colorado, EUA.
- DONAIRE, D. Gestão ambiental na empresa. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1999
- E. Silva – Avaliação qualitativa de impactos ambientais do reflorestamento do Brasil, 1994
- Ecobilan [2000] – LCA applied to Building – The Ecobilan Group – http://ecobalance.com/service/project/proj_bld.html.
- Edwards, S. & Bennett, P. (2003). Construction products and life-cycle thinking. UNEP Industry and Environment, Apr.-Sep., p. 57-61.
- EPER [2000] – Guidance Document for EPER implementation – European Commission, Directorate-General for Environment, Brussels, November 2000.
- Erlandsson M. & Borg M. (2003). Generic LCA-methodology for buildings, constructions and operation services – today practice and development needs. Building and Environment 38(2003)p. 919-938. Frankfurt, 1997.
- European Environmental Agency [2000] – Environmental signal 2000 – regular indicator report – Copenhagen (www.eea.eu.int). 109 pp.
- F. Pacheco Torgal, Said Jalali, 2007, *Construção Sustentável. O Caso dos materiais de Construção* - Instituto Politécnico de Castelo Branco, Universidade do Minho

- Fábregas, J; Maña, F.; Vázquez, E. [1998] – Construcció i medi ambient - Medi ambient i tecnologia – Guia ambiental de la UPC – Universitat Politècnica de Catalunya – Edicions UPC. ISBN 84.8301.278.2, pp. 141-152.
- Fullana, P. y Puig, R. [1997] - Análisis del Ciclo de Vida – Rubes Editorial, S.L. – ISBN 84- 497-0070-1, Barcelona, 143 pp.
- Grisel, Laurent et al. [1997] – Database and Software’s – LcANET Theme Report, LcANET meeting: From Life Cycle Assessment to Tolls for Chain Management, Paris, 29 pp.
- Guinée, J.B [1998] – Environmental Life Cycle Assessment – Backgrounds – Draft - M.Gorree; R. Heijungs; G. Huppes; R. Kleijn H.A.; Udo de Haes; E. van der Voet and M.N. Wrisberg - J.B Guinée (final Editor) – October 1998.
- Hannequart, J. P. – “European waste policy”. Conferências Lipor – “Os Desafios do Século XXI”, Valongo, 2002.
- Hansen, K. And Krogh, H. [1996] – Collection and Use of Environmental Data for Building Materials – Sustainable Use of Materials – Proceedings of an International Seminar BRE/RILEM – 23/24 set/1996, Editors J. W. Llewellyn and H. Davies.
- Herrero, J. [2000] - Recursos naturales y desarrollo sostenible. Seminario D. Seminario Ciencia, Tecnología, Empresa y Sociedad en el siglo XXI. Universidad Internacional Menéndez Pelayo. Santander. Martes 19 de septiembre de 2000.
- HQE Haute Qualité Environnementale. Définition explicite de la qualité environnementale. Référentiel des caractéristiques HQE. Paris, Association HQE, document 5, 15 novembre 2001. 25p.
- INE – “Estatísticas do Ambiente 2001”. Instituto Nacional de Estatística, 2002.
- International Organization for Standardization – ISO – [1997] - 14.040 – Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework – Genève – Switzerland, 12 pp.

- International Organization for Standardization – ISO – [1998] - 14.041 – Environmental management – Life cycle assessment Goal and scope definition and inventory analysis – Genève – Switzerland, 22 pp.
- International Organization for Standardization – ISO – [2000] - 14.042 – Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle impact assessment – Genève – Switzerland, 20 pp.
- International Organization for Standardization – ISO – [2000] - 14.043 – Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle interpretation – Genève – Switzerland, 14 pp.
- INTRON [1997] – An overview of available LCI Data: Cement, concrete and other building materials – Institute for Material and Environmental Research B.V. – INTRO Report n° 97079 – Jun/97 – 344 pp.
- IPCC - OCDE - AIE [1996a] - Houghton, JT et al. – Greenhouse Gas Inventory – Revised 1996
- IPCC - OCDE - AIE [1996b] - Houghton, JT et al.– Libro de Trabajo para el Inventario de Gases de Efecto Invernadero – Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Versión revisada en 1996 – Volume 2 – IPCC/OECD/IEA – Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos.
- IPCC - OCDE - AIE [1996c] Houghton, JT et al.– Greenhouse Gas Inventory – Revised 1996
- IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – Reference Manual – Volume 3 – IPCC/OECD/IEA – Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos.
- IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – Reporting Instructions – Volume 1 – IPCC/OECD/IEA – Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos.
- ITeC, [2000] – Revisando el edificio verde – Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña; In: <http://www.itec.es/save/cast/index.html>.

- JOHN, Vanderley M. Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. São Paulo, 2000. 102p.
- Josa, A. Aguado, A. y Gettú, R. [1996] – Evaluación Medioambiental de Productos de La Construcción con Base Cemento – In Conferencia Anual del ATEGRUS, pp. 274-283, Madrid- España
- Josa, A. Aguado, A. y Gettu, R. [1997a] – Evaluación Ambiental de Productos de La Construcción Derivados del Cemento – CIC Información (I), No. 299/97, pp. 30-35. Barcelona - España.
- Josa, A., Aguado, A. y Cardim, A. [1999b] – Evaluación del programa SimaPro 4.0 – Informe parcial del Proyecto ACV - UPC/IECA -(DOC. 02.RP.05-99) – Nov/99 - 5 pp.
- Josa, A.; Cardim A.; Aguado, A; y Gettu, R. [1999a] – Considerations in the life assessment of precast concrete products – In 16th International Congress of precast concrete industry: Prefabrication on the eve of the third millennium, Venezia – May 25-28, 1999. Milano: Associazione Nazionale Industrie Manufatti Cementizi – pp. I/45-I/51.
- Kuhlmann K. and Paschmann H. [1996] – Environmental Compatibility of Concrete from the Starting Materials Through to its Re-Utilization – Betonwerk + Fertigteile-Technik, Vol. 62, No.1, Jan. 1996, pp.112-121.
- LEED-TM Green Building Rating System. Washington, DC. March, 2002.
- Lippiatt, B. [1998] – Building for Environmental and Economic Sustainability (BEES). In: CIBWorld Buildings Congress – Construction and the Environment. Proceedings. Gävle. 8 pp.
- Lívia Gasparelli Cavalcante e Maria Cecilia Loschiavo dos Santos, 2003
- Maria E.P. Kraemer em *A Contabilidade como Alavanca na Construção do Desenvolvimento*

- Marland, G., Boden, T. and Andres, R.J. [2000] - Global CO2 Emissions from Fossil-Fuel Burning, Cement Manufacture, and Gas Flaring: 1751-1997. August 22, 2000. CDIAC
- Marsmann, M. [1996] – Applicability of ISO 14040 Standards – en Aplicacions Industrials de L’anàlisi del Cicle de Vida – Associació de Enginyers Industrials de Catalunya – Barcelona 26 i 27 de setembre de 1996, 20 pp.
- Mateus, R. - “Novas Tecnologias Construtivas Com Vista à Sustentabilidade da Construção”.Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Minho, 2004.
- Mendonça, Paulo – Habitar sob uma segunda pele, TD, Universidade do Minho, 2005.
- Naredo, J. M. – Economía ,ecología e sostenibilidad en la sociedad actual, 2000, Espanha
- ONU- WCED [1987] – Our Common Future – Oxford University Press – London
- Osset, P. [1996] – Calculating the Environmental Impacts of Buildings - UNEP Industry and Environment, Vol. 19, No. 2, Apr-Jun. 1996, pp. 32.
- PRé Consultants B.V. [1997a] – SimaPro – The software tool to analyse and develop environmentally sound products – Single User Part 1 - User Manual – 105 pp.
- PRé Consultants B.V. [1997b] – SimaPro – The software tool to analyse and develop environmentally sound products – Single User Part 2 - Program Reference – 169 pp.
- PRé Consultants, B.V. [1997c] - SimaPro – The software tool to analyse and develop environmentally sound products – Single User Part 3 – Database Manual. 65 pp.
- Ramírez, M.M. [2000] – Aplicación de los métodos de la lógica difusa al proyecto y construcción de puentes – Tesis Doctoral – ETSECCPB/UPC -

Departamento de Ingeniería de la Construcción – Dirigida por Casas Rius, J.R. –
Barcelona – ES – 273 pp.

- Ricardo Mateus - *Novas Tecnologias Construtivas com Vista à Sustentabilidade*, Universidade do Minho, 2004
- Roodman, D. M.; Lenssen N. – “A Building Revolution: How Ecology and Health Concerns are Transforming Construction”. Worldwatch Paper 124, Worldwatch Institute, Washington, DC, March, 1995.
- SETAC [1993] – A Conceptual Framework for Life-Cycle Impacts Assessment - Guidelines for Life-Cycle Assessment: A “Code of Practice” – Society for Environmental Toxicology and Chemistry - Bruselas.
- SETAC [1998] – Evolution and development on the conceptual framework and methodology of life-cycle impact assessment – Society for Environmental Toxicology and Chemistry – SETAC (North American and Europe) Workgroup on Life Cycle Impact Assessment – January 1998. 13 pp.
- SETAC [1999] – Life Cycle Assessment and Conceptually Related Programmes – Society for Environmental Toxicology and Chemistry – SETAC (Europe Working Group). 28 pp.
- Spadotto, C. A. – *Classificação de Impactos Ambientais*, Comité do Meio Ambiente, 2002
- Todd, J.A. and Curran, M.A. – [1999] – Streamlined Life-Cycle Assessment: A final Report from the SETAC North America Streamlined LCA Workgroup - SETAC Foundation for Environmental Education, July 1999 - 31 pp.
- Trigo, J.A.T. *Tecnologias da construção de habitação*. Revista Técnica, v.39,n.448, p.53, mar. 1978. Separata.
- Trinius, Wolfram [1999] – Environmental Assessment in Building and Construction – Goal and Scope Definition as Key to Methodology choices – Kungliga Tekniska Högskolan, Estocolmo, PhD Tesis. ISBN 91.7170.479.5.

- Trusty, W.B. and Meil, J.K. [1996] – Sustainable Buildings: The ATHENA™ Project Approach – Athena™ Encourages Sustainable Building - Sustainable Use of Materials – Proceedings of an International Seminar BRE/RILEM – 23/24 set/1996, Editores J. W. Llewellyn and H. Davies.
- Trusty, W.B., Meil, J.K. [1999] - Building Life Cycle Assessment: Residential Case Conference – In: Proceedings Mainstreaming Green: Sustainable Design for Buildings Communities. Chattanooga, TN, October, 1999.
- Trusty, W.B., Meil, J.K. [2000] – Building as Products: Issues and Challenges for LCA – Presentation at InLCA – EPA International Conference on Life Cycle Assessment: Tool Sustainability. Arlington, Virginia, April 2000.
- Trusty, W.B., Meil, J.K. and Noris, G.A. [1998] – ATHENA: A LCA Decision Support the Building Community – In: Proceedings: Green Building Challenge'98 – An International on the Performance Assessment of Building. Vancouver, B.C., October 26-28, 1998.
- U.S. Department of Energy (DOE) [1998] - Green Building Technical Manual – U. S.
- União Europeia, Comissão das Comunidades Europeias - “Comunicação da Comissão Europeia ao Conselho, ao Parlamento Europeu, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões – Para uma Estratégia Temática sobre o Ambiente Urbano”. COM (2004) final, Bruxelas, Fevereiro, 2004.
- UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL. An Introduction to the US Green Building Council and the
- Wenzel, H. et al. [1997] - Environmental Assessment of Products. – Volume 2: Scientific background. 565 pp. – Ed. Chapman & Hall, London, ISBN 0 412 80810 2.
- Wrisberg, N. et al. [1997] - A Strategic Research Programme for Life Cycle Assessment – LcANET Theme Report, LcANET meeting: From Life Cycle Assessment to Tolls for Chain Management, Leiden, 28 pp.

ANEXOS 1

Resultados do programa ENVEST, para as cinco soluções estudadas

Invest Report

=====

Building Name : Chapel Street

Building Ref : Colaco_2

The building is C-Shape.

Main Dimensions

Length : 56.35m

Width : 33.62m

Plan Depth : 16.00m

Number of Storeys : 4

Storey Height : 4m

Glazing Area

North : 38%

South : 44%

East : 22%

West : 22%

Building Type

Building is a head office

Building is not air conditioned

Building has catering facilities on site

Cellular Space : 5% (0 if open plan)

Window Grouping

Window Grouping : Grouped in 3's

Occupancy

Occupancy : 13 sq.m / person

Building Type

Operational Life : 60 Years

Location : Midlands

Soil Type : Compact sand / Gravel

Building Data

Ground Floor : 1552.60m

Upper Floor : 3716.10m

External Walls : 1903.13m

Windows : 976.02m

Roofs : 1552.60m

Internal Walls : 1462.06m

Perimeter : 179.95m

Building Fabric & Structure

=====

Fabric & Structure Embodied Ecopoints

Floors

Ground Floor : 5758 Ecopoints

Upper Floors : 7201 Ecopoints

Walls

External Walls : 5185 Ecopoints

Internal Walls : 1751 Ecopoints

Windows

Windows : 1287 Ecopoints

Roofs

Structure : 274 Ecopoints

Covering : 1713 Ecopoints

Finishes

Floor : 6040 Ecopoints

Wall : 411 Ecopoints

Ceiling : 571 Ecopoints

Structures

Superstructure : 3287 Ecopoints

Substructure : 638 Ecopoints

Total : 35051 Ecopoints

Fabric & Structure Operational Ecopoints

Not Relevant

Building Services

=====

Services Operational Ecopoints

Total : 142146 Ecopoints

Heating : 38768 Ecopoints

Lighting : 44156 Ecopoints

Ventilation : 2965 Ecopoints

Refrigeration : 0 Ecopoints

Water [including water Heating] : 3691 Ecopoints

Lifts : 2066 Ecopoints

Office equipment : 23376 Ecopoints

Catering : 15992 Ecopoints

Other : 11132 Ecopoints

Total : 142146 Ecopoints

Services Embodied Ecopoints

Total : 935 Ecopoints

Building Total : 177197 Ecopoints

Invest Report

=====

Building Name : Chapel Street

Building Ref : Colaco_3

The building is C-Shape.

Main Dimensions

Length : 33.62m
Width : 70.08m
Plan Depth : 16.00m
Number of Storeys : 4
Storey Height : 4m

Glazing Area

North : 38%
South : 44%
East : 22%
West : 22%

Building Type

Building is a head office
Building is not air conditioned
Building has catering facilities on site
Cellular Space : 5% (0 if open plan)

Window Grouping

Window Grouping : Grouped in 3's

Occupancy

Occupancy : 13 sq.m / person

Building Type

Operational Life : 60 Years

Location : Midlands

Soil Type : Compact sand / Gravel

Building Data

Ground Floor : 976.60m

Upper Floor : 3716.10m

External Walls : 3484.00m

Windows : 1120.00m

Roofs : 976.60m

Internal Walls : 1058.32m

Perimeter : 179.94m

Building Fabric & Structure

=====

Fabric & Structure Embodied Ecopoints

Floors

Ground Floor : 4351 Ecopoints
Upper Floors : 6820 Ecopoints

Walls

External Walls : 9491 Ecopoints
Internal Walls : 1560 Ecopoints

Windows

Windows : 1287 Ecopoints

Roofs

Structure : 172 Ecopoints
Covering : 1078 Ecopoints

Finishes

Floor : 5379 Ecopoints
Wall : 476 Ecopoints
Ceiling : 509 Ecopoints

Structures

Superstructure : 2526 Ecopoints

Substructure : 547 Ecopoints

Total : 35039 Ecopoints

Fabric & Structure Operational Ecopoints

Not Relevant

Building Services

=====

Services Operational Ecopoints

Total : 131574 Ecopoints

Heating : 39272 Ecopoints

Lighting : 39328 Ecopoints

Ventilation : 2641 Ecopoints

Refrigeration : 0 Ecopoints

Water [including water Heating] : 3288 Ecopoints

Lifts : 2066 Ecopoints

Office equipment : 20821 Ecopoints

Catering : 14243 Ecopoints

Other : 9915 Ecopoints

Total : 131574 Ecopoints

Services Embodied Ecopoints

Total : 4051 Ecopoints

Building Total : 166613 Ecopoints

Invest Report

=====

Building Name : Chapel Street

Building Ref : Colaco_4

The building is C-Shape.

Main Dimensions

Length : 33,62m
Width : 70,08m
Plan Depth : 16,00m
Number of Storeys : 4
Storey Height : 4m

Glazing Area

North : 38%
South : 44%
East : 22%
West : 22%

Building Type

Building is a head office
Building is not air conditioned
Building has catering facilities on site
Cellular Space : 5% (0 if open plan)

Window Grouping

Window Grouping : Grouped in 3's

Occupancy

Occupancy : 13 sq.m / person

Building Type

Operational Life : 60 Years

Location : Midlands

Soil Type : Compact sand / Gravel

Building Data

Ground Floor : 1173,18m

Upper Floor : 3519,53m

External Walls : 2384,03m

Windows : 934,48m

Roofs : 1173,18m

Internal Walls : 1302,22m

Perimeter : 207,41m

Building Fabric & Structure

=====

Fabric & Structure Embodied Ecopoints

Floors

Ground Floor : 4351 Ecopoints
Upper Floors : 6820 Ecopoints

Walls

External Walls : 6495 Ecopoints
Internal Walls : 1560 Ecopoints

Windows

Windows : 1287 Ecopoints

Roofs

Structure : 207 Ecopoints
Covering : 1294 Ecopoints

Finishes

Floor : 5379 Ecopoints
Wall : 424 Ecopoints
Ceiling : 509 Ecopoints

Structures

Superstructure : 2526 Ecopoints

Substructure : 565 Ecopoints

Total : 32260 Ecopoints

Fabric & Structure Operational Ecopoints

Not Relevant

Building Services

=====

Services Operational Ecopoints

Total : 129621 Ecopoints

Heating : 37319 Ecopoints

Lighting : 39328 Ecopoints

Ventilation : 2641 Ecopoints

Refrigeration : 0 Ecopoints

Water [including water Heating] : 3288 Ecopoints

Lifts : 2066 Ecopoints

Office equipment : 20821 Ecopoints

Catering : 14243 Ecopoints

Other : 9915 Ecopoints

Total : 129621 Ecopoints

Services Embodied Ecopoints

Total : 842 Ecopoints

Building Total : 161880 Ecopoints

Invest Report

=====

Building Name : Chapel Street

Building Ref : Colaco_5

The building is C-Shape.

Main Dimensions

Length : 33.62m
Width : 79.07m
Plan Depth : 16.00m
Number of Storeys : 4
Storey Height : 4m

Glazing Area

North : 38%
South : 33%
East : 26%
West : 27%

Building Type

Building is a head office
Building is not air conditioned
Building has catering facilities on site
Cellular Space : 5% (0 if open plan)

Window Grouping

Window Grouping : Grouped in 3's

Occupancy

Occupancy : 13 sq.m / person

Building Type

Operational Life : 60 Years

Location : Midlands

Soil Type : Compact sand / Gravel

Building Data

Ground Floor : 1552.00m

Upper Floor : 3716.00m

External Walls : 3484.00m

Windows : 859.77m

Roofs : 1552.00m

Internal Walls : 1058.32m

Perimeter : 179.94m

Building Fabric & Structure

=====

Fabric & Structure Embodied Ecopoints

Floors

Ground Floor : 4885 Ecopoints
Upper Floors : 3869 Ecopoints

Walls

External Walls : 6064 Ecopoints
Internal Walls : 1751 Ecopoints

Windows

Windows : 1405 Ecopoints

Roofs

Structure : 168 Ecopoints
Covering : 339 Ecopoints

Finishes

Floor : 5776 Ecopoints
Wall : 317 Ecopoints
Ceiling : 566 Ecopoints

Structures

Superstructure : 2814 Ecopoints

Substructure : 359 Ecopoints

Total : 29210 Ecopoints

Fabric & Structure Operational Ecopoints

Not Relevant

Building Services

=====

Services Operational Ecopoints

Total : 151177 Ecopoints

Heating : 47813 Ecopoints

Lighting : 44150 Ecopoints

Ventilation : 2965 Ecopoints

Refrigeration : 0 Ecopoints

Water [including water Heating] : 3691 Ecopoints

Lifts : 2066 Ecopoints

Office equipment : 23373 Ecopoints

Catering : 15989 Ecopoints

Other : 11130 Ecopoints

Total : 151177 Ecopoints

Services Embodied Ecopoints

Total : 4509 Ecopoints

Building Total : 180387 Ecopoints

Invest Report

=====

Building Name : Chapel Street

Building Ref : Colaco_6

The building is C-Shape.

Main Dimensions

Length : 33.62m
Width : 56.35m
Plan Depth : 16.00m
Number of Storeys : 4
Storey Height : 4m

Glazing Area

North : 30%
South : 60%
East : 30%
West : 60%

Building Type

Building is a head office
Building is not air conditioned
Building has catering facilities on site
Cellular Space : 5% (0 if open plan)

Window Grouping

Window Grouping : Grouped in Rows

Occupancy

Occupancy : 13 sq.m / person

Building Type

Operational Life : 60 Years

Location : Midlands

Soil Type : Compact sand / Gravel

Building Data

Ground Floor : 953.44m

Upper Floor : 2860.32m

External Walls : 1583.47m

Windows : 1295.57m

Roofs : 953.44m

Internal Walls : 1058.32m

Perimeter : 179.94m

Building Fabric & Structure

=====

Fabric & Structure Embodied Ecopoints

Floors

Ground Floor : 3827 Ecopoints
Upper Floors : 2801 Ecopoints

Walls

External Walls : 3683 Ecopoints
Internal Walls : 1239 Ecopoints

Windows

Windows : 1995 Ecopoints

Roofs

Structure : 168 Ecopoints
Covering : 339 Ecopoints

Finishes

Floor : 4181 Ecopoints
Wall : 209 Ecopoints
Ceiling : 409 Ecopoints

Structures

Superstructure : 2085 Ecopoints

Substructure : 308 Ecopoints

Total : 24537 Ecopoints

Fabric & Structure Operational Ecopoints

Not Relevant

Building Services

=====

Services Operational Ecopoints

Total : 85259 Ecopoints

Heating : 2686 Ecopoints

Lighting : 33138 Ecopoints

Ventilation : 0 Ecopoints

Refrigeration : 2147 Ecopoints

Water [including water Heating] : 20305 Ecopoints

Lifts : 2066 Ecopoints

Office equipment : 14665 Ecopoints

Catering : 0 Ecopoints

Other : 6189 Ecopoints

Total : 85259 Ecopoints

Services Embodied Ecopoints

Total : 3293 Ecopoints

Building Total : 109796 Ecopoints
