Universidades Lusíada

Ramalho, Carla Alexandra Delgado

Construção sustentável : inovação ou redescoberta

http://hdl.handle.net/11067/3275

Metadata

Issue Date 2009

Abstract O intuito deste trabalho é dar a conhecer o impacte da construção no meio ambiente, tendo como principal objectivo minimizá-lo. Ao longo das últimas décadas, o ser humano tem vindo a usufruir dos recursos naturais como se estes fossem ilimitados. O sector da construção foi um dos principais responsáveis por esta degradação. o nosso principal objectivo é apontar um caminho rumo à sustentabilidade, adoptando estratégias que visem racionalizar e aumentar a eficiência energética de um edifício. Tend...

The purpose of this study is to ascertain the impact of construction on the environment, with the main objective minimize it. Over the past decades, the human being has been enjoying the natural resources as if they were unlimited. The construction sector was one of the main responsible for this degradation. Our main objective is to indicate a path towards sustainability, adopting strategies aimed at streammning and increasing the energy efficiency of a building. Having as its starting point the...

Keywords Arquitectura, Arquitectura e ambiente, Arquitectura e clima, Arquitectura bioclimática, Ecologia, Arquitectura - Inovação, Arquitectura sustentável, Arquitectura vernacular, Materiais de construção, Técnicas de construção, Arquitectura contemporânea

Type masterThesis

Peer Reviewed No

Collections [ULP-FAA] Dissertações

This page was automatically generated in 2024-05-23T03:58:37Z with information provided by the Repository

http://repositorio.ulusiada.pt

UNIVERSIDADE LUSÍADA DO PORTO

Faculdade de Arquitectura e Artes

CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

inovação ou redescoberta

Carla Alexandra Delgado Ramalho

Orientador: Professor Doutor Jorge Ferreira Barbosa

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Arquitectura pela Universidade Lusíada do Porto

08/09

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que contribuíram para a minha progressão a nível académico e cultural, em particular aos professores que sempre me ajudaram a melhorar e ultrapassar as barreiras com que me deparava e me prepararam para a longa jornada que tenho de ultrapassar, e aos meus colegas pelo incentivo e pelas longas discussões acerca da arquitectura. Um agradecimento especial ao meu orientador, o Professor Doutor Jorge Ferreira Barbosa, pelas linhas de orientação dadas e a todos os envolvidos que, directa ou indirectamente, contribuíram para a concretização deste trabalho, em particular à minha família e ao meu irmão pela força e incentivo que me deram ao longo da minha vida.

Um muito obrigado sincero a todos

Compete-nos agora usar a nossa democracia e a capacidade que Deus nos deu para debatermos em conjunto sobre o nosso futuro, e fazermos opções morais para mudar as políticas e os comportamentos que, a continuarem, irão deixar aos nossos filhos e netos e a toda a Humanidade um planeta degradado, empobrecido e hostil.(...) Temos que optar por fazer do século XXI um tempo de renovação. Aproveitando a oportunidade que esta crise comporta, podemos dar asas à criatividade, à inovação e à inspiração que fazem parte da nossa condição humana, tanto como a nossa vulnerabilidade à ganância e à mesquinhez. A escolha é nossa. O futuro é o nosso.

Al Gore

RESUMO

O intuito deste trabalho é dar a conhecer o impacte da construção no meio ambiente, tendo como principal objectivo minimizá-lo. Ao longo das últimas décadas, o ser humano tem vindo a usufruir dos recursos naturais como se estes fossem ilimitados. O sector da construção foi um dos principais responsáveis por esta degradação.

O nosso principal objectivo é apontar um caminho rumo à sustentabilidade, adoptando estratégias que visem racionalizar e aumentar a eficiência energética de um edifício.

Tendo como ponto de partida a evolução da arquitectura, nós pretendemos avaliar os pontos positivos da arquitectura, melhorando a forma de construir. Técnicas antigas associadas ao aquecimento e arrefecimento passivos, aliadas às novas tecnologias podem ajudar a arquitectura a caminhar para um desenvolvimento mais sustentável.

Concluindo, este trabalho pretende demonstrar que o impacte energético associado às construções pode ser minimizado se forem adoptadas novas medidas durante a fase de projecto entre elas: a escolha dos materiais, de preferência locais ou reciclados; a promoção dos ganhos solares e a utilização de energias renováveis. Podemos dizer que através destas medidas conseguimos controlar os níveis de poluição que o planeta atravessa, dando lugar a uma sociedade mais sustentável, preocupada com o futuro das novas gerações.

PALAVRAS - CHAVE

Conforto térmico | Vernácula | Sustentabilidade

Inovação | Abrigo | Ecologia

ABSTRACT

The purpose of this study is to ascertain the impact of construction on the environment, with the main objective minimize it. Over the past decades, the human being has been enjoying the natural resources as if they were unlimited. The construction sector was one of the main responsible for this degradation.

Our main objective is to indicate a path towards sustainability, adopting strategies aimed at streamlining and increasing the energy efficiency of a building.

Having as its starting point the development of architecture, we pretend to assess the positive points of architecture, improving the way of building. Old techniques associated with passive heating and cooling, combined new technologies can help the architecture to walk to a more sustainable development.

In conclusion, this work intends to demonstrate that the impact energy associated with buildings can be minimized if new measures are adopted during the project including: the choice of material, preferably local or recycled, the promotion of solar gain and use of renewable energy. We can say that through these measures we can control the levels of pollution that crosses the globe, leading to a more sustainable society, concerned with the future of new generations.

LISTA DE ABREVIATURAS

BEPAC – Building Environmental Performance Assessment Criteria

BREEAM – Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology

CEE – Comunidade Económica Europeia

COV – Compostos Orgânicos Voláteis

CPC – Concentrador Parabólico

EDP – Electricidade de Portugal

ENEPT – Estratégia Nacional para a Energia e o Plano Tecnológico

EUA – Estados Unidos da América

GEN – Global Ecovillage Network

INETI – Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação

IVA – Imposto de Valor Acrescentado

LEED – Leadership in Energy and Environmental Design

LiderA – Liderar pelo Ambiente para a construção sustentável

MPA – Método de Preferência Ambiental

ONU – Organização das Nações Unidas

PVC – Cloreto de Polivinil

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

REN – Rede Eléctrica Nacional

RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios

ÍNDICE GERAL

Índice específico 9

Introdução 15

Estado da questão e casos similares 20

1 – A evolução arquitectónica 24

1.1. - A arquitectura vernácula 25

1.1.1. A forma do edifício – "abrigo" 26

1.1.2. Materiais e técnicas construtivas 30

1.1.2.1. As diferentes coberturas 31

1.1.2.2. As diferentes paredes 36

1.1.2.3. As aberturas nas paredes 41

1.2 - A arquitectura contemporânea 44

1.2.1. A forma do edifício - conforto térmico 44

1.2.2. Materiais e técnicas construtivas 49

1.2.2.1. As diferentes coberturas 50

1.2.2.2. As diferentes paredes 53

1.2.2.3. As aberturas 58

1.3 – Síntese conclusiva 62

2 – A cidade rumo à sustentabilidade 64

2.1. Questão ambiental 64

2.1.1. O aquecimento global 65

2.1.2. A preservação dos recursos 68

2.2. Crescimento insustentável das cidades 72

2.2.1. Cidades multifuncionais 73

2.2.2. As eco-comunidades 76

2.3. A sustentabilidade na arquitectura 77

2.3.1. Os sistemas de classificação 84

2.3.1. A realidade em Portugal 87

2.4. Síntese conclusiva 92

3 – A arquitectura intemporal 94

3.1. Princípios básicos da arquitectura sustentável 95

3.1.1. Promoção dos ganhos solares 95

3.1.1.1. Sistemas de aquecimento passivo 96

3.1.1.2. Sistemas de arrefecimento passivo 105

3.1.2. Escolha dos materiais 109

3.1.2.1. Duração e gestão de resíduos 109

3.1.2.2. Impacto dos materiais no ambiente 112

3.1.3. Fontes de energias renováveis 116

3.1.3.1. Sistemas de aproveitamento da energia solar 119

3.1.4. Síntese conclusiva 125

3.2. Caso de estudo – Biblioteca Técnica 126

3.3. O resgate da arquitectura vernácula 141

Conclusão 146

Referências bibliográficas 152

Suporte electrónico 153

Anexo: Carta de Aalborg 155

ÍNDICE ESPECÍFICO

IMAGENS

Imagem 1: O condomínio BedZED
imagem A: Fonte – http://www.cooltownstudios.com/images/uk-surrey-beddington-bedzed.jpg
imagem B: Fonte – http://en.wikipedia.org/wiki/BedZED
imagem C: Fonte – http://www.greenroofs.com/projects/bedzed7bedzed1.jpg
imagem D: Fonte – http://www.flickr.com/photos/beatlab/sets/72157594300864127/
imagem E: Fonte – http://www.hughpearman.com/illustrations5/bedzed30a.jpg
..... pág 21

Imagem 2: O Edifício Solar XXI
Fonte – http://www.ineti.pt/download.aspx?id=7797DB40A99490D924835E30481203D8
..... pág 22

Imagem 3: *Florestas em África (folhas e troncos).*
Imagem 4: *Lapónia (construção de terra, madeira e peles).*
Imagem 5: *Wigwam dos índios da América do Norte (telhado com cascas de árvore).*
Imagem 6: *Savana africana (construção de colmo).*
Imagem 7: *Europa Central (Idade do bronze).*
Fonte - produção própria
..... pág 27

Imagem 8: *As coberturas em colmo são muito típicas na construção típica madeirense.*
Fonte – http://www.cmsantana.com/cmsantana/images/festividades/casadecolmo.jpg
Imagem 9: *As coberturas vegetais tornaram-se numa solução construtiva muito económica. Exemplo de uma casa em Palloza de Cebreiro, Espanha.*
Fonte - http://pt.wikipedia.org/wiki/Palhoça_(construção)
Imagem 10: *Cobertura em xisto no interior transmontano.*
Fonte - http://farm4.static.flickr.com/3220/2784762272_e47948115a.jpg?v=0
Imagem 11: *Pormenor de um telhado de pedra: lousas de xisto sobrepostas.*
Fonte - http://www.poemar.com/telhados%20de%20marcam%20a%20paisagem.jpg
..... pág 33

Imagem 12: *A construção em pedra é uma das imagens tipicas das aldeias do interior de Portugal.*
Fonte – http://files.nireblog.com/blogs1/aimagemdapaisagem/files/77aidp_140_14.jpg
Imagem 13: *A mistura entre diversas pedras confere à construção a rusticidade típica das aldeias.*
Fonte – http://www.fundaoturismo.pt/galeria/casa-de-xisto-2.jpg/image-preview
Imagem 14: *As paredes são compostas por pedras de diversas dimensões, nas que se calçam entre elas com pedras menores.*
Fonte - LLANO, Pedro. *Arquitectura popular en Galicia – razón e construccíon*. COAG, 1996., página 78
..... pág 38

Imagem 15: *A antiga cidade de Arg-é Bam, no Irão é a maior construção em adobe do mundo.*
Fonte – Http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:BAM_IR2726.jpg
Imagem 16: pormenor da cidade de *Arg-é Bam*
Fonte – http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Arge_Bamm_Arad.jpg
Imagem 17: *Exemplo de uma casa em adobe, compacta e fechada, com pequenas aberturas, para manter uma temperatura fresca no seu interior.*
Fonte – http://www.extrujado.com/archivos/rep2007-casa-adobe.jpg

Imagem 18: *Uma construção de tabique em Mértola, Alentejo.*
Fonte - Http://panoramio.com/photo/878185
..... pág 39

Imagem 19: *Exemplo de uma caixilharia típica da arquitectura popular.*
Fonte - Associação dos Arquitectos Portugueses. *Arquitectura popular em Portugal, 1° volume*. 3ª edição. Lisboa: Ordem dos arquitectos, 1988, página105

Imagem 20: *Exemplo de uma abertura com portada em Trás-os-Montes.*
Fonte - Associação dos Arquitectos Portugueses. *Arquitectura popular em Portugal, 1° volume*. 3ª edição. Lisboa: Ordem dos arquitectos, 1988, página105

Imagem 21: *As varandas são um dos elementos estéticos do edifício.*
Fonte - Associação dos Arquitectos Portugueses. *Arquitectura popular em Portugal, 1° volume*. 3ª edição. Lisboa: Ordem dos arquitectos, 1988, página101 e 102
..... pág 43

Imagem 22: *Unidade Habitacional de Marselha – Le Corbusier.*
imagem A: Fonte – http://pt.wikipedia.org/wiki/Uni%C3%A9_d'Habitation
imagem B: Fonte – http://www.villes-en-france.org/histoire/aimacorbu/corbua.jpg

Imagem 23: *Casa Robie – Frank Lloyd Wright.*
Fonte – Http://pt.wikipedia.org/wiki/Robie_House
..... pág 48

Imagem 24: *O Pavilhão de Barcelona, de Mies Van Der Rohe.*
Fonte - http://www.kunstdose.de/bilder_mvd_rohe/barcelona_pavilion_09.jpg

Imagem 25: *O Pavilhão de Portugal, de Álvaro Siza Vieira.*
imagem A: Fonte – http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq010/010_03_1.jpg
imagem B: Fonte – http://www.lpmcom.pt/cms/insidelisboa/imagens/items/2007-02-27-904.jpg

Imagem 26: *Chrysler Building, Nova Iorque.*
imagem A: Fonte – http://upload.wikipedia.org/wikipedia/commons/a/a5/Chrysler_Building_from_ESB.jpg ..... *imagem B:* Fonte – http://wirednewyork.com/skyscrapers/images/chrysler_empire_state_building_23march02.jpg
..... pág 51

Imagem 27: *Southern Cross Station, de Nicholas Grimshaw & Partners.*
imagem A: Fonte – http://www.e-architect.co.uk/australia/jpgs/southern_cross_station_grimshow.jpg ..... *imagem B:* Fonte – http://images/dpchallenge.com/images_challenge/1000-1999/1020/800/Copyrighted_image_reuse_prohibited_782133.jpg ..... *imagem C:* Fonte – http://k43.pbase.com/g6/89/107789/2/68722855.NUjTIjaX.jpg

Imagem 28: *Pirâmide do museu do Louvre, Paris.*
imagem A: Fonte – http://media.photobucket.com/image/piramide%20louvre/menina_nuvem/louvre_rfo.jpg ..... *imagem B:* Fonte – http://www.voyagesphotosmanu.com/complet/images/piramide_do_louvre_gr.jpg
..... pág 52

Imagem 29: *Estádio Municipal de Braga, de Eduardo Souto Moura.*
Fonte – http://www.portugalemgrande.com/files/images/EstSBraga.preview.jpg

Imagem 30: *Jubile Church, Roma, de Richard Meier.*
imagem A: Fonte – http://mapa-mundi.ig.com.br/fotos/Jubilee%20Church%20Rome%20Italy.jpg
imagem B: Fonte – http://www.galinsky.com/buildings/jubilee/jubilee1.jpg

Imagem 31: *Petronas Twin Towers, Malásia.*
Fonte – http.//3.bp.blogspot.com/_CspPKZTeNm8/RKdr6DqFuBI/AAAAAAAAAJY/P3QWB-90Uss/s400/KLCC_twin_towers1.jpg
..... pág 55

Imagem 32: *Tête de La Défense, de Johan Otto Von Spreckelsen.*
imagem A: Fonte – http://www.greatbuildings.com/cgi-bin/gbi.cgi/La_Grande_Arche.html/cid_a

j3153_b.html ..... *imagem B:* Fonte – http:// www.greatbuildings.com/cgi-bin/gbi.cgi/La_Grande_Arche.html/cid_1027616118_parijs_la_grande_arche_02.html
Imagem 33: *Edifício Ronaldo Sampaio Ferreira, São Paulo, de Carlos Bratke.*
Fonte – www.arquitectura.com/arquitectura/latina/obras/arcoweb/423/vidro_chanfrado.jpg
..... pág 57

Imagem 34: *Villa Savoye, de Le Corbusier.*
Fonte - http://www.honoluluacademy.orgcmshaauploadedImagesacademyEducationVilla%20Savoye.jpg
Imagem 35 : *Museu Guggenheim, em Nova Iorque, de Frank Lloid Wright.*
Fonte - http://www.galeriamalivillasboas.com.brsiteimagesstoriesdicasguggenheim.jpg
Imagem 36: *Casa Farnsworth, de Mies Van der Rohe.*
imagem A: Fonte – http://www. coolboom.netenwp-contentuploads200703farnsworth2.jpg
imagem B: Fonte – http:// www.floornature.comworldaroundimg_newsnews311_2_popup.jpg
..... pág 60

Imagem 37: *Church of the light (Igreja da luz), em Osaka, Japão, de Tadao Ando.*
imagem A: Fonte – http://www.patricialanza.arq.br/imagens/arquitetura-religiosa_clip_image060.jpg ..... *imagem B:* Fonte – http://images.google.pt/imgres?imgurl
Imagem 38: *Igreja de La Tourette, de Le Corbusier.*
imagem A: Fonte – http://farm1.static.flickr.com/8/7994894_7870297b1c.jpg?v=0
imagem B: Fonte – http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq084/arq084_01_04.jpg
..... pág 61

Imagem 39: *Pantheon romano.*
imagem A: Fonte – http://www.vitruvius.com.brarquitextosarq084arq084_01_14.jpg
imagem B: Fonte – http://historiadaarte.pbwiki.comfcid_panntheon_km_001.jpg
Imagem 40: *Capela de Ronchamp, de Le Corbusier.*
imagem A: Fonte – http://3.bp.blogspot.com_nJyLg_-RICIRowJDMHchUIUIAAAAAAAAAAs5mTW_JbVBQQs400Chapelle+Notre+Dame+du+Haut+-+Ronchamp.jpg
imagem B: Fonte – http://www.arq.ufsc.brlabconarq5656livrosignificadosignificado24-27a.JPG
Imagem 41: *Catedral Metropolitana de Brasília, de Oscar Niemeyer.*
imagem A: Fonte – http://farm1.static.flickr.com124363543402_e6b3004910.jpgv=0
imagem B: Fonte – httprawbrazil.files.wordpress.com200806catetedral_wide.jpg
..... pág 62

Imagem 42: *O recuo do Glaciar Grinnell desde 1938.*
Fonte - Http:// pt.wikipedia.org/wiki/Recuo_dos_glaciares_desde_1850
Imagem 43: *Glaciar Boulder já recuou 450m entre 1987 e 2005.*
Fonte - Http:// pt.wikipedia.org/wiki/Recuo_dos_glaciares_desde_1850
..... pág 67

Imagem 44: *O furacão Katrina e os seus efeitos na cidade de New Orleans.*
Fonte - Http:// pt.wikipedia.org/wiki/Furac%C3%A3o_Katrina
Imagem 45: *Segundo esta imagem de satélite, o Lago Chad tem vindo a diminuir o seu caudal desde 1960. Na imagem principal, o lago está a azul.*
Fonte - Http:// en.wikipedia.org/wiki/Drought
Imagem 46: *Na República Checa, o rio Berounka inundou uma das cidade do distrito.*
Fonte - Http:// en.wikipedia.org/wiki/Flood
..... pág 68

Imagem 47: *Os bancos de corais constituem um dos mais variados ecossistemas vivos, protegendo as comunidades costeiras e parte da dieta humana.*
Fonte - http://blogs.diariodepernambuco.com.br/meio_ambiente/wp-content/uploads/2009/03/corais.jpg
Imagem 48: *Imagem satélite do "buraco" da camada de ozono na Antárctica*
Fonte – Http://nautilus.fis.uc.pt

Imagem 49: *Exemplo de uma rua típica na cidade de Pequim.*
Fonte - Http://msnbcmedia4.msn.com/j/msnbc/components/ArtAndPhoto-Fronts/cover/080309/g-080309-cvr-smog-10p.hmedium.jpg
Imagem 50: *Resultado da chuva ácida na natureza.*
Fonte - Http://amanatureza.com/projeto/wp-content/uploads/2007/07/chuva-acida-arvores.jpg
..... pág 70

Imagem 51: *A poluição proveniente da indústria é um dos factores responsáveis pelo efeito de smog nas grandes cidades.*
Fonte - Http://www.planetaeducacao.com.br/novo/imagens/artigos/cinema/verdade_inconveeniente_02.jpg
Imagem 52: *A cidade de Los Angeles é um exemplo de smog industrial, dando um ar cinza ao ar que a envolve.*
Fonte - Http://www.allamericanpatriots.com/files/images/2008-04-los-angeles-smog.jpg
Imagem 53: *A cidade de Santiago do Chile é um dos exemplos do smog nas cidades, envolvendo-a num nevoeiro rosado, provocado pelo smog fotoquímico.*
Fonte - Http://pt.wikipedia.org/wiki/smog
Imagem 54: *O efeito da chuva ácida nos monumentos. Com o tempo, os ácidos corroem os materiais, deteriorando-os.*
Fonte - Http://eco.ib.usp.br/lepac/conservacao/ensino/imagens/foto_des_chuva.jpg
..... pág 75

Imagem 55: *O monóxido de carbono libertado pelos transportes rodoviários é uma das causas para o aumento da poluição do ar.*
Fonte - Http://www.clicrbs.com.br
Imagem 56: *O Metro do Porto está inserido numa rede intermodal, permitindo aceder a diversos pontos da cidade e periferia, de forma relativamente rápida e cômoda.*
Fonte – http://www.railway-technology.com/projects/metro_porto/images/Porto-1-.jpg
Imagem 57: *Os transportes públicos movidos a gás natural têm ganho importância no nosso país, tendo já a Carris e STCP(principais empresas de transporte colectivo de Lisboa e Porto) adquirido vários veículos.*
Fonte – http://www.apvgn.ptnoticias/volvo_carris.jpg
Imagem 58: As vias pedonais e de ciclistas são uma estratégia importante a ter em conta nas cidades.
Fonte – Http://4.bp.blogspot.com/_BW-40ZuVqk8/R0iutIt_GkI/AAAAAAAAAtc/LIdXhvhjeiQ/s400/eixo+pedonal.jpg
..... pág 76

Imagem 59: Exemplo de um edifício baseado nos conceitos da sustentabilidade – Ecobox, em Madrid.
Fonte - Http://www.enllave.es/actualidade/noticias/img/ecobox.jpg
Imagem 60: Instituto de investigação em Wageningen, do atelier Behnisch & Partner.
Fonte - Http://www_ext.lnec.pt/LNEC/DED/NA/pessoal/jpedro/research/Pdf/Artigo%20arquitectura%20e%20sustentabilidade.pdf
Imagem 61: Escritórios e oficinas da Total Energie do arquitecto Jacques Ferrier
Fonte - Http://www_ext.lnec.pt/LNEC/DED/NA/pessoal/jpedro/research/Pdf/Artigo%20arquitectura%20e%20sustentabilidade.pdf
..... pág 85
Imagem 62: Oxford Ecohouse: sistema de ganho indirecto.
Fonte – http://www.energiasrenovaveis.com
..... pág 105
Imagem 63: Casa em Muzano, na Suiça.
Fonte - Colecção Evergreen. Urban style, página 116
..... pág 106

Imagem 64: Casa Ijburg, na Holanda.
Fonte - Colecção Evergreen. Urban style, página 12
..... pág 109
Imagem 65: Reutilização de materiais, arquitecto Richard Van Os Keuls.
Fonte – Http://www.eco-artware.com/newsletter/newsletter_05_04.shtml
Imagem 66: Reutilização de materiais: adega em tijolo reciclado.
Fonte – Http://www.staywithclay.com/default-pt.asp
..... pág 113
Imagem 67: Betão orgânico.
Fonte – Http: www.nogone.com
Imagem 68: Casa Low-Energy Hybrid 3, na Alemanha.
Fonte - Colecção Evergreen. Natural flair, página *76*
..... pág 117
Imagem 69: A energia eólica tem vindo a ganhar importância em Portugal.
imagem A: Fonte – http://www.aceav.pt ..... *imagem B:* Fonte – http://www.cepa.if.usp.br/energia/energia1999/Grupo4B/Eneralte/figuras/figeol2.jpg
Imagem 70: A energia hídrica.
imagem A: Fonte – http://carlosfilipemcc94.googlepages.com/energiah%C3%ADdrica
imagem B: Fonte – http://www.planetaorganico.com.br/images/energiahidrica.jpg
Imagem 71: O uso de energia solar é um dos recursos energéticos do futuro.
Fonte – Http://ecourbana.wordpress.com/2008/03/03
..... pág 120
Imagem 72: Future House, na Austrália.
Fonte - Colecção Evergreen. Urban style, página 140
Imagem 73: Casa Schurwald, na Alemanha.
Fonte - Colecção Evergreen. Natural flair, página *170*
..... pág 127
Imagem 74: Imagens da cidade de Bragança.
Fonte – Produção própria
..... pág 130
Imagem 75: Imagens da maqueta de estudo do edifício.
Fonte - Produção própria
..... pág 133

Figuras

Figura 1: A estrutura em asnas é o sistema estrutural nas coberturas inclinadas.
Fonte – produção própria
..... pág 35
Figura 2: Sistema de ganho solar directo no Inverno. A radiação solar penetra no envidraçado e é absorvida pela construção, sendo esta libertada durante a noite para o interior do edifício. Fonte – produção própria
Figura 3: Sistema de ganho solar directo no Verão. Os materiais pesados absorvem o calor e libertam-no durante a noite. Como forma de minimizar o aquecimento do edifício, recorre-se à ventilação cruzada. Fonte – produção própria
..... pág 102
Figura 4: A parede Trombe-Michel. Fonte – produção própria
Figura 5: O funcionamento da parede Trombe-Michel. Fonte – produção própria
..... pág 105
Figura 6: Estufa solar de ganho isolado. Fonte – produção própria
Figura 7: Estufa solar de ganho directo. Fonte – produção própria

Figura 8: Estufa solar com termossifão. Fonte – produção própria
..... pág 106
Figura 9: Ventilação de um só lado. Fonte – produção própria
Figura 10: Ventilação de um só lado sistema de termossifão. Fonte – produção própria
Figura 11: Ventilação cruzada. Fonte – produção própria
..... pág 109
Figura 12: Esquema explicativo da proposta de desenvolvimento para Bragança
..... pág 130
Figura 13: Ligações pedonais
..... pág 131
Figura 14: Principais características do edifício
..... pág 133
Figura 15: Organização do edifício – espaços e circulações
..... pág 138
Figura 16: Esquema explicativo da radiação que penetra no edifício, na fachada sul – as telas permitem quebrar a radiação que penetra no edifício
..... pág 141

Desenhos arquitectónicos

Plantas 1: Planta de localização da proposta de trabalho – cidade de Bragança, área industrial
..... pág 131
Plantas 2: Planta de implantação do edifício – biblioteca técnica de Bragança
..... pág 132
Plantas 3: Plantas do edifício que exemplificam a organização do edifício
..... pág 135
Cortes 1: Corte longitudinal ao longo da rua
..... pág 132
Cortes 2: Cortes do edifício que exemplificam as variantes das cotas do terreno
..... pág 136
Cortes 3: As aberturas do edifício são caracterizadas face à necessidade de luz
..... pág 137
Cortes 4: Entrada de ar no edifício de forma a ventilar
..... pág 139
Cortes 5: Arrefecimento do edifício durante o verão – ventilação natural
Cortes 6: Aquecimento do edifício durante o inverno – ganho directo + parede de trombe
..... pág 140
Cortes 7: Sistema solar térmico composto por painéis solares térmicos com o depósito comum, para a produção de energia
..... pág 141
Cortes 8: Corte construtivo – parede de trombe
..... pág 142
Cortes 9: Corte construtivo – cobertura ajardinada
..... pág 143

INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, o planeta Terra tem sofrido uma destruição progressiva do seu habitat natural, principalmente dos recursos ecológicos. No entanto, devido à escassez dos recursos naturais, o planeta entrou numa situação insustentável, sendo a energia utilizada como se fosse infinita, o que contribui para o aquecimento global e consequentes alterações climáticas.

Dada esta situação, o ser humano tem vindo a preocupar-se com o impacto das suas actividades no meio ambiente, procurando minimizar a emissão de gases tóxicos. O conceito de desenvolvimento sustentável tem sido então um dos problemas mais abordados, uma vez que, segundo Brundtland, visa "satisfazer as necessidades das actuais gerações sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades".

Com as recentes alterações climáticas, foram criados diversos acordos que visavam reduzir a emissão de gases para a atmosfera, gases esses que provocam o efeito de estufa (CO_2, CO, CH_4, N_2O, NO E NMVOC). Um dos protocolos com maior sucesso até aos dias de hoje foi o protocolo de Montreal, de 16 de Setembro de 1987, o qual visa diminuir a utilização e produção de substâncias que destroem a camada de ozono. Graças à sua grande adesão a nível mundial, este tornou-se um dos protocolos mais bem sucedidos a nível mundial, o qual sofreu sucessivas revisões com o objectivo de acompanhar os avanços tecnológicos. No entanto, o Protocolo de Quioto, embora não usufrua da mesma aceitação que o anterior, tornou-se num tratado muito importante a nível internacional, estabelecendo metas de

redução da emissão de gases para a atmosfera. Com este tratado pretende-se que entre 1990 e 2012 as emissões de gases sejam reduzidas até 5,2%.

Embora o Governo se proponha a minimizar a emissão de gases com efeito de estufa, na Conferência de Quioto surgiram três posições distintas: por um lado estava a União Europeia, disposta a reduzir a emissão de gases; por outro lado encontravam-se os países em desenvolvimento que, embora se proponham a reduzir, alegavam que os países desenvolvidos deveriam ter um papel importante na diminuição da emissão de gases; por último surge a posição dos Estados Unidos da América que, além de nunca chegarem a ratificar o acordo, alegavam que as reduções deveriam ser aplicadas consoante o seu crescimento económico.

Sendo assim, o Protocolo de Quioto tem sido largamente discutido, tomando várias posições inconciliáveis. A principal questão encontra-se no desenvolvimento económico e na sua dissociação da questão da protecção do ambiente. Sendo o aquecimento global uma realidade bastante alarmante, existe a necessidade de proteger o ambiente de forma adequada, alterando as actividades do ser humano, caso contrário não irá haver espaço para o crescimento económico dos países.

Podemos então considerar que o sector da construção é um dos principais responsáveis pela diminuição dos recursos naturais, produzindo grande parte dos resíduos. Este trabalho tem como objectivo perceber qual o impacto da construção no meio ambiente. Desta forma, sendo a construção o nosso meio de abrigo, será possível diminuir os efeitos negativos que esta provoca no meio ambiente? Talvez se pense que alterar a forma de pensar e construir é impossível, mas uma forma de reduzir o impacto ambiental prende-se na maneira como encaramos a construção. O impacto ambiental está claramente associado ao excessivo consumo energético e, consequentemente, à escassez de combustíveis fósseis. No entanto, hoje em dia não é possível sobreviver sem energia, sendo necessária para a qualidade de vida da sociedade moderna que, dentro dos possíveis, tem vindo a adoptar novas estratégias para racionalizar e aumentar a sua eficiência.

Desde à milhares de anos que o Homem procurou proteger-se das intempéries e, como tal, construiu abrigos, encarados como a nossa terceira pele. O privilégio de utilizar materiais naturais e de fontes renováveis garantiu à

construção uma certa autonomia. Desde a antiguidade que a arquitectura popular privilegia a abundância dos materiais que se encontram na região, adequando as técnicas construtivas ao clima em que estão inseridos. A técnica e a tecnologia são a ilustração dos conhecimentos adquiridos em cada época, da estereotomia da pedra ao experimentalismo do betão, passando das abóbadas de tijolo às estruturas pré-fabricadas em metal e às fachadas suspensas em vidro. É necessário retirar do construído as principais ferramentas para criar uma nova arquitectura baseada na sustentabilidade, criando espaços mais agradáveis e com mais qualidade. Podemos dizer que a arquitectura contemporânea deve rever os caminhos que percorre até à sua projecção, procurando pensar para além do que é feito, de forma a dar uma nova "vida" aos materiais, para que estes possam ser reciclados ou mesmo reaproveitados.

A construção sustentável requer uma política de ordenamento do território como forma de influenciar a sociedade e, consequentemente, a cidade. Para que o ordenamento e planeamento do território possa ser considerado eficiente, a sociedade necessita de tomar consciência dos problemas ambientais que nos cercam actualmente, principalmente o aquecimento global, reflexo da excessiva emissão de gases com efeito de estufa para a atmosfera. Portugal sendo um importador de energia, tem como principal fonte energética o petróleo. Dada a sua localização geográfica, Portugal contém a maior disponibilidade solar da Europa e, como tal, pode assegurar uma maior sustentabilidade. Promover a eficiência energética nos edifícios através da poupança de energia na escolha dos materiais e do aproveitamento de energias renováveis, em especial a energia solar, determina a capacidade do edifício para poupar energia. Uma arquitectura que conjuga os meios passivos e activos reúne as características essenciais para a promoção de uma arquitectura sustentável, preocupada com o ambiente.

Partindo da evolução da arquitectura, este trabalho pretende avaliar os pontos positivos da arquitectura ao longo dos tempos, de forma a perceber qual a melhor forma de se construir, sustentavelmente falando. A junção de técnicas antigas que privilegiavam os ganhos solares (aquecimento e arrefecimento passivo), aliados às novas tecnologias, de forma sensata,

permitem criar uma arquitectura sustentável, onde o ser humano e o meio ambiente se encontram no mesmo patamar. Sendo assim, podemos considerar que o impacto energético associado às construções pode ser minimizado se forem adoptadas as algumas medidas durante a fase de projecto. A escolha dos materiais, a promoção dos ganhos solares e a utilização de energias renováveis caracterizam uma nova cultura, implementando desta forma uma sociedade sustentável, preocupada com o futuro das novas gerações.

A metodologia utilizada na realização deste trabalho partiu de uma pesquisa de publicações existentes sobre o tema que se pretendia estudar como livros, artigos de revistas e jornais, além de fontes de multimédia como internet e televisão, nomeadamente documentários sobre o tema. Graças a esta metodologia foi possível reunir diversas informações relevantes para o desenvolvimento do trabalho. Sendo assim, o trabalho desenvolve-se em três capítulos distintos. No primeiro capítulo é dado a conhecer as principais bases da arquitectura, utilizando como estudo a arquitectura vernácula (passado) e a arquitectura contemporânea (presente), de forma a perceber a evolução da construção e quais os seus pontos positivos e negativos, em relação ao ambiente. O objectivo é compreender qual o papel da arquitectura ao longo dos séculos, procurando aliar o tradicional ao tecnológico, de forma positiva, tendo como finalidade melhorar o conforto dos utentes. No segundo capítulo é estudada a situação actual do planeta e as consequências do impacto da sociedade no meio ambiente. Tendo como base o aquecimento global e a escassez de recursos, a principal ideia era perceber até que ponto evoluiu o conceito de desenvolvimento sustentável e qual o impacto que diversos protocolos internacionais tiveram nesse sentido, passando pela consciencialização da sociedade até à abordagem ao impacto do sector da construção, tanto a nível da cidade como do edifício. Também foi abordada a realidade em Portugal em termos da sustentabilidade e qual a legislação em vigor, como forma de combater a insustentabilidade que o país tem vindo vivenciar. Por último, no terceiro capítulo é abordado qual o papel da arquitectura no desenvolvimento sustentável e de que forma se pode minimizar o seu impacto no ambiente. O objectivo deste capítulo é dar a conhecer de que forma é possível conciliar a arquitectura contemporânea

com as técnicas utilizadas pelos nossos ancestrais. A ideia passa pelo uso de técnicas passivas, ligadas a questões como a orientação solar, a predominância dos ventos e a promoção dos ganhos solares para o aquecimento e arrefecimento do edifício, evitando desta forma a utilização de sistemas activos, que provocam o aumento da poluição na atmosfera. Além disso, também a utilização de materiais provenientes do local e a utilização de energias renováveis têm um papel importante na minimização do impacte das construções no meio ambiente, sem que com isso o conforto térmico tenha sido descuidado.

ESTADO DA QUESTÃO E CASOS SIMILARES

Hoje em dia, a sociedade encontra-se num planeta insustentável e, como tal, existe uma maior preocupação com o meio ambiente. A inconsciência da sociedade face ao esgotamento dos recursos naturais levou a que os arquitectos deixassem de parte boas técnicas construtivas usadas pelos nossos antepassados, utilizando a tecnologia como resposta a todos os problemas com que se deparavam.

Podemos dizer que esta situação nos levou a um consumo energético nos edifícios muito elevado que se traduziu na escassez de combustíveis fósseis e à emissão de CO_2 para a atmosfera. Sendo o sector da construção um dos maiores responsáveis pela diminuição dos recursos naturais e consequente aumento dos resíduos produzidos, torna-se crucial repensar na forma como construímos.

A arquitectura sustentável vê a construção como parte do ciclo da vida do planeta, estando esta estreitamente ligada ao lugar, à sociedade, ao clima, à região e ao planeta. Podemos considerar que estratégias associadas à diminuição dos recursos de energias fósseis são o ponto de partida para um mundo sustentável, ligado à inovação de técnicas construtivas e de novos materiais.

A construção sustentável está claramente ligada ao desenvolvimento tecnológico e à optimização dos recursos naturais, onde técnicas de construção passivas se podem aliar a energias renováveis, de forma a melhorar a qualidade de vida da humanidade.

BEDZED

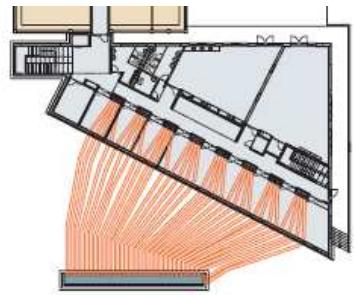
O Beddington Zero Energy Development, mais conhecido como BedZED, localiza-se no Reino Unido e é caracterizado como um dos melhores modelos de sustentabilidade urbana, arquitectado por Bill Dunster. Este empreendimento segue as premissas básicas da sustentabilidade: materiais de construção provenientes do local em que se insere ou reciclados e mão de obra local. Uma vez que a Inglaterra é caracterizada por invernos rigorosos, a necessidade de aquecimento constante torna-se num dos principais responsáveis para o elevado consumo de energia. Desta forma, BedZED baseia-se em técnicas simples para minimizar o consumo de energia,
procurando manter a habitação a 18ºC, através dos materiais. O aquecimento é conseguido através das paredes (constituídas por isolantes térmicos colocados entre duas camadas de betão) e pelo próprio uso da habitação, mantendo o calor retido no seu interior. No verão, o ar circula entre as janelas abertas, permitindo uma ventilação natural, além de existirem ventiladores nos telhados que permitem refrescar no verão e aquecer no inverno através do uso da pressão do vento. Através destas técnicas, o consumo de energia utilizado no aquecimento não excede os 10%, em relação a uma casa convencional. A restante energia utilizada provém de fontes renováveis. Refugos de madeira são utilizados para fornecer a energia eléctrica. A partir

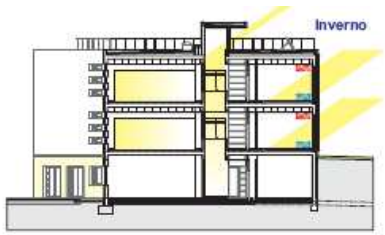
Imagem 1: O condomínio BedZED

desse processo, a água é aquecida. Como forma de economizar a água são utilizados electrodomésticos de baixo consumo, descargas reguláveis nas sanitas e uma colecta da água da chuva onde a água é utilizada na descarga das sanitas. Este condomínio tem a vantagem de ter menos impacte no meio ambiente, conseguindo diminuir os gastos da água, luz e gás. Além disso, os moradores são incentivados a utilizar a bicicleta, os transportes públicos e carros eléctricos, mantendo os níveis de CO_2 baixos.

EDIFÍCIO SOLAR XXI (fonte – www.ineti.pt)

O Edifício Solar XXI localiza-se no "Campus" do INETI, em Lisboa e consiste num bom exemplo quando se pretende integrar sistemas solares activos e passivos num edifício. A principal ideia inerente a este edifício é a utilização da energia solar, tanto na sua vertente térmica como eléctrica. Desta forma, o projecto assenta no conceito de eficiência energética, implementando sistemas passivos de aquecimento e arrefecimento e sistemas solares activos térmicos e fotovoltaicos. A optimização do conforto térmico do edifício é conseguido através da utilização de isolamento térmico em toda a sua envolvente, nomeadamente paredes, pavimento e cobertura, visando assim reduzir as perdas térmicas ao longo da estação fria. Com o isolamento na face exterior do edifício é possível criar uma barreira térmica eficaz tanto no Inverno (mantém a temperatura quente no





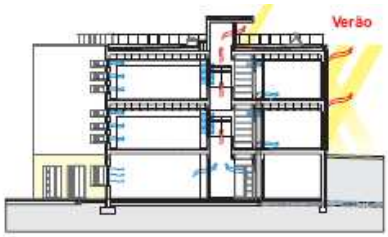


Imagem 2 O edifício SolarXXI

interior) como no Verão (serve de barreira às primeiras ondas de calor). O aproveitamento dos ganhos solares no Inverno e a sua redução no Verão tornou-se no ponto mais importante do conceito do projecto. Desta forma, o edifício contém a sua fachada mais importante virada a sul, para uma melhor captação da radiação solar. A projecção de grandes vãos protegidos por estores exteriores de lâminas reguláveis permite controlar a entrada de luz, reflectindo-se assim numa eficiência energética no Verão, quebrando a incidência solar directa e evitando, desta forma, o aquecimento no interior do edifício. Além disso, a integração de painéis fotovoltaicos nesta fachada, num estudo sequencial entre os vãos permite utilizar o calor captado pelos painéis para o aquecimento dos espaços interiores.

A distribuição do edifício é concebida tendo em atenção a orientação solar do edifício. A sul encontram-se os espaços de ocupação permanente (salas), promovendo os ganhos de calor no Inverno e a sua insolação. A norte encontram-se os espaços menos permanentes (laboratórios e salas de reunião). No centro do edifício é localizada a área de distribuição e circulação, iluminadas por uma clarabóia que permite iluminar, de forma zenital, os três pisos. A comunicação entre as duas áreas de edifício com a zona central é conseguida através de aberturas translúcidas, com bandeiras reguláveis que permitem gerir a transferência de calor entre as duas fachadas e o centro, podendo a temperatura do ar atingir os 35ºC. O ar frio é injectado no edifício através de tubos de manilhas de cimento enterrados. Desta forma, o ar frio é transferido para o interior do edifício através de um permutador de calor. O ar entra a partir de um poço de alimentação que se encontra a cerca de 15 metros do edifício, tendo os tubos de entrar através do piso semi-enterrado, percorrendo os vários pisos pelas coretes centrais do edifício, distribuindo assim o ar pelo edifício. Este sistema permite arrefecer o edifício a partir do fim da tarde, como forma de equilibrar a temperatura interior. Quanto à ventilação natural, o edifício procura favorecer a circulação do ar pelas diversas áreas do edifício. Desta forma, as aberturas foram projectadas de forma a permitir uma ventilação transversal (norte – sul), conseguida através das bandeiras com aberturas reguláveis nas aberturas interiores do edifício, ligando-as todas à área central, onde se encontra uma clarabóia que permite a ventilação ascencional (efeito-chaminé).

2 ... A CIDADE RUMO À SUSTENTABILIDADE

2.1. QUESTÃO AMBIENTAL

Hoje em dia, resultado da inconsciência da sociedade em geral, assiste-se a uma rápida destruição do nosso planeta, em especial dos recursos ecológicos. Nas últimas décadas, assistiu-se a uma destruição contínua do habitat natural, resultante da exploração das actividades humanas e do aumento da poluição a nível mundial.

É o ser humano quem mais interfere com o ambiente que o rodeia, assentando a sua economia na gestão dos recursos naturais. No entanto, o actual modelo energético, baseado nas energias não renováveis, é insustentável, contribuindo para uma série de problemas. Actualmente, a energia é utilizada como se fosse infinita, contribuindo assim para as alterações climáticas. Segundo grupos ambientalistas, como a Greenpeace[1], o planeta encontra-se ameaçado tanto pelas alterações climáticas e como pelo aquecimento global, resultante essencialmente da queima de combustíveis fósseis, como o carvão, o gás e o óleo. Pode-se dizer que vivemos num mundo consumista, onde a preocupação pela destruição do Planeta aparece sempre em segundo plano, descartando os problemas que lhe vêm associados como o referido

[1] **Greenpeace** – é uma organização não governamental internacional que procura sensibilizar o cidadão para questões como a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, dedicando-se essencialmente às áreas de florestas, clima, oceanos, nuclear, engenharia genética, substâncias tóxicas, transgénicos e energoa renovável. (fonte – http://pt.wikipedia.org/wiki/Greenpeace)

aquecimento global, a chuva ácida, a destruição da camada de ozono, entre outros (poluição do solo, água e ar). Por essa mesma razão, a comunidade internacional criou o Protocolo de Quioto, como forma de reduzir as emissões de gases com efeito de estufa. No entanto, o cumprimento do Protocolo de Quioto não é totalmente eficaz, sendo então necessário criar alternativas ao modelo actual, tais como a promoção do uso de energias renováveis e da reciclagem dos materiais, de forma a eficiência energética.

2.1.1. O AQUECIMENTO GLOBAL

O aquecimento global[2] é considerado um dos mais sérios problemas ambientais que temos de enfrentar, cujas consequências afectam toda a Humanidade. É a consequência do aumento da temperatura dos oceanos e do ar que se tem vindo a verificar nas últimas décadas, à superfície da Terra.

O ser humano é um dos principais responsáveis por esta crise climática, que nos afecta a todos directamente. No entanto, ainda existem pessoas que consideram que como o planeta Terra é tão grande, o Homem não consegue ter um impacto relevante na conquista de um mundo mais ecológico. Esse paradigma está totalmente errado já que, com o aumento da população e da tecnologia, o ser humano tem vindo a interferir directamente na atmosfera, alterando a sua consistência.

Os seus principais sintomas encontram-se no Árctico e na Antárctida. Com a subida das temperaturas, os glaciares que se encontram espalhados por todo o planeta têm vindo a derreter, de forma vertiginosa. O Árctico é a região do mundo que experimenta mais rapidamente os impactos do aquecimento global, uma vez que é composto por uma calota de gelo flutuante. Um dos exemplos é o glaciar Colômbia, no Alasca, onde o degelo tem se alastrado nas últimas décadas. Já a Antárctida é a maior massa de gelo do plane-

---

[2] **Aquecimento global** – a radiação solar chega-nos sob a forma de ondas luminosas que aquecem a Terra sendo, a sua maioria, absorvida pela superfície terrestre. Uma parte dessa energia é irradiada de novo para o espaço, sob a forma de ondas infravermelhas. Uma parte da radiação infravermelha é, porém, retida pela camada da atmosfera e fica aprisionada, mantendo a temperatura da Terra dentro de determinados limites, que a mantêm relativamente constante e habitável. Sem esse factor, a Terra estaria cerca de 30º mais fria. O problema do aquecimento global prende-se com o facto de que essa camada da atmosfera está a tornar-se cada vez mais espessa devido a toda a poluição que aí se está a acumular. Quanto maior for a espessura da camada da atmosfera, mais radiação infravermelha reflectida fica aprisionada, fazendo com que a atmosfera aqueça em todo o mundo, dando então origem ao chamado aquecimento global.

ta, composta por gelo terrestre e gelo marinho. Tanto no Árctico como na Antárctida, o calor provocou uma quebra no gelo, o que fez com que este começasse a derreter, transformando-se em diversos glaciares mais pequenos que, depois de derreterem, aumentam o nível da água e provocam inundações nas regiões mais próximas. Com o degelo dos pólos, os glaciares têm recuado, de uma forma muito rápida, principalmente nos últimos 20 anos. Pode-se dizer que se a Gronelândia derreter completamente, o nível do mar irá subir cerca de seis metros, alterando drasticamente o mapa do mundo, onde diversas áreas serão completamente inundadas, provocando um fluxo de refugiados que tende a ser de centenas de milhões. Segundo Al Gore, "*compete-nos agora usar a nossa democracia e a capacidade que Deus nos deu para debatermos em conjunto sobre o nosso futuro, e fazermos opções morais para mudar as políticas e os comportamentos que, a continuarem, irão deixar aos nossos filhos e netos e a toda a Humanidade, um planeta degradado, empobrecido e hostil.(...) Temos que optar por fazer do século XXI um tempo de renovação. Aproveitando a oportunidade que esta crise comporta, podemos dar asas à criatividade, à inovação e à inspiração que fazem parte da nossa condição humana, tanto como a nossa vulnerabilidade à ganância e à mesquinhez. A escolha é nossa. O futuro é o nosso.*" (Gore, 2006:296)

Têm surgido vários debates entre cientistas acerca das causas que levaram ao au-

Imagem 42: O recuo do Glaciar Grinnell desde 1938 (imagem do degelo em 1938, 1981 e 2005

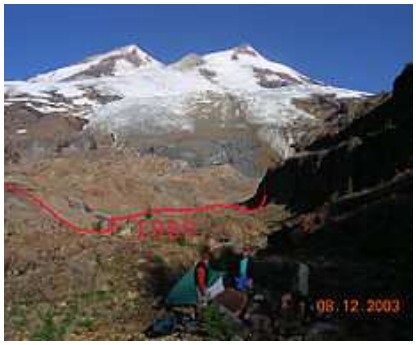


Imagem 43: Glaciar Boulder já recuou 450m entre 1987 e 2005

mento das temperaturas. Vários meteorologistas têm vindo a afirmar que a acção do Homem é a principal causa do fenómeno. Segundo um estudo recente do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC)[3], durante os últimos 50 anos, a maior parte do aquecimento global deveu-se ao aumento dos gases de efeito de estufa que se acumulam na atmosfera.

No filme *An inconvenient truth* (Uma verdade inconveniente), Al Gore defende que um dos efeitos do aquecimento global que passa muitas vezes despercebido é que ele causa precipitação, mas a maioria vinda de uma só vez na sequência de grandes tempestades, porque a evaporação dos oceanos faz subir a humidade.

Por vezes podemos pensar que a natureza enlouqueceu devido a todo o tipo de catástrofes invulgares que têm vindo assombrar o mundo, como por exemplo as inundações que assolaram a Índia em 2005, sendo esta a maior quantidade de chuva que a Índia recebeu até então. O furacão Katrina foi um dos furacões mais violentos que passaram pelos Estados Unidos da América, causando mais de mil mortes. Paradoxalmente, o aquecimento global causa, além de mais inundações, também mais secas. No Verão de 2003, a Europa sofreu

Imagem 44: O furacão Katrina, de categoria 5 (1ª imagem) e os seus efeitos na cidade de New Orleans

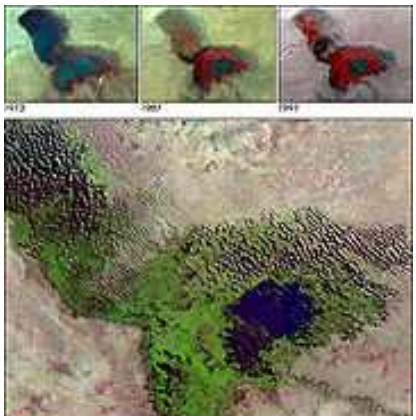


Imagem 45: Segundo esta imagem de satélite, o Lago Chad tem vindo a diminuir o seu caudal desde 1960. Na imagem principal, o lago está a azul.

Imagem 46: Na República Checa, em 2002, o rio Berounka inundou uma das cidade do distrito.

---

[3] **Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climage Change)** – surgiu em 1988, pela Organização Meteorológica Mundial e o programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) para fornecer informações científicas técnicas e socio-económicas para o entendimento das mudanças climáticas.
fonte – http://pt.wikipedia.org/wiki/Painel_Intergovernamental_sobre_Mudan%C3%A7as_Cli%C3%A1ticas)

uma das maiores vagas de calor, provocando cerca de 35 000 mortes. Outro exemplo foi constatado na China onde em duas províncias vizinhas se avistou duas realidades diferentes: o excesso de água num local e a escassez no outro. Isto deve-se ao facto que o aquecimento global não só aumenta apenas a precipitação mundial, como também a relocaliza. Além disso, o aquecimento global cria uma maior evaporação nos oceanos, alimentando as nuvens e sugando a humidade do solo. A evaporação do solo aumenta dramaticamente com as altas temperaturas.Com as crescentes catástrofes a sucederem-se umas atrás das outras, têm surgido diversos perigos para a saúde pública, tal como o surgimento de várias doenças, que se encontravam sobre controle, à mais de 20 anos. Além disso, inúmeras espécies têm vindo a desaparecer, situação que os biólogos defendem como sendo uma extinção em massa do habitat natural.

> "Os erros cometidos contra a Mãe natureza podem ter hoje consequências muito mais vastas porque muitas das novas tecnologias conferem-nos mais poder, sem nos darem automaticamente mais sabedoria e sensatez."
>
> Gore, 2006:247

2.1.2. A PRESERVAÇÃO DOS RECURSOS

O planeta Terra sobrevive graças ao equilíbrio entre todos os seus elementos naturais a que se chamou de ciclo da vida. Segundo estudos da ONU (Organização das Nações Unidas) a população mundial tem vindo a aumentar de forma significativa, sendo que em 2025 a população mundial será de 8,5 milhares de milhões de habitantes, atingindo os 10,2 milhares de milhões em 2100 (maiores aumentos nos países menos desenvolvidos). Esta evolução demográfica reflecte-se também na necessidade de fornecer abrigos, fonte do desenvolvimento económico e social. Todos estes factores provocam no meio ambiente uma grande pressão, esgotando os recursos naturais e provocando uma sobrecarga do biociclo natural. Como forma de combater esse problema, tem sido tomados dois pontos estratégicos: melhorar os passos limitadores do ciclo natural (reciclagem e tratamento de resíduos) e, num segundo plano, economizar os recursos, promovendo o aumento da eficiência energética

nos processos utilizados. Graças esta estratégia tem sido possível diminuir o consumo energético na Europa (cerca de 30%). A natureza fornece-nos a maioria dos produtos necessários para a nossa sobrevivência. No entanto, o ritmo que nós impomos à sua exploração excede os limites que a natureza necessita para se regenerar. Tal como disse o professor Karl-Henrik Robert, "*devemos apenas explorar recursos naturais provenientes de ecossistemas bem geridos, utilizando-os da forma mais eficiente e produtiva, exercendo cautela em todas as modificações que fazemos à natureza*". (Tirone, 2007:47)

Desta forma, é importante gerir muito bem a superfície da terra que ocupamos, já que por cada metro quadrado ocupado pela construção, é limitada a capacidade da terra para se regenerar. Torna-se crucial transformar os espaços construídos mais eficientes, fazendo com que a reabilitação e a requalificação se torne numa prioridade, como forma de minimizar a utilização dos recursos naturais.

Quando se fala em aquecimento global, torna-se imprescindível falar do consumo energético e qual o seu papel no meio ambiente. O consumo exagerado de fontes não renováveis, como os combustíveis fósseis (carvão, gás natural e petróleo), dos quais nós somos dependentes, é um dos principais responsáveis pelos gases de efeito de estufa[4]. Além disso,

Imagem 47: Os bancos de corais constituem um dos mais variados ecossistemas vivos, protegendo as comunidades costeiras e parte da dieta humana

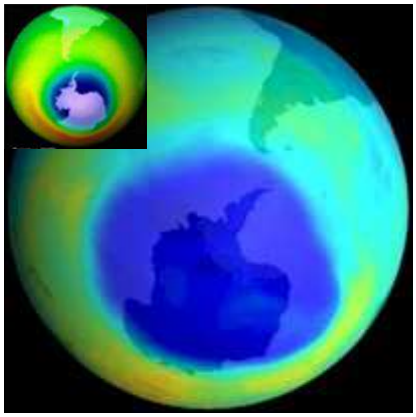


Imagem 48: Imagem satélite do "buraco" da camada de ozono na Antárctica (1993 – 2003)

Imagem 49: Exemplo de uma rua típica na cidade de Pequim

Imagem 50: Resultado da chuva ácida na natureza

[4] Os principais gases de efeito de estufa são: CO^2 (dióxido de carbono), N_2O (óxido nitroso), CH_4 (metano), CFC_S (clorofluorcarbonetos), HFC_s (hidrofluorcarbonetos), PFC_s (perfluorcarbonetos) e SF_6 (hexafluoreto de enxofre)

os combustíveis fósseis têm uma duração, o que faz com que se tornem num recurso limitado, sendo necessário racionalizar a sua utilização para prolongar o seu prazo. Um dos exemplos de fonte não renovável é a água[5]. A utilização irracional deste recurso e a sua consequente poluição, tem vindo a provocar um profundo desequilíbrio ambiental no nosso planeta. A racionalização deste recurso, o seu tratamento ou o reaproveitamento são soluções que visam aumentar significativamente a sua existência, já que a sua escassez se tornou, actualmente, num dos principais problemas adjacentes ao meio ambiente e ao futuro da sociedade.

Tal como foi dito anteriormente, o aquecimento global é uma realidade que está a provocar diversas alterações climáticas. O clima tem se tornado extremo em diversas regiões do planeta, intensificando as secas nos locais quentes, assim como as chuvas nos locais húmidos, provocando, desta forma, inundações cada vez mais prejudiciais que além de provocarem diversos danos humanos e materiais, também danificam a qualidade da água, através de bactérias prejudiciais para a saúde pública. Hoje em dia o consumo de água por família é o mais elevado de sempre, sendo necessário tomar medidas nesse sentido para inverter a situação. Soluções que visem reciclar, tanto a água da chuva como as água limpas do edifício, tratando-a para posteriormente ser utilizada em piscinas, fontes ou rega dos jardins, permitem minimizar o seu consumo directo da fonte, reutilizando a água para várias finalidades.

Uma das soluções para diminuir o impacte ambiental é a substituição de fontes de energia não renováveis por fontes renováveis. Se conseguirmos que toda a energia consumida provenha de fontes renováveis, os efeitos que provocam o aquecimento global desapareceriam rapidamente. Uma vez que o aquecimento global existe e é um problema que deve ser levado em consideração, esta questão tem levado vários estudiosos a rever as suas primeiras opiniões e meditar sobre a utilização fontes de energia renováveis como principal fonte de energia. Segundo Brian Edwards, "*a ameaça de aquecimento global despertou as atenções para estas fontes de energia renováveis (...) os consumidores começaram a relacionar o consumo de energia com uma preocupação mais ampla de um estilo de vida saudável, que vincula a energia*

[5] **Água –** A água potável tem vindo a diminuir devido à poluição e crescentes alterações climáticas. Por esse motivo, devemos preservar este recurso, tanto pela economia como pelo tratamento e consequente reutilização.

renovável com o bem-estar tanto físico como psicológico." (Edwards, 2001:28)

Porém, o modelo actual de desenvolvimento actua ainda de uma forma insustentável, dependente dos recursos energéticos fósseis, que se traduz em mais poluição e consequente degradação da atmosfera e do meio ambiente em geral. A consciência por parte da população em relação à crise ambiental com que nos deparamos permite-nos concluir que é possível controlar e inverter a situação destruidora do nosso planeta, considerando talvez o Sol como a principal fonte de energia renovável.

As políticas ambientais procuram gerar medidas que visem reduzir a poluição, assim como regular a exploração dos recursos naturais, de forma a minimizar os efeitos negativos que possam causar no meio ambiente. A equidade surgiu como um dos parâmetros a ter em consideração quando se trata de políticas ambientais, tendo como base a igualdade de oportunidade de acesso aos recursos naturais por parte de todos os cidadãos. Além disso, defende que alguns indivíduos não devem ter que suportar mais sacrifícios ambientais por causa da acção incorrecta dos outros.

Segundo Luísa Schmidt, "*nem reparamos que continuamos pequenos, é certo, mas tudo o mais nos cresceu, e cresceu mal, delapidando recursos sem inovar a economia. O resultado é que somos, hoje, dos países que mais urgentemente precisam de acudir à sua situação ambiental e de consagrar na prática governativa as regras mais que óbvias para o desenvolvimento sustentável*". (Schmidt, 2007:100)

Desta forma, torna-se claro que o principal objectivo das políticas ambientais prende-se com a conservação do capital meio-ambiental, forma utilizada para quantificar os recursos naturais. A exploração dos recursos não renováveis está inteiramente limitada à quantidade disponível no planeta, podendo esgotar a qualquer momento, além de trazerem efeitos negativos para a qualidade do meio ambiente (água, ar e solo), deteriorando o habitat de diversas espécies e prejudicando a saúde pública. Segundo o World Wildlife Fund (WWF)[6], a indústria da construção é a responsável pelo desaparecimento de várias madeiras exóticas, com o objectivo de criar novos produtos para serem utilizados na construção. Estima-se que em cada ano sejam destruídas uma quantidade de superfície equivalente à área total da Grécia, extinguindo cerca de 20.000 espécies da natureza. Isto faz com que a regeneração dos

recursos não seja possível, tornando evidente que o planeta é finito e que se tem de proteger. Segundo Brian Edwards, "*só mediante o uso de tecnologias mais inteligentes, um maior respeito pelos recursos naturais e uma troca na exploração dos recursos não renováveis pelas práticas renováveis e auto-suficientes poderá fazer frente a esta pressão.*" (Edwards, 2001:2)

2.2. CRESCIMENTO INSUSTENTÁVEL DAS CIDADES

Segundo Kevin Lynch, "*contemplar cidades pode ser especialmente agradável, por mais vulgar que o panorama possa ser. Tal como uma obra arquitectónica, a cidade é uma construção no espaço, mas uma construção em grande escala, algo apenas perceptível no decurso de longos períodos de tempo. (...) Os elementos móveis de uma cidade, especialmente as pessoas e as suas actividades, são tão importantes como as suas partes físicas e imóveis*". (Lynch, 2002:11). Partindo desta premissa, as cidades têm vindo a crescer de uma forma descontrolada, tornando perigoso a sua própria vivência. Ao contrário do sector da construção, onde a alteração de algumas técnicas construtivas permitem melhorar o edifício, tornando-o mais sustentável, as cidades necessitam de planos estratégicos, principalmente a nível, de forma a dar resposta aos problemas que cada área necessita. Para que uma cidade melhore o seu desempenho é necessário que esta adopte medidas nesse sentido. Segundo a perspectiva de Victor Papanek, "*para melhorar a qualidade de vida moderna, os designers têm de seguir duas directrizes. Primeiro têm de mudar a sua actual hierarquia de valores, pensando menos e não mais no planeamento do trânsito, e concentrando-se antes no comércio e no planeamento da comunidade. Em segundo lugar, têm de se virar para um novo conjunto de peritos. (...) Os nossos peritos deverão aprender com os ensinamentos do passado. Temos de olhar para trás com humildade para estudar não o que existe de mais moderno em Los Angeles ou Milão, mas o que há de mais antigo em Boston ou Siena.*" (Papanek, 1995:120)

---

[6] **World Wildlife Fund (WWF)** – é uma das mais conhecidas ONGs (organizações não governamentais) ambientalistas que tem como objectivo garantir a preservação do meio ambiente, através do combate à destruição das áreas florestais, à caça de animais em vias de extinção, à poluição e ao desperdício dos recursos naturais. fonte – http://pt.wikipedia.org/wiki/World_Wide_Fund_for_Nature

2.2.1. CIDADES MULTIFUNCIONAIS

"O crescente tamanho da nossa área metropolitana e a velocidade a que a atravessamos criam muitos problemas novos à nossa percepção. A região da metrópole constitui, agora, a unidade funcional do nosso meio ambiente e é desejável que esta unidade funcional seja identificada e estruturada pelos que a habitam"

Lynch, 2002:125

Partindo de um ponto de vista mais sustentável, uma cidade para ser considerada "ideal" deverá ser compacta e multifuncional. Actualmente, a malha urbana cria vários pólos, com funções específicas, fazendo com que o utente da cidade necessite de percorrer os vários pólos para satisfazer as suas necessidades, estimulando o uso de transportes que provocam mais gases de efeito-estufa. Este factor, aliado ao aumento do tempo de percurso que o cidadão necessita de utilizar, faz com que a qualidade de vida dos cidadãos não seja a mais adequada. Segundo Lívia Tirone, "*uma comunidade socialmente inclusiva tem melhores condições para oferecer segurança aos seus cidadãos do que uma comunidade segregada ou constituída por guetos*". (Tirone, 2007:46) Desta forma, podemos concluir que as cidades necessitam de tirar partido das infra-estruturas e dos sistemas de transporte, de forma a criar cidades mais compactas e eficientes. A intensificação das linhas ferroviárias e do metro, localizadas nos centros populacionais, vai permitir uma maior interacção entre o cidadão e a cidade, oferecendo melhores condições de vida. Com a circulação rodoviária a libertar monóxido de carbono, as superfícies de asfalto e cimento a absorver o calor e os edifícios altos a dificultarem a circulação do ar, poeiras e gases concentram-se na atmosfera, retendo o calor e provocando um microclima urbano[7].

Nalgumas cidades, como por exemplo Pequim, o ar conjuga a poluição atmosférica com determinadas condições atmosféricas, tais como a temperatura e a humidade elevadas, provocando um nevoeiro mais espesso e amarelado, designado por *smog*[8]. Podemos dizer que existem dois tipos de poluição

---

[7] **Microclima urbano** – designa o clima das cidades, em que o ar é mais quente do que o ar das áreas envolventes, podendo atingir até mais 6ºC, em relação à temperatura das áreas circundantes, sobressaindo ainda mais essa diferença durante o Verão, onde o calor irradiado pelas construções é mais intenso.

[8] **Smog** – é uma expressão da língua inglesa que designa o nevoeiro que se forma nas cidades devido à conjugação da poluição atmosférica com o nevoeiro - (smoke = fumo + fog = nevoeiro)

do ar nas grandes cidades: o *smog* industrial e o *smog* fotoquímico.

As cidades sujeitas ao *smog* industrial são compostas por um clima temperado, cujos invernos são bastante frios e húmidos, fazendo com que a indústria e o aquecimento das habitações produzam dois tipos de poluentes (óxido de enxofre proveniente dos combustíveis fósseis). O óxido de enxofre, quando reage com os vapores atmosféricos, forma o ácido sulfúrico que deteriora metais e outros materiais, corroendo-os, além de ser um produto prejudicial para a saúde. Já as cidades sujeitas ao *smog* fotoquímico são compostas por um clima quente e seco, cuja fonte de poluição é caracterizada pela combustão de derivados do petróleo, dando origem ao dióxido de nitrogénio. Quando este gás entra em contacto com os raios solares, forma inúmeros poluentes gasosos (oxidantes fotoquímicos). A realidade é que a maior parte das grandes cidades são compostas por estes dois tipos de poluição atmosférica. Uma das formas de minimizar a poluição do ar é controlando a emissão dos gases poluentes através da: economia do consumo de energia, dando preferência a fontes de energia provenientes de recursos renováveis (solar, eólica e geotérmica); alteração do tipo de combustível nos transportes (motores eléctricos, combustíveis a gás natural, hidrogénio ou álcool); e, estabelecimento de impostos "ecológicos" que penalizem a emissão de poluentes. Com o aumento da densidade populacional nas cidades, torna-se necessário me-

Imagem 51: A poluição proveniente da indústria é um dos factores responsáveis pelo efeito de *smog* nas grandes cidades

Imagem 52: A cidade de Los Angeles é um exemplo de *smog* industrial, dando um ar cinza ao ar que a envolve

Imagem 53: A cidade de Santiago do Chile é um dos exemplos do smog nas cidades, envolvendo-a num nevoeiro rosado, provocado pelo *smog* fotoquímico

Imagem 54: O efeito da chuva ácida nos monumentos. Com o tempo, os ácidos corroem os materiais, deteriorando-os

lhorar os sistemas de transporte públicos melhorando, desta forma, o microclima urbano. Uma rede de transportes eficiente, que garanta todas as deslocações possíveis, permite criar um acesso fácil a várias locais, promovendo assim uma rede intermodal (autocarro, comboio, metro, bicicleta e pedonal). Tal como Kevin Lynch disse, "*a cidade não está construída apenas para um indivíduo, mas para grandes quantidades de pessoas, com antecedentes altamente variados, com temperamentos diversos, de diferentes classes, com diferentes ocupações*". (Lynch, 2002:123)

Tal como o melhoramento das infra-estruturas, também os edifícios e os espaços verdes têm um papel muito importante na conquista de uma cidade mais eficiente. Uma cidade deve incorporar edifícios de média altura, de forma a que os edifícios não projectem sombras sobre a sua envolvente. Além disso, devem ser relativamente espaçados, de forma a que a luz solar penetre nos edifícios vizinhos. Os parques naturais, praças e avenidas com árvores permitem que a natureza penetre no contexto urbano, criando frescura e melhorando a qualidade de vida do cidadão, permitindo aliviar o stress que a vida lhe impõe. Segundo Lívia Tirone, "*o desafio que a cidade compacta e multifuncional lança à nossa sociedade é a salvaguarda de direitos dos cidadãos que conduzem a uma maior qualidade de vida (...) O processo que levará ao desenvolvimento de cidades mais salubres, confortáveis e atractivos passa pela concertação dos*

Imagem 55: O monóxido de carbono libertado pelos transportes rodoviários é uma das causas para o aumento da poluição do ar

Imagem 56: O Metro do Porto está inserido numa rede intermodal, permitindo aceder a diversos pontos da cidade e periferia, de forma relativamente rápida e cómoda

Imagem 57: Os transportes públicos movidos a gás natural têm ganho importância no nosso país, tendo já a Carris e STCP(principais empresas de transporte colectivo de Lisboa e Porto) adquirido vários veículos

Imagem 58: As vias pedonais e de ciclistas são uma estratégia importante a ter em conta nas cidades

valores a salvaguardar, pela aferição e exploração sistemática das soluções que conduzem a contextos urbanos que garantem as qualidades objectivadas e pela cooperação solidária entre todos os actores envolvidos e afectados para os implementar." (Tirone, 2007:48)

As cidades têm um papel muito importante quando se pensa em desenvolvimento sustentável. Se numa comunidade forem implantados sistemas que visem aumentar a qualidade de vida do utilizador, mas com um custo mínimo para o ambiente, os utentes da mesma comunidade irão sentir-se mais motivados em seguir o mesmo caminho. Uma comunidade sustentável deve ter em consideração uma boa gestão e manutenção dos seus espaços, onde as acessibilidades, a segurança, os serviços e a inclusão social se tornam nos factores a desenvolver. Quando se constrói um novo espaço na cidade deve-se ter em conta os problemas que a população local vive, de forma a tentar resolvê-los. Uma interacção mais directa com a população local, onde se procura minimizar os impactos negativos que a construção causa (poeiras, ruído, áreas lamacentas, ...) aumentando, assim, a qualidade de vida da população no local de interveniência. Tal como Schmidt disse, "*ou bem os cidadãos se mexem e obrigam a transformar este simples enunciado de intenções em compromissos firmes e calendarizados de governação efectiva, ou dentro de muito pouco tempo o país não ganhará para as multas, nem para a vergonha. Pior, nem sequer se poderá morar aqui saudavelmente*". (Schmidt, 2007:101)

2.2.2. AS ECO-COMUNIDADES

Há milhares de anos, o Homem vivia em comunidades sustentáveis, desenvolvendo a sua cultura em contacto directo com a natureza. Partindo da insustentabilidade que a sociedade moderna vive, torna-se necessário a criação de modelos alternativos. Segundo vários cientistas, para sobrevivermos como espécie, teremos que aprender a viver num mundo mais sustentável.

A criação de comunidades que visem a integração da construção com o meio ambiente têm vindo a surgir um pouco por todo o mundo, tendo como base os princípios sustentáveis. Este tipo de comunidades são conhecidas como comunidades ecológicas ou também apelidadas de eco-comunidades e

procuram desenvolver-se de forma autónoma, criativa e praticamente nem necessidade de recorrer a elementos exteriores à comunidade. Actualmente já existe uma rede mundial de várias eco-comunidades, a Global Ecovillage Network (GEN), que define este tipo de comunidade *como "comunidades rurais ou urbanas de pessoas, que procuram integrar um ambiente social com um estilo de vida de baixo impacte ecológico"*. As eco-comunidades pretendem assim responder aos problemas que a habitação impõe, apresentando alternativas que visam melhorar o seu desempenho, aliando técnicas tradicionais e modernas. Podemos considerar que estas comunidades são uma extensão das casas ecológicas. Em 1998, a ONU considerou a prática de comunidades ecológicas como uma das 100 medidas rumo ao desenvolvimento sustentável, já que estas incorporam quatro vertentes: social, cultural, ecológica e espiritual, combinando com um estilo de vida mais saudável e de baixo impacto para o ambiente. Para alcançar uma relação harmoniosa entre sociedade e a sustentabilidade, as comunidades ecológicas,segundo a Global Ecovillage Network, procuram:

- Produzir os seus próprios alimentos (agricultura biológica);
- Utilizar sistemas de energias renováveis;
- Utilizar materiais locais na construção(bio-construção);
- Ter um sistema governamental circular e concensual;
- Criar sistemas de apoio social, cultural e espiritual;
- Conservar os ecossistemas locais.

2.3. A SUSTENTABILIDADE NA ARQUITECTURA

É vital sensibilizar os cidadãos, em especial a classe política, para esta problemática, de forma a desmistificar a ideia de que o bem-estar está relacionado com o uso excessivo dos recursos naturais. Cabe aos profissionais da construção, entre outros, promoverem a eficiência energética, uma vez que a edificação não se pode basear apenas na construção de espaços habitáveis, onde sistemas de ar condicionado se tornam no elemento-chave de um círculo vicioso que promove o aquecimento global, mas sim criar melhores abrigos,

preparados para as mudanças climáticas cada vez mais perceptíveis no nosso planeta.

A inconsciência da sociedade face ao esgotamento dos recursos naturais, assim como o aperfeiçoamento de novas técnicas construtivas, levou os arquitectos a colocar de lado boas técnicas utilizadas pelos nossos ancestrais, cuja arquitectura era pensada para um local e não feita como um lançamento em série de modelos. Utilizando a tecnologia como solução para a resolução de todos os problemas, foram abandonados princípios essenciais da construção, substituindo-os por valores estéticos e/ou económicos, à qual foi necessário introduzir soluções tecnológicas (sistemas artificiais de iluminação e ventilação) para minimizar efeitos negativos.

Esta situação levou a que o consumo energético nos edifícios (energia eléctrica), subisse rapidamente. Segundo um estudo feito pela Shell[9] nos anos 90, o consumo de energia continua a aumentar enquanto as fontes de combustível convencionais (gás e petróleo) começam a cair significativamente na produção. Podemos considerar que devido à escassez de combustíveis fósseis e à emissão de CO_2 para a atmosfera (derivado da produção de energia), a sociedade tem vindo, ao longo dos tempos, a contribuir para a retenção da radiação solar na Terra, tendo como principal consequência o aquecimento global do planeta. Segundo Pedro Bento, "*mudam-se os tempos e mudam-se as vontades, e hoje em dia assistimos a uma maior consciencialização das problemáticas ambientais e a uma maior preponderância daquelas questões nas decisões de governança. No entanto, temos consciência de que os propósitos que visam assegurar o desenvolvimento sustentável não acontecerão da noite para o dia. Será necessário todo um processo de adaptação, não só pelo sector industrial, que é indiscutivelmente o principal responsável pela disfunção ambiental com que nos deparamos, mas também pela sociedade em geral e pelos indivíduos em particular, que são quem cria o mercado em que operam as indústrias poluidoras.*" (Bento, 2007:7)

Graças a esta realidade, o mundo necessita de profissionais capazes de projectar edifícios passivos, ou seja, que utilizem menos energia de forma a aumentar assim a sua eficiência energética. O sector da construção é um dos

---

[9] **Shell** – é uma empresa multinacional petrolífera que tem como principao actividade a refinação do petróleo e a extracção do gás natural. Além disso, a sua actividade está também ligada à indústria petroquímica e de energia solar (fonte – http://pt.wikipedia.org/wiki/Royal_Dutch_Shell)

maiores responsáveis pela diminuição dos recursos naturais e consequente aumento dos resíduos produzidos, cuja produção chega a atingir os 50%. [10] Desta forma, a construção tem evoluído, tomando medidas que visam diminuir o impacte ambiental, promovendo assim um urbanismo sustentável. Num futuro próximo, os arquitectos serão forçados a repensar na sua forma de construir, tendo de considerar as suas responsabilidades ambientais. Desta forma, é necessário começar a pensar a arquitectura como um processo guiado pelo desempenho e funcionalidade do edifício e não pela sua estética, como tem sido até hoje, em muitos casos. Apenas desta forma se estará preparado para projectar na era pós-combustível.

A arquitectura sustentável vê a construção como parte do ciclo da vida do planeta e a edificação como parte do habitat vivo. Alguns arquitectos vêem o projecto como uma linha de montagem, encarando o edifício como um produto depositado num local, sem ter em consideração questões ambientais que lhe são impostas. No entanto, a eco-arquitectura está estreitamente ligada ao lugar, à sociedade, ao clima, à região e ao planeta. Esta mudança começou a ganhar importância nos anos 70, com a subida do petróleo, chegando-se à conclusão de que os edifícios são os maiores poluentes, consumindo mais de metade da energia usada nos países desenvolvidos e produzindo consequentemente, uma grande parte de todos os gases que estão a alterar o clima. A actual conduta da sociedade conduziu o planeta a um estado de clara insustentabilidade. A acção humana tem vindo a agravar o desequilíbrio dos ecossistemas, desencadeando uma série de problemas relacionados com o clima, com a diminuição dos solos férteis e com o consequente esgotamento dos recursos naturais.

Efectivamente, é necessário inverter a situação actual através de uma intervenção no território, onde se deve integrar a sociedade e o ambiente, de forma a corrigir os erros do passado. Face ao rápido e descontrolado processo de crescimento urbano, resultante dos claros problemas ambientais e sociais, surgiu o conceito de sustentabilidade. O conceito de desenvolvimento sustentável surge em 1980, embora só em 1987 se torna conhecido, através da norueguesa Gro Harlem Brundtland. O relatório de Brundtland considera que se

---

[10] Informação retirada de P.F.Smith. Architecture in a climate of change, Architectural Press, 2001 in Bento, Pedro. Novos edifícios – um impacte ambiental adverso'03, edição parque expo, 2007

deve "*assegurar as necessidades das gerações presentes sem comprometer as necessidades das futuras gerações*".

Podemos considerar que esta definição demonstra uma vontade e capacidade de mudança que, de uma forma geral, irá trazer benefícios não só para o ambiente, mas para todos nós, melhorando a nossa qualidade de vida. Desta forma, a comissão Brundtland cria uma série de medidas que os países devem de ter em consideração, como forma de preservar o nosso meio-ambiente, entre elas: a preservação do habitat natural (ecossistemas e biodiversidade); a diminuição do consumo energético proveniente de combustíveis fósseis; a utilização de energias renováveis; a satisfação das necessidades básicas do ser humano; e, o crescimento sustentável das cidades;

No entanto, foi em 1992, no Rio de Janeiro que se deu o maior passo de apoio ao desenvolvimento sustentável, através da Cimeira da Terra. Nesta conferência foi fundada a Agenda 21[11]. Esta considera que "*são as autoridades locais que constroem, operam e mantêm em funcionamento as infra-estruturas económicas, sociais e ambientais; são também elas que supervisionam os processos de planeamento, estabelecem os regulamentos ambientais nacionais e sub-nacionais. Sendo as autoridades locais o nível de governo mais próximo das populações, desempenham um papel vital na educação, mobilização e interlocução com o público, com vista ao desenvolvimento sustentável*".

Com a Agenda 21 foi ratificado o conceito de desenvolvimento sustentável tornando-o num conceito mais abrangente, sendo criadas bases para a implantação de critérios sustentáveis a nível global, que podem e devem ser ajustados a cada país, consoante os seus problemas e necessidades. Um dos documentos mais utilizados foi a Carta de Aalborg, a qual procura promover a sustentabilidade nas cidades europeias. (para mais informação ver anexo)

Estes acordos levaram a sociedade a uma maior sensibilização a nível ambiental, de forma consensual e cooperativa entre diversas nações. Sendo assim, os principais acordos sobre o meio ambiente, a nível mundial foram:

- 1972 - Conferência de Estocolmo sobre o Meio Ambiente Humano

[11] A Agenda 21 procura encontrar uma forma de equilíbrio entre a pobreza, o consumo, o ambiente, a desertificação e a dinâmica demográfica, entre outros problemas.

- 1979 - Convenção de genebra sobre a Contaminação Aérea
- 1980 - Estratégia Mundial para a Conservação
- 1983 - Protocolo de Helsínquia sobre a Qualidade do Ar e a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
- 1987 - Protocolo de Montreal sobre a Camada de Ozono e a Comissão Brundtland
- 1990 - Livro Verde sobre o Meio Ambiente Urbano
- 1992 - Cimeira da Terra (Agenda 21)
- 1994 – Conferência de Aalborg
- 1996 - Conferência Habitat e a Conferência de Quioto sobre o Aquecimento Global
- 2000 - Conferência de Haia sobre as Mudanças Climática, a Cimeira do Milénio e a Cimeira Mundial de Joanesburgo

Cabe a todos nós contribuir de forma positiva para alterar as tendências que ameaçam o nosso planeta, de forma a manter, ou até mesmo melhorar a qualidade de vida do cidadão. O princípio da sustentabilidade encontra-se então na educação e na sensibilização da população, sendo necessária a sua divulgação.

Sendo a construção um dos sectores que mais podem fazer para minimizar o impacte ambiental, é necessário apostar na formação dos profissionais de construção assim como preparar a indústria para o futuro da construção sustentável. No entanto, não se pode converter simplesmente a construção existente em mais toneladas de resíduos, e, como tal, a reabilitação torna-se também ela, um ponto essencial quando se fala de sustentabilidade. Efectivamente, esta permite valorizar o património histórico, conciliando a preservação com a melhoria das condições de funcionalidade e desempenho ambiental. No meio edificado existe um conjunto de características cuja finalidade consiste em melhorar a qualidade de vida das pessoas, enquanto utilizadores desses espaços. Nos últimos 50 anos, a questão ambiental não tem sido valorizada no desenvolvimento das nossas cidades, talvez por ser uma área de conhecimento complexa.

Como tal, a construção sustentável define um edifício em três níveis: a sustentabilidade ambiental, a económica e a social/cultural. A sustentabilida-

de ambiental procura proteger os recursos e os ecossistemas, calculando a quantidade de energia utilizada e produzida num determinado espaço de tempo. A sustentabilidade económica traduz-se no investimento em soluções que procurem uma produtividade mais elevada e a longo prazo, em vez de minimizar os custos nos materiais, como tem vindo a ser feito até à actualidade. Estudos recentes revelam que os edifícios cujos consumos energéticos são mais reduzidos e com uma gestão e manutenção mais facilitada apresentam um custo de utilização mais baixo. E, por último, a sustentabilidade social/cultural, onde as principais motivações concentram-se na saúde, no conforto e na preservação dos valores sócio-culturais.

Desta forma, podemos então concluir que a construção sustentável desenvolve-se segundo três estratégias para a diminuição do impacte ambiental. A primeira concentra-se na melhoria da eficiência energética nos projectos, de forma a diminuir o uso de sistemas de climatização artificiais. A segunda prende-se com o consumo de energia renovável em vez de energia convencional. E, por fim, a terceira, dando preferência à utilização de materiais locais, de preferência de fontes renováveis, reutilizáveis ou recicláveis. No entanto, a construção sustentável não se cinge apenas a estas três estratégias, podendo adoptar ainda outras medidas como sistemas de tratamento de resíduos orgânicos e de reaproveitamento de água, optimização da construção, flexibilidade dos espaços, entre outros…

O trabalho dos arquitectos não é fácil quando o objectivo é enfrentar os desafios da sustentabilidade. No entanto, esta questão não se traduz numa preocupação recente, tendo já sido reflectida por outros arquitectos como Frank Lloyd Wright, Walter Gropius ou Jonh Ruskin, procurando conciliar a arquitectura com o meio que nos rodeia, de forma a diminuir os efeitos negativos desta. Hoje em dia, o principal desafio dos arquitectos coloca-se na integração do conceito de sustentabilidade na construção, procurando associar a qualidade ambiental e à arquitectónica. Como resposta, surgem várias definições para a arquitectura sustentável, trabalhando todas no mesmo sentido, ou seja, pensar e projectar um edifício tendo como base as características ambientais do local em que está inserido.

Através do estudo de vários exemplos da arquitectura sustentável, pode-se dizer que existem três questões eminentes, nomeadamente: o uso de estru-

turas leves, desmontáveis e flexíveis, provenientes de materiais ecológicos; a promoção dos ganhos solares através da eliminação de funções de iluminação e ventilação artificiais, e, a recuperação de sistemas construtivos tradicionais.

Para um edifício ser ecológico não é necessário um custo elevado, uma vez que não são necessários dispositivos tecnológicos complicados. Esta funciona apenas como um rótulo, cujo principal objectivo é projectar tendo como base o aproveitamento energético do local onde se insere. Um dos grandes benefícios deste tipo de arquitectura é o facto de se conseguir obter um maior conforto ambiental, minimizando o consumo de energia e, consequentemente os custos de manutenção. Estas medidas permitem tornar um edifício quase auto-suficiente a nível energético, cujo conforto interior se pode comparar ao conforto de um edifício tradicional.

Sendo que as pessoas passam a maior parte do seu tempo (cerca de 90%)[12] em espaços interiores, e que a qualidade do ar interior é inferior ao necessário para a nossa saúde e bem-estar, a arquitectura bioclimática[13] tornou-se na melhor solução para combater a deterioração do ar interior, resultado dos projectos contemporâneos que procuram, a

Imagem 59: Exemplo de um edifício baseado nos conceitos da sustentabilidade – Ecobox, em Madrid

Imagem 60: Instituto de investigação em Wageningen, na Holanda, do atelier Behnisch & Partner

Imagem 61: Escritórios e oficinas da Total Energie em Tour de Salvagny, do arquitecto Jacques Ferrier

---

12 United Nation Population Division, Department of Economic and Social Affairs – percentage urban in the world (fonte – http://esa.un.org/unpp)

13 A arquitectura bioclimática tem como base os princípios da construção ecológica, tendo como principal objectivo melhorar o conforto ambiental do edifício, sem que com isso seja necessário recorrer a sistemas activos de climatização.

cima de tudo, soluções tecnológicas para a climatização dos edifícios em vez de soluções naturais. No entanto, este tipo de técnicas construtivas nem sempre são bem vistas pela sociedade, em parte devido à velocidade que a inovação adquire, não permitindo que, tanto os processos construtivos como os produtos possam amadurecer, levando então a sociedade a apostar em tecnologias inovadoras, sem prestar atenção aos seus efeitos negativos como é o caso dos sistemas de ar condicionado. Deste modo, a formação assume-se como uma ferramenta decisiva, tendo como principal objectivo promover e divulgar o uso de ferramentas que proporcionem ao arquitecto e ao engenheiro uma maior facilidade no desempenho das suas funções.

2.3.1. OS SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO

O impacte ambiental é algo difícil de avaliar no sector da construção, já que existem diversos parâmetros a ter em conta. Sendo assim, cabe aos profissionais de construção repensar no impacte dos edifícios no meio ambiente, de forma a reduzir a pegada ecológica[14] que os edifícios deixam no ambiente. Mas qual a melhor forma de avaliar esse impacte? Hoje em dia já existem normas, proclamadas pela União Europeia, que visam controlar a indústria da construção nesse sentido, através dos sistemas de classificação. Estes sistemas são baseados em critérios de pontuação que abrangem diversas categorias, dentro do conceito da sustentabilidade.

A informação detalhada dos materiais vai permitir aos designers perceber quais as melhores alternativas existentes no mercado. No entanto, a sociedade necessita de perceber de que forma é que os sistemas de classificação podem proteger e interferir com a actual degradação do planeta. O rótulo ecológico surgiu em 1978, na Alemanha, sendo conhecido como "Anjo Azul". Este sistema permite avaliar a qualidade ambiental dos produtos, comparando vários produtos que se encontram na mesma categoria.

Em 1992, um novo Regulamento entrou em vigor na União Europeia (Regulamento nº880/92 do Conselho Europeu de 23 de Março de 1992), que visa-

---

[14] **Pegada ecológica (ecological footprint) –** é uma medida que quantifica a quantidade de recursos naturais que a população necessita para se sustentar ao longo do ano, tendo em conta todos os recursos energéticos gastos

va implantar um sistema europeu oficial, atribuindo um selo ecológico aos produtos, cujo desempenho ambiental fosse o mais eficaz, em comparação com outros produtos da mesma categoria. No entanto, para facilitar a avaliação, é importante a criação de diversos níveis de análise ao impacte ambiental (consumo de energia e poluição) ao longo do ciclo de vida do produto. Desta forma, o consumidor pode optar por materiais com o mínimo impacte ambiental sendo, no entanto, abrangidos pelo rótulo ecológico os materiais isolantes, cerâmicas, vernizes e tintas.

Como forma de facilitar aos profissionais da construção a escolha de um material de construção, a Woon-Energie desenvolveu o Método de Preferência Ambiental (MPA), um sistema idêntico ao "Eco-rótulo" que visa comparar diversos produtos de uma categoria, assinalando o seu impacto ambiental. Desta forma, surgiram no mercado várias categorias de materiais, disponibilizando os seus impactes ambientais ao longo da sua vida útil (desde a sua extracção até à sua destruição ou possível reutilização). Para se entender qual o impacte de um material no ambiente é necessário ter em conta diversos critérios de avaliação: a escassez da matéria-prima e a sua extracção; o consumo de energia e água; a poluição, especialmente do ar; a preocupação com a saúde; a facilidade de reparação e reutilização; e, por último, a sua decomposição e gestão dos resíduos.

Com este sistema torna-se possível escolher qual a solução que mais se adequa ao projecto, sob o ponto de vista ambiental. No entanto, também o ser humano tem vindo a sofrer as consequências da má escolha dos materiais ao empregar produtos prejudiciais para a saúde no interior dos edifícios. Uma vez que a maior parte do nosso tempo é passado dentro dos edifícios, a qualidade do ar tornou-se num factor muito importante a ter em consideração quando se projecta o interior de um edifício.

A preocupação relativa tanto à utilização de materiais prejudiciais à saúde (compostos orgânicos voláteis - COV), como da eficiência energética vieram influenciar a estanquicidade dos edifícios, diminuindo consideravelmente a renovação do ar e fazendo com que surja uma maior concentração de poluentes químicos no ar interior.

Por esta razão, os sistemas de classificação procuram criar uma interacção com o meio ambiente, promovendo uma maior sustentabilidade nos edi-

fícios, de forma a garantir um carácter ecológico. De entre os métodos mais utilizados destacam-se: o BREEAM, o BEPAC, o LEED e o LiderA, sendo este último um método de avaliação português. Sendo assim, podemos concluir que:

- O **BREEAM**[15] foi criado em 1990 e consistiu no primeiro método de avaliação ambiental para edifícios, tendo como objectivo classificar os edifícios quanto ao seu grau de impacte ambiental à escala global, local e interior do edifício. O processo de avaliação divide-se em duas partes, sendo que a primeira se destina às características físicas do edifício e, a segunda, refere-se à gestão e manutenção do edifício.
- O **BEPAC** foi criado em 1993 e consiste num ampliamento do BREEAM sendo, no entanto, mais abrangente quanto aos critérios de análise. Composto por duas partes, tal como o método anterior, cada parte está dividida em cinco tópicos principais: a protecção da camada de ozono; o consumo de energia; a qualidade do ar interior; a protecção dos recursos; e, as características de implantação e transporte.
- O **LEED**[16] foi criado em 1997, tendo como objectivo definir as condições necessárias para conceber um *Green Building* (edifício verde). Ao contrário dos métodos anteriores, o LEED estrutura a sua avaliação em duas partes: a primeira consiste numa espécie de "check list", onde são enumerados dez pré-requisitos que o edifício deve ter: ausência de amianto; facilidade de desmantelamento; eficiência energética; qualidade do ar interior; depleção do ozono; proibição de fumar; depósito para a reciclagem; conforto térmico; formas de conservação da água e a qualidade da água. A classificação é estabelecida mediante quatro categorias (bronze, prata, ouro e platina) sendo atribuído, além do certificado, um prémio anual do *Green Building of the Year* para o edifício cujo desempenho ambiental seja o mais adequado, de acordo com o sistema LEED.
- O **LiderA**[17] (Liderar pelo Ambiente para a construção sustentável) foi criado em 2005 e consiste num método de avaliação nacional, base-

---

15 Informação retirada de http://www.breeam.org

16 Informação retirada de http://en.wikipedia.org/wiki/leed

17 Informação retirada de http://www.lidera.info

ado nos sistemas anteriores. Este sistema procura avaliar os níveis de desempenho ambiental de um edifício, em termos sustentáveis, apoiando-se nos seguintes princípios: respeito pela dinâmica local e os seus impactes; eficiência no consumo dos recursos; redução do impacte das cargas; promover a qualidade do ambiente interior e do serviço; e, assegurar a gestão ambiental e de inovação.

Os sistemas de classificação promovem uma relação entre o meio ambiente e a construção. Com o crescente interesse pela construção sustentável, as empresas estão a aderir cada vez mais a este tipo de produtos, permitindo fortalecer a imagem da empresa no mercado sustentável. Com isto, os promotores são um dos responsáveis pelo investimento nesta área em crescimento que, além de melhorar a qualidade ambiental no sector da construção, conseguem ainda aumentar as suas vendas. Ao projectista cabe o papel de inserir conceitos sustentáveis no projecto, de forma a ganhar uma boa classificação por parte das entidades competentes. Com estas medidas, o proprietário pode então vir a usufruir de mais conforto no edifício, diminuindo consideravelmente o custo de manutenção da habitação. Sendo assim, os sistemas de classificação tornam-se num elemento-chave para o desenvolvimento da construção sustentável, promovendo produtos mais ecológicos e, consequentemente, criando uma nova filosofia na construção, onde o ambiente tem uma nova prioridade neste sector.

2.3.2. A REALIDADE EM PORTUGAL

Segundo o Relatório do Ambiente de 2004 (IDGA), a emissão de gases para a atmosfera aumentou cerca de 37%, entre 1990 e 2003. Esse aumento de poluição traz consequências muito graves para o nosso país, nomeadamente: um clima extremo (Invernos mais rigorosos e Verões mais quentes e secos); um aumento do nível das águas do mar; uma alteração das correntes marítimas e dos ecossistemas; um aumento dos incêndios florestais e uma queda de precipitação mais intensa, em curtos períodos de tempo.

Portugal, como membro da União Europeia, aderiu ao Protocolo de Quioto com o propósito de reduzir as emissões de gases para a atmosfera. No

entanto, até aos dias de hoje, Portugal não conseguiu atingir a meta proposta pela União Europeia, que consistia em poder aumentar até 27% a emissão de gases de efeito de estufa, se conseguisse melhorar o seu desenvolvimento económico, aproximando-se da restante Europa. Com efeito, Portugal subiu a emissão de gases até 41% sem, com isso, melhorar proporcionalmente a sua economia, mantendo-se atrás de grande parte da Europa.

Segundo a Quercus[18], a qualidade do ar nas cidades portuguesas, em especial nas do litoral, têm piorado consideravelmente, atingindo em certas alturas do ano níveis de poluição acima dos valores limite da legislação europeia. Embora o nosso país tenha taxas de precipitação elevadas, em relação à restante Europa, a Quercus afirma que as nossas águas mantêm-se com uma qualidade relativamente baixa, em parte pela poluição industrial e os incêndios florestais que têm aumentado ao longo dos últimos anos. Segundo a perspectiva da jornalista Luísa Schmidt, Portugal tem abordado a questão da sustentabilidade ambiental de uma forma inconsciente. Segundo a Ecological Footprint Analysis (EFA), a pegada ecológica de Portugal ronda os 4,5 hectares por pessoa, duas vezes e meia acima da capacidade total do planeta, tornando-se entre 1999 e 2000, no terceiro país da União Europeia com o maior aumento da sua pegada ecológica, algo que tem vindo a aumentar até aos dias de hoje.

Com o intuito de participar na Cimeira de Joanesburgo, onde cada país apresentaria uma Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável (ENDS), Portugal apresentou uma proposta, sem a ter testado antes, o que demonstrou a sua falta de seriedade perante um assunto cada vez mais importante, fazendo com que se tivesse de alterar diversas vezes o mesmo plano. Em Janeiro de 2008, foi aprovada uma nova versão da Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável, pelo Conselho de Ministros. Este plano tem como objectivo colocar Portugal no caminho para o desenvolvimento até 2015, aproximando-o da média europeia e colocando-o entre os 25 países mais competitivos do mundo.

Segundo a lei de Bases do Ambiente, a lei nº 11/87, de 7 de Abril, "todos os cidadãos têm direito a um ambiente humano e ecologicamente equilibra-

---

[18] **Quercus –** é uma ONG portuguesa, composta por cidadãos, cujo objectivo é conservar a natureza e os recursos naturais, defendendo o ambiente sob uma perspectiva do desenvolvimento sustentável.

do e o dever de o defender (artigo 2º). Segundo esta mesma lei, "serão condicionados pela administração central,regional e local, em termos a regulamentar, a implantação de construções, infra-estruturas viárias, novos aglomerados urbanos ou outras construções que, pela sua dimensão, volume, silhueta, cor ou localização, provoquem um impacte violento na paisagem pré-existente". (artigo 18º)

A arquitectura assume então uma vertente económica, ambiental, cultural, social, política e arquitectónica. Além disso, vão surgindo novas estratégias para a promoção ecológica na sociedade como a política dos 3R's (reduzir, reutilizar e reciclar), seguida pela política dos 4R's (reduzir, reutilizar, reciclar e respeitar), e por último a dos 5R's (reduzir, reutilizar, reciclar, respeitar e responsabilizar), de forma a dar resposta aos problemas gerados pela sociedade. O desconhecimento por parte de muitos profissionais da construção relativamente às técnicas construtivas básicas, demonstra que estes não estão aptos para desenvolver uma arquitectura sustentável. Portugal, ao ser caracterizado por um clima bastante ameno e como tal encontra-se numa posição muito vantajosa em termos solares para a aplicação de uma arquitectura ligada ao ambiente. No entanto, os seus intervenientes deparam-se com a falta de sensibilização da sociedade, em parte devido à comum associação das piores propostas arquitectónicas à arquitectura sustentável.

De uma forma geral, a construção de edifícios, feita de uma forma sustentável, ou seja, tendo em consideração questões como a orientação solar, o isolamento térmico, vidros duplos, sistemas de sombreamento, etc., não prejudicam o custo de um edifício. No caso de uma reabilitação, os custos podem ser mais elevados do que se fossem instalados no início. Porém, seja qual for a situação de implantação, esta traz sempre ao edifício uma redução nos custos relativamente ao seu consumo energético.

Um dos problemas inerentes no nosso país prende-se com o facto de que este se dedica mais à construção de novos edifícios do que propriamente à reconstrução e conservação do património construído, provocando assim, um aumento significativo de poluição. Uma das soluções para inverter esta situação baseia-se na sensibilização tanto do consumidor como do arquitecto para esta situação, penalizando os mais poluentes, como já se faz no ramo automóvel. O Governo considera que os edifícios são os principais responsáveis por mais de 60% da energia eléctrica utilizada para o consumo e como tal, estas

novas medidas de legislação estabelecem um passo importante para o aumento/controlo da eficiência energética dos edifícios. Vão surgindo alguns programas que visam apoiar este tipo de iniciativas.

Um desses programas é o "Programa para a Eficiência Energética em Edifícios" que tem como principal objectivo optimizar a eficiência energética dos edifícios em Portugal. Este programa visa equilibrar o actual consumo de energia dos edifícios, de forma a diminuir o nível de emissões dos gases de efeito de estufa. Porém, este tipo de estratégia, actualmente desenvolvida em curto prazo, só pode adquirir consistência se além do aparecimento / desenvolvimento de novos quadros legislativos, também se desenvolvam acções de formação / informação capazes de incentivar os profissionais para as vantagens deste tipo de arquitectura.

Em termos legislativos, têm surgido vários regulamentos relacionados com a preocupação ambiental face ao edificado. Além disso, têm vindo a surgir medidas que visam complementar esses mesmos regulamentos, tais como a Estratégia Nacional para a Energia e o Plano tecnológico (ENEPT). A nível construtivo, parece-nos vital tomar em atenção o consumo energético dos edifícios, já que o maior impacte ambiental é feito durante a vida útil do edifício. Talvez por isso, a eficiência energética seja a mais abordada por investigadores, de forma a testar novas idéias para os edifícios. Seguindo esta metodologia, surgiram dois regulamentos nacionais sobre a eficiência energética, o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE)[19] e o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE)[20].

Porém, Portugal vê-se envolto numa série de condicionalismos económicos que procuram soluções mais vantajosas para o construtor, abandonando o design sustentável, situação essa conseguida graças ao escasso acompa-

---

[19] **Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE) –** decreto-lei nº 79/2006 de 4 de Abril. Este decreto é aplicável aos edifícios de habitação e de serviços com climatização, definindo requisitos que englobam a qualidade da envolvente, a eficiência dos sistemas de climatização e a garantia da qualidade do ar interior.

[20] **Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) –** decreto-lei nº 80/2006 de 4 de Abril. Este decreto define os requisitos necessários para os edifícios de habitação e de pequenos serviços que não têm climatização como o isolamento do edifício, o tipo de coberturas e as aberturas (controle das perdas térmicas e ganhos solares excessivos). Além disso, impõe limites para o controle de energia em termos de climatização e produção de águas quentes, sendo obrigatório a instalação de sistemas de energia solar ou de outra fonte de energia renovável.

nhamento dos serviços municipais, que além de não assegurarem a qualidade ambiental, não é feita uma vistoria final por parte dos serviços municipais, fazendo com que sejam alteradas as especificações do projecto sem que estas sejam detectadas. Com o surgimento da Directiva nº 2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro, são corrigidas as lacunas existentes nos dois decretos anteriores, fazendo com que seja efectuada uma vistoria final como forma de certificar a eficiência energética do edifício através da disponibilização de toda a informação sobre o consumo de energia do edifício, desde a fase de construção até ao seu funcionamento normal durante a sua vida útil.

Por essa razão, surgiu a Criação do Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (decreto-lei nº78/2006), de forma a que todas as novas construções possam ter um certificado que explicite o seu consumo energético, sendo então obrigatória a instalação de painéis solares térmicos ou outras soluções renováveis equivalentes nas novas construções. A certificação energética permite uma maior intervenção no meio edificado, permitindo um melhor desempenho do edifício, de forma a minimizar o impacte ambiental. Com estes regulamentos, torna-se obrigatório que todos os novos edifícios ou reabilitações passem a possuir um certificado energético, tendo os novos edifícios de encontrarem-se entre as classes A+ e B-. [21]

Segundo o Governo, a partir de 2009, todos os edifícios, quer estejam para arrendar ou para a venda têm, obrigatoriamente, de possuir esse mesmo certificado. A principal ideia do Governo é conseguir aumentar pelo menos até 30% a eficiência energética dos edifícios. Em 2006, Portugal apostou na energia eólica, aumentando o número de parques eólicos. Segundo a EDP, a Rede Eléctrica Nacional (REN) constatou uma subida de 60% na potência instalada nos 36 novos parques eólicos, representando uma subida de 6% para 14,2% do total de energia produzida no país. Recentemente, o governo estabeleceu novas metas na integração das energias renováveis, subindo de

---

[21] A classe energética é determinada através do valor das necessidades globais anuais nominais de energia primária (Ntc) comparado com o respectivo valor limite (Nt). Se o valor das necessidades nominais for inferior a 25% do valor limite, então a fracção será da classe A+. Se for entre 25 a 50%, será da classe A. Entre 50 e 75%, será da B e entre 75 e 100% será da classe B-. A classe A^+ é a classe de mais eficiência energética e a classe G é a de menos eficiência energética Fonte: Tirone, 2007:126

39% para 45% e energia produzida por fontes renováveis e de 5,75% para 10% na inclusão de biocombustíveis, tanto na gasolina como no gasóleo.

Portugal encontra-se numa posição muito vantajosa, dado os seus recursos naturais. Porém, essas características não tornaram o nosso país muito dinâmico, já que este procura apenas dar resposta às políticas ambientais que a União Europeia lhe proporciona. Se Portugal ponderasse promover e proteger o ambiente, nomeadamente os recursos naturais renováveis, conseguiria fazer frente ao défice e questionar as consequências ambientais que atitudes como têm sido tomadas até aos dias de hoje tenham de terminar, ou seja, alterar a forma de pensar do cidadão e valorizar o contributo que a tecnologia, quando bem pensada, nos oferece, aproveitando para desenvolver um design sustentável, que a longo prazo se torna economicamente rentável.

2.4. SÍNTESE CONCLUSIVA

A necessidade de proteger o planeta é algo que se tornou inevitável nos dias de hoje. Com as recentes alterações climáticas, podemos dizer que se torna necessário e urgente repensar na forma como agimos e pensamos. Ambientalistas têm vindo a corroborar esta questão prevendo, os mais optimistas, um período máximo de vinte anos para a inversão da situação. Desta forma, podemos mesmo dizer que o desenvolvimento sustentável é um dos caminhos a seguir para minimizar os impactos negativos que a sociedade causa no ambiente. Hoje em dia, têm surgido um pouco por todo o mundo comunidades ecológicas que procuram criar uma relação mais abrangente com a natureza, através do recurso a materiais naturais como a terra e a madeira, ou, sistemas de aproveitamento da energia solar, hídrica e eólica, assim como o tratamento de águas e lixos. Graças à diversificação do planeta Terra podemos contar com inúmeras soluções provenientes da natureza que, quando são adaptadas à construção, podem conferir aos edifícios características iguais aos materiais chamados "comuns", utilizados actualmente.

Podemos dizer que a construção sustentável permite minimizar o consumo energético dos edifícios, sem que com isso seja prejudicado o conforto interior. Com o protocolo de Quioto tornou-se mais comum a integração das energias renováveis na construção, em parte pela entrada em vigor de novos

36 parques eólicos, além da promoção de painéis solares. Portugal já abriu as portas às novas tecnologias, no entanto nós, enquanto cidadãos ainda temos de descobrir as vantagens dos recursos provenientes de fontes renováveis, assim como a melhor forma de estas se adaptarem à arquitectura. A construção sustentável, embora tenha várias vertentes, tem como principal objectivo a sua adaptação a diversas situações, desafiando os construtores a criarem novos espaços, aliando o conforto à sustentabilidade. Ao contrário da restante Europa, Portugal preocupa-se mais com a construção de novos edifícios do que com a reconstrução/conservação do património já existente, sendo este um mercado mais lucrativo.

Tendo como base a sustentabilidade, essa tendência tem de ser invertida, criando medidas que visem promover uma escolha habitacional mais rentável a nível ambiental, através de iniciativas que visem penalizar os consumidores consoante o seu nível de poluição. A redução das necessidades energéticas provenientes da construção (extracção, transporte, fabrico, montagem) e do seu funcionamento nos edifícios deve ser maximizada em prol da eficiência energética. A utilização de sistemas passivos e a integração de fontes renováveis para a produção de energia torna-se num recurso muito fiável, permitindo conciliar o sector da construção com o ambiente. Quanto mais eficiente for o edifício, mais importância terá o estudo da energia incorporada na sua construção, permitindo calcular o consumo energético do edifício e rotulá-lo consoante a sua eficiência energética, de forma a que os consumidores possam usufruir de informação relativa ao imóvel que querem adquirir.

Cabe aos profissionais da construção mudar essa tendência, integrando estas medidas na construção.

3 ... A ARQUITECTURA INTEMPORAL

Desde o momento em que o homem construiu o seu abrigo, a construção passou a constituir a sua terceira pele. Desta forma, sendo a construção o nosso meio de abrigo, será possível diminuir o efeitos negativos que esta provoca no meio ambiente?

A destruição progressiva do habitat natural tem vindo a contribuir para a degradação da atmosfera, alterando progressivamente o clima, de forma a aumentar o aquecimento global. A melhor forma de combater este problema é encará-lo como tal, procurando soluções que visem solucioná-lo. Desta forma, é vital informar a sociedade sobre a consequência do uso abusivo dos combustíveis fósseis e do seu impacto no ambiente. Tal como já é visível no sector automóvel, também o sector da construção tem um papel importante para a minimização do aquecimento global.

Segundo Brian Edwards, "*a saúde constitui um vector emergente do projecto arquitectónico. A ênfase dada pelos ecologistas do aquecimento global à contaminação e o esgotamento dos recursos, situava o bem-estar humano atrás do bem-estar do planeta. Os edifícios deveriam ser energeticamente eficientes, mesmo que para isso, seja necessário recorrer a isolamentos potencialmente tóxicos, escassa ventilação e janelas de reduzido tamanho. A construção ecológica não planeava as dimensões fisiológicas ou psicológicas da saúde. Agora, sem dúvida, com o compromisso da arquitectura com a sustentabilidade, surgiu uma nova filosofia, que trata de equilibrar a eficiência energética e a saúde humana. (...) A saúde supõe um*

certo grau de conforto, mas o conforto por si só, não garante um ambiente saudável para viver e trabalhar. Um ambiente saudável é sempre confortável, livre de contaminação, estimulante e sensível às necessidades humanas. Cada um destes requerimentos possui as suas próprias leis, conhecimentos científicos e métodos construtivos, que não podem considerar-se de forma isolada." (Edwards, 2004:75)

Com a crescente preocupação pela degradação do ambiente, o contacto com a natureza tornou-se num estudo complexo da vida actual da sociedade. A redescoberta de técnicas antigas e de materiais provenientes da natureza tornou-se numa das possibilidades que a arquitectura oferece, criando uma nova concepção arquitectónica mais saudável. A utilização de formas simples é um dos principais conceitos ligados à sustentabilidade, optando-se por materiais locais ou de fontes renováveis como forma de minimizar o seu impacto no ambiente. Podemos concluir que a construção sustentável visa conciliar a arquitectura com o meio ambiente que nos rodeia diminuindo, desta forma, os seus efeitos negativos, partindo de elementos arquitectónicos básicos para a sua projecção.

3.1. PRINCÍPIOS BÁSICOS DA ARQUITECTURA

3.1.1. PROMOÇÃO DOS GANHOS SOLARES

Tanto a forma como a orientação do edifício constituem, a nível do projecto, o primeiro passo para que a construção usufrua de um bom conforto térmico interior. Deste modo, a forma do edifício define as perdas e os ganhos de calor, através da superfície do edifício em contacto com o exterior. Sendo influenciada pelo vento e pela exposição solar, um edifício alto tem mais probabilidade de contrair perdas de calor em relação a um edifício mais baixo. Segundo a perspectiva de Brian Edwards, "*dado que a saúde tem uma dimensão psicológica, os projectistas têm a responsabilidade de criar ambientes que reduzam o stress e que respondam às necessidades dos usuários. O stress laboral pode ser resultado do excesso de trabalho, de uma envolvente opressiva, ou da perda de contacto com os ciclos naturais (como a luz do dia, a radiação solar e a obscuridade nocturna) (...) o efeito da luz*

solar sobre a parede, os edifícios bem ventilados e banhados por luz, a presença de plantas no interior e o contacto com as árvores e arbustos no exterior, constituem fontes naturais de estímulo para os sentidos." (Edwards, 2004:79)

Desta forma, quando se fala no conforto térmico de um edifício tem de se ter em conta a relação entre o clima exterior e a nossa necessidade de abrigo. Variando entre macroclimas (do Ártico ao deserto do Sahara) e microclimas (exposição solar e sombreamentos), a edificação deve ser pensada quanto ao seu posicionamento em relação ao sol. Tal como os restantes elementos da natureza, também o sol pode ser constituído como benéfico ou prejudicial para a edificação. Quando não se tem em atenção questões como a intensidade e exposição solar ou os ventos dominantes, surgem vários problemas na construção, erros muito comuns na arquitectura moderna. O sol, quando utilizado de forma inteligente e pensada para um determinado edifício, é um forte aliado da arquitectura, garantindo energia gratuita e conforto térmico ao edifício, graças ao seu poder energético.

3.1.1.1. SISTEMAS DE AQUECIMENTO PASSIVO

Os edifícios são fortemente influenciados pelo clima, mais especificamente pelas suas variantes (radiação solar, vento e temperatura exterior). A temperatura do ar determina-se a partir dos ganhos (Verão) e das perdas (Inverno) térmicas. As perdas térmicas são a principal causa de arrefecimento do ar interior de um edifício, sendo deste modo necessário criar medidas que visem o melhoramento do conforto térmico, através da utilização de um isolamento térmico contínuo (preferencialmente pelo exterior) e vidros duplos nas fachadas envidraçadas.

O Sol é um dos principais factores a ter em conta na arquitectura. Tal como vimos anteriormente, desde a antiguidade que as civilizações procuram construir segundo o ciclo solar, procurando optimizar o conforto térmico de forma a criar uma harmonia constante entre as variações de temperatura ao longo do ano. Com o evoluir da construção, o sol tornou-se apenas num elemento que garantia iluminação, deixando-se para trás as suas características de aquecimento outrora utilizadas. Para compensar essa

necessidade foram surgindo sistemas de aquecimento activos (aquecedores, radiadores, aquecimento central, ...), que além de prejudicarem o meio ambiente também transformam o ar interior, deteriorando-o.

Ao longo do ano, o sol assume diversas posições, sendo necessário ter um largo conhecimento do percurso do sol ao longo das várias estações do ano para tirar o melhor aproveitamento dos ganhos solares. Além disso, é necessário perceber qual o efeito sombreador que elementos como palas, edifícios vizinhos e vegetação causam na construção que se está a projectar. Um dos pontos mais importantes a ter em consideração quando se pensa em melhorar os ganhos solares num edifício é a orientação das fachadas envidraçadas (a localização, a dimensão e a escolha do tipo de vidro).

As janelas são um dos elementos mais importantes num edifício uma vez que permitem o contacto visual com o exterior, a entrada de luz natural e o aquecimento e arrefecimento natural do edifício através da penetração de raios solares no Inverno e ar fresco no Verão. Tanto o dimensionamento das janelas como os elementos protectores devem ser determinados mediante o clima em que se projecta, variando ao longo das estações do ano. Uma vez que são estas o elemento-chave de interacção com o clima exterior, devem ser adequadas às condições climáticas, criando um equilíbrio entre as áreas envidraçadas e as áreas opacas (as primeiras recebem o calor instantaneamente enquanto as segundas actuam como armazenamento do calor). Os vãos orientados a Sul são a solução mais benéfica para o controlo da temperatura interior, já que permite a entrada da radiação solar nos meses mais frios, quando o sol ocupa uma posição mais baixa, e elimina-a nos meses mais quentes, quando o sol assume uma posição mais elevada. Como forma de controlar a quantidade de luz que penetra no edifício, torna-se necessário a utilização de sistemas de sombreamento exterior, minimizando assim a luz, sem interferir com a vista para o exterior.

Os vãos orientados a Norte são, geralmente, constituídos por duas funções específicas: a ventilação natural e a contemplação da vista exterior. Uma vez que o lado norte não recebe raios solares, isso implica somente perdas de energia. A criação de aberturas na fachada norte e sul permite criar um equilíbrio no edifício, complementando as pequenas aberturas a norte com o aumento de grandes áreas envidraçadas a sul.

Quanto aos vãos orientados tanto a Nascente como a Poente, o ângulo de incidência solar não tem grandes variações ao longo do ano, sendo que no inverno estes vão conseguir captar uma grande parte da radiação térmica. Já no verão, esse mesmo calor torna-se indesejável, sendo necessário ter em atenção o dimensionamento dos vãos e proteger os vãos através do exterior, impedindo completamente a penetração dos raios solares.

As aberturas zenitais (clarabóias), além de criarem uma iluminação agradável, permitem o aquecimento nos dias mais frios (devido ao seu plano horizontal). Porém, também este tipo de vãos tem o inconveniente de no verão absorver demasiada radiação solar, o que provoca um sobreaquecimento no edifício (efeito de estufa). Como forma de evitá-lo, as clarabóias têm de ser compostas por um sistema de sombreamento exterior que permita a quebra da radiação solar. Além disso, a clarabóia deve ser complementada com uma ventilação natural, como forma de refrescar o edifício. Este tipo de sistema pode ser operado tanto manualmente como através de comandos, facilitando o seu manuseamento. No caso de uma grande superfície zenital, é necessário ter em conta a sua abertura para minimizar o efeito de estufa.

A inércia térmica é o principal responsável pelo conforto térmico no interior de um edifício. A estabilidade térmica é conseguida através de materiais maciços e pesados que, associados a um bom isolamento, permitem armazenar a temperatura durante o dia de forma a libertá-la lentamente ao longo da noite, mantendo uma temperatura amena. Quando se entra numa igreja, sente-se um choque de temperatura em relação ao exterior, ora fresco no verão, ora uma temperatura amena no inverno. Esta sensação é o retrato real da massa térmica. A construção actual, para conseguir uma boa inércia térmica não necessita de conter grandes paredes maciças de pedra como antigamente, já que os materiais e as técnicas construtivas evoluíram, surgindo hoje em dia materiais que optimizam o conforto térmico. Construções compostas por estruturas pesadas e um eficiente isolamento térmico favorecem uma relação directa com o exterior. Porém é necessário ter em consideração que materiais pesados como o betão e o tijolo não podem ser revestidos por outros materiais mais leves (alcatifas, tectos falsos, madeira,...) já que estes revestimentos funcionariam como isolantes, quebrando o efeito de

armazenamento e condução do calor para o interior do edifício.

Como forma de optimizar o desempenho da inércia térmica é necessário investir no isolamento contínuo do edifício, preferencialmente pelo exterior, de forma a vedar o edifício de eventuais perdas térmicas. Por outro lado, também a cor tem um papel importante quando se fala de inércia térmica. Estudos revelam que as cores claras (associadas a climas quentes) tendem a reflectir mais facilmente a radiação, ao contrário das cores escuras (associadas a climas frios) que absorvem o calor, aumentando a temperatura interior dos edifícios. Quando se conjuga a cor das superfícies com a inércia térmica que se pretende acumular, surge um equilíbrio entre a habitação e o ambiente, optimizando assim o conforto do edifício. Hoje em dia existem diversos materiais novos no mercado entre eles o isolante transparente. Este material permite deixar a luz solar entrar no edifício, sem que com isso perca o calor, associado aos envidraçados convencionais, substituindo as janelas se não houver a necessidade de proporcionar vistas para o exterior.

Podemos concluir que Portugal, tendo temperaturas médias entre os 18º e os 26º ao longo do ano, tem todas as condições para optimizar o conforto térmico e energético do edifício, de forma a estabilizar a temperatura interior, armazenando-a.

Sistemas de ganho directo ...

Todos os sistemas solares passivos caracterizam-se pela captação da radiação solar e posterior distribuição para o interior do edifício. Os sistemas de ganho directo são os mais utilizados na arquitectura. Toda a construção necessita de ser bem isolada, fazendo com que a radiação solar penetre no edifício através dos vãos, sendo posteriormente absorvida, tanto pelas paredes como pelos pisos (materiais pesados da construção). O isolamento térmico tornou-se essencial na construção, permitindo maximizar o desempenho energético nos edifícios, podendo ser aplicado pelo interior, na caixa de ar entre duas paredes ou pelo exterior. É esta última solução que visa ter mais eficácia quando se pensa em diminuir o consumo energético do edifício. Um edifício em que o isolamento térmico é colocado de forma contínua pelo exterior tem mais vantagens em relação aos anteriores, já que permite a eliminação das pontes térmicas; garante uma maior durabilidade dos mate-

riais; permite manter uma temperatura estável no interior do edifício; e, permite inúmeros acabamentos tais como reboco, pedra, madeira, tijolo, ..., colados ou fixados através de mecanismos metálicos. Toda a edificação absorve energia, no entanto, são os materiais pesados que permitem armazenar a massa térmica para libertá-la durante a noite, quando já não existem ganhos solares. No Verão, a radiação solar é mais intensa e, como tal, os ganhos de calor devem ser o mais reduzido possíveis.

Como o sol mantém uma posição mais alta durante esta estação do ano, em relação ao restante ano, torna-se possível controlar a penetração da luz solar no edifício. O sombreamento, seja ele fixo ou móvel, permite reduzir a incidência solar no interior da edificação. Além disso, hoje em dia, os vidros contém diversas características que os distinguem e permitem reduzir, de forma considerável, os ganhos de calor. Tanto o tamanho das aberturas como a sua orientação constituem um factor importante na construção, de forma a que estas não provoquem desconforto térmico aos utentes desse mesmo espaço.

O vidro tornou-se, ao longo das últimas décadas, um dos materiais mais estudados na arquitectura. Graças à sua evolução, hoje em dia existe uma imensa variedade de vidros no mercado, cuja qualidade permite criar áreas envidraçadas mais extensas. O vidro deve ser utilizado de preferência duplo e permite criar

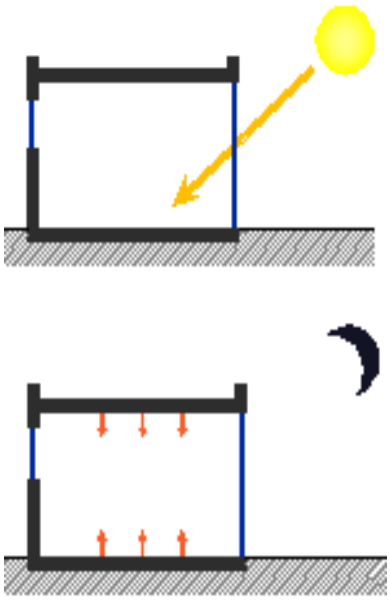


Figura 2: Sistema de ganho solar directo no Inverno. A radiação solar penetra no envidraçado e é absorvida pela construção, sendo esta libertada durante a noite para o interior do edifício.

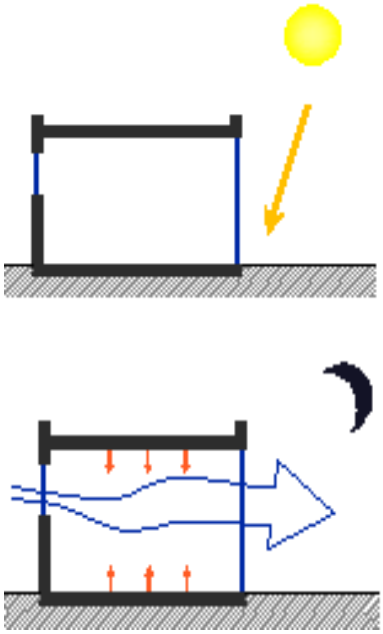


Figura 3: Sistema de ganho solar directo no Verão. Os materiais pesados absorvem o calor e libertam-no durante a noite. Como forma de minimizar o aquecimento do edifício, recorre-se à ventilação cruzada

um equilíbrio entre as áreas opacas (paredes) e as áreas envidraçadas (radiação solar), de forma a que os materiais pesados tenham capacidade para absorver e armazenar o calor mantendo o edifício com uma temperatura adequada. As caixilharias são o elemento de transição entre a parede e o vidro, tendo a função de estanqueidade (vento, chuva, temperatura...) garantindo a protecção dos espaços interiores. Tal como o vidro, também as caixilharias sofreram avanços tecnológicos ao longo dos últimos anos. A estanqueidade tornou-se num factor importante, permitindo controlar a relação do edifício com a temperatura. No entanto, para que este sistema tenha o êxito esperado é necessário que o edifício seja composto por um sistema de ventilação natural ou, em alguns casos, de uma ventilação incorporada no próprio vão, através de grelhas, de forma a garantir a renovação do ar.

Uma variante da utilização do vidro na construção é a parede-cortina, também conhecida como fachada dupla activa. Esta permite conjugar a estética à eficiência energética. A fachada dupla é composta por duas superfícies em vidro, separadas por uma caixa de ar, onde é possível colocar dispositivos de sombreamento. Se esta for bem projectada, a fachada exterior funciona como elemento de protecção contra as intempéries, mantendo a fachada interior com janelas que se possam abrir, criando um sistema de ventilação natural. Outra variante é o redireccionamento da luz através da utilização do vidro prismático, já que a luz modifica-se ao atravessar o vidro, impedindo a entrada directa da luz, redireccionando-a para outras áreas do espaço. Também o vidro crómico tem ganho importância na arquitectura, sendo que este pode alterar o seu estado se for activado (passar de claro para escuro, transparente para opaco). Este sistema permite controlar a radiação solar que entra no edifício, minimizando o sobreaquecimento e o encadeamento, alterando as suas características de absorção da temperatura e intensidade da luz.

Sistemas de ganho indirecto ...

Os sistemas de ganho indirecto caracterizam-se pelo uso indirecto da radiação solar, ou seja, o calor é captado e armazenado, para mais tarde ser libertado para o interior do edifício. A gestão da energia pode ser conseguida

pelo próprio utente, que controla a quantidade de energia térmica que necessita. No Inverno a energia é colectada e distribuída para o interior da habitação, controlando assim a temperatura interna. Já no Verão este sistema é revestido, fazendo com que a ventilação minimize o seu sobreaquecimento. Este tipo de sistema é composto por um plano de vidro que é colocado junto da face exterior de uma parede de alvenaria, que tenha uma grande capacidade de armazenagem térmica (deixando uma caixa de ar).

Estas paredes são conhecidas como paredes solares ou de massa térmica, construídas na fachada virada a sul, fazendo com que o Sol a aqueça durante o dia para uma posterior libertação do calor no interior. O vidro colado sobre a fachada permite minimizar as perdas térmicas para o exterior.

A parede de Trombe, também conhecida como Trombe-Michel é uma das variações da parede de massa térmica, tendo a capacidade para armazenar o calor, proveniente dos raios solares durante os dias no inverno, para depois transmitir esse calor durante a noite para os espaços interiores do edifício. Já no verão, como estas paredes são apenas orientadas a sul, o ângulo de incidência dos raios solares não permite a acumulação contínua do calor e, se tal acontecer, a utilização de sistemas de sombreamento permitem quebrar essa fonte de calor. Este sistema é composto por um vão sobre o qual é colocada uma parede maciça (10 a 30 cm). A face externa da parede é pintada da cor escura como forma de aumentar a captação dos raios solares. Graças a este sistema baseado no sistema de efeito de estufa, a caixa de ar entre o vidro e a parede chega a atingir temperaturas muito elevadas (30º a 60º). Este calor pode ser transmitido directa ou indirectamente para o interior do edifício. No primeiro caso, o espaço é aquecido através da ventilação natural, no qual são utilizados pequenos orifícios na parede para a condução do calor, criando uma corrente de convecção entre o interior do edifício e a caixa de ar (local onde se encontram as temperaturas mais elevadas). No segundo caso, não existe o recurso à ventilação natural, sendo a energia armazenada na parede térmica durante o dia e transferida posteriormente para o interior do edifício (variando consoante a espessura da parede). Conhecido também por parede de armazenamento, permite estabilizar a temperatura interior. Este tipo de sistemas são muito eficazes nas épocas frias.

As paredes de Trombe estão localizadas nos alçados orientados a sul, em especial nos espaços em que se necessita de mais calor, aumentando o conforto térmico do edifício e diminuindo consideravelmente as necessidades energéticas do mesmo. Os alçados orientados a sul têm mais vantagens já que é nesta posição que à mais intensidade dos raios solares, não interferindo com a baixa altitude do sol no inverno. Como forma de evitar o sobreaquecimento da edificação no verão, estes sistemas devem ser compostos por sombreamentos móveis, de forma a minimizar o seu efeito.

Imagem 62: Casa Schäfer, porto Santo: sistema de ganho indirecto.

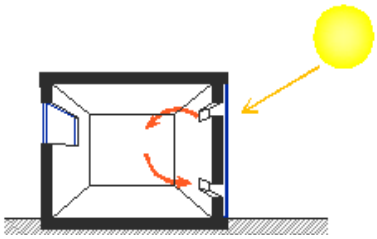


Figura 4: A parede Trombe-Michel.

Outra variante da parede térmica é a parede de água. Tendo como base a parede de armazenamento, a diferença encontra-se no material utilizado para o armazenamento, substituindo-se a parede sólida pela água. São colocados grandes recipientes com água onde se localizavam as paredes de alvenaria. Como a água tem uma maior capacidade térmica em relação ao tijolo e ao betão, torna-se numa solução mais eficiente quando se pretende aquecer um espaço através de uma massa térmica menor.

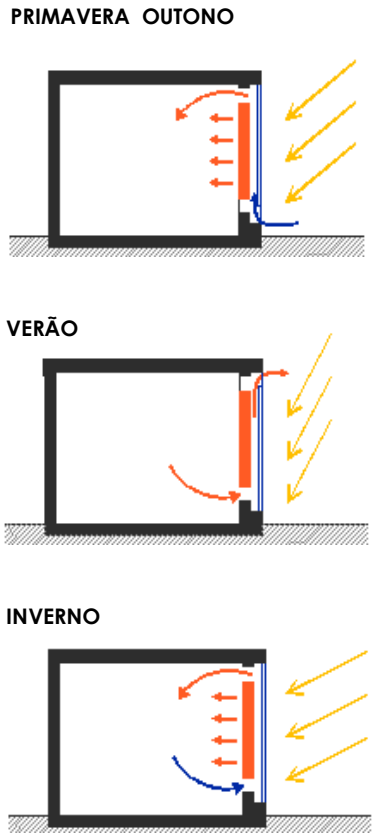


Figura 5: O funcionamento da parede Trombe-Michel.

Sistemas de ganho isolado ...

As estufas solares (também conhecidas como jardins de inverno) conjugam o sistema de ganho directo e indirecto num só. Além de captarem o calor e o conduzirem para o interior do edifício, criam um espaço de lazer muito agradável nos dias frios. A sua principal

função reflecte-se no aquecimento solar passivo, convertendo a radiação solar em calor. Este é absorvido pelos elementos de massa térmica para posterior libertação, sendo que uma parte é transferida directamente por convecção natural para o ar da estufa. Desta forma, a estufa caracteriza-se por ser um espaço de ganho directo, cujo objectivo principal se prende no aquecimento dos espaços adjacentes, por convecção.

A estufa funciona de diversas formas: nos dias quentes absorve a energia solar (para posterior transferência para o interior); por outro lado, nos dias frios, assim como durante a noite, a estufa funciona como uma câmara de ar quente que permite minimizar as perdas térmicas. A parede de grande inércia térmica é colocada entre a estufa e o interior da edificação, fazendo com que o calor seja transmitido de forma gradual aos espaços interiores. Embora esta seja uma solução muito eficaz no Inverno, no Verão não tem essa mesma aprovação devido aos intensos raios solares, fazendo com que este sistema seja provido de sombreamento nas superfícies colectoras de energia. Na casa em Muzano, na Suiça, do arquitecto Davide Macullo, um pátio todo envidraçado funciona como uma estufa, estando esta integrada no edifício. Durante o inverno, a radiação solar penetra no interior do espaço através dos grandes vãos envidraçados (aquecimento). Em contra-partida, nas restantes estações do ano, um sistema de persianas semi-automáticas, locali-

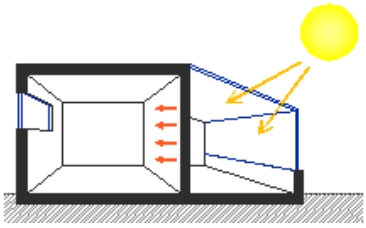


Figura 6: Estufa solar de ganho isolado

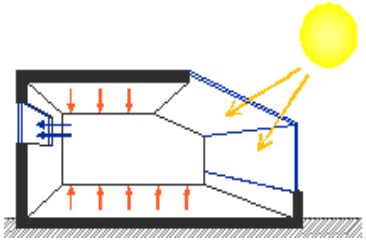


Figura 7: Estufa solar de ganho directo

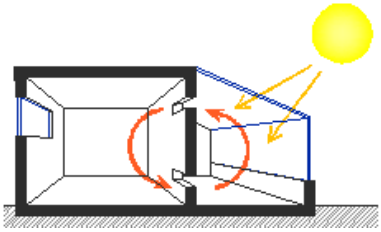


Figura 8: Estufa solar com termossifão.

Imagem 63: Casa em Muzano, na Suica

zadas no tecto e na fachada permite regular a temperatura interior, sendo nesta última possível abrir totalmente, criando uma varanda à sombra, que permite a circulação do ar.

Uma variante dos jardins de inverno consiste nas estufas solares com termossifão. O calor é transferido para o interior do edifício através de pequenas aberturas automáticas na parte superior da parede de massa térmica. Estas aberturas são compostas por mecanismos que regulam os níveis de temperatura do ar interior, de forma a que o ar flua sempre numa temperatura adequada. Este sistema tem apenas um inconveniente: ter uma temperatura constante ao longo do ano, algo que não corresponde às necessidades do ser humano. Por essa razão, um sistema manual, com aberturas no alto e na base das janelas, permite que os utentes possam regular a temperatura consoante as suas necessidades.

3.1.1.2. SISTEMAS DE ARREFECIMENTO PASSIVO

Os sistemas de arrefecimento passivo têm como principal objectivo utilizar fontes frias para diminuir a temperatura interior da edificação, aumentando assim o conforto térmico nos dias quentes.

Elementos de sombreamento exteriores ...

Uma das preocupações mais importantes a ter em conta num sistema de arrefecimento passivo é a diminuição da incidência dos raios solares nos vãos envidraçados, conseguido através de sombreamento exterior ou, em alguns casos, de vidros reflectores com sombreamento interior. As janelas são o elo de ligação entre o interior e o exterior, permitindo manter o contacto visual com o exterior, ao mesmo tempo que deixam penetrar a luz natural e respectivo calor proveniente da radiação solar. Embora o Verão seja constituído por dias mais quentes e longos, em relação às restantes épocas do ano, os dias mais quentes do ano surgem quando o sol já está mais baixo, fazendo com que a sua incidência seja maior nas aberturas viradas a sul. No entanto, embora se evite a radiação solar directa, ainda existe a radiação solar difusa e a reflectida, que embora sejam muitas vezes desprezadas, também elas influenciam consideravelmente o conforto de um edifício.

Por esse motivo, uma das formas de controlar as trocas energéticas entre o interior e o exterior do edifício é através do recurso a sistemas de sombreamento exteriores. Os sistemas de sombreamento têm como principal função eliminar a incidência solar sobre os vãos, ou seja, evitar que os raios solares penetrem no vidro, de forma a evitar o efeito de estufa[1]. Hoje em dia existem no mercado inúmeros elementos que permitem proteger os vãos, impedindo a incidência directa dos raios solares no vidro, adequando-se aos projectos arquitectónicos, tais como palas, persianas, portadas, beirados, toldos, venezianas, estores de enrolar ou metálicos orientáveis ou mesmo a vegetação.

Para a eficácia de um sombreamento exterior, este deve obedecer a vários critérios que optimizam o desempenho energético do edifício: proteger o vão da radiação directa, sem interferir com a vista exterior; permitir uma ventilação natural, em qualquer situação; ser fácil de manusear, criando vários níveis de protecção; e, evitar que a radiação térmica captada pelo elemento de sombreamento não seja transmitida para o interior do edifício. As palas fixas, verticais ou horizontais, além de serem integradas directamente na arquitectura impedem a passagem da luz solar directa na estação do verão, permitindo o oposto no inverno. As protecções exteriores móveis como os estores, os toldos ou as portadas permitem criar uma barreira protectora nas aberturas, fazendo com que a radiação solar não penetre no interior dos espaços. Os sistemas lamináveis, constituídos por uma dupla função (sombreamento e ventilação) são uma das soluções mais eficazes, já que além de permitirem obscurecer facilmente um espaço, não quebram o círculo de ventilação natural, podendo as lâminas ser orientáveis de forma independente. Compostos por lamelas de alumínio apoiadas sobre calhas laterais, estas podem ser manuseadas tanto manualmente como através de sistemas eléctricos, fazendo com que os raios solares sejam reflectidos até 80%[2]. Outro elemento utilizado são as cortinas interiores, embora não sejam tão eficientes (menos 30% em relação aos mecanismos exteriores de protecção)[3].

---

[1] **Efeito de estufa** – Quando os raios solares atravessam o vidro, transportam o calor para o interior do edifício, mantendo-se retido neste espaço, sistema esse a que se dá o nome de efeito de estufa.

[2] Informação retirada de Tirone, Lívia. Construção sustentável – soluções eficientes hoje, a nossa riqueza amanhã. Lisboa, 2007

[3] Segundo os estudos do LNEC, em 2006.

Segundo Lívia Tirone, quando se fala de aberturas orientadas a Sul, Nascente e Poente, estas implicam uma incidência directa dos raios solares, o que durante a estação quente se torna prejudicial para o conforto interior do edifício. Nos vãos orientados a Sul, devem ser utilizados palas horizontais ou toldos, já que estes permitem manter a visão total do exterior. No caso da utilização de sistemas de lâminas horizontais, de preferência orientáveis, é possível reflectir a maior parte dos raios solares, mantendo intacta a vista exterior. Nos vãos orientados a Nascente ou Poente, o sol assume sempre uma posição baixa, na linha do horizonte. Por essa razão um sistema de sombreamento horizontal vai permitir a reflexão da radiação solar e, ao orientar as lâminas, a vista sobre o horizonte irá desaparecer. Neste caso as lâminas verticais são as mais adequadas, fazendo com que se regulem mediante a posição do sol, evitando assim o bloqueio da paisagem.

A casa Ijburg, na Holanda, do atelier Marc Koehler Architects, é constituída por amplas janelas, permitindo tirar partido dos ganhos solares no inverno. A fachada é composta por pedra e vegetação, sendo que esta última proporciona sombra ao edifício nos dias de verão. Esta dualidade permite compensar o edifício dos contrastes climáticos existentes no verão e no inverno. Por vezes, o ser humano tem tendência a complicar, quando as soluções simples se encontram mesmo ao seu dispor. A vegetação é um ele-

Imagem 64: Casa Ijburg, na Holanda

Figura 9: Ventilação de um só lado

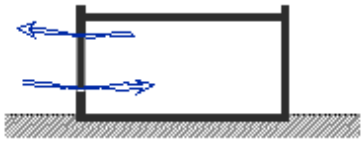


Figura 10: Ventilação de um só lado sistema de termossifão

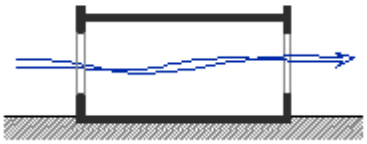


Figura 11: Ventilação cruzada

mento que os arquitectos teimam em ignorar e que constitui-se como um sistema de sombreamento muito eficaz e natural. Desde estruturas compostas por plantas à utilização de árvores, ambas de folha caduca, tornam a vegetação num forte aliado da arquitectura, desde a antiguidade.

Ventilação natural ...

Existem várias estratégias passivas, variando consoante o local em que insere a construção, tais como o arrefecimento radiativo, o arrefecimento evaporativo e o arrefecimento pelo solo. No entanto, o sistema mais utilizado é a ventilação natural. Os edifícios são diariamente sujeitos à temperatura do ar exterior. A ventilação natural é uma solução passiva para optimizar o conforto térmico no interior de um edifício. Além de ser uma forma de renovar o ar, utiliza um elemento natural (vento) aumentando a qualidade do ar interior. A ventilação resulta do movimento do ar, sendo mais eficiente em grandes diferenças de temperatura. O aproveitamento da amplitude térmica (principalmente durante a noite e no início da manhã) permite criar um ambiente mais fresco no interior do edifício, minimizando os ganhos de calor excessivos. A ventilação natural é uma das formas de reduzir a inércia térmica, responsável pela temperatura elevada do verão no interior dos edifícios.

A utilização da ventilação permite também responder, de forma positiva, às necessidades de conforto dos utentes de um edifício. Através do fornecimento de ar fresco, a ventilação directa (frescura directa para os utentes) e a ventilação indirecta (reduzir a temperatura dos elementos estruturais) são as principais razões para o uso da ventilação natural. Uma vez que o edifício tem tendência a aquecer durante o dia, o uso da ventilação durante a noite permite arrefecer a temperatura interior do edifício, tanto a nível do ar como dos elementos estruturais. No entanto, embora a movimentação do ar seja benéfica para o nosso conforto, pode também criar situações menos confortáveis, sendo necessário conhecer o movimento do ar. Como o ar quente é mais leve em relação ao ar frio, este sobe. Uma das situações mais comuns é a acumulação do calor no tecto da edificação, fazendo com que o ar quente não se dilua no ar frio. A utilização de aberturas na parte superior das paredes vai permitir diluir o calor que se acumula no tecto, fazendo a renovação do ar.

Quando se fala de ventilação, pensa-se imediatamente em formas de fazer entrar o fluxo de ar no interior do edifício, surgindo as janelas como uma das soluções mais eficientes, permitindo criar um fluxo de ar que, em movimento permite renovar o ar no interior do edifício, tornando-o mais fresco e saudável.

3.1.2. ESCOLHA DOS MATERIAIS

3.1.2.1. DURAÇÃO E GESTÃO DOS RESÍDUOS

A escolha dos materiais tem consequências muito importantes no ambiente. A consciencialização da sociedade para o impacte ambiental e a sua consequente procura de produtos ecológicos fez com que surgissem no mercado diversos produtos, desenvolvidos de forma a minimizar o impacte ambiental. Tal como já foi dito no capítulo anterior, a catalogação de certos produtos passou a definir a sua qualidade ambiental em relação a outros produtos da mesma categoria. A 23 de Maio de 1992, a CEE determinou através da Directiva nº 880/92, a utilização de um selo ecológico para os produtos com o melhor desempenho a nível ambiental, numa determinada categoria. Porém, nem todos os materiais de construção não foram totalmente abrangidos por esta directiva, sendo avaliado o seu impacte ambiental durante as várias fases do seu ciclo de vida e tendo em atenção questões como a energia incorporada e a poluição que o material exerce sobre o ambiente.

A escolha dos materiais de construção afecta sempre o meio ambiente. Segundo Pedro Bento, "*é necessário estabelecer um equilíbrio entre a protecção da fonte e a satisfação das necessidades humanas. (...) Surge ainda a necessidade de usar e conservar ao mesmo tempo, ou seja, de poupar e garantir o uso eficiente dos recursos através do design sustentável, que envolve a especificação de matérias e produtos capazes de atingir esses objectivos.*" (Bento, 2007:72)

Quando se pensa na construção é necessário ter em conta as consequências ambientais que resultam desta, tais como o aquecimento global, as chuvas ácidas, a destruição dos recursos naturais e da camada de ozono, assim como o aumento da poluição, tanto do ar como da água e do

solo. Segundo Pedro Bento, "*parece consensual e evidente que a arquitectura e o ambiente por ela proporcionado têm uma profunda influência sobre o nosso bem-estar físico e até psicológico, ou seja, o efeito estende-se além do que é visível, para criar a nossa própria e individual percepção do ambiente natural, cultural, social, económico e político.*" (Bento, 2007:58)

Ainda segundo a opinião de Pedro Bento, uma forma de minimizar a pegada ecológica dos edifícios é através da utilização conscienciosa do consumo dos recursos (especialmente a energia e a água), da escolha dos materiais e da qualidade do ambiente interior dos edifícios. Desta forma, é necessário ter em consideração as características dos materiais, sendo que eles devem: garantir a qualidade do ar interior; maximizar o desempenho energético-ambiental do edifício; minimizar o impacto ambiental dos materiais através da reutilização ou reciclagem; e, identificar a sua origem, tendo em consideração questões como a extracção, o fabrico e o transporte.

Embora os materiais de construção tenham vindo a reduzir os nossos recursos naturais, não constituem por si só a principal causa para a sua destruição. A destruição do habitat natural, por vezes ilegalmente, não constitui a principal causa de destruição do planeta. É a energia utilizada no processo de extracção das matérias-primas e o seu fabrico (energia incorporada) que mais impacto tem no ambiente.

A destruição do ambiente pode ser minimizada tendo em conta os materiais utilizados na construção. Se utilizarmos, por exemplo, madeiras provenientes de fontes renováveis, podemos pôr um ponto final na destruição devastadora das florestas. O abate de grandes árvores antigas, além de proporcionar uma grande quantidade de matéria-prima, vai permitir renovar as florestas, fazendo com que árvores novas respirem e cresçam mais rapidamente. Além disso, a criação de plantações de novas árvores nas áreas de abate permite criar um novo ciclo natural, renovando sempre a matéria-prima. Hoje em dia já existem empresas de abate que têm em atenção as árvores que vão cortar, marcando-as para futuro abate, além de procurarem não derrubar as árvores que se encontram na sua envolvente, no acto da queda. Pequenos actos como estes permitem dar um grande passo para a reflorestação do nosso habitat. O sector da construção constitui um grande impacto no ambiente, resultando no consumo desenfreado de energia e de

produção de químicos. A duração dos materiais reflecte-se sobre a vida útil de um edifício, sendo que estes não devem ultrapassar a vida do próprio edifício, a não ser que possam ser reciclados ou mesmo reutilizados. Hoje em dia, assiste-se à produção de inúmeros resíduos sólidos por parte das cidades, que têm de ser minimizados. Segundo Lívia Tirone, "*o meio edificado incorpora muitos dos materiais que são extraídos da crosta da terra e, enquanto estes matérias permanecerem incorporados nos edifícios, constituem um recurso ambiental estável da humanidade, na medida em que, ao longo de muitos anos, nos protegem das intempéries. Uma utilização racional dos recursos naturais (materiais e resíduos) inclui seleccionar os materiais para a construção, e tomando em consideração a sua durabilidade, o potencial da reutilização e de reciclagem e o seu impacto sobre a qualidade do ar interior.*" (Tirone, 2007:26)

Imagem 65: Reutilização de materiais, arquitecto Richard Van Os Keuls

A reutilização dos materiais pode ser feita de várias maneiras. Materiais que resultam de demolições são utilizados como agregados para o enchimento (fundações ou construção de estradas). Além disso, com um estudo mais aprofundado da composição da argamassa, tijolos podem ser reutilizados sem os danificar. Segundo a opinião de Pedro Bento, a reciclagem é uma forma de diminuir drasticamente a utilização de recursos naturais e de matérias-primas, reduzindo assim o impacte ambiental ligado ao sector da cons-

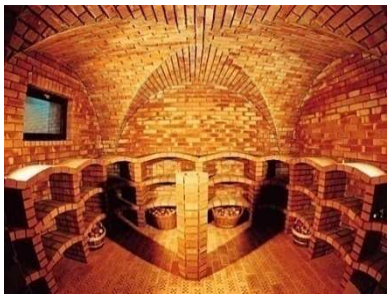


Imagem 66: Reutilização de materiais: adega em tijolo reciclado

trução. Podemos mesmo dizer que hoje em dia, em alguns países já se utiliza a reciclagem como modo de vida, talvez pela escassez de alguns materiais. No entanto, os resíduos provenientes da construção ainda são um dos maiores problemas ligados ao ambiente. Os resíduos são geralmente mandados para os aterros, sem que o seu valor seja avaliado. A reutilização dos materiais torna-se numa forma eficaz de combater esse problema.

3.1.2.2. IMPACTO DOS MATERIAIS NO AMBIENTE

O impacto ambiental é muito difícil de quantificar devido às suas diversas variáveis. Deste modo, os parâmetros a ter em conta assumem diferentes prioridades, consoante o material que se pretende avaliar. A energia incorporada nos materiais é talvez o único parâmetro quantificável, já que está associado directamente aos vários processos que lhe estão associados (extracção, fabrico, transporte e aplicação). No sector da construção, o consumo energético é considerado através da energia consumida durante a sua utilização e a energia utilizada na sua construção. Esta última é conhecida como a energia incorporada [4].

A produção de materiais recorre geralmente a produtos químicos, o que resulta na emissão de diversas toxinas para a atmosfera, aumentando consideravelmente os graus de poluição. Desta forma, podemos considerar que a energia utilizada na extracção das matérias-primas está dependente do processo que é utilizado, sendo essa energia caracterizada tanto pela mão-de-obra como pelo consumo energético utilizado nos meios mecânicos. Quanto mais processos o material tiver de sofrer, mais energia incorporada e resíduos irá produzir. Ao quantificar um material é necessário ter em conta tanto a sua energia incorporada como a sua reutilização. Um dos exemplos é o alumínio que, embora tenha uma elevada energia incorporada, é possível ser reciclado e reutilizado. O transporte é um dos factores mais importantes para quantificar a energia incorporada. Quanto maior for o percurso que o material tiver que viajar, maior será a sua energia incorporada. Desta forma,

---

[4] **Energia incorporada** – A energia incorporada é a quantidade de energia utilizada para produzir um objecto, resultando da soma da energia necessária para a extracção das matérias-primas com a energia utilizada no processo de fabricação e deslocação.

materiais locais trazem sempre mais vantagens ao ambiente que materiais importados, reduzindo tanto a energia incorporada como a emissão de poluentes para a atmosfera. Materiais como plásticos, metais, pedra, cimento e madeira são muitas vezes colocados em debate sobre qual a sua posição no meio ambiente.

Os plásticos são compostos por uma grande quantidade de energia incorporada sendo, no entanto, resíduos da produção de petróleo. Emboré ajude a eliminar os resíduos materiais do petróleo, os plásticos são responsáveis por uma elevada quantidade de CO_2, além de libertar gases para a atmosfera, conhecidos como compostos orgânicos voláteis (COVs), prejudiciais para a saúde, quando ingeridos em grandes quantidades, sendo encontrados geralmente em carpetes e tintas à base de óleo. Uma das variedades do plástico é o PVC (cloreto de polivinil). Este plástico, embora seja dos mais utilizados na construção deve ser fortemente evitado uma vez que é prejudicial ao ambiente, dada a sua decomposição não ser ecologicamente segura. No entanto, a sua reciclagem tem vindo a aumentar, aparecendo no mercado através de produtos de baixa qualidade.

Os metais, tal como os plásticos, também são compostos por uma elevada energia incorporada. Na sua maioria, os metais podem ser reciclados, embora desta forma produza mais energia e emissão de gases tóxicos para a atmosfera. O uso de alumínio e aço inoxidável, embora sejam reciclados, têm um grande impacto no ambiente devido à sua fabricação. Já o chumbo, graças à sua composição tóxica, é um material que deve ser evitado. Utilizado essencialmente nas coberturas dada a sua característica duradoura e à prova de água, transmite chumbo para a água, tornando-a imprópria para a rega.

A pedra, base de muitas construções tradicionais, não é um material renovável, mas é abundante em diversos territórios. Sendo a sua extracção bastante destrutiva para o ambiente, a utilização de pedras recuperadas ou provenientes do local da construção permitem diminuir esse impacto.

Um dos materiais mais ecológicos existentes no mercado é a madeira. Proveniente de fontes renováveis, a madeira emite uma reduzida quantidade de emissões de CO_2 para a atmosfera, decompondo-se facilmente. No entanto, a grande desvantagem deste material é a sua importação, sendo transportada de grandes distâncias. Atendendo à grande variedade de

madeiras comercializadas nos dias de hoje (abeto, balsa, carvalho, faia, freixo, pinho,...), assim como aglomerados, contraplacados e laminados, é necessário analisar as suas características específicas, tanto a nível estrutural como ambiental. Graças à escassez de recursos naturais, certas madeiras tornaram-se difíceis de encontrar. Esta situação está relacionada com a variedade de árvores que são replantadas. As espécies cortadas não são replantadas no mesmo número, surgindo escassez de algumas variedades. Este problema tem surgido também com a madeira oriunda das florestas tropicais, que raramente é proveniente de florestas sustentáveis. A utilização de madeiras locais, cuja energia incorporada é reduzida devido à eliminação de vários processos, vai tornar este material "amigo" da construção, embora se tenha de ter em consideração a sua durabilidade e resistência adequada ao fim a que se destina. Nos dias de hoje já existem organizações que promovem a silvicultura sustentável, tais como o Forest Stewardship Council (FSC), tendo como objectivo a exploração sustentável dos recursos florestais como forma de desincentivar o corte excessivo das árvores que resultam, por vezes, no abate descriminado de espécies em vias de extinção e ao abandono de madeira morta nas florestas.

A palha e o colmo são materiais que se têm vindo a destacar na arquitectura. A palha, talvez devido à excelente capacidade isolante e ao seu baixo impacte ambiental é geralmente utilizada como ligante nos blocos de adobe. Já o colmo é utilizado em coberturas, conferindo-lhes uma aspecto atraente e de baixo impacte ambiental.

A terra, um dos primeiros materiais de construção, é um material de fácil acessibilidade, cujo impacte é mínimo. Este material é usado essencialmente de três maneiras: a primeira é conhecida como "cob" e consiste numa mistura de argila e palha; a segunda é conhecida como "adobe" e consiste na moldagem da terra em blocos cozidos ao sol; e, a terceira é conhecida Poe taipa e consiste na moldagem da terra no local, utilizando cofragens.

O betão, dadas as suas características estruturais, resistentes e térmicas, tornou-se num dos materiais de eleição da arquitectura actual sendo, no entanto, claramente prejudicial para o ambiente. Actualmente, este material pode ser reciclado e posteriormente utilizado como agregado secundário, na produção de outros materiais. Uma variante do betão são os blocos de betão

celular autoclavado. Embora estes percorram os mesmos processos produtivos do betão tradicional, têm uma componente que os distingue dos restantes materiais compostos por cimento: a utilização de cal vai produzir uma espécie de filtro que permite absorver mais CO_2 do que aquele que vai emitir para a atmosfera. Desta forma, este material torna-se num material mais ecológico.

Imagem 67: Betão orgânico

A casa Low-Energy Hybrid 3, na Alemanha, de Markus Julian Mayer é um exemplo da incorporação de diversos materiais na construção, tendo em atenção as suas características físicas e energético-ambientais. A habitação está orientada no sentido norte/sul, dividida por dois pisos, tendo o arquitecto feito questão de distinguir os materiais utilizados no interior e no exterior da construção. No exterior a casa assume-se como um composto de madeira e vidro, conferindo ligeireza ao edifício. Por outro lado, o interior da casa incorpora o betão polido, fonte de armazenagem do calor. A madeira cria uma capa de isolamento térmico no edifício, superior aos métodos convencionais, mais compactos.

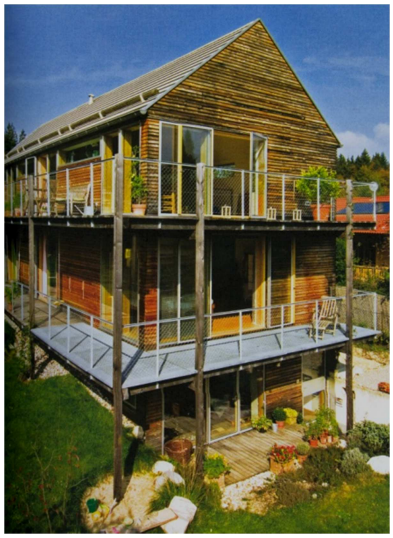


Imagem 68: Casa Low-Energy Hybrid 3, na Alemanha

É necessário ter em atenção os recursos naturais, de forma a preservá-los. Uma vez que a degradação do meio ambiente tem um enorme impacto tanto no ambiente como na saúde humana, torna-se necessário o arquitecto procurar preservar a natureza através do controlo da emissão de gases para a atmosfera e da escolha de materiais com o

mínimo impacto ambiental. Um dia, os edifícios serão autónomos a nível energético, reduzindo as necessidades energéticas e assumindo claramente a integração de energias renováveis, tanto no edifício como na produção dos materiais. Nessa altura, a energia necessária para o bom funcionamento de um edifício estará relacionada com a energia produzida para a sua construção.

3.1.3. FONTES DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

Portugal tem vindo a deparar-se cada vez mais com novas construções dotadas de sistemas de energias renováveis. Embora o nosso país seja caracterizado pela sua óptima localização geográfica e exposição solar, o número de edifícios ainda é muito escasso, quando se compara com outros países da Europa, onde as casas construídas já têm inseridas energias renováveis. As energias renováveis são uma solução eficaz para complementar a energia utilizada nos edifícios. Embora se deva dar preferência à implementação de técnicas passivas nos projectos de arquitectura, a utilização de sistemas activos permite maximizar o conforto térmico de um edifício, sem pôr em causa o impacto que estes possam vir a ter no ambiente, já que permitem transformar a energia que recebem em electricidade. A crescente preocupação da população em relação à destruição do planeta, principalmente pela escassez dos recursos fósseis, levou a que nos últimos anos a população investisse mais nas energias renováveis. A energia solar, eólica e hídrica são os sistemas de aproveitamento mais utilizados no mercado.

A energia eólica utiliza o vento como forma de produzir energia, sendo este tipo de energia já é utilizado há muitos anos, tanto em barcos à vela, cuja energia dos ventos permite-lhes movimentar sobre a água, como na agricultura ao utilizar os moinhos de vento para bombear água e moer os grãos. Actualmente, a força do vento é usada para gerar electricidade, através de turbinas compostas por lâminas. A turbina contém uma ventoinha ligada a um eixo central, chegando até uma caixa de transmissão que permite aumentar a velocidade de rotação. Um gerador é ligado ao transmissor, permitindo produzir a electricidade. Grandes turbinas (aero

geradores) são colocados em zonas ventosas, concentradas nos parques eólicos, de forma a que a produção de energia seja mais rentável. Quando a solução pretende apenas alimentar uma pequena localidade são utilizados aero geradores de baixa tensão[5]. A energia eólica é considerada uma das fontes naturais de energia mais importantes, principalmente por ser renovável e nunca se esgotar. Além disso, pode ser utilizada em conexão com a rede eléctrica como em áreas isoladas. O mundo está sensível às alterações climáticas e, como tal, a utilização de turbinas eólicas tem vindo a aumentar ao longo dos últimos anos. Em Portugal, a energia eólica tem vindo a aumentar, com a entrada em funcionamento de vários parques eólicos. Em média, segundo estudos da REN, Portugal produz entre 10% a 20% de electricidade proveniente da energia eólica.

Outra fonte de energia cada vez mais utilizada é a energia hidráulica (ou energia hídrica), proveniente do movimento da água. A energia cinética do movimento da água é usada nas barragens e nos moinhos para a produção de electricidade. Os moinhos de água utilizam a água corrente, aproveitando desníveis e quedas de água para movimentar a água. Esta é convertida em energia mecânica através da rotação de um eixo. Por outro lado, as barragens são compostas por lagos artificiais provenientes de um rio, de forma a criar uma constante produção de energia. Para a eficácia deste tipo de captação de energia é necessário que haja um fluxo de água contínuo, evitando assim a redução dos níveis de água. A criação de lagos artificiais tornam-se muito importantes para colectar a água, permitindo manter o mesmo fluxo de água, mesmo nas épocas quentes quando a água tende a evaporar. A criação de um lago artificial é construído com materiais muito resistentes (pedra e betão), vedando esse espaço e mantendo a água em reservatório. A água que se encontra presa nos reservatórios passa por uma turbina, produzindo energia mecânica que é posteriormente transformada em electricidade por um gerador. O gerador é conectado a várias turbinas hidráulicas, ligando-o directamente à rede de energia. Uma outra fonte de energia renovável é a biomassa, sendo geralmente utilizada em edifícios habitacionais como forma de aquecimento, sob a forma de lenha e pinhas ou pellets. Este tipo de aquecimento requer algumas condições de utilização

[5] Informação retirada de http:// wikipedia/ energia_eolica

para que possa ser considerado eficiente. Uma lareira tradicional (aberta) torna-se ineficiente já que perde a maior parte do calor que produz.

Em contrapartida, os recuperadores de calor permitem concentrar o calor, uma vez que são compostos por uma caixa de combustão fechada. Tendo uma aparência semelhante às lareiras (graças a uma porta de vidro que faz a separação entre a caixa de combustão e o interior do edifício), os recuperadores permitem manter o ar saudável, já que os fumos da queima não circulam pelo exterior do aparelho. Além disso, podem aquecer outros espaços do mesmo edifício através de um sistema de tubagens que permite distribuir o calor, tornando-o num sistema centralizado.

No entanto, graças à grande exposição solar que Portugal usufrui (maior da Europa), a energia solar é o tipo de energia com mais capacidades para funcionar. Embora a energia solar ainda esteja a progredir lentamente em Portugal, isso deve-se em parte ao seu custo económico e legislação inerente à sua construção e utilização. A energia solar pode ser convertida tanto em aquecimento como electricidade.

Desta forma, existem dois sistemas de energia solar: o sistema solar térmico (a energia do sol é utilizada para o aquecimento interior do edifício e das águas sanitárias); e, o sistema solar fotovoltaico (a energia do sol é convertida em electricidade).

Imagem 69: A energia eólica tem vindo a ganhar importância em Portugal

Imagem 70: A energia hídrica

Imagem 71: O uso de energia solar é um dos recursos energéticos do futuro

3.1.3.1. SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DA ENERGIA SOLAR

Portugal é o país da Europa cujas características climáticas são as mais favoráveis para a implantação da energia solar. Segundo Lívia Tirone, "*com o recurso renovável do sol à disposição, mais do que em qualquer outro Estado membro da Europa, é criminoso continuarmos a importar combustíveis fósseis com custos económicos, ambientais e sociais incomportáveis, para cumprir o papel que a energia solar consegue facilmente desempenhar. Correctamente concebidos, instalados e operados, os sistemas solares térmicos contribuem sistematicamente para o nosso enriquecimento e para um melhor relacionamento com o ambiente e com a sociedade*". (Tirone, 2007:181)

Sendo assim, a energia solar pode ser utilizada de duas formas: passiva e activa. A forma passiva, tal como já foi dito anteriormente, permite receber os raios solares, de forma controlado, beneficiando o conforto térmico do edifício. Quanto à forma activa, esta apresenta-se sobre a forma de convenção térmica ou eléctrica.

Sistema solar térmico...

Segundo especialistas de várias empresas ligadas ao sector, um sistema solar térmico pode satisfazer a maior parte das necessidades de aquecimento da água durante todo o ano. Embora se pense que existe uma grande variação entre o Norte e o Sul, essa é muito pequena, não sendo um número significativo. Um sistema solar térmico embora seja dispendioso, permite reaver o dinheiro passados seis a oito anos. Com este sistema, a energia proveniente da radiação é totalmente aproveitada, seja ela directa, reflectida ou difusa. Desta forma é garantida a radiação mesmo em dias nublados. Os sistemas solares de aquecimento colectam a energia da radiação solar, transformando-a em calor, sendo este posteriormente distribuído para o edifício sob a forma de água ou de ar quente. Este sistema é composto por um colector solar, um depósito de acumulação, um apoio energético e uma bomba (permutador). Um colector solar é constituído por uma cobertura translúcida, uma placa de absorção e um sistema que permite transferir o calor através de tubos de água ou ar quente.

Para que o colector seja eficaz deve satisfazer três pontos importantes: em primeiro lugar, se for utilizada a água quente como forma de transferência

de calor, os tubos de água devem ser em cobre; em segundo lugar, a placa de absorção deve ser feita em cobre, alumínio ou aço, sendo a superfície da placa pintada de cor escura para uma melhor eficiência; e, por último, a caixa do colector deve ser feita em alumínio (material eficaz mesmo em grandes temperaturas) e deve-se isolar tanto o fundo como os lados que não estão em contacto com o sol (de forma a evitar perdas térmicas) além de utilizar uma capa impermeável em toda a caixa. Um bom colector geralmente dura entre vinte a quarenta anos, com uma manutenção periódica. A radiação é praticamente toda absorvida pela placa de absorção, permitindo assim aquecer a água. Quando a água aquece mais que a sua envolvente, a placa tende a perder temperatura, tornando essencial um bom isolamento da caixa, para diminuir as perdas excessivas. A água circula entre o colector e reservatório através de tubos que permitem conduzir a água posteriormente para os locais de uso. A circulação da água pode ser feita de duas formas: circulação forçada e circulação por gravidade (termossifão). A circulação por gravidade permite que a água quente se eleve sobre a água fria, de forma a promover a circulação da água através de um cano inclinado. A água fria é empurrada para o fundo do colector. A água aquecida sobe de forma natural até à superfície do colector através dos tubos de distribuição, até chegar ao depósito de armazenamento. Este sistema permite minimizar as perdas térmicas, além de ser um sistemas simples e barato.

Já na circulação forçada, a energia é transferida para o contentor através de uma bomba que trabalha a electricidade permitindo um maior aproveitamento do calor, de forma a alterná-lo por diversos pisos, consoante as necessidades. Além disso, permite a ligação directa ás placas fotovoltaicas. Os sistemas de distribuição também podem ser directos ou indirectos. No sistema directo, a água da torneira provém directamente do colector solar. O sistema indirecto contém um circuito de fluido separado, transferindo assim o calor do colector até ao depósito de armazenagem. Este é geralmente construído no telhado, pelo exterior, através do sistema de termossifão, ou no interior da construção através do sistema de circulação forçada.

A principal característica dos sistemas solares de aquecimento de água é a sua armazenagem. Desta forma, é possível utilizar a energia solar enquanto esta estiver disponível. A armazenagem pode ser pensada para uma utilização

diária (período de 24 horas) ou sazonal (durante vários dias). A maior parte dos sistemas utiliza a armazenagem diurna (armazenamento durante o dia para a utilização nocturna), podendo a água quente ser utilizada para consumo directo ou pré-aquecimento de água proveniente de outros sistemas. Actualmente, os colectores existentes no mercado dividem-se em três tipos: colectores planos, colectores do tipo CPC (concentrador parabólico) e os colectores de tubos de vácuo. Quando se fala em colectores domésticos, os mais utilizados são os colectores planos com cobertura (tanto com cobertura e absorsor preto baço como com cobertura selectivo, geralmente à base de crómio negro), utilizados para o aquecimento da água quente (até 60ºC), sendo um sistema mais económico e de fácil montagem. A cobertura em vidro temperado garante mais resistência ao colector que, associado a um isolamento térmico eficaz, protege-o das diferenças climáticas. Os colectores com revestimento selectivo (em crómio negro) utilizam-se para o aquecimento das piscinas e das águas sanitárias, para o pré-aquecimento da água das caldeiras e termoacumuladores. Desta forma é possível reduzir a factura energética, tanto a nível do consumo de electricidade como de combustíveis.

Embora os colectores planos sejam os mais utilizados para uso doméstico, os mais eficientes são do tipo CPC, por serem mais indicados para o aquecimento interior e das águas sanitárias. Estes colectores conseguem captar melhor a radiação solar, atingindo temperaturas entre 80º a 90ºC. Já os colectores de tubo de vácuo são utilizados para a mesma função dos descritos anteriormente, tendo como diferença a redução das perdas de calor, atingindo assim temperaturas entre 80º a 90ºC, sendo que a sua utilização vai permitir reduzir a emissão de CO_2 para a atmosfera. Actualmente, cada habitação emite, em média, 6% a 8% de CO_2 apenas com o aquecimento das águas. Ao utilizar os sistemas solares de aquecimento das águas é possível reduzir para metade o consumo de energia, economizando até 3% as emissões de gases de efeito estufa.

Sistema solar eléctrico ou fotovoltaico...

A base de um sistema eléctrico (ou fotovoltaico) consiste na célula solar, constituído por um material semicondutor (ex: silicone). Os painéis solares fotovoltaicos convertem a energia solar em energia eléctrica. A luz do sol está

constantemente disponível podendo desta forma fornecer electricidade sempre que for necessário, tornando as fotovoltaicas na fonte de energia do futuro. Uma instalação solar é contabilizada pela capacidade que contém para absorver a energia solar durante as diversas fases climáticas, quantificando a sua contribuição solar durante todo o ano, ou seja, quantificar a energia que um sistema fornece para um consumo específico (KWH ou MJ), além da fracção solar (percentagem da contribuição da energia solar utilizada durante um ano em relação à necessidade de energia total). Elementos como o clima, as condições de consumo, a captação e o rendimento dos colectores solares influenciam o rendimento dos sistemas fotovoltaicos. A energia solar recorre à utilização de colectores para diversas aplicações, desde o aquecimento de ambientes interiores até à produção de energia. O aparecimento de fotovoltaicos no mercado surgiu na década de 70, no entanto, assumiu maior importância nos últimos anos, promovendo uma grande evolução tecnológica. Hoje em dia, os painéis fotovoltaicos procuram aliar a eficiência à estética. O silício cristalino[6] e o arsenito de gálio são os materiais mais utilizados para produzir as células solares. A construção dos painéis solares utiliza estas células, aplicadas de forma a adaptá-las às características ambientais a que se destinam, protegendo-as tanto da radiação solar como de possíveis danos provenientes da sua manutenção.

Um painel solar é composto por um conjunto de células solares, fazendo com que no seu conjunto permitam gerar uma grande quantidade de energia. A forma de absorver mais energia é a sua orientação directamente para o sol. As células solares contém uma estrutura composta por duas placas de materiais semicondutores. Com a luz é gerada uma carga eléctrica através da junção entre um ânodo e um cátodo. Ao silicone que se encontra nos semicondutores é injectado diferentes elementos (iões). A corrente eléctrica é transferida da célula por uma grade de metal que se que se encontra na face exterior da célula (não impedindo a absorção a radiação solar) até um componente que se encontra na parte de trás da célula, de forma a complementar o circuito e permitindo gerar a electricidade.

---

[6] O silício cristalino é produzido essencialmente para os usos fotovoltaicos. Os cristais são aumentados e cortados em pequenos discos que são posteriormente polidos para alisar a sua superfície. Nesta superfície é inserido fósforo e, desta forma, depositados condutores metálicos na superfície, em forma de pente na área virada para a fonte solar e de forma constante no lado oposto.

Devido aos custos elevados dos painéis solares, a sua produção eléctrica ainda se encontra muito baixa a nível mundial. Um dos caminhos que se deve seguir para a produção a larga escala passa pelos incentivos financeiros, como por exemplo a redução de impostos, tal como tem vindo a acontecer em alguns países (Japão, Estados Unidos, Alemanha e Portugal). Um sistema fotovoltaico é caracterizado por um ou mais módulos, sendo que cada módulo é composto por células solares. Estes módulos permitem converter directamente a luz do sol em electricidade, transferindo a energia proveniente da radiação solar para os electrões da estrutura atômica desse material. Além disso, estes sistemas incluem diversos componentes, tais como baterias, que permitem armazenar a electricidade para uma posterior utilização.

A flexibilidade dos painéis solares possibilita a sua utilização em diversos elementos da construção como por exemplo cortinas de vidro, telhas solares, painéis decorativos, entre outros. Estes produtos, embora tenham as mesmas características estruturais e climáticas que os restantes materiais de construção, têm a vantagem de produzir energia suficiente para o consumo energético da habitação. O desenvolvimento de películas cada vez mais finas sobre substratos flexíveis, para um melhor aproveitamento da incidência solar e a possibilidade de desenvolver módulos para os materiais mais comuns da construção, tem sido um dos avanços tecnológicos mais apreciados neste sector, aliando a eficiência à estética. Os sistemas solares fotovoltaicos, além de serem uma fonte renovável e não produzirem a emissão de gases para a atmosfera, permitindo assim diminuir o buraco da camada de ozono e consequente aquecimento global, têm a vantagem de produzir energia a baixo custo durante mais de vinte anos. Sendo uma fonte de energia limpa e sustentável, o retorno financeiro nunca excede os seis anos. Os painéis fotovoltaicos podem ser transportados e reinstalados noutras edificações, permitindo também ter electricidade mesmo quando existe um "apagão" na área em que se situa.

Quando se pensa em instalar um sistema solar num edifício é necessário perceber para que função está a ser projectado e qual a quantidade de energia de que se pretende consumir. Só desta forma se pode projectar um sistema adequado ás necessidades da edificação, sem com isto abarcar custos adicionais. Em primeiro lugar é necessário escolher o sistema que se

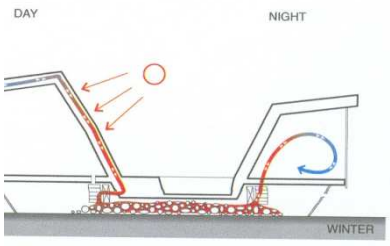
pretende utilizar, seja ele um equipamento com corrente alternada ou contínua, ligado à rede pública ou não. O passo seguinte consiste no estudo rigoroso do percurso do sol ao longo do dia, durante todo o ano, na localidade em que se insere. São considerados os oito meses do ano com mais luz do sol, de forma a proporcionar a captação da radiação solar directa, tendo em atenção elementos que se encontram em redor da construção e que possam proporcionar sombreamentos aos painéis solares (árvores, edifícios vizinhos,...).

Um ponto muito importante quando se projecta um sistema fotovoltaico consiste na quantidade de carga energética necessária de forma a evitar os excessos que, se ligado à rede pública, podem ser vendidas. Como tal, o dimensionamento da área de painéis solares depende de vários factores, tais como o seu custo, a quantidade de energia utilizada, as políticas governamentais, entre outras. Existem três sistemas fotovoltaicos. O primeiro consiste num sistema de painéis fotovoltaicos com carga fundamental (é possível ajustar o sistema para que não ocorram excedentes de energia). O segundo consiste num sistema independente (são utilizadas baterias para armazenar a energia quando não é utilizada). O terceiro consiste num sistema com fornecimento de energia da rede pública numa casa sem energia exterior (permite produzir energia eléctrica através dos painéis fotovoltaicos suficiente ao longo de todo o ano). Os módulos devem ser escolhidos, tanto pela sua eficiência mas também qual o aspecto que se pretende dar à edificação. Com o melhoramento estético dos módulos tornou-se mais fácil a sua combinação com o edifício. Os módulos fotovoltaicos são capazes de produzir mais energia quando são voltados directamente para o sol, permitindo desta forma reduzir o número de módulos utilizados.

Um dos exemplos dos sistemas fotovoltaicos é a Future House, na Austrália, do atelier Innovarchi. Este edifício pretende ser encarado como uma resposta aos novos desafios ambientais. O edifício é caracterizado pela sua forma ondulada, que conjuga a cobertura, a parede e o pavimento como um só. A casa é composta por uma faixa decorativa, sobre um dos lados da cobertura, composta por células solares sensibilizadas por um corante (*dye solar cells*). Estas células foram embutidas no vidro, de forma a produzirem energia eléctrica que pode ser utilizada na hora, armazenada ou mesmo

colocada à disposição de outros indivíduos. Quanto à água quente, esta é aquecida com o recurso a um sistema solar térmico, inovador, baseado num vácuo em tubos de vidro transparente.

Um outro exemplo é a Casa em Schurwald, na Alemanha, dos arquitectos Tina Volz & Michael Resch. Esta procura conciliar o design contemporâneo com o aproveitamento eficiente das energias renováveis, através da instalação de 66 painéis solares na cobertura orientada a sudoeste. Além do sistema solar fotovoltaico, esta casa utiliza duas sondas terrestres, inseridas a 99 metros de profundidade e uma bomba de calor para o aquecimento da água e dos pavimentos. Esta casa conjuga uma construção compacta, com um eficaz isolamento e o aproveitamento da energia solar, minimizando as necessidades de aquecimento até 60%, em relação às casas convencionais.



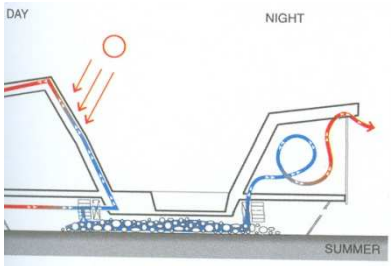


Imagem 72: Futuro House, na Austrália

3.1.4 SÍNTESE CONCLUSIVA

A crescente preocupação pela degradação do planeta, assim como o contacto directo com a natureza e o ambiente que nos rodeia, tornou-se um estudo complexo da vida actual da sociedade. Podemos concluir que a redescoberta de técnicas antigas e de materiais provenientes da natureza tornou-se numa das possibilidades que a arquitectura oferece, criando uma

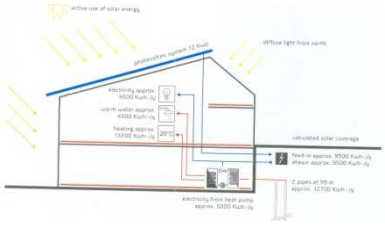


Imagem 73: Casa Schurwald, na Alemanha

forma de projectar mais saudável. Formas simples ligados a materiais reciclados ou locais, e fontes renováveis são uma das formas de minimizar o impacto dos edifícios no ambiente. Podemos mesmo dizer que a construção sustentável visa conciliar a arquitectura com o meio ambiente que nos rodeia diminuindo os seus efeitos negativos.

A promoção dos ganhos solares é talvez um dos métodos mais simples para se construir de forma sustentável. Através do estudo da forma e da orientação de um edifício é possível definir os ganhos e perdas de calor, sendo importante adequar o edifício ao clima exterior. Neste capítulo foi possível constatar que o conforto térmico é um dos pontos mais importantes a ter em conta, já que passamos a maior parte do tempo no seu interior. A orientação e dimensionamento dos vãos, o seu sombreamento, o isolamento do edifício pela face exterior, a utilização de paredes de armazenamento de calor, entre outras medidas, constituem uma forma de minimizar os consumos energéticos de um edifício.

Além disso, técnicas de construção passivas associadas a materiais locais, reciclados ou reutilizados e à introdução de fontes de energia renováveis pode ser o caminho a seguir para um sector da construção mais sustentável, onde o principal objectivo consiste tornar o edifício quase auto-suficiente. Desta forma, podemos concluir que Portugal, dada a sua localização e características climáticas (as melhores da Europa), tem todas as condições para evoluir a nível sustentável.

3.2. CASO DE ESTUDO – BIBLIOTECA TÉCNICA

No âmbito da arquitectura sustentável, desenvolvi na unidade curricular de Projecto III, um edifício que incorpora, de forma ligeira, os princípios básicos da sustentabilidade, nomeadamente a promoção dos ganhos solares, a escolha dos materiais e a utilização de energias renováveis. Nesse sentido, o trabalho desenvolve-se na cidade de Bragança, mais concretamente na área industrial. Partindo do reequilíbrio da cidade através do rio Fervença (elo de ligação entre o passado, presente e futuro) e na criação de um pólo tecnológico, pretende-se criar um elo de ligação entre a cidade existente e a área industrial, como forma de fomentar o desenvolvimento da cidade.

Em suma, este edifício assume como principais estratégias sustentáveis:

- Estudo da implantação do edifício e da sua envolvente através da promoção de espaços verdes envolventes;
- Orientação do edifício no sentido norte/sul, como forma de optimizar os ganhos solares;
- Fluidez dos espaços conseguida pela permeabilidade do edifício (permite alterar a disposição interior, facilitando a sua utilização;
- Escolha de materiais de elevada durabilidade ou locais(pedra a revestir o edifício, assim como nos pavimentos exteriores e madeira nos pavimentos interiores;
- Utilização de sistemas de aquecimento passivo (ganho directo e indirecto) e arrefecimento passivo (ventilação natural);
- Aproveitamento da luz natural directa e iluminação artificial caracterizada por lâmpadas de baixo consumo;
- Utilização de painéis fotovoltaicos para a produção de energia;

Podemos concluir que para se desenvolver um edifício sustentável, não é necessário criar grandes medidas inovadoras, mas sim conciliar os conhecimentos adquiridos ao longo dos tempos, conjugando técnicas passivas, utilizadas pelos povos antigos, a métodos tecnológicos sustentáveis, diminuindo assim o consumo energético do edifício, tornando-o mais eficiente.

Segundo a perspectiva de Gauzin-Müller, "*hoje em dia, desenvolveram-se em paralelo três grandes tendências: o low-tech, o high-tech e uma arquitectura sensata que procura o intermédio entre ambas. Fundado na investigação industrial, o high-tech baseia-se essencialmente na optimização de energia mediante instalações sofisticadas. Os partidários do low-tech reivindicam a economia de meios e a revalorização do conhecimento tradicional (...)movidos normalmente por uma forte implicação social (...) trabalham com idéias da habitação saudável e de autoconstrução. Entre estas duas tendências foi-se perfilando a pouco e pouco uma terceira, menos militante mas muito mais pragmática, que não duvida em utilizar instalações inovadoras para complementar as medidas bioclimáticas, e que situa o ser humano no centro das suas preocupações.*" (Gauzin-Müller, 2005:9)

3.3. O RESGATE DA ARQUITECTURA VERNÁCULA

Com base neste estudo, podemos considerar que a arquitectura vernácula estuda as construções essencialmente rurais, reflexo das tradições transmitidas ao longo das gerações, procurando tirar partido dos recursos naturais disponíveis e oferecendo alternativas práticas que podem dar resposta a alguns dos problemas da arquitectura contemporânea. O fascínio pela arquitectura vernácula não é recente e remete-nos para o século XVIII, como uma reacção ao barroco, levando mesmo a uma junção entre o rural e o urbano. Esta forma de construir ligada à natureza é algo que existe desde os primórdios da construção sendo, no entanto, hoje vista como uma forma de construção barata, associada a países subdesenvolvidos, onde a escassez de recursos económicos é bem visível.

Tal como no restante mundo, também Portugal é um território caracterizado, em parte, pela arquitectura vernácula, sendo possível encontrar diversos exemplos deste tipo de arquitectura, onde a predominância de materiais locais, oriundos da natureza como a pedra e o barro, construções baixas e coberturas inclinadas tornam-se numa referência para o país. A preocupação com o meio ambiente tem vindo a levar os arquitectos a explorar novas alternativas, desenvolvendo construções sustentáveis que, para serem bem exploradas, devem ter em conta princípios básicos da construção, princípios esses explorados pelos nossos ancestrais à séculos atrás, que visavam essencialmente construir um abrigo com os mínimos recursos existentes. Segundo a perspectiva de Victor Papanek, "*as construções vernáculas reflectem as necessidades sociais, as faltas e os anseios das pessoas mais directamente do que as estruturas concebidas pelos arquitectos.*"(Papanek, 1995:142) Desta forma, a arquitectura vernácula, muitas vezes apelidada de rural ou popular, é um conjunto de soluções arquitectónicas que se podem encontrar não só no meio rural como mesmo no urbano, com a junção de várias culturas. Hoje em dia, a arquitectura vernácula tem vindo a emergir, fazendo parte de um conjunto de soluções alternativas que visam minimizar os problemas ambientais actuais, fazendo com que a arquitectura procure arranjar soluções práticas para a construção. Tal como Adolf Loos disse, "*O hoje constrói-se sobre o ontem, assim como o ontem se construiu sobre o anteontem.*" (Loos, 1993:75)

A utilização de técnicas simples como a proporção, a dimensão, a forma e a orientação, ou seja, o desenho arquitectónico, podem melhorar consideravelmente o conforto interior de um edifício. Embora se pense que um edifício deve ser construído com materiais pesados e resistentes como o betão, este traz outros problemas à construção, tais como o sobreaquecimento e a humidade. Materiais locais, provenientes da natureza, são a resposta eficiente para a construção, fazendo com que a arquitectura se adapte ao meio em que se insere, já que desta forma pode beneficiar de alternativas mais económicas, menos poluentes e com maior facilidade de reparação. Hoje em dia, têm surgido diversos materiais naturais, usados geralmente na arquitectura popular, mas que têm ganho bastante importância nas comunidades sustentáveis, tais como: a pedra (resposta eficiente para a construção de fundações, graças à sua impermeabilidade e durabilidade para suportar cargas elevadas); o adobe (material muito utilizado em certas regiões do mundo, graças à sua resistência e facilidade de fabrico e construção); a madeira (um dos melhores materiais para a construção, sendo largamente utilizada em casas pré-fabricadas); e, o bambu (material que pode ser utilizado de diversas formas, substituindo o ferro no mobiliário e andaimes). Este último pode ser utilizado também como estrutura até 3 pisos, utilizando quatro pés de bambu unidos para dar mais resistência.

Construções tradicionais são exemplos que comportam os princípios básicos da sustentabilidade. Um bom exemplo situa-se nas falésias do Colorado, Califórnia. Habitações construídas de forma estratégica na falésia pelos Anasary, permitiam um óptimo controle visual em relação ao plano inferior, além de que, ao estarem embutidas nas rochas permitiam controlar a exposição solar, criando sombreamento no Verão e uma boa exposição solar no Inverno. A utilização de materiais renováveis e o aproveitamento eficiente dos ganhos solares utilizados pelas tribos indígenas são cada vez mais utilizados na arquitectura contemporânea.

É cada vez mais importante o papel do arquitecto quanto à forma como projecta. A materialidade ajustada à forma de gerar uma agradável espacialidade é a função essencial da arquitectura sendo, deste modo, importante perceber as características de um material e a melhor forma de aplicá-lo na obra. A arquitectura contemporânea não deve alterar a sua

linguagem arquitectónica mas sim rever os caminhos que percorre até à sua projecção. A inserção do conceito de sustentabilidade na construção deve ser encarado como uma nova forma de pensar, procurando pensar para além do que é feito e dando uma nova "vida" aos materiais, de forma a que estes possam ser reciclados ou mesmo reaproveitados.

Segundo a perspectiva de Lívia Tirone, "*a redução das pressões ambientais que provêm do meio edificado irá contribuir para a atenuação das disfunções ambientais, sendo o primeiro e principal passo que devemos assegurar, a eficiência (reduzir as necessidades) e, o segundo, a utilização de fontes renováveis e endógenas de recursos (optimizar a oferta). Para podermos garantir que os nossos actos não continuam a reduzir sistematicamente a capacidade de sobrevivência do nosso planeta, temos de mudar de atitude, temos de alterar os nossos comportamentos e temos de repensar o nosso estilo de vida, sabendo que, na sua maioria, as boas práticas implicam, já hoje, um aumento da nossa qualidade de vida.*" (Tirone, 2007:13)

Visto isto, a arquitectura sustentável tem como principal objectivo a utilização racionalizada dos recursos naturais energéticos, implicando o emprego de materiais com um consumo energético mínimo. Desta forma, a arquitectura sustentável não é mais do que uma redescoberta da arquitectura vernácula. Materiais provenientes da natureza como a terra, a pedra, a madeira e o bambu são utilizados ao longo dos séculos pelos nossos ancestrais, tornando-se na base da arquitectura sustentável.

Um dos exemplos da conjugação da arquitectura contemporânea com os princípios sustentáveis é o Edifício Residencial Salvatierra, em Rennes, na França, de Jean–Yves Barrier. Composto por quarenta habitações, além de envolver questões ligadas ao conforto térmico, assume-se essencialmente pela utilização de materiais e técnicas inovadoras, tais como o adobe e a madeira. Os materiais escolhidos para o exterior do edifício são caracterizados pelas suas excelentes propriedades térmicas, além das suas qualidades ambientais. Desta forma, o isolamento da fachada é constituído por blocos de adobe, seguindo técnicas tradicionais de utilização. O adobe é um material muito vantajoso, permitindo ser um elemento pré-fabricado, moldado e comprimido. Fabricado a partir da argila, palha e cimento, permite criar paredes térmicas muito eficientes (durante todo o ano), resistentes à tracção e de fácil

montagem, além de ser um excelente isolante acústico. Depois de concluídas as paredes, estas são rebocadas com cal, tornando-as impermeáveis. Como na fachada orientada a norte não era possível utilizar o adobe como elemento térmico, é construída uma fachada em armação de madeira, revestida com cânhamo, uma fibra têxtil parecida com o linho, que permite isolar tanto a parede como a cobertura, esta última em chapa de zinco. Do cânhamo são extraídos os seus caules, que depois de secos, tornam-se excelentes isolantes térmicos e acústicos. Os vãos são compostos por vidros duplos, acristalados e a carpintaria é feita de madeira exótica.

Podemos concluir que ambas as arquitecturas, vernácula e sustentável, compartilham entre si a utilização de materiais naturais, partindo do estudo do clima, da orientação solar, dos ventos e do relevo para criar uma arquitectura que garanta uma redução considerável do consumo energético. O emprego de técnicas de construção onde se privilegiam os sistemas tradicionais, a utilização de materiais locais e a reutilização dos materiais utilizados na construção são princípios básicos da sustentabilidade, princípios esses já utilizados na arquitectura vernácula.

Tal como Raúl Lino disse, uma "*casa económica não quer dizer casa que custe pouco dinheiro e que dispense um projecto, mas antes casa em que todas as suas disposições são muito bem aproveitadas e onde não existe desperdício nem de material nem de espaço utilizável. (...) Uma vez estabelecido o plano financeiro, há que assentar no tipo de casa que se pretende construir e no local escolhido para a construção. (...) Mais difícil, e quase sempre impossível, é fugir aos inconvenientes da má orientação dum terreno. Ausência de sol, vento rijo e constante – são os piores defeitos de um local que se destina a casas de habitação; sobretudo a falta de incidência dos raios solares torna as casas insalubres e tristes. (...) Temos pois que elaborar um plano que obedeça às seguintes condições: construir a habitação que maiores vantagens ofereçam aos moradores, segundo seus hábitos e ocupações predilectas; realizar o equilíbrio entre as possíveis comodidades da casa e a maior correntia formal de construção para bem da estética e da rigorosa economia, adaptar a casa ao local atendendo à orientação, ao acesso, às vistas, e manter a possibilidade de exteriores agradáveis, não exceder a vontade orçamental concedida,etc.*" (Lino, 1993:12 a 18).

CONCLUSÃO

Quando se fala de arquitectura sustentável tem-se a tendência para pensar em algo novo, pensado como uma resposta para os problemas ambientais que o planeta atravessa. No entanto, essa ideia pode não ser a mais correcta, embora vista sobre outro prisma. O Homem, desde a antiguidade, tem como principal preocupação proteger-se dos efeitos da natureza, procurando viver em locais abrigados. Tanto em cavernas como em cabanas, a necessidade de proteger a habitação sempre foi o princípio da construção. Ao longo dos tempos, o Homem aprendeu a tirar partido da natureza, nomeadamente da energia solar, adaptando-se às características climáticas de cada região. Como resposta, aperfeiçoou a arquitectura aliando as técnicas construtivas tradicionais à tecnologia.

Porém, foi nos anos 50, durante a era do combustível, que a construção teve a sua maior evolução. Com a industrialização da construção surgiram novos materiais e tecnologias, que vieram desafiar a arquitectura feita até então, implicando grandes transformações a nível técnico. Conceitos básicos como a orientação solar e o conforto térmico foram desprezados, tendo como consequência compensar e melhorar o conforto do edifício através de sistemas activos de aquecimento e ventilação (ar condicionado) que, além de consumirem uma quantidade avultosa de energia, prejudicavam consideravelmente o ambiente. Desta forma, a redescoberta de alguns conceitos tradicionais, por muitos já esquecidos, vem pôr um travão no consumo energético dos edifícios e, consequentemente, na deteriorização do meio ambiente. Ainda existe muito por fazer em questão à sustentabilidade.

Depois da análise efectuada no segundo capítulo, podemos concluir que existem ainda diversos pontos em conflito, barreiras que necessitamos de ultrapassar o mais rápido possível. O protocolo de Quioto tornou-se num dos acordos mundiais mais significativos para contornar a crise ambiental, dado que este tem como objectivo fazer com que os países se comprometam a diminuir as emissões de gases de efeito de estufa até 2012. Embora os países sejam "obrigados" a implementar estratégias que visem desenvolver, a nível sustentável, a economia do país, esta não é a solução para acabar totalmente com a crise ambiental, já que as alterações climáticas continuam cada vez mais implacáveis, a atingir todos os pontos do planeta, em algumas áreas com mais intensidade do que noutras. Sendo assim, podemos concluir que a única forma de inverter esta situação é diminuindo os níveis de poluição.

Tal como escrevemos ao longo deste estudo, todos sabemos que o planeta está a atravessar uma grave crise ambiental, vivendo um clima de insustentabilidade. A nossa função é alertar o sector da construção, para este problema, procurando encontrar soluções que visem melhorar a forma de construir, minimizando assim o impacte ambiental. Cada um pode dar o seu contributo para essa situação. Sendo assim, uma das formas de agir é repensar na forma de construir, tornando os edifícios energeticamente mais eficientes, conciliando a arquitectura com o ambiente. Uma vez mais salientamos que boas práticas arquitectónicas contribuem para uma construção melhor. Estas questões ecológicas tornam o papel do arquitecto muito importante na concepção de um edifício, sendo necessário intervir desde a fase de estudo prévio até à finalização da obra. Cabe a este estudo, constatar que o desenvolvimento tecnológico, se bem aplicado, pode ser muito bem vindo na sustentabilidade, trazendo inúmeras vantagens, tais como o recurso a fontes de energia renováveis como o sistema fotovoltaico, barragens, turbinas eólicas, ... Desta forma, podemos concluir que aliando as técnicas tradicionais com as novas tecnologias é a melhor escolha a seguir no ramo da sustentabilidade. A arquitectura vernácula surge então como uma estratégia alternativa para a prática da arquitectura. Com o século XX surgiram novas construções onde o betão, o aço e o vidro se assumiram como os materiais de eleição da arquitectura, tal como foi mencionado anteriormente no ponto

1.2.2., onde foram expostos os materiais e técnicas construtivas utilizadas na construção.

No entanto, estes sistemas levaram a que os edifícios se tornassem mais húmidos e com grandes alterações de temperatura no seu interior. Como forma de restaurar o equilíbrio térmico interior surgiu a necessidade de introduzir novas soluções que visavam compensar essas perdas térmicas tendo, no entanto, um grande impacto negativo no ambiente, devido ao consumo excessivo de energia proveniente de fontes não renováveis. A consciencialização dos arquitectos e dos engenheiros face ao impacto negativo das construções no ambiente tem vindo a criar uma nova arquitectura, uma viragem cujo objectivo se concentra em construir de forma inteligente, conciliando os factores económicos, ambientais e arquitectónicos num único elemento. A construção ligada à natureza não é algo novo mas sim uma forma de redescobrir algo que já foi pensado noutras alturas. O clima é um aspecto muito importante na projecção de um edifício. Tal como foi mencionado anteriormente (ponto 1.1.1.), as diferenças climáticas actuam como grandes condicionantes na construção, sendo necessário adaptar as suas características ao clima, ao meio e à sociedade em que se insere.

Podemos então dizer que temos nas estratégias associadas à minimização do recurso de energias fósseis, o ponto de partida para um mundo sustentável, ligado à inovação de técnicas construtivas e de novos materiais. A construção ligada à energia solar passiva é a base de um futuro sustentável, tendo os governos um papel fundamental para a sua fomentação. O desenvolvimento sustentável é, nos dias de hoje, uma das principais preocupações mundiais, igualando-se mesmo à saúde e à segurança, estando a sociedade aberta a conhecer novas estratégias associadas à protecção ambiental.

Tendo a arquitectura uma formação multidisciplinar, o conceito energético-ambiental permite aliar vários profissionais da construção, associando-os a novas técnicas inovadoras, tornando o diálogo entre os profissionais fundamental e enriquecedor, conforme abordamos no terceiro capítulo. Cabe ao nosso estudo demonstrar que a construção sustentável está claramente ligada ao desenvolvimento tecnológico e à optimização dos recursos naturais disponíveis sendo, no entanto, o maior obstáculo existente na

realização da arquitectura sustentável, ao contrário do que se pensa, a falta de conhecimento por parte dos futuros consumidores. Partindo do estudo efectuado no capítulo 3, uma vez mais salientamos que técnicas de construção passivas aliadas às energias renováveis são o futuro da construção, tornando-se num dos factores decisivos para melhorar a qualidade de vida da humanidade, sendo necessário exercer pressão no sector da construção, procurando revolucionar as mentalidades dos seus vários intervenientes através da implementação de novas técnicas construtivas. Tal como foi referido no capítulo 1, a arquitectura vernácula permite criar edifícios eficientes, construindo de forma simples, com materiais locais, por outro lado, a arquitectura contemporânea introduziu novos materiais, permitindo desenvolver uma nova construção, em resposta a um mundo em constante evolução.

O arquitecto tem cada vez mais importância quanto à forma como se projecta, ajustando a forma do edifício ao clima e estudando as características dos materiais e qual a melhor forma de aplicá-lo. A principal ideia deste trabalho não é abandonar a arquitectura contemporânea, alterando a sua linguagem arquitectónica, mas sim rever o percurso até à sua projecção. Hoje em dia, deparamo-nos cada vez mais com edifícios pensados para um local e um clima, edifícios esse que procuram isolar de forma contínua toda a sua fachada exterior, criam elementos de sombreamento como estores ou palas fixas, têm em consideração a orientação do edifício, etc... Isso demonstra que a arquitectura está a evoluir no sentido da sustentabilidade, sem que com isso altere a linguagem estética que lhe é imposta, factos que procuramos explorar neste trabalho.

Este trabalho tem como finalidade demonstrar de que forma podemos contribuir para minimizar o impacto ambiental na construção. Podemos mesmo dizer que a construção sustentável procura ligar a arquitectura com a natureza, diminuindo os seus efeitos negativos. O seu principal objectivo consiste em minimizar o consumo energético, tornando o edifício quase auto-suficiente, assumindo soluções de climatização natural em vez das comuns soluções tecnológicas. A preocupação dos ganhos solares pode ser um dos métodos a utilizar nesse sentido, dando primazia à forma e orientação do edifício. Tal como for dito anteriormente, controlar os ganhos e perdas de

calor, através de sistemas de aquecimento e arrefecimento passivo são uma forma de restaurar a temperatura interior de um edifício, partindo do dimensionamento dos vãos, da sua orientação e respectivo sombreamento (de preferência exterior), da ventilação do edifício, do seu isolamento (pela face exterior, de modo a evitar perdas térmicas), e do recurso a paredes de armazenamento de calor como forma de controlar a temperatura durante a noite (parede de trombe), como podemos observar no terceiro capítulo.

Além da adopção de técnicas passivas, também a escolha de materiais e a utilização de fontes renováveis são medidas a ser tomadas para o desenvolvimento de um edifício sustentável. Deste estudo, pudemos perceber que os materiais, por si só, não constituem a principal causa para a destruição dos recursos naturais sendo, a energia utilizada na sua extracção, fabrico e transporte o que mais impacto tem no ambiente. A reciclagem e a reutilização dos materiais é um dos processos a utilizar, minimizando o consumo energético. Conforme foi exposto no capítulo 3, mais concretamente no ponto 3.1., referindo os princípios básicos da arquitectura sustentável, um edifício que incorpore técnicas de construção passivas, materiais locais e ecológicos, e energias renováveis, encontra-se preparado para intervir de forma positiva no meio ambiente.

Uma vez que Portugal é caracterizado por excelentes condições atmosféricas, e que já abriu as portas para as novas tecnologias renováveis, podemos dizer que a integração de fontes renováveis permite a promoção de sistemas de microprodução, tal como foi referenciado no ponto 3.1.3., onde são exploradas as principais fontes de energia renováveis, dando principal importância à energia solar, dado o nosso país ter uma grande incidência solar. O sol, fonte de calor inesgotável, utilizado de forma passiva ou activa é, talvez, a energia renovável que mais se pode tirar partido no nosso país, dada a sua forte incidência. Programas produzidos pelo governo, de incentivo à compra de painéis solares pode ser uma mais valia, aumentando a procura e posterior utilização deste recurso.

Com este trabalho chegamos à conclusão que a redução do impacte ambiental adjacente à construção é a solução mais viável e fácil de implementar, independentemente de ser um projecto novo ou uma recuperação de um edifício pré-existente. Ao longo do trabalho, procuramos

demonstrar a eficácia da redescoberta de técnicas tradicionais, que aliadas às novas tecnologias, permitem ser uma aposta acertada no caminho rumo à sustentabilidade. Acreditamos que a redução energética dos edifícios, a longo prazo, deverá equilibrar novamente os ecossistemas, invertendo a situação actual, por vezes de inconsciência, por parte da sociedade. Ao contrário do que certos ambientalistas acreditam, a tecnologia não é inimigo da sustentabilidade, se for bem aplicado. Temos como exemplo, a introdução dos painéis fotovoltaicos, as turbinas eólicas, entre outros, sistemas esse que permitem produzir energia eléctrica cuja componente ambiental é quase nula. Com o desenvolvimento da arquitectura, deu-se o uso excessivo da tecnologia "não adequada", levando a que os edifícios consumissem mais energia do que a necessária, através do uso abusivo de sistemas de climatização artificial (aquecimento e arrefecimento). A principal ideia deste trabalho foi demonstrar que se pode aliar a modernidade à sustentabilidade, sem que com isso seja aumentado o custo do edifício ou alterada a sua linguagem estética e funcional.

Concluímos que a necessidade de reduzir a energia consumida pelos edifícios é possível se adoptarmos as seguintes estratégias: em primeiro lugar, assegurar a eficiência energética do edifício; em segundo lugar, a escolha selectiva dos materiais, dando preferência aos mais ecológicos e, quando não é possível dar vida aos desperdícios da construção através da reutilização; e, em terceiro lugar, substituir, sempre que possível, as fontes de energia não renováveis por fontes renováveis. Estas soluções permitem controlar o impacte dos edifícios no meio ambiente, além de minimizar os seus custos económicos.

Também concluímos que a construção de novos edifícios tem um peso muito significativo no incentivo do desenvolvimento sustentável, sendo a sua implementação, por vezes, ignorada em prol de factores económicos e sociais. O caminho para a sustentabilidade passa por uma mentalização da sociedade em geral, de forma a mostrar todas os benefícios que uma arquitectura sustentável tem. Esperamos que este trabalho contribua para futuras investigações sobre este tema, em particular para os profissionais da construção já que este tipo de edifícios são o futuro da construção, sendo necessário intervir o mais depressa possível. Cabe aos profissionais da construção mudar essa tendência.

BIBLIOGRAFIA

AAVV. *Natural flair – Ecoarchitecture*. Colecção Evergreen. Koln: Taschen, 2008.

AAVV. *Urban style – Ecoarchitecture*. Colecção Evergreen. Koln: Taschen, 2008.

Associação dos Arquitectos Portugueses. *Arquitectura popular em Portugal, 1º, 2º e 3º volumes.* 3ª edição. Lisboa: Ordem dos arquitectos, 1988.

BAKER, Nick. *Energy and Environment in Architecture*. Londres: E & FN Spon, 2000.

BENTO, Pedro. *Novos edifícios – um impacte ambiental adverso '03.* Lisboa: uma edição Parque Expo, 2007.

CANNATÁ, Michele; FERNANDES, Fátima. *A tecnologia na arquitectura contemporânea.* Edição: Estar, 2000.

CHARG, Ian L.M. *Projectar con la natureza.* Barcelona: Gustavo Gili, 2000.

Comissão Europeia [et. al.]. *A Green Vitruvius – princípios e práticas de projecto para uma arquitectura sustentável.* Ordem dos arquitectos, 2001.

COSTA, F. Pereira. *Enciclopédia prática da construção civil.* Lisboa: Portugália editora, 1955.

EDWARDS, Brian. *Green architecture*. Londres: Wiley – Academy, 2001.

EDWARDS, Brian. *Guía básica de la sostenibilidad* – 2ª ed., Barcelona: Gustavo Gili, 2004.

EDWARDS, Brian. *Sustainable architecture* – 2ª ed., Boston: Architectural Press, 1999.

FEIREISS, Kristin; FEIREISS, Lukas. *Architecture of change – Sustainability and Humanity in the Built Environment.* Berlim: Gestalten, 2008.

FLORENSA, Rafael Serra; ROURA, Helena Coch. *Arquitectura y energia natural*. Barcelona: Arquitext, 2001.

GAUZIN – MULLER, Dominique. *25 Casas ecológicas.* Barcelona: Gustavo Gili, 2006.

GONZALEZ, Eduardo; HINZ, Elke; OTEIZA, Pilar; QUINAS, Carlos. *Arquitectura LatinoAmericana – proyecto clima y arquitectura.* Universidade Del Zulia: Gustavo Gili/México, 1986.

GORE, Al. *Uma verdade inconveniente* – 3ª ed., Lisboa: Esfera do Cãos, 2007.

JARAUTA, Francisco, et al. *Arquitectura y sostenibilidade*. Valencia: General de Ediciones de Arquitectura, 2005.

LINO, Raul. *Casas portuguesas. Alguns apontamentos sobre o arquitectar das casas simples*. Lisboa: Valentim de Carvalho, 1993.

LLANO, Pedro. *Arquitectura popular en Galicia – razón e construccíon*. COAG, 1996.

LOOS, Adolf. *Adolf Loos: escritos/edicion al cuidado de Adolf Opel y Josep Quetglas;* tradução de Alberto Estévez. Madrid: El Croquis, 1993.

LYNCH, Kevin. *A imagem da cidade*. Colecção Arte & Comunicação. Lisboa: edições 70, 2002.

OLGYAY, Victor. *Arquitectura y clima*. Barcelona: Gustavo Gili, 1998.

OLIVER, Paul. *Encyclopedia of vernacular architecture of the world*. Ed. Cambridge: University Press, 1998.

PAPANEK, Victor. *Arquitectura e design*. Lisboa: Edições 70, 1995.

SALVADOR, Pedro J., *La planificación verde en las ciudades*. Barcelona: Gustavo Gili, 2003.

SCHMIDT, Luísa. *País insustentável*. Lisboa: Esfera do Cãos, 2007.

TIRONE, Lívia; NUNES, Ken. *Construção sustentável – soluções eficientes hoje, a nossa riqueza amanhã*. Lisboa: Tirone Nunes, 2007.

ZIMMERMAN, Claire. *Mies van der Rohe*. Alemanha: Taschen,2007

SUPORTE ELECTRÓNICO

Abc da energia - http:// www.abcdaenergia.com

Agência para a Energia - http:// www.adene.pt

Agência portuguesa do ambiente - http.// www.iambiente.pt

Agenda 21 Local - http:// www.agenda21local.info

An inconvenient truth - http:// www.climatecrisis.net

Arqhys - http:// www.arqhys.com/contenidos/vernacula-arquitectura

BREEAM - http:// www.breeam.org

Construir Portugal - http://www.construir portugal.com

Ecoarkitekt - http:// www.ecoarkitet.com

Ecocentro - http:// www.ecocentro.org/bioconstruindo

Eco-tecnologia - http:// www.eco-tecnologia.com

EDP - http:// www.edp.pt

Encyclopedia of sustainable development - http://www.ace.mmu.ac.uk/esd

Global climate change student guide - http://www.ace.mmu.ac.uk/resources/gcc/introduction.html

Governo - http://www.portugal.gov.pt

Greenpeace - http://www.greenpeace.org/international

Institute for global environmental strategies - http://www.iges.or.jp

Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação - http:// www.ineti.pt

Mundo sustentável - http.//www.mundosustentavel.com.br/globo280407.asp

LiderA - http://www.lidera.info

Nasa – Earth observatory - http:// earthobsercatory.nasa.gov

Solplus - http:// www.solplus.com.pt/arquitectura_bioclimatica

Stay with clay - http:// www.staywithclay.com

Tirone Nunes - http:// www.construçaosustentavel.pt e http:// tironenunes.pt

United Nation Population Division - http:// esa.un.org/unpp

Vital Climate Graphics - http://www.grida.no/climate/vital

Wikipédia - http://pt.wikipédia.org/wiki/sustentabilidade
http://pt.wikipédia.org/wiki/aquecimento_global

World metereological Organization - http://www.wmo.ch/indexen.html

ANEXO: Carta de Aalborg

CARTA DE AALBORG (carta da sustentabilidade das cidades europeias)

(aprovada pelos participantes na Conferência Europeia sobre Cidades Sustentáveis, realizada em Aalborg, Dinamarca, a 27 de Maio de 1994)

PARTE I: Declaração Comum: Cidades Europeias para a Sustentabilidade
PARTE II: Campanha das Cidades Europeias Sustentáveis
PARTE III: Participação no processo Local Da Agenda 21: planos de acção local para a sustentabilidade

A Carta de Aalborg foi aprovada pelos participantes na Conferência Europeia sobre cidades sustentáveis que se realizou em Aalborg, na Dinamarca, de 24 a 27 de Maio de 1994, sob a égide da Comissão Europeia e da cidade de Aalborg e que foi organizada pelo Internacional Council for Local Environmental Initiaves (ICLEI) (Conselho Internacional paras as Iniciativas Ambientais Locais). A responsabilidade pela elaboração do projecto da carta foi assumida pelo ICLEI e partilhada com o Ministério do Desenvolvimento Urbano e dos Transportes do Lande da Renânia do Norte - Westefália, Alemanha. A Carta reflecte ideias e frases de um grande número de contribuintes.

A Carta de Aalborg foi inicialmente assinada por 80 autoridades locais europeias e 253 representantes de organizações internacionais, governos nacionais, institutos científicos, consultores e pessoas singulares. Ao assinar a Carta Europeia, as cidades comprometeram-se a participar nos processos locais relacionadas com a Agenda 21 e a desenvolver planos de acção a longo prazo tendo em vista um desenvolvimento sustentável e deram início à campanha "sustentabilidade das cidades europeias".

O projecto da carta foi discutido por mais de 600 participantes em 36 reuniões de trabalho da Conferência de Aalborg. Muitos dos seus comentários e sugestões foram integrados no texto final. Todavia, o grupo de redacção da carta considera que é necessário que sejam analisadas com mais pormenor numerosas propostas de alterações de fundo que não podem apenas ser encaradas como uma simples questão de redacção. Foi, por conseguinte, proposto que a análise das propostas de alterações fosse confiada à campanha de coordenação, sendo posteriormente a carta sujeita a desenvolvimentos e à apreciação dos participantes na Segunda Conferência Europeia em matéria de sustentabilidade das cidades europeias, a realizar em Lisboa, Portugal, em Setembro de 1996.

PARTE I
DECLARAÇÃO COMUM: CIDADES EUROPEIAS PARA A SUSTENTABILIDADE

I.1 O Papel Desempenhado pelas Cidades Europeias

Nós, Cidades Europeias, signatárias da presente carta, declaramos que ao longo da história estivemos integradas em impérios, estados e regimes, aos quais sobrevivemos, como centros de vida social, suportes da economia, guardiãs da cultura, do património e da tradição. As cidades com as famílias e as comunidades vizinhas, têm sido os pilares das nossas sociedades e Estados, bem como os centros de indústria, artesanato, comércio, educação e administração.

Compreendemos que o actual modo de vida urbano, particularmente as nossas estruturas - repartição do trabalho e funções, ocupação dos solos, transportes, produção industrial, agricultura, consumo e actividades recreativas nos responsabiliza maioritariamente pelos numerosos problemas ambientais com os quais a humanidade se confronta. Este facto é extremamente relevante, pois 80% da população europeia vive nas zonas urbanas. Tomamos consciência que os actuais níveis de consumo dos países industrializados não podem ser alcançados por todos os povos que hoje vivem na Terra, e, muito menos, pelas gerações futuras, sem destruição do capital natural. Estamos convencidas que uma vida humana sustentável na terra, não pode existir sem comunidades locais também elas sustentáveis. A autoridade local está consciente dos problemas ambientais dos cidadãos, partilhando as responsabilidades a todos os níveis com as autoridades competentes de modo a alcançar o bem estar do homem e da natureza. Deste modo as cidades desempenham um papel essencial no processo evolutivo dos hábitos de vida, da produção, do consumo e das estruturas ambientais.

I.2 Conceito e Princípios de Sustentabilidade

Nós, cidades, compreendemos que o conceito de desenvolvimento sustentável nos ajuda a adoptar um modo de vida baseado no capital da natureza. Esforçamo-nos para alcançar a justiça social, economias sustentáveis e sustentabilidade ambiental. A justiça social terá que assentar necessariamente na sustentabilidade económica e na equidade que por sua vez requerem sustentabilidade ambiental.

Sustentabilidade ambiental significa manutenção do capital natural. Exige que a taxa de consumo de recursos renováveis, nomeadamente água e energia, não exceda a respectiva taxa de reposição e que o grau de consumo de recursos não-renováveis não exceda a capacidade de desenvolvimento de recursos renováveis sustentáveis. Sustentabilidade ambiental significa também, que a taxa de emissão de poluentes não deve ser superior á capacidade de absorção e transformação, por parte do ar, da água e do solo. Além disso, a sustentabilidade ambiental garante a preservação da biodiversidade, da saúde humana e da qualidade do ar, da água e do solo, a níveis suficientes para manter a vida humana e o bem estar das sociedades, bem como a vida animal e vegetal para sempre.

I.3 Estratégias Locais para a Sustentabilidade

Estamos convencidas que a cidade é a maior unidade com capacidade para gerir os numerosos desequilíbrios urbanos que afectam o mundo moderno: arquitectónicos, sociais, económicos, políticos, recursos naturais e ambientais, mas é também a menor unidade na qual se poderão resolver estes problemas, duma forma eficaz, integrada, global e sustentável. Uma vez que todas as cidades são diferentes, é necessário que cada uma encontre o seu próprio caminho para alcançar a sustentabilidade. Devem-se integrar os princípios da sustentabilidade em todas as políticas e fazer das especificidades de cada cidade a base das estratégias locais adequadas.

I.4 A Sustentabilidade como um Processo Criativo, Local e Equilibrado

Nós, cidades reconhecemos que a sustentabilidade não é uma simples perspectiva, nem um estado imutável, mas sim um processo criativo, local e equilibrado alargado a todas as áreas da administração local. A sustentabilidade permite a obtenção duma informação permanente sobre as actividades que favorecem o equilíbrio do ecossistema urbano, ou sobre aquelas que o afastam. Ao basear a gestão urbana na informação alcançada ao longo deste processo, a cidade é encarada como um conjunto orgânico, tornando-se visíveis os efeitos das suas acções significativas. Através deste processo, a cidade e os cidadãos podem fazer escolhas reflectidas. Um sistema de gestão assente na sustentabilidade, leva a que as decisões tomadas tenham em conta, não só, os interesses das partes respeitantes, mas também os das gerações futuras.

I.5 A Negociação Aberta como Método de Resolução de Problemas

Nós, cidades, reconhecemos que não podemos permitir a transferência dos nossos problemas, nem ás comunidades mais alargadas, nem ás gerações futuras. Logo, devemos resolver as nossas dificuldades e desequilíbrios quer por nós mesmos, quer com a ajuda duma maior entidade nacional ou regional. Este é o princípio da negociação aberta, cuja implementação dará a cada cidade uma maior liberdade na escolha do tipo de actividades a estabelecer.

I.6 A Economia Urbana para a Sustentabilidade

Nós, cidades, compreendemos que o factor limitativo do nosso desenvolvimento económico é o capital natural, isto é, a atmosfera, o sol, a água e as florestas. Logo devemos investir neste capital, respeitando a ordem de prioridade seguinte:

1. investir na conservação do capital natural restante (reservas de água subterrânea, solos, habitats de espécies raras);

2. encorajar o crescimento do capital natural, através da redução dos níveis actuais de exploracão (por exemplo, as energias não-renováveis);

3. investimentos em projectos que reduzam a pressão nas reservas de capital natural (por exemplo sob a forma de parques recreativos para aliviar a pressão sobre as florestas naturais);

4. aumentar o rendimento final dos produtos (por exemplo, através de edifícios energicamente eficientes, e transportes urbanos ecológicos).

I.7 Equidade Social para a Sustentabilidade Urbana

Nós, cidades, estamos conscientes que as populações pobres são as mais afectadas pelos problemas ambientais (ruído, poluição atmosférica proveniente do tráfego, falta de amenidades, alojamentos insalubres, falta de espaços verdes) e as menos aptas em os resolverem. A desigualdade das riquezas está na origem de comportamentos insustentáveis, tornando a evolução mais difícil. Nós pretendemos integrar na protecção ambiental as necessidades sociais básicas das populações, bem como programas de acção sanitária, de emprego e habitação. Nós desejamos aprender com as primeiras experiências sobre modos de vida sustentáveis, de maneira a podermos melhorar a qualidade de vida dos cidadãos em vez de simplesmente optimizarmos o consumo. Tentaremos criar empregos que favoreçam a sustentabilidade das comunidades, no sentido de reduzir o desemprego. Ao procurarmos atrair ou criar empregos, avaliaremos os seus efeitos de oportunidade em termos de sustentabilidade, de modo a encorajar a criação de empregos e de produtos viáveis de acordo com os princípios da sustentabilidade.

I.8 Padrões de Uso Sustentável do Território

Nós, cidades, reconhecemos que as autoridades locais devem estabelecer políticas de ordenamento do território que integrem uma avaliação estratégica dos efeitos de todas as iniciativas ambientais. Devemos tirar partido das possibilidades oferecidas pelas grandes concentrações urbanas, em matéria de serviços públicos de transporte e abastecimento de energia. Lançando programas de renovação urbana e de planeamento de novas áreas urbanas periféricas, esforçar-nos-emos para combinar diferentes funções, de modo a reduzir as necessidades de mobilidade. O conceito de interdependência regional equitativa deverá permitir o equilíbrio dos fluxos entre a cidade e o campo dissuadindo as cidades de explorarem simplesmente os recursos das áreas periféricas.

I.9 Padrões de Mobilidade Urbana Sustentável

Nós, cidades,esforçar-nos-emos para melhorar a nossa acessibilidade, promover e manter o bem-estar social e os modos de vida urbanos, diminuindo a necessidade de mobilidade. Sabemos que é indispensável para uma cidade sustentável, a redução da mobilidade forçada e o uso desnecessário de veículos motorizados. Daremos a prioridade aos meios de transporte ecológicos (em particular andar a pé, ciclismo, transportes públicos) e colocaremos no centro dos nossos esforços de planificação a associação dos diferentes meios de transporte. Os veículos privados motorizados deverão ter progressivamente uma função acessória, facilitando o acesso aos serviços públicos e mantendo a actividade económica das áreas urbanas.

I.10 Responsabilidade pelo Clima Mundial

Nós, cidades, compreendemos que as ameaças provenientes do aquecimento global do planeta sobre o ambiente natural e urbano, bem como sobre as gerações futuras, exigem uma resposta suficiente para estabilizar e, posteriormente, reduzir as emissões, para a atmosfera, dos poluentes com efeito de estufa. É igualmente importante proteger os recursos mundiais em biomassa, como as florestas e o fitoplâncton, os quais desempenham um papel essencial no ciclo terrestre do carbono. A redução de emissões dos combustíveis fósseis requer políticas e iniciativas baseadas no conhecimento aprofundado do ambiente urbano, enquanto sistema energético. As soluções viáveis encontram-se nas fontes de energia renováveis.

I.11 Prevenção da Intoxicação dos Ecossistemas

Nós, cidades, estamos conscientes que as substâncias tóxicas e perigosas se encontram cada vez mais na atmosfera, na água, no sol e nos alimentos, tornando-se numa ameaça crescente para a saúde publica e ecossistemas. Desenvolveremos esforços para evitar a poluição e preveni-la na fonte.

I.12 A Auto Gestão no plano local, condição necessária da Sustentabilidade

Nós, cidades, estamos convencidas de termos a vontade, o conhecimento e as ideias necessárias para desenvolver modos de vida sustentáveis e criar e gerir cidades sustentáveis. Os representantes democraticamente eleitos, das nossas comunidades locais, devem estar aptos a assumir a responsabilidade da reorganização das cidades, tendo em vista a sustentabilidade.

Os direitos de auto-gestão conferidos às cidades, em virtude do princípio da subsidariedade determinarão as suas capacidades em responder a este desafio. É indispensável que as autoridades locais tenham suficientes poderes e uma base financeira sólida.

I.13 Os Cidadãos como Protagonistas da Sustentabilidade e o Envolvimento da Comunidade

Nós, cidades, comprometemo-nos, de acordo com o mandato conferido pela Agenda 21, o documento chave aprovado na Cimeira da Terra, no Rio de Janeiro, a colaborar com todos os parceiros das nossas comunidades- cidadãos, empresários, grupos de interesses - no desenvolvimento dos Planos Locais da Agenda 21. Estamos também conscientes do apelo contido no Quinto Programa de Acção Ambiental da Comissão Europeia, "Rumo à Sustentabilidade", incitando a partilha de responsabilidades entre todos os sectores das comunidades locais. Logo, apoiaremos os nossos esforços na cooperação entre todos os actores concernados, uma vez que desejamos assegurar a todos os cidadãos e grupos de interesse, o acesso à informacão, bem como a oportunidade de participarem nos processos de decisão local. Paralelamente, promoveremos a educação e formação com vista à sustentabilidade, não só para a população em geral, mas também para os representantes eleitos e funcionários da administração local.

I.14 Meios e Instrumentos da Gestão Urbana, orientados para a Sustentabilidade

Nós, cidades, comprometemo-nos a utilizar os instrumentos políticos e técnicos disponíveis para uma abordagem ecossistémica da gestão urbana. Devemos tirar proveito dos instrumentos existentes, incluindo os que estão relacionados com a recolha e processamento de dados ambientais; regulamentos, instrumentos económicos e de comunicação, como as directivas, taxas e multas; e também dos mecanismos de incremento da consciencialização, em geral, incluindo a participação do público. Procuraremos estabelecer novos sistemas orçamentais ambientais que disponibilizem meios para a gestão dos recursos naturais, em moldes análogos aos que se aplicam a outros tipos de recursos, nomeadamente financeiros. Sabemos que as nossas decisões e políticas de controle, nomeadamente a vigilância do ambiente, avaliação de impactos, contabilidade, balanços e relatórios parciais ou globais, devem ser baseadas em diferentes tipos de indicadores, tais como, os de qualidade ambiental, fluxos urbanos, e, acima de tudo, indicadores de sustentabilidade dos sistemas urbanos.

Nós, cidades, reconhecemos que um conjunto de políticas e actividades, com consequências ecológicas positivas, foram já aplicadas, com sucesso, em numerosas cidades europeias. Contudo, enquanto estes instrumentos forem considerados somente como meios disponíveis para reduzir o ritmo e a pressão da insustentabilidade, não serão suficientes para inverter essa mesma insustentabilidade na sociedade. De qualquer modo, com a importante base ecológica já existente, as cidades estão em excelente posição para efectivarem a integração das suas políticas e actividades no processo de administração e gestão das economias urbanas duma forma sustentável. Neste processo todos somos chamados a desenvolver e a aplicar estratégias próprias, bem como a partilharmos a experiência adquirida.

PARTE II

CAMPANHA DAS CIDADES EUROPEIAS SUSTENTÁVEIS

Nós, cidades europeias, signatárias da presente carta, trabalharemos em conjunto para alcançarmos a sustentabilidade, aprendendo com a experiência passada e com os sucessos realizados no plano local. Encorajamo-nos mutuamente a conceber planos de acção local, a longo prazo (planos locais da agenda 21), reforçando assim a cooperação entre as autoridades e enquadrando este processo na política da União Europeia, no âmbito do ambiente urbano.

Iniciamos a denominada **"Campanha das Cidades Europeias Sustentáveis"**, para encorajar e ajudar as cidades no desenvolvimento da sustentabilidade. A fase inicial desta Campanha durará dois anos, e os progressos conseguidos serão avaliados na Segunda Conferência sobre Cidades Sustentáveis, a realizar em 1996. Convidamos todas as autoridades locais (cidades ou simplesmente sedes de municípios) e todas as redes de autoridades locais da Europa a participarem nesta Campanha, adoptando e subscrevendo a presente carta.

Convidamos todas as redes das autoridades locais activas na Europa a coordenarem a campanha. Será criado um comité de coordenação, constituído por representantes dessas mesmas redes. As disposições serão previstas pelas autoridades locais não integradas em qualquer rede.

Os principais objectivos desta Campanha serão os seguintes:

• facilitar a assistência mútua entre as cidades europeias para o desenvolvimento e implementação de políticas orientadas no sentido da sustentabilidade;

• recolher e difundir a informação sobre os bons exemplos da sustentabilidade ao nível local;

• promover o princípio da sustentabilidade noutras autoridades locais;

• recrutar novos signatários da carta;

• organizar cada ano o "prémio da cidade sustentável";

• formular recomendações à Comissão Europeia;

• fornecer uma contribuição ao grupo de peritos do ambiente urbano, sobre as cidades sustentáveis;

• ajudar os decisórios locais a implementar as recomendações e legislações da União Europeia;

• publicar um boletim de informação sobre a campanha.

Estas acções necessitarão dum coordenador de campanha. Convidamos outras organizações a participarem nesta campanha.

PARTE III

PARTICIPAÇÃO NO PROCESSO LOCAL DA AGENDA 21: PLANOS DE ACCãO LOCAL PARA A SUSTENTABILIDADE

Nós, cidades europeias, signatárias da presente carta, comprometemo-nos a participar na campanha das cidades europeias sustentáveis, fazendo todos os esforços para atingir um consenso nas comunidades locais, relativamente aos Planos de Acção Local para a Sustentabilidade da Agenda 21 até 1996. Cumpriremos assim o mandato estabelecido no Capítulo 28 da Agenda 21, adoptado no plenário da Cimeira da Terra no Rio de Janeiro, em Junho de 1992. Através destes Planos de Acção Local, contribuiremos para a implementação, do Quinto Programa de Ambiente da União Europeia, "Rumo à Sustentabilidade".

Os Planos de Acção Local deverão ser desenvolvidos com base na primeira parte da presente carta. Para preparar os Planos de Acção Local, sugerimos o seguinte procedimento:

• o conhecer os métodos de planificação e os mecanismos financeiros existentes, bem como os outros planos e programas;

• o identificar sistematicamente os problemas e as suas causas, através da consulta ao público;

• o definir as prioridades dos problemas e das acções, para a sua resolução;

• definir o conceito de colectividade sustentável, com a participação de todos os seus membros;

• o examinar e avaliar as estratégias alternativas do desenvolvimento;

• o estabelecer um plano local de acção a longo prazo para a sustentabilidade, o qual deverá incluir objectivos avaliáveis;

• o planificar a implementação do plano, preparando um calendário e precisando a repartição de responsabilidades entre os membros.

Deveremos verificar se as condições institucionais, referentes à estrutura interna das autoridades locais, são apropriadas e eficientes para garantir o estabelecimento e implementação dos Planos de Acção Local para a sustentabilidade, a longo prazo. Poderão ser necessários esforços para melhorar a capacidade de organização das nossas colectividades, nomeadamente no que diz respeito às disposições políticas, aos processos administrativos, aos métodos de trabalho colectivos e interdisciplinares, aos recursos humanos disponíveis e à cooperação entre as diferentes autoridades, incluindo as associações e as redes.

Fonte:

http://www.urbanismo-portugal.net/textos/textosdereferência/carta_aalborg.pdf