



INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Universidade Técnica de Lisboa

Inovação na Arquitectura e Desempenho Ambiental

Daniel Calado Gaspar

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Arquitectura

Júri

Presidente: Prof. Doutor Pedro Manuel Gameiro Henriques

Orientador: Prof. Doutor Manuel Guilherme Caras Altas Duarte Pinheiro

Arguente: Prof. Doutor Manuel de Arriaga Brito Correia Guedes

Julho 2009

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao meu orientador, Prof. Doutor Manuel Duarte Pinheiro, pelo encorajamento e incentivo sempre prestado, assim como pelas suas orientações e conhecimentos sem os quais este trabalho certamente perderia.

Gostaria também de agradecer aos técnicos do INETI, Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, pela sua atenção e colaboração, em particular ao Dr. Hélder Gonçalves, pela ajuda e disponibilidade no esclarecimento de dúvidas e disponibilização de informação.

E em último, mas não por último, à minha família, inclusive aos meus primos Ricardo e Carolina, pela ajuda prestada e pelo constante apoio, incentivo, dedicação e preocupação, que sempre souberam dar.

RESUMO

A tese de mestrado que aqui se apresenta pretende analisar a inovação na Arquitectura face ao seu desempenho ambiental.

Esta feita desde a análise da definição de inovação e sua importância, passando por uma abordagem ao longo da evolução histórica da arquitectura, elucidando o leitor sobre os seus impactes e diferentes percepções.

No corpo principal do trabalho será focada a inovação existente na arquitectura, face ao seu desempenho ambiental. A análise irá abordar os vários momentos do processo de projecto arquitectónico em que podem ser empregues métodos ou práticas inovadoras. Sendo que para tal o autor elabora uma divisão segundo três domínios da inovação, inovação no conceito, inovação no processo e inovação no produto.

Num capítulo seguinte serão analisados seis casos de estudo que empreguem práticas inovadoras no seu desenho. A análise do grau de inovação destes casos será o resultado do emprego do sistema de avaliação e certificação ambiental LiderA, que pela sua abordagem transversal aos parâmetros da Sustentabilidade permitirá elaborar uma abordagem comparativa dos vários casos de estudo.

Num capítulo final serão tiradas ilações das vantagens da inovação na arquitectura face ao desempenho ambiental.

Palavras Chave: Arquitectura, Desempenho Ambiental e Inovação

ABSTRACT

The thesis for Master's degree that is here presented intends to approach innovation in architecture regarding its environmental performance.

This shall be made from the analysis of the definition of innovation and its impact, passing through its approach through architecture's historical evolution, elucidating the reader on its impacts and different understandings.

In this paper's main body, attention shall be focused on architecture innovation state of art regarding its environmental performance. This analysis shall approach the different moments that constitutes the design process where innovation can occur. For this, the author elaborates a division of the definition of innovation through three main domains, conceptual innovation, innovation in construction and product innovation.

In a forward chapter, six case studies shall be analysed, which shall use innovative techniques in its design. Degree of innovation shall result from the evaluation made by LiderA, environmental certifier and evaluating system, which through its transversal approach through sustainable parameters will allow a comparative approach to be made.

On a final chapter, conclusions shall be made of the advantages of innovation in architecture regarding its environmental performance.

Key words: Architecture, environmental performance and Innovation

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1 - ENQUADRAMENTO	3
CAPÍTULO 2 - DEFINIÇÕES DE INOVAÇÃO	9
2.1 Inovação e Arquitectura	9
2.2 Evolução Histórica e Inovação	13
2.2.1 - REVOLUÇÃO INDUSTRIAL	14
2.2.2 - MOVIMENTO MODERNO	16
2.2.3 - DÉCADA DE 70	23
CAPÍTULO 3 - DOMÍNIOS DA INOVAÇÃO	25
3.1 INOVAR NO CONCEITO	25
Novos Conceitos de Edificado	25
Biomimetismo / Inspiração na Natureza	25
Reabilitação/Reutilização de Edifícios	27
Edifícios Emissão Zero de Carbono / Neutrais Regenerativos	28
Edifícios Recicláveis	30
Desenho Assistido por Computador – como instrumento de pensamento	32
3.2 INOVAR NO PROCESSO	33
Estandardização/ Normalização	33
Materiais	35
Materiais Certificados e de Baixo Impacte	35
Materiais Reciclados	37
Isolamento	38
3.3 INOVAR NO PRODUTO	40
Iluminação	40
Água	42
Colecta águas pluviais	42
Tratamento de águas residuais por Fito-Etares / ETAP	43
Consumo / controlo	44
Energia – Energias renováveis	45
Energia Solar	45
Energia Eólica	46
Sistemas de aquecimento e arrefecimento	47
Sistema de Aquecimento por Radiação / Piso radiante	48
Arrefecimento pelo solo	49
Colectores solares Sistemas Solares Térmicos	49
Sistemas de Ventilação	50
Parede de Trombe Ventilada	50
Ventilação Natural	51

Sistemas Vegetais	52
Coberturas verdes / ajardinadas	52
Fachadas verdes	53
Domótica / Monitorização	54
CAPÍTULO 4 - CASOS DE ESTUDO	55
TORRE HEARST – Arq. Sir NORMAN FOSTER	55
BAHRAIN WORLD TRADE CENTER – Arq. SHAUN KILLA	56
MASDAR HEADQUARTERS – Arq. ADRIAN SMITH + GORDON GILL	57
CALIFORNIA ACADEMY OF SCIENCES – Arq. RENZO PIANO	59
PARQUE ORIENTE – Arq. LIVIA TIRONE	62
EDIFÍCIO SOLAR XXI – Arq. PEDRO CABRITO	70
COMPARAÇÕES E CONCLUSÕES DOS CASOS DE ESTUDO	77
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÃO	79
BIBLIOGRAFIA	83
ANEXO_1	87
PROGRAMA E4 – EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E ENERGIAS ENDÓGENAS	
SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL - LIDERA	
ANEXO_2	93
TORRE HEARST	
BAHRAIN WORLD TRADE CENTER	
MASDAR HEADQUARTERS	
CALIFORNIA ACADEMY OF SCIENCES	
PARQUE ORIENTE	
EDIFÍCIO SOLAR XXI	
ANEXO_3	111
Destaque dos parâmetros de Sustentabilidade pelo Sistema LIDERA onde se verificou inovação nos respectivos casos de estudo	
Tabela Comparativa de Casos de Estudo face ao nível de Inovação nas várias vertentes do Sistema de Avaliação de Desempenho Ambiental LIDERA	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico da variação das temperaturas, teores de CO ₂ e nível do mar, desde há 400 mil anos até à data presente (Fonte: Instituto Goddard Estudos Espaciais – NASA; na National Geographic, Outubro 2008).....	3
Figuras 2-3 – Gráficos ilustrativos das emissões de CO ₂ e consumos energéticos nos edifícios residenciais em Portugal (Fonte: Eficiência Energética nos Edifícios, Programa E4, Direcção Geral de Energia - Ministério da Economia, 2002).....	4
Figuras 4-5 – Esquemas ilustrativos dos vários critérios e níveis de desempenho global do sistema LiderA (Fonte: LiderA® V 1.02, Março 2007).....	8
Figuras 6-8 – Gravura do mercado <i>Les Halles</i> ; gravura do Palácio de Cristal, Londres; imagem de <i>Houses of Parliament</i> (Fonte: Wikipedia, 2009; ARUP, 2007).....	15
Figuras 9-11 – Maqueta da Casa da Cascata; fotografias de exterior (Fonte: Museum of Modern Art, 2004; Pfeiffer, 2007).....	18
Figuras 12 e 13 – Fotografia de exterior do Pavilhão Suíço da Universidade de Paris e <i>Cité de Refuge</i> (Fonte: Khan Hassan-Uddin, 2001).....	19
Figuras 14-16 – Gravura do Projecto para Arranha-céus em Friedrichstrasse; e fotografias de exterior da casa Farnsworth e do Edifício Seagram (Fonte: Khan Hassan-Uddin, 2001).....	22
Figuras 17-19 – Fotografia da Glass House de Johnson; Fotografia e Maqueta do Edifício de Investigação Médica Alfred Newton Richards, Louis Kahn. (Fonte: Khan Hassan-Uddin, 2001 e Museum of Modern Art, 2004).....	23
Figuras 20-22 – Edifício dotado de painéis solares, Nova Iorque; Fotografias de exterior e interior da Casa de Steve Baer (Fonte: Exposição “Sorry, Out of Gas”, 2009).....	24
Figuras 23-26 – Fotografia e imagem de termiteira, fotografia de exterior e esquema de ventilação do edifício Eastgate (Fonte: http://www.biomimicryinstitute.org ; Inhabitat, 2009).....	26
Figura 27 – Imagem comparativa das quatro situações possíveis no consumo de energia dos edificadros (Fonte: Adaptação Karsten Voos, Universidade de Wuppertal).....	29
Figuras 28-32 – Fachada exterior do edificadros, pormenor fachada e esquemas de estrutura e funcionamento (Fonte: Simone Giostra, http://www.greenpix.org , 2008).....	30
Figuras 33-35 – Fotografias de exterior e interior do pavilhão em cartão da escola primária de Westborough (Fonte: Cottrell & Vermeulen Architecture, 2008).....	31
Figuras 36-38 – Imagens de exemplos de programas de desenho e análise do desempenho ambiental (Fonte: Eco-Tech; ACLURE, INETI).....	32
Figuras 39 e 40 – Imagem e esquemas ilustrativos da montagem dos módulos standardizados, nas Dynamic Towers (Fonte: Dynamic Towers, Dr. Fischer).....	34
Figuras 41-43 – Fotografias de madeira de produção certificada, e exploração de cortiça (Fonte: Inhabitat, APCOR, 2009).....	35
Figuras 44 e 45 – Fotografias de exterior do projecto Cork House, do atelier arquitectos anónimos (Fonte: revista arquitectura e construção, 2008).....	36
Figuras 46 e 47 – Fotografias de bancada de cozinha feita com desperdícios de vidro e cimento; e pavimento feito com o aproveitamento de desperdícios de madeira – eco-friendly flooring (Fonte: Icestone e www.ecofriendlyflooring.com).....	37
Figuras 48-51 – Fotografias de Isolante de Lã; Isolante Aerogel; Isolante de Ganga reciclada e aglomerados de cortiça (Fonte: Inhabitat, APCOR, 2009).....	39
Figuras 52-54 – Fotografia da fachada Sul, pormenor da fachada, vista interior do Instituto do Mundo Árabe (Fonte: http://architecture.about.com/od/findphotos/ig/Jean-Nouvel/ e fotografias do autor).....	42
Figuras 55 -57 – Gravura de aloé vera; fotografias de exterior da recolha de água pluvial no Parque Bentsen-Valle (Fonte: Bahamón, 2008).....	43
Figuras 58 -60 – Fotografia de piscina natural com macrófitas; da interior da lavandaria de Folehaven (Fonte: terrasdemouros.pt e http://www.folehavensvaskeri.dk/).....	44

Figuras 61-64 – Imagens de torneira munida de redutor de fluxo; de torneira com sensor de infra-vermelhos; autoclismo munido de interruptor com duas descargas (Fonte: Inhabitat; “dossier doméstica”, arquitectura & construção, n.º20).....	45
Figuras 65-67 – Fotografias de aplicação de painéis fotovoltaicos em cobertura como elemento de revestimento e integrado na fachada como células monocristalinas laminadas, posicionadas entre dois panos de vidro (Fonte: http://www.inhabitat.com/2006/08/23/green-building-101-eco-power/e Zed Factory, 2009).....	46
Figuras 68-70 – Fotografias de exterior e interior do edifício Sanyo Solar Ark (Fonte: Sanyo, 2009).....	46
Figuras 71 e 72 – esquemas ilustrativos do funcionamento de turbinas eólicas, localizadas entre pisos, Dynamic Towers (Fonte: Dynamic Towers, Dr. Fischer, 2008).....	47
Figura 73 – Esquemas ilustrativos dos vários sistemas de aquecimento por radiação (Fonte: Green Vitruvius, 1999).....	48
Figura 74 – Imagem ilustrativa do funcionamento de uma parede de Trombe durante o período diurno e nocturno (Fonte: Nunes, 2007).....	50
Figuras 75 e 76 – Fotografia da Parede de Trombe ventilada na fachada Sul e respectivo esquema do funcionamento das trocas de calor e ventilação, entre interior e exterior nas várias Estações do ano, na Casa Schäfer, Porto Santo (Fonte: livro Edifícios Solares Passivos em Portugal ; INETI, 1997).....	51
Figuras 77-79 – Fotografia de pormenor da fachada e esquemas ilustrativos do funcionamento da ventilação cruzada e da ventilação entre o interior e fachada (Fonte: BRE, 2008).....	52
Figuras 80-82 – Fotografias da cobertura verde da California Academy of Sciences; da Câmara Municipal de Chicago; fachada verde Millennium Village (Fonte: CAS; Wikipedia; sky garden, 2008).....	53
Figuras 83-85 – Sistema de controlo com visualização de dados, câmara e sensor com visionamento remoto e louvres mecânicos, instalados no edifício do BRE (Fonte: “dossier doméstica”, arquitectura & construção, n.º20 ; BRE).....	54
Figuras 86-89 – Fotografia de exterior, pormenor fachada, átrio interior e secção vertical (Fonte: Foster and Partners, 2006).....	56
Figuras 90-92 – Perspectivas do edificado e pormenor da turbina (Fonte: http://www.inhabitat.com/2007/03/28/bahrain-world-trade-center-has-wind-turbines/).....	57
Figuras 93-97 – Perspectivas exteriores e interiores do edificado, ilustração de principais características (Fonte: http://www.smithgill.com/ , 2009).....	59
Figuras 98-103 – Fotografias do exterior; de habitat interior; esquema ilustrativo do funcionamento da ventilação; fotografia da cobertura ajardinada e corte conceptual (Fonte: California Academy of Sciences, 2009).....	60
Figuras 104 e 105 – Fotografia do exterior do edifício existente, Av. De Pádua e Av. Infante D. Henrique (Fonte: Plano de Pormenor Projecto Urbano Parque Oriente, volume 2).....	62
Figuras 106 e 107 – Perspectivas do exterior do edifício existente, no cruzamento da Av. De Pádua e Av. Infante D. Henrique, e do interior da Praça Pública (Fonte: Plano de Pormenor Projecto Urbano Parque Oriente, volume 2).....	64
Figuras 108 e 109 – Cortes Sul-Norte: Insolação do espaço público da Praça Oriente - Os cortes Sul-Norte acima representados demonstram a insolação da Praça Oriente nos momentos em que o ângulo solar ao meio-dia é mais extremo: 21 de Junho e 21 de Dezembro respectivamente. (Fonte: Plano de Pormenor Projecto Urbano Parque Oriente, volume 2).....	68
Figuras 110 e 111 –Perspectiva do espaço exterior da Praça Pública, incluindo tanques para tratamento de águas residuais (Fonte: Plano de Pormenor Projecto Urbano Parque Oriente, volume 3).....	69
Figuras 112 e 113 – Fotografias do exterior do edifício Solar XXI, fachadas Sul e Nascente – Norte (Fonte: INETI, 2005).....	71
Figuras 114 -119 – Esquemas de funcionamento, fotografias de obra e fotografia de ventoinhas no interior de divisões, do sistema de arrefecimento pelo solo (Fonte: INETI, 2005).....	73
Figura 120 - Esquema de funcionamento do sistema de painéis fotovoltaicos com aproveitamento térmico e uso de ventilação natural, nas estações de Inverno, Verão e Primavera (Fonte: INETI, 2005).....	74
Figuras 121 e 122 – Fotografias do edifício Solar XXI e respectivo parque de estacionamento integrando painéis fotovoltaicos (Fonte: INETI, 2005).....	75

PREFÁCIO

A indústria da construção é uma das actividades humanas que maiores desafios e oportunidades apresentam hoje na definição de uma relação harmoniosa e equilibrada entre Homem e meio ambiente. Isto deve-se a um estado actual de desequilíbrio e abuso, resultante do impacte que o Homem tem tido sobre o meio ambiente nos últimos séculos, sendo por isso hoje cada vez mais relevante procurar novas práticas, métodos e atitudes perante o que deve ser a relação entre as construções humanas e o meio ambiente.

O presente trabalho não pretende rejeitar por completo as práticas comuns da indústria da construção, ou considerá-las inválidas ou obsoletas, mas sim, alertar e informar o leitor, que face a novos desafios e necessidades presentes e futuras, o Homem enquanto ser pensante, deve constantemente, procurar novas soluções, ideias e métodos; deve procurar melhorias, deve procurar evoluir.

No tempo presente em que, enquanto sociedade, temos uma noção cada vez maior do nosso impacte sobre o meio ambiente, é urgente modificar comportamentos e atitudes recorrendo a práticas em maior harmonia e equilíbrio com o meio ambiente e salvaguardar a qualidade de vida de gerações presentes e futuras. Tal não implica um retrocesso a eras primitivas, mas sim uma reflexão cuidada sobre os ensinamentos do passado e sobre as capacidades, meios e tecnologias presentes, de forma a poder inovar nas nossas acções, de forma a poder reinventar o nosso futuro.

INTRODUÇÃO

Após o que tem sido mais de um século de exploração humana abusiva, a Natureza reclama hoje o seu domínio perante o Homem na procura de um estado de equilíbrio, que poderá bem pôr em causa a sobrevivência humana nos seus vários níveis, tal como a conhecemos hoje.

Desde os primórdios da Revolução Industrial, que a definição do mundo Ocidental para sempre mudou. As imensas possibilidades resultantes da exploração de novas fontes de energia naturais, como o carvão, vêm definir um novo estilo de vida, transversal aos vários estratos sociais e actividades humanas, apoiado na indústria, nas capacidades da máquina moderna e suportado pela grande capacidade energética destes novos recursos explorados. Mas se à época não existia uma real noção dos malefícios e abusos produzidos sobre o mundo natural, do que era uma exploração faminta e crescente, hoje cada vez mais estamos cientes de conhecimentos do contrário.

Encontramo-nos actualmente num ponto de viragem da relação do Homem com a Natureza. Consciências são todos os dias despertadas, resultado de um cada vez maior alerta e de um maior número de fontes de conhecimento do verdadeiro impacte e repercussões que temos sobre o mundo natural. É hoje possível mitigar muitos dos erros cometidos no passado, e com algum esforço, minorar muitas das previsões apocalípticas que são hoje advertidas por vários estudiosos e especialistas do clima. Se num contexto geral cabe a todos os indivíduos modificar atitudes, também assim o deve ser na indústria da construção, esta detentora de um peso significativo nas acções sobre o meio ambiente, detêm sobre si a responsabilidade de reduzir significativamente os seus impactes e procurar um equilíbrio com o meio ambiente.

O presente trabalho surge assim da necessidade de responder a novos paradigmas e responsabilidades da indústria da construção, propondo, de um ponto de vista académico, procurar soluções, técnicas ou ideias inovadoras dentro do campo da Arquitectura, nos seus vários domínios, e analisar os resultados que daí advêm, que procurem reduzir o impacte desta sobre o meio ambiente, incentivando à produção de uma Arquitectura sustentável com um bom desempenho ambiental.

Este trabalho procura também reunir um conjunto de conhecimentos, técnicas e bons exemplos, que auxiliem a expor o que de bom se pode fazer na actualidade na procura de uma Arquitectura sustentável. Pretende-se igualmente aprofundar conhecimentos, ganhar uma perspectiva geral do que é o estado de arte, assim como qual a relação de diferentes tecnologias com a Arquitectura, perceber como uma área que ainda está em desenvolvimento poderá evoluir ao longo do tempo e adquirir conhecimentos para aplicação futura. Reunindo assim como documento de consulta, uma análise e um conjunto de resultados que proporcione informação relativo à evolução e inovação nos vários domínios da Arquitectura na sua relação com o meio ambiente; são estas, algumas das motivações do autor para a realização deste trabalho.

Apresenta como objectivos responder a questões tais como: qual a importância da inovação na Arquitectura face ao desempenho ambiental; que inovação existe; que inovações trazem benefícios; quais as inovações que são aplicadas em casos reais no mundo e em Portugal;

qual o contributo de procurar novas formas de pensar, trabalhar e inovar na Arquitectura, na procura de uma relação mais harmoniosa desta com o meio ambiente. Quais as inovações que têm surgido ao longo do tempo, desde a Revolução Industrial, nomeadamente na Arquitectura contemporânea, que tenham como preocupação minimizar o impacto da Arquitectura, optimizando o seu desempenho ambiental.

Na elaboração do presente trabalho foram aplicados como instrumento de análise o sistema de avaliação e certificação ambiental **LiderA**. Este através da análise do desempenho ambiental do edificado a campos tais como: local e integração; recursos; cargas ambientais; ambiente interior; durabilidade e acessibilidade; gestão ambiental e inovação; permite fazer uma abordagem transversal aos impactes dos edificados sobre o meio ambiente. Será assim um instrumento fundamental na análise da inovação dos casos de estudo nos seus vários parâmetros de avaliação. Além deste, conceitos como consumos de energia, de recursos naturais, produção de poluentes e de gases com efeito de estufa, emprego de novos métodos, instrumentos ou tecnologias inovadores; pesquisa da evolução histórica, através de casos de estudo simbólicos na relação da Arquitectura com o meio ambiente; pesquisa da inovação nos vários domínios da análise do desempenho ambiental do edificado, sob as várias áreas e ciências que colaboram com a Arquitectura para a produção e desenvolvimento de um projecto; estarão também presentes ao longo da elaboração deste trabalho.

Estrutura do trabalho

O presente trabalho está estruturado em 5 capítulos.

Um primeiro capítulo, a título introdutório, fará o enquadramento do estado de arte, onde serão explanados os principais conceitos em redor da sustentabilidade.

Num segundo capítulo serão debatidos os conceitos de inovação, num sentido literal, na Arquitectura e na evolução histórica da Arquitectura de um ponto de vista ecológico, focando as inovações que ocorreram nesses diferentes períodos históricos.

Um terceiro capítulo constituirá o corpo principal do trabalho, relatando o estado de arte, através de uma definição de inovação na Arquitectura, estruturada segundo três domínios, resultantes de uma abordagem segundo o método de trabalho projectual; sendo estes: inovação no conceito, inovação no processo e inovação no produto. Cada um destes três domínios estará dividido em análises segundo diferentes temas, podendo dentro destes conter casos arquitectónicos, a título exemplificativo.

Num quarto capítulo serão explorados, seis casos de estudo, seleccionados pela sua abordagem global, ao conceito de inovação, presente nos diferentes parâmetros do sistema de avaliação e certificação ambiental LiderA. Através deste será possível elaborar um quadro comparativo, dos vários casos, face aos seus níveis de inovação, permitindo assim uma análise descritiva das suas comparações e conclusões.

Um quinto e último capítulo constituirá o capítulo da conclusão, onde serão relatadas as principais conclusões e recomendações a serem tiradas do conjunto do trabalho.

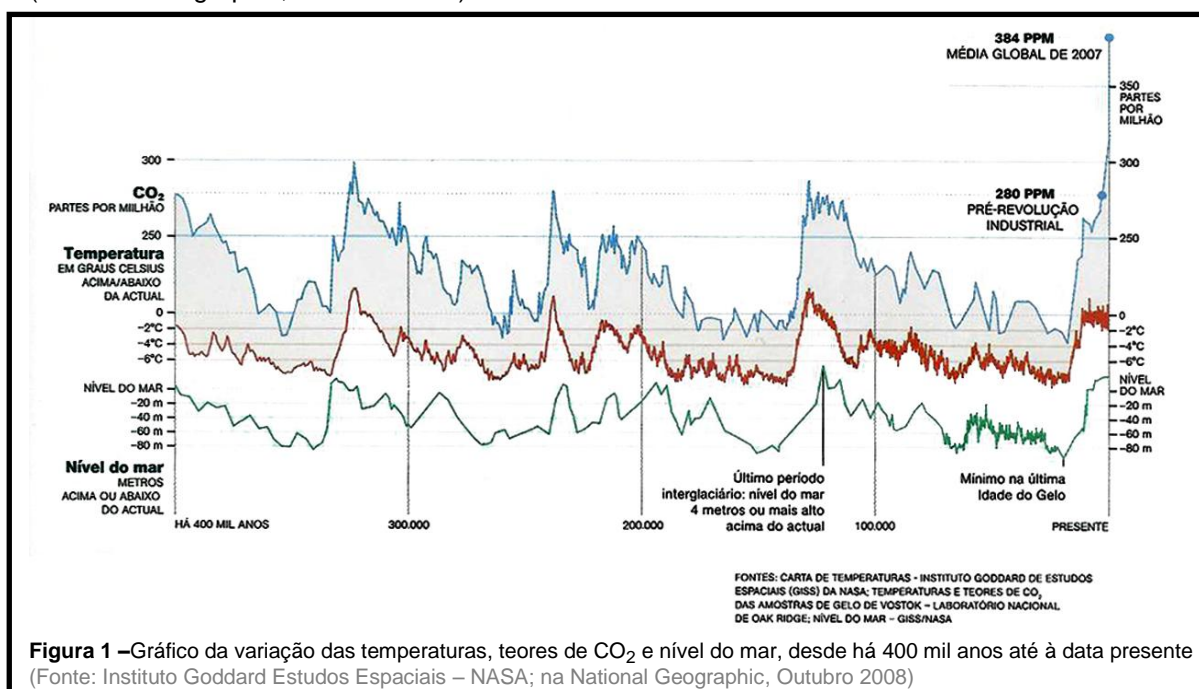
CAPÍTULO 1 - ENQUADRAMENTO

É à presença do dióxido de carbono na atmosfera terrestre em quantidades equilibradas, que se deve o facto de a Terra manter uma temperatura suficientemente amena para sustentar a vida no planeta, tal como a conhecemos actualmente. No entanto nos séculos passados desequilibrámos os pratos da balança, e a quantidade de dióxido de carbono na atmosfera tornou-se hoje um perigo para a vida na Terra.

É já actualmente aceite, pela maioria dos especialistas e estudiosos do clima, como causa principal do aquecimento e alterações do clima no planeta, a acção do Homem.

Altos níveis de produção de gases com efeito de estufa, tais como o dióxido de carbono (CO_2), são hoje os mais elevados, já alguma vez registados, desde à milhares de anos, resultado do estilo de vida do Homem Moderno Ocidental, despoletados com a Revolução Industrial, que desde então, num crescente consumo e exploração desequilibrada de combustíveis de origem fóssil, libertou estes para a atmosfera, resultando em alterações climáticas à escala do globo.

A acção humana, incluindo a queima de combustíveis fósseis, para fins industriais e de transporte, conduziu a um aumento de concentração de gases com efeito de estufa, aumentando os níveis de CO_2 em 36% superior aos do século XVIII, antes da generalização do uso do carvão (National Geographic, Outubro 2008).



Análises a amostras de gelo colhidas na Antártida permitiram estabelecer que nos últimos 400 mil anos, as subidas e descidas dos níveis de dióxido de carbono acompanharam as variações de temperaturas globais e do nível do mar. Historicamente, a elevação das temperaturas precede o aumento da concentração de CO_2 , que por sua vez tem um efeito acelerador da elevação da temperatura. Nunca antes os níveis de CO_2 subiram tanto e com tamanha rapidez, bem antes da elevação da temperatura (ver Figura 1).

As alterações climáticas que presenciamos actualmente, e que se esperam intensificar em anos futuros, antecipam um impacte que poderá vir a ser catastrófico para a vida no planeta Terra; pondo em causa o equilíbrio natural do planeta, resultando em tempestades, cheias, secas, furacões entre outros cataclismos, cuja periodicidade seria mais espaçada não fosse resultado deste desequilíbrio, gerando destruição de habitats e colocando espécies em vias de extinção, entre as quais a humana, cujos territórios vemos hoje em dia a ser prejudicados.

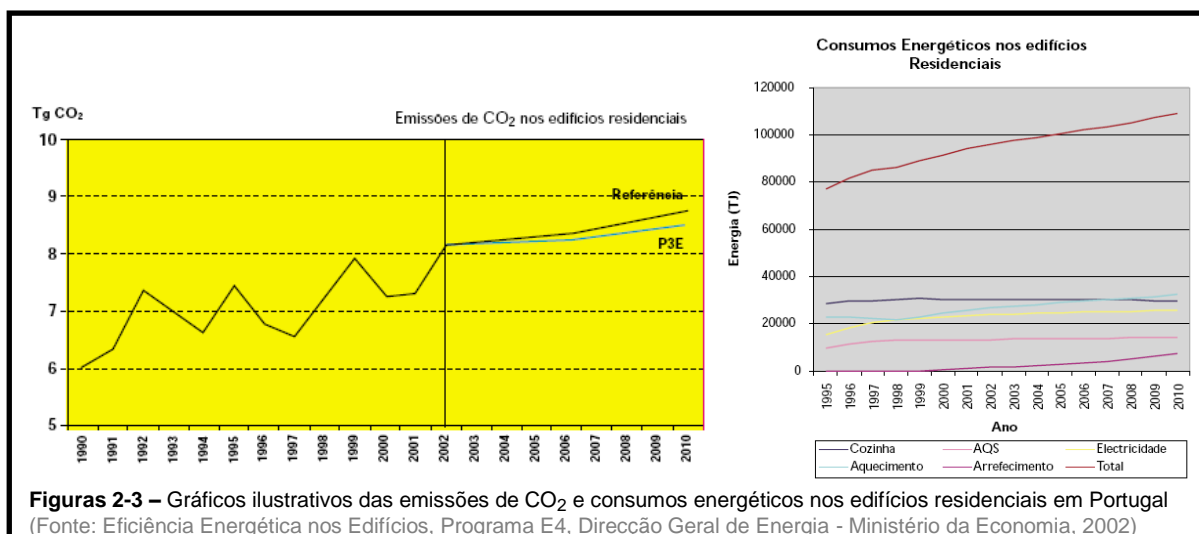
A crescer a esta situação prevê-se que nos anos futuros a dependência de fontes energéticas aumente consideravelmente. Apontando para um aumento do consumo de energia 50% superior ao actual para 2030 (programa eco-europa, 2008).

A necessidade por fontes de energia rentáveis, está presente nas várias actividades humanas, entre elas, a da indústria da construção. Esta, para além do consumo energético assume também um lugar preponderante na extracção e impacte sobre os recursos naturais.

Estima-se que o sector da construção seja responsável por mais de um terço do consumo total de energia e recursos naturais do planeta (ADENE, 2005). E que os edifícios produzam 35% das emissões de gases com efeito de estufa (EU, 2004).

Para além da energia consumida na operação dos edifícios, a produção de materiais e a construção em si mesma, consomem energia, usualmente designada por energia incorporada e estimada em cerca de 10 a 15%, quando considerado o seu ciclo de vida global. Os edifícios e ambiente construído armazenam uma grande quantidade de materiais, só os edifícios atingem 40% dos materiais e 55% das madeiras extraídas mundialmente (Roodman e Lenssen, 1995). As quantidades de resíduos provenientes da actividade de construção são elevadas, estima-se que o edificado e actividades afins originem cerca de 40% do total de resíduos produzidos (CIB, 1999).

Em Portugal, os edifícios representam cerca de um terço do consumo energético e representam o 2.º sector que mais contribui para o efeito de estufa (ADENE, 2008). Em 2002 existiam cerca de 3,3 milhões de edifícios, sendo que, o seu consumo energético, dominado pela energia eléctrica, representava 22% do consumo total de energia do país, ou seja o equivalente a 3,5 Mtep (milhões de toneladas equivalente de petróleo) (Gonçalves, H., A. Joyce. L. Silva, 2002).



O Protocolo de Quioto impõe um tecto nas emissões para a atmosfera de CO₂ e outros gases responsáveis pelo aumento do efeito de estufa (GEE) e que contribuem para o aquecimento global. Cada Estado signatário do Protocolo obrigou-se a tomar as medidas necessárias para limitar a produção de GEE no seu território. Para isso, impõe-se a criação de mecanismos de actuação e definição de políticas de curto e médio prazo que reduzam as emissões de GEE, de tal modo que os níveis de emissão no período de cumprimento 2008-2012 sejam os de 1990.

Assim Portugal como Estado signatário adoptou em 2001, formalmente o Programa E4 (Eficiência Energética e Energias Endógenas) com o objectivo de "...pela promoção da eficiência energética e da valorização das energias endógenas, contribuir para a melhoria da competitividade da economia portuguesa e para a modernização da nossa sociedade, salvaguardando simultaneamente a qualidade de vida das gerações vindouras pela redução de emissões, em particular do CO₂, responsável pelas alterações climáticas". O Programa E4 assume-se, assim, como um instrumento de primordial importância na estratégia para as alterações climáticas, dando um contributo decisivo no sentido do cumprimento das obrigações que Portugal assumiu ao subscrever o Protocolo de Quioto (ver ANEXO 1.1).

Estabelecem-se novas metas para as emissões de CO₂ e consumos energéticos para Portugal, como podemos ver nas **Figuras 2 e 3**.

A adicionar a um elevado consumo energético e de produção de GEE, o sector da construção produz outros impactes bem reais sobre o ambiente. No quadro seguinte podemos ver discriminados os principais efeitos da construção sobre o meio ambiente e suas consequências, agrupados por etapas da construção (Fonte: Seminário "A sustentabilidade e a reabilitação", Victor Córias, Grupo Stap).

Efeitos da construção sobre o ambiente

I Extracção das matérias-primas • Redução das funções ambientais; • Degradação da paisagem e da capacidade de regeneração; • Redução das disponibilidades de matérias-primas.

II Produção de materiais de construção e de elementos estruturais • Emissão de substâncias nocivas; • Deposição de resíduos.

III Construção • Produção de substâncias nocivas e destruidoras da camada de ozono.

IV Demolição • Produção de substâncias nocivas; • Deposição de entulhos; • Desperdício de matérias-primas.

V Terreno de implantação • Destruição ou redução do desempenho ambiental da área, por exemplo, a preparação da área para a construção; • Perturbação por ruídos e odores, segurança externa; • Alteração do clima (CO₂) e acidificação devida ao consumo de energia em transportes, em particular o fluxo/refluxo diário.

VI Utilização dos edifícios • Alteração do clima (CO₂) e acidificação devida ao consumo de energia, sobretudo para climatização.

VII Manutenção e gestão das construções (em particular dos edifícios) • Ataque à camada de ozono, produção de substâncias nocivas; • Deposição de resíduos.

Deparados com este cenário de produção de gases com efeito de estufa e de impactos sobre o meio ambiente, por parte do sector da construção, como podemos minorar a acção humana negativa sobre o actual estado do planeta e qual deveria ser o nosso ponto de referência, quais as melhores práticas a serem seguidas?

Com as crises energética da década de 70 (73 e 79), consciências foram despertadas para a escassez dos combustíveis fósseis e que deveria ser feito um consumo energético mais sustentável, mas é na década de 80, com o Relatório de Brundtland (emitido pela Comissão Mundial das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento ou Brundtland Commission, criada em 1983) que se define o conceito de desenvolvimento sustentável mais utilizado hoje em dia. Em que tal define que “O desenvolvimento sustentável deve atender às necessidades do presente, sem comprometer o atendimento das necessidades de gerações futuras.”

Esta definição veio, para sempre, criar novos paradigmas no pensamento das sociedades do que deveria ser uma correcta evolução das diferentes actividades humanas.

Assim também na construção se deve procurar um desenvolvimento sustentável, uma construção sustentável. No documento Agenda 21, Chrisna du Plessis, define Construção Sustentável como “Processo holístico que visa restaurar e manter a harmonia entre o ambiente natural e o ambiente construído. Aplicação dos princípios do desenvolvimento sustentável ao processo global da construção, desde a extracção e beneficiação das matérias primas, passando pelo planeamento, projecto e construção de edifícios e infra-estruturas, até à sua desconstrução final e gestão dos resíduos dela resultantes.”

Também nas seguintes definições se podem encontrar os conceitos e objectivos principais em redor do que deve ser uma arquitectura sustentável.

“O conceito de “*Arquitectura Solar Passiva*” ou “*Arquitectura Bioclimática*” ou qualquer outra denominação, que ao longo das ultimas décadas tem sido atribuída a determinado tipo de arquitectura, pode ser definida como uma arquitectura que, na sua concepção, aborda o clima como uma variável importante no processo projectual, relevando o sol, na sua interacção com o edifício, para um papel fundamental no mesmo. Assim, mais importante que a denominação, são os princípios, os conceitos fundamentais, um conjunto de regras simples, que mais não visam compreender quais as variáveis climáticas existentes no local, sol, vento, água, e como essas variáveis podem interagir com o edifício de forma positiva e propiciar as condições de conforto térmico adequadas a cada espaço.” (Conceitos Bioclimáticos, Hélder Gonçalves, INETI)

“Uma edificação sustentável é aquela que quantifica os impactos que causa ao meio ambiente e à saúde humana, empregando todas as tecnologias disponíveis para mitigá-los.” (Valério Gomes Neto, conselheiro do CBCS, Conselho Brasileiro de Construção Sustentável)

Segundo Olgyay, o processo projectual deverá seguir um planeamento que prevê na sua essência a conjugação perfeita entre, o aproveitamento das condições naturais e o conforto humano, minimizando as necessidades energéticas. O primeiro passo será a interpretação do clima local e o reconhecimento das condições biológicas, sociais e culturais. Depois deverá ser feito o estudo das principais soluções tecnológicas possíveis de integrar, e por fim o desenho da arquitectura, que terá de responder a todas as necessidades.

Se a actividade da construção é das que maiores impactes produz sobre o meio ambiente, e se cada vez temos uma maior noção de que deveríamos caminhar para um estado de equilíbrio com o planeta, na procura de um desenvolvimento sustentável, em que não só estamos a garantir o sucesso de gerações humanas futuras, como também a sobrevivência do mundo natural; surge então, de uma forma clara que toda e qualquer actividade humana, deve ser cuidadosamente pensada, organizada e planeada tendo em consideração o que será a sua intervenção face ao meio ambiente e quais serão os seus impactes.

Assim, a medição dos impactes humanos face a uma listagem de parâmetros ambientais é porventura uma das metodologias mais próximas e rigorosas numa medição da interacção e procura de equilíbrio entre a construção de ambientes artificiais, criados pelo Homem e o seu habitat primitivo, a Natureza.

Surgem neste seguimento de pensamento a criação de vários sistemas de avaliação e certificação ambiental para a medição de impactes na construção, entre eles destacam-se a nível internacional, o americano LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), ou o inglês BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), e a nível nacional o sistema LiderA.

O sistema **LiderA**, desenvolvido para a realidade portuguesa, consiste num sistema de avaliação dos níveis de desempenho ambiental da construção, numa óptica de sustentabilidade, que se comparam com diferentes valores de desempenho, os quais devem ser melhores que as práticas existentes, fornecendo uma avaliação final da sustentabilidade da construção e ambientes construídos (Pinheiro, 2005). O sistema proposto dispõe de três níveis: estratégico, projecto e gestão do ciclo de vida, tendo em vista permitir o acompanhamento nas diferentes fases de desenvolvimento do ciclo de vida do empreendimento (Pinheiro, 2005).

Principais princípios do sistema Lidera

O empreendimento desde o seu início deve adoptar uma política ambiental, a qual deve ser adequada ao empreendimento e especificidades ambientais, considerando os seguintes princípios:

Princípio 1 – Respeitar a dinâmica local e potenciar os impactes positivos;

Princípio 2 – Eficiência no consumo dos recursos;

Princípio 3 – Reduzir o impacte das cargas (quer em valor quer em toxicidade);

Princípio 4 – Assegurar a qualidade do ambiente interior;

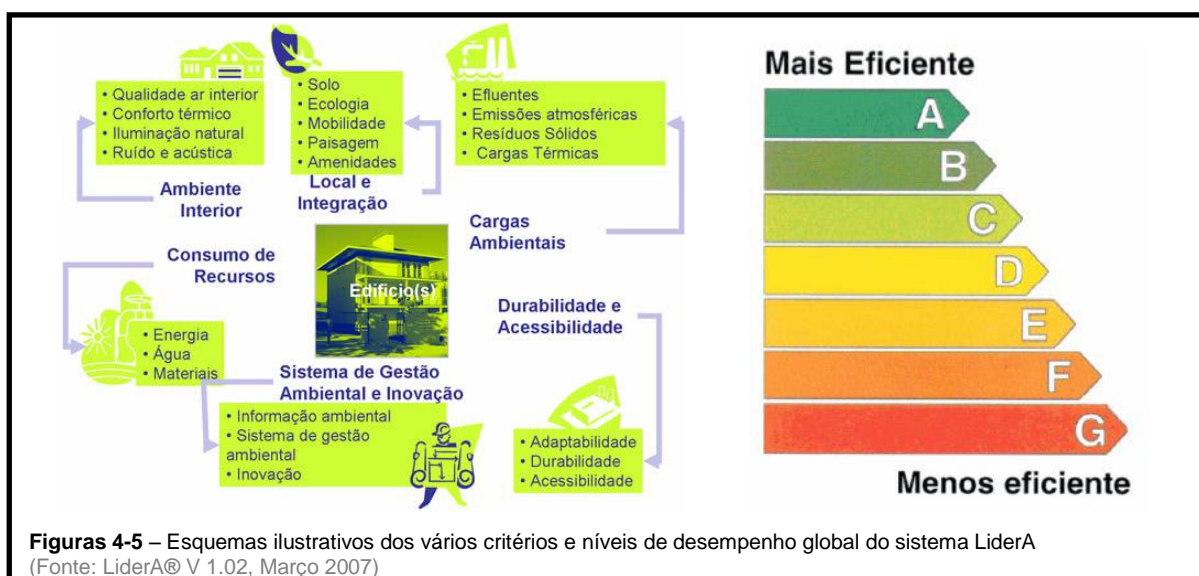
Princípio 5 – Assegurar a qualidade do serviço;

Princípio 6 – Assegurar a gestão Ambiental e a inovação

Para cada tipologia de utilização são definidos os **níveis de desempenho considerados**, que permitem indicar se a solução é ou não sustentável. A parametrização para cada um deles segue, ou a melhoria das práticas existentes, ou a referência aos valores de boas práticas, tal como é usual nos sistemas internacionais (LiderA® V 1.02, Março 2007).

Estes níveis são derivados a partir de dois referenciais chave. O primeiro assenta no desempenho tecnológico, pelo que a prática construtiva existente é considerada como nível usual

(Classe E) e o melhor desempenho decorre da melhor prática construtiva viável à data, o que tem como pressuposto que uma melhoria substantiva no valor actual é um passo na sustentabilidade. Decorrente desta análise são estabelecidos para cada utilização os níveis de desempenho a serem atingidos. Como referencial no valor global final considera-se que o melhor nível de desempenho é A, significando uma redução de 50% face à prática de referência (no geral a prática actual), que é considerada como E. O reconhecimento é possível de ser efectuado nas classes C a A. Na melhor classe de desempenho existe para além da classe A, a classe A+, associada a um factor de melhoria de 4 e a classe A++ associada a um factor de melhoria de 10 face à situação inicial considerada (LiderA® V 1.02, Março 2007).



Critérios

Os critérios centram-se na possibilidade de desempenho, pressupondo a capacidade de integração e valorização da paisagem e assumindo uma perspectiva de qualidade arquitectónica.

Cada critério sugerido é numerado de 1 a 50 e é enquadrado com uma referência sumária nos principais aspectos e instrumentos da sua aplicação, nacionais ou internacionais. Os critérios distribuem-se pelas seguintes vertentes e áreas:

- **Localização e Integração**, no que diz respeito ao Solo, à Ecologia, à Paisagem, às Amenidades e à Mobilidade;
- **Eficiência no Consumo dos Recursos**, abrangendo a Energia, a Água e os Materiais;
- **Impactes das Cargas**, envolvendo os Efluentes, as Emissões, os Resíduos, o Ruído Exterior e os Efeitos Térmicos;
- **Ambiente Interior**, nas vertentes da Qualidade do Ar Interior, do Conforto Térmico, da Iluminação (artificial e/ou natural), da Acústica e da Capacidade de controlo das condições interiores;
- **Durabilidade e Acessibilidade**;
- **Gestão Ambiental e Inovação**.

Os critérios encontram-se expostos em maior detalhe na Lista para Pré Avaliação de Posicionamento na Construção Sustentável segundo o sistema LiderA, presente no **ANEXO 1.2**.

2.1 Inovação e Arquitectura

Inovação

“Introdução de qualquer novidade no governo, nos costumes, na ciência, etc. Renovação.”
(definição dicionário Lello)

“Aquele que não fizer uso de novos remédios, deve esperar novos males; pois o tempo é o grande inovador” (Francis Bacon)

“A necessidade é a mãe da invenção” (provérbio popular)

Qual a importância da Inovação

Inovar significa muitas vezes introduzir algo de novo, sejam práticas, métodos, conceitos ou ferramentas novas à prática corrente. A inovação surge assim enquanto resultado da aplicação de conhecimentos, da introdução ou exploração de ideias ou conceitos novos.

Estando a inovação associada a práticas ou conceitos novos, não familiares à prática corrente e cujo domínio não é comum, está associada a um grau de risco. Como tal é fundamental para o inovador assumir uma atitude de convicção, perseverança e acima de tudo coragem.

A inovação pode ser despoletada de várias formas. Pode surgir como resposta a novas oportunidades criadas pelo mercado, como é o exemplo do desenvolvimento de novos materiais, ou surgir da análise e transferência de novas técnicas, ou ferramentas de uso comum noutra tipo de indústrias. A inovação surge também como o resultado de diferentes maneiras de ver o mundo, sendo que cada inovador imprime o seu cunho pessoal à sua criação; podendo ser o resultado quer de novas perspectivas e prioridades, o resultado da definição de novos padrões e referências pessoais, ou até ser fruto da incompreensão face à prática comum. Não é raro também a inovação surgir na fronteira ou limite de acção das áreas de trabalho, levando a que técnicos em condições extremas optem por novas perspectivas e que tenham de explorar áreas que não as suas, trazendo assim modificações e novos conceitos para a sua área.

A inovação está essencialmente associada à procura de melhorias, de evolução, quer seja de desempenho, quer seja na adaptação a uma nova realidade. Surge também pela necessidade de criar um leque mais diversificado e rico, que reflecta visões mais pessoais sobre as várias actividades humanas.

Formas de inovar/ atingir a inovação

- Análise de falhas (identificar oportunidades; formas de preencher as falhas)
- Procurar melhorias/excelência nos produtos (através do conhecimento; identificação da sua relevância/importância; invenção)
- Troca de ideias em grupo (reunião de inovadores; pensar fora da sua área de trabalho; criação de soluções conjuntas)
- Olhar à volta/ Reconhecer os problemas
- Procurar soluções utilizadas noutras áreas/indústrias
- Colocar questões (desafiar a prática comum)
- Experimentar algo de novo (procurar perceber e elaborar novas formas de resolver os problemas/ aprender com as falhas de designs antigos)
- Experimentar algo de diferente (procurar hipóteses ou métodos que atinjam melhores resultados)
- Aprender com a concorrência e procurar superá-la
- Privilegiar novas formas de elaborar o pensamento e de pesquisar
- Ajustar estratégias ao orçamento disponível (a situação económica pode despoletar a procura de novas opções)
- Ter uma mente aberta a novas ideias/paradigmas
- Procurar diferentes relações entre conceito e fabrico
- Pensar para além/fora dos paradigmas comuns
- Procurar quem inova / incentivar a criatividade dos trabalhadores

Inovação e Arquitectura

A inovação na Arquitectura como já foi focado anteriormente, surge maioritariamente, como noutras actividades humanas, da procura por melhores resultados, ou como reflexo de uma visão pessoal. Sendo esta uma actividade de forte cariz criativo, reflecte muitas vezes visões e gostos pessoais, estes por si só, são muitas vezes os responsáveis por abordagens inovadoras por parte dos seus intervenientes. No entanto não são poucos os despoletadores da inovação na Arquitectura. Ao longo da sua evolução vários foram os temas que suscitaram mudanças, quer na estética, quer na atitude por parte do projectista na Arquitectura.

Enquanto Arte da construção e actividade humana do pensamento e criação de edifícios e novos ambientes físicos, esteve sempre sujeitas quer a preocupações sociais, à adaptação a novos meios, ao desenvolvimento de novos materiais, técnicas e práticas de construção, assim como a novos paradigmas de pensamento, quer social, cultural ou económico.

Na actualidade com despertar de consciências face ao impacte do ser humano sobre o seu meio ambiente, abrem-se hoje novas portas para a inovação na Arquitectura.

“Historicamente, o pensamento arquitectónico crítico pode ser dividido em duas categorias simples: uma que promove, refina e implementa a retórica anterior; e outra que representa a ruptura com a ideologia corrente, que revela uma nova direcção. Enquanto a primeira favorece uma determinada ideologia, produzindo principalmente exemplares dentro de uma corrente principal, a segunda resulta normalmente num trabalho mais inventivo que estabelece um novo rumo na pedagogia e prática da arquitectura.” (Louis Kahn)

“Quando se está a inovar, está-se a lidar com novos conceitos, ideias e técnicas. Enquanto arquitecto tens a obrigação perante o teu cliente de compreender algo novo e quais as suas implicações, fazer o trabalho de casa e preparas-te o melhor possível, se pretendes questionar as regras e levar a arquitectura no caminho do futuro. Na arquitectura onde ocorre inovação está implícito o recurso do arquitecto à experimentação, a sua dedicação, atenção e amor, na realização de testes, simulações, num contínuo empenho de forma a atingir o seu ideal.” (Mike Davies, *Innovation in Architecture*, 2004)

Inovação e Arquitectura sustentável

Inovar na Arquitectura, no campo da sustentabilidade, significa adoptar novas práticas, métodos ou tecnologias, sendo que estas sejam inovadoras ou que produzam resultados inovadores na relação do Homem com o seu meio ambiente. Nomeadamente, que estes resultados se traduzam em menores impactes ambientais, que assegurem uma relação mais próxima com o meio ambiente, que assegurem níveis de conforto e de qualidade de vida, assim como de protecção e de defesa dos recursos naturais, em tempo presente e futuro.

Consiste na procura de inovações que pretendam atingir melhorias na relação do Homem com a Natureza, maior eficácia energética, melhor qualidade de desempenho, metas mais verdes, mais amigas do ambiente. Uma melhor relação, respeito e interligação entre Homem e Natureza, que esse perceba e respeite o seu lugar dentro desta.

A importância e a urgência de inovar na arquitectura sustentável na actualidade, devem-se a fortes necessidades de encontrar e realizar novas práticas arquitectónicas que possam e devam dar uma resposta rápida e eficaz quanto a reduções de gastos energéticos e libertação de gases com efeito de estufa para a atmosfera, de forma a combater um perigo real que são as alterações climáticas e o crescente consumo de recursos naturais. Existe hoje uma premência real por novas soluções.

Este é potencialmente um dos períodos que maiores desafios apresenta para a história da inovação na Arquitectura. Enquanto muitos arquitectos actuais, se sentem intimidados pelo actual momento de mudança, receando que o seu estilo possa estar sob ataque, não existe razão para que esta revolução não possa ser adoptada de uma forma optimista, enquanto uma grande era para a criatividade (Wines, 2008).

Inovação e desempenho ambiental – sistema LiderA

Como já foi referido anteriormente, o sistema de avaliação e certificação ambiental **LiderA** será aplicado como instrumento de análise do desempenho ambiental e como escala de referência na classificação de práticas e métodos inovadores na arquitectura face ao desempenho ambiental.

A avaliação dos níveis de desempenho dos vários critérios ambientais pode ser atribuída através de uma classificação de G a A++.

O reconhecimento é possível ser efectuado nas classes C a A. Na melhor classe de desempenho existe para além da classe A, a classe A+, associada a um factor de melhoria de 4 e a classe A++ associada a um factor de melhoria de 10 face à situação inicial considerada (LiderA® V 1.02, Março 2007).

São assim definidas como inovadoras as práticas que alcancem valores iguais ou superiores aos de classificação em A+ ou A++, segundo a classificação desse sistema.

2.2 Evolução Histórica e Inovação

Com este sub capítulo é possível acompanhar a evolução da Arquitectura, desde a Revolução Industrial até ao século XX, na sua relação com a inovação, face ao seu desempenho ambiental. A análise histórica feita desde a Revolução Industrial é o resultado da continuidade do pensamento expresso anteriormente, na interpretação deste período enquanto determinante na relação e no impacto do Homem sobre a Natureza. Com o advento da industrialização, os impactos e consumos sobre os recursos naturais atingem valores sem precedentes, resultado de uma exploração desequilibrada, que ainda hoje estabelece as práticas correntes, dita um caminho pouco animador e destina a extinção a alguns dos recursos dos quais hoje ainda dependemos.

A transversalidade do estudo entre diferentes períodos históricos, permite analisar o que motiva o aparecimento de diferentes inovações, feitas a título individual ou colectivo; como se modifica a noção de relação entre Arquitectura e meio ambiente e como se vão modificando conceitos e metas em volta da inovação dentro de um ponto de vista ambiental.

São também relatados casos de estudo de edifícios que se consideram inovadores ou marcantes na Arquitectura e na sua relação com a Natureza e/ou no desempenho ambiental dessa, pela positiva e pela negativa. Sendo que alguns influenciaram a forma como se constrói na actualidade, quer pela sua relação directa entre arquitectura e meio ambiente envolvente, quer ao nível de definição de ideais presentes na definição de ambientes interiores.

Antes do advento da industrialização, o Homem conseguiu viver de uma forma harmoniosa com a Natureza, gerando um impacto ao nível local, muitas vezes de pequenas dimensões e em que essa tinha a capacidade de se regenerar ao longo dos anos, dos malefícios causados pelo Homem. De certa forma pode-se dizer que a maioria das culturas, vivia de uma forma sustentada, conseguindo assegurar a continuidade dos recursos de que dependia.

Este facto está também presente na prática comum da Arquitectura, sendo que em raras excepções, resultado de políticas e métodos de construção protagonizados por grandes impérios conquistadores, a prática comum de construção estava assente na exploração de recursos locais.

Desde os primórdios da Arquitectura vernacular que os objectivos da Arquitectura se prendiam num aproveitamento e numa adaptação directa ao meio. De facto, presente por todo o Mundo, a Arquitectura vernacular consiste numa adaptação extrema às condições e características naturais das áreas geográficas onde se insere, resultando de um constante aperfeiçoamento e rentabilização do que a sua envolvente permite. Como tal, esta construção rege-se por um aproveitamento dos materiais disponíveis localmente, procurando ainda, através das suas próprias características construtivas e no seu próprio desenho arquitectónico, garantir o conforto dos seus habitantes, protegendo-os das condições climatéricas presentes na área onde se inserem (Arboleda, 2006).

As práticas de construção e de desenho arquitectónico sofreram uma evolução constante como resultado da transmissão de conhecimentos resultantes da experiência obtida por tentativa e erro. Estas tinham como principal objectivo responder às exigências do clima local, realizando-o através de um posicionamento eficiente das divisões, englobadas consoante o seu uso, incluindo

casos que destinavam divisões para o abrigo de gado; entre outras a utilização de espessas paredes de terra, com uma elevada inércia térmica; o dimensionamento dos vãos, feito consoante as temperaturas e a insolação do local, são algumas das boas práticas de desenho passivo que foram evoluindo ao longo dos séculos e que actualmente ainda podem ser aproveitadas.

A adopção de soluções de prevenção e atenuação de ganhos solares e estratégias de dissipação de calor traduzem-se numa redução das necessidades de arrefecimento e melhoria do conforto térmico.

2.2.1 - REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

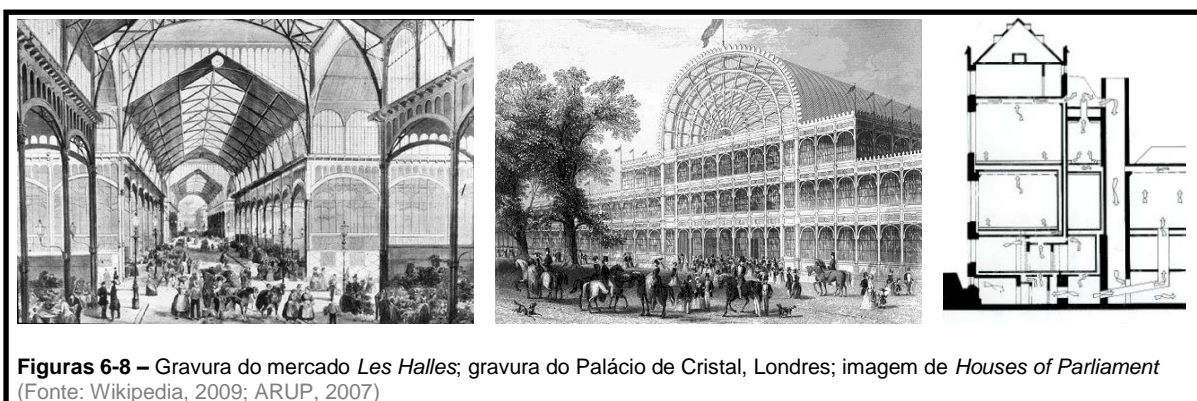
A Revolução Industrial traz para sempre uma mudança crucial para o Homem ocidental na sua relação com a Natureza. Esta mudança é o resultado da exploração de novas fontes de energias naturais, combustíveis fósseis como o carvão, que vieram trazer alterações à paisagem e ao uso dos solos. Assim como da exploração de novas tecnologias, resultantes da invenção e evolução da máquina a vapor, que vieram modernizar por completo a indústria do seu tempo.

O grande desenvolvimento industrial provoca alterações na Arquitectura e no Urbanismo, colocando novas exigências sobre estes, quer do ponto de vista funcional, quer através da criação de novas tipologias, mas ao mesmo tempo facultou novos materiais que irão responder adequadamente a essas solicitações: o ferro e o vidro.

Surgem novos tipos de edifícios que estabelecem uma relação muito estreita entre Arquitectura e Engenharia, muitos deles produzidos por Engenheiros, formados nas Escolas Politécnicas. Denotam-se nestes edifícios uma estética mais ligada ao aspecto funcional, em que a afirmação da sua estrutura e o uso dos novos materiais, ferro e vidro, são apresentados como o principal foco de interesse estético. Esta nova abordagem é também caracterizada pela sua prática recair sobre edifícios de uso público e caracterizados como equipamentos, tais como, pontes, viadutos, pavilhões, mercados ou gares de transportes públicos. Estes edifícios pelas suas características funcionais, necessitam de uma maior atenção do ponto de vista estrutural, muitas vezes tendo a necessidade de possuir uma estrutura capaz de vencer grandes distâncias, libertando no seu interior espaço significativo para o seu uso, assim sendo, só através do uso destes materiais e de técnicas inovadoras, tais feitos foram possíveis.

Com a implementação destes novos tipos de edificados, adoptando novos materiais, técnicas e mesmo intervenientes, novos paradigmas foram confrontar as práticas e teorias comuns praticadas pela arquitectura proveniente do séc. XVIII. Sendo que, na segunda metade do séc. XIX estas construções em esqueletos metálicos atingem o seu expoente máximo, com a construção de grandes mercados e armazéns comerciais, entre eles o *Bon Marché*, *Magasins Printemps*, ou a *Galeria das Máquinas*, alguns dos exemplos marcantes na cidade de Paris, ou o mundialmente aclamado, **Palácio de Cristal em Londres**.

Palácio de Cristal – Joseph Paxton (Exposição Internacional de Londres de 1851) - Edifício de grandes dimensões, 70 000m², considerado marcante na definição de uma nova era na arquitectura, consistia numa enorme estufa em ferro e vidro, com espaços interiores amplos e translúcidos. Este edifício é ilustrador da exploração das possibilidades dos novos materiais, ferro e vidro, através de um tipo de construção e de estética inovadora, rompendo com tradições e práticas comuns seculares do desenho arquitectónico, nomeadamente a nível estrutural e de desempenho ambiental, sem perceber quais os impactos desta acção. Consequentemente, este tem de fazer uso de um complexo sistema de controlo térmico através de enormes ventiladores, grandes consumidores de energia, para poder criar ambientes interiores confortáveis aos utilizadores, visto que o uso de grandes superfícies envidraçadas geravam um efeito de estufa interior potenciando o sobreaquecimento interior, nas estações quentes.



Figuras 6-8 – Gravura do mercado *Les Halles*; gravura do Palácio de Cristal, Londres; imagem de *Houses of Parliament* (Fonte: Wikipedia, 2009; ARUP, 2007)

Aliados a avanços tecnológicos e à necessidade de melhoria do conforto climático interior destes novos tipos de construções, surgem sistemas activos de ventilação e aquecimento de espaços interiores, estes apoiados em mecanismos de grandes consumos energéticos possibilitam que o controlo climático interior dos edifícios seja feito pelo Homem.

Os sistemas de aquecimento e ventilação, ao nível do edificado, tais como os conhecemos actualmente, são introduzidos nos finais do século XVIII; e surgiram maioritariamente na Inglaterra, aquando um forte crescimento da industrialização, que tanto cria necessidades, como oportunidades para a aplicação destas tecnologias inovadoras. (Robert Bruegmann, ARUP)

Os primeiros sistemas modernos de aquecimento central eram baseados na distribuição de ar quente proveniente de fornaças, por redes de ductos incorporados em paredes e chão durante a sua construção (Robert Bruegmann, ARUP). Como método alternativo, e mais popular, surge o aquecimento através de vapor de água. Este era distribuído por um sistema de canalizações distribuído pelo edifício e proveniente de uma caldeira localizada no edifício. Mais tarde são adoptados sistemas de distribuição de calor por meio de água aquecida. Este meio, fazendo uso de tubagens de pequeno diâmetro, possibilitou a difusão e adopção deste tipo de sistemas de uma forma generalizada.

Apesar da evolução deste tipo de sistemas ter percorrido um longo caminho, quer pela evolução de sistemas mecânicos, quer pela integração entre sistemas de ventilação e aquecimento de uma forma simultânea, quer pela relação entre arquitectos e engenheiros, à data;

este tipo de sistemas provaram conseguirem ser conciliáveis, apesar da sua complexidade e consumo de espaço, com o desenho arquitectónico da era vitoriana.

Com o desenvolvimento da indústria, a exploração de novos recursos, como o carvão, a utilização de novos materiais, como o ferro e o vidro, mais resistentes e duráveis e com a aplicação de novos sistemas de controlo climático interior, estavam para sempre mudadas a relação entre Homem e meio ambiente, entre espaços edificados e envolvente ambiental.

Através do uso de sistemas activos de ventilação e de aquecimento os espaços edificados ganhavam independência física pelo controlo de temperaturas interiores face às condições climáticas da sua envolvente directa. A adopção por medidas activas de controlo ambiental, apoiadas em evoluções tecnológicas afasta a Arquitectura de práticas ancestrais de ligação e diálogo directo com o meio ambiente envolvente.

Estavam lançadas as fundações para construções mais arrojadas que iriam marcar o séc. XX, como são exemplo os arranha-céus das cidades contemporâneas.

2.2.2 - MOVIMENTO MODERNO

O terceiro material que surge pós revolução industrial e que revolucionou a construção, definindo-a tal como a conhecemos presentemente, foi o betão armado. O betão armado foi desenvolvido em França em 1892, por François Hennebique. Este novo material traz grandes modificações na construção corrente, passando a ser adoptado como material estrutural, devido às suas características de resistência à compressão e à tensão, levou a que as estruturas se apoiassem em apenas a alguns pontos de suporte, libertando assim as paredes da função portante que tinham desempenhado durante séculos.

A partir do momento em que a parede deixa de ter importância enquanto elemento de suporte, função que passa a ser exclusiva dos pilares, perde expressão material, reduzindo significativamente de espessura. Desta forma perde também grande parte da sua inércia e conseqüente capacidade de retenção do diferencial de temperatura entre interior e exterior. As grossas paredes de pedra cujo ritmo de fachada era marcado pela presença dos vãos, que caracterizavam a arquitectura dos séculos XVIII e XIX, são agora substituídas pela fina película da fachada de vidro.

FRANK LLOYD WRIGHT

Arquitecto norte-americano, que viveu e trabalhou nos séculos XIX e XX, cujo trabalho transversal e inovador é considerado como um dos mais influentes do último século, reflectindo uma visão pessoal, mudou os princípios fundamentais da integração da arquitectura com a sua envolvente e é tido como um dos pioneiros do um desenho arquitectónico verde. Os seus edifícios eram planeados como se da extensão da Natureza se tratassem, reflectindo no seu trabalho preocupações ambientais que o distanciavam da prática corrente do Movimento Moderno.

Frank Lloyd Wright acreditava que qualquer edifício deveria ganhar forma como resultado do seu ambiente envolvente, fundindo-se com este. Foi o criador do estilo Arquitectura Orgânica – que segundo Wright – é aquela em que todas as partes estavam relacionadas com o todo, como o todo estava relacionado com as partes. Um edifício orgânico era aquele que independente da sua construção temporal, era adequado ao seu tempo, ao seu local e ao homem. Adequar-se ao tempo significa que se adequa à época em que foi construído, ao tipo de vida das pessoas e suas necessidades e que utiliza materiais e tecnologias existentes no mercado. Estar em equilíbrio com o local significa estar em harmonia com a Natureza envolvente, ou seja, um edifício que pelas suas proporções, materiais e design pertence ao local. Adequar-se ao Homem pela sua escala humana e liberdade na organização espacial, de forma a conseguir uma estreita articulação do interior com o meio envolvente.

Cada projecto resulta de uma solução original e específica, articulando condicionantes paisagísticas, funcionais e físicas. De salientar sempre é a importante relação entre interior e exterior; a articulação do edifício com a envolvente, muitas vezes reflectidas pelo respeito pela topografia local; a integração do mobiliário definindo um ambiente interior, e o emprego dos materiais locais no seu estado puro.

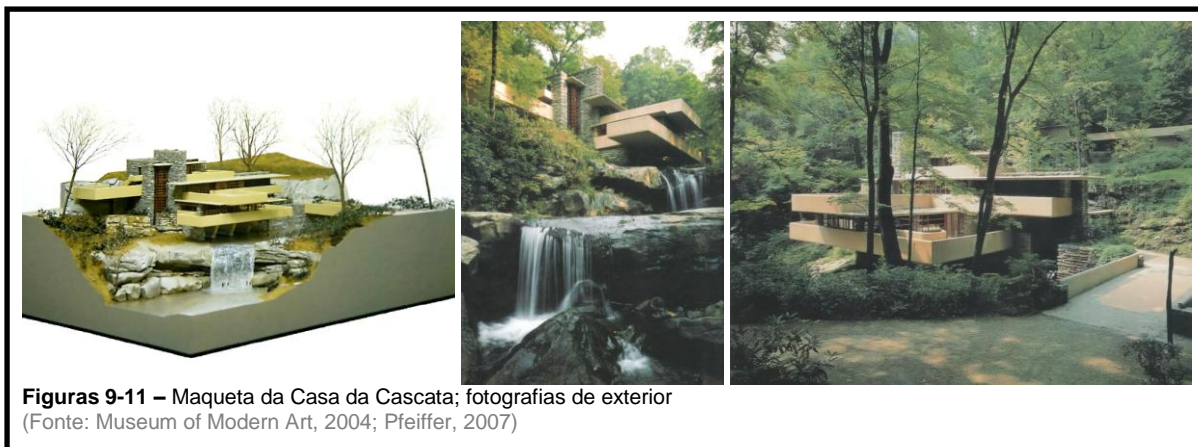
A arquitectura devia resultar unicamente das suas múltiplas circunstâncias e condições, fossem de ordem social, económica, cultural, técnica, estética ou ambiental. E servia como expressão complementar da Natureza e assimilação da espiritualidade do local.

Frank Lloyd Wright apesar de distanciar de nós mais de um século, empregou uma arquitectura moderna com inspiração na arquitectura tradicional, indo buscar valores de respeito, preservação e valorização da Natureza, que hoje têm que tornar a ser tidos como fulcrais no desenho de uma arquitectura mais sustentável.

“Procura tornar um edifício tão orgânico e sereno quanto o teria sido a natureza no seu lugar, se para tal tivesse tido oportunidade.” (Frank Lloyd Wright)

Casa da Cascata (1935-1939) (*Falling Water / Casa Kaufmann*), EUA – Uma das casas que evidenciam com maior clareza o espírito e linguagem arquitectónica de Frank Lloyd Wright. A textura e a cor dos materiais são os da própria região e meio físico em que se insere. Os grandes blocos de betão estabelecem uma ligação formal e linguística com os grandes blocos de pedra sobre os quais a casa se apoia e que dão continuidade à própria cascata. A casa como que se ergue de uma forma natural e ganha forma com origem na própria cascata.

A Casa da Cascata estende-se horizontal e verticalmente em padrões rítmicos idênticos aos da paisagem, sendo esta linguagem reforçada pelo uso de pedra local tanto em paredes interiores como exteriores, colocada de forma estratificada. *Falling Water* incorpora os valores de Wright de unidade entre humanidade e natureza, reflectindo-se na escolha dos materiais, na inserção na paisagem, na sua forma e no respeito pela Natureza na intervenção e construção, proporcionando uma ligação mais estreita e sincera entre o Homem e a Natureza.



Figuras 9-11 – Maqueta da Casa da Cascata; fotografias de exterior
(Fonte: Museum of Modern Art, 2004; Pfeiffer, 2007)

LE CORBUSIER

Arquitecto francês, e principal teórico por detrás do Movimento Moderno, decretava o nascimento de uma nova era na Arquitectura, rompendo com as práticas e ideais de estilos anteriores. Este novo estilo arquitectónico tinha na máquina e na indústria a sua principal inspiração, descrevendo a casa como “a máquina para habitar”. E estabelecendo como principal ideal - a forma deve seguir a função. Surgia assim um estilo capaz de ser reproduzível assente em pressupostos racionais e no uso de formas geométricas puras.

Le Corbusier desenvolve vários trabalhos teóricos, que lhe permitem expressar com rigor os seus ideais, entre eles destaca-se o texto “Cinco pontos para uma arquitectura”. Neste trabalho faz apologia a uma nova configuração da estrutura do edificado, baseado na estrutura de betão armado, que permite, que as paredes funcionem apenas como panos divisórios, permitindo que o piso térreo seja livre, composto por pilotis; que as planta dos pisos seja aberta, livre de barreiras; a cobertura plana, em terraço com jardim; e as janelas dispostas em faixas horizontais.

Corbusier propunha também um ideal de casa que servisse para todos os países. De forma a obter uma temperatura interior confortável, considerada universal, de 18º, Corbusier recorreria a um sistema de fachada dupla integrando um sistema de ar condicionado que fornecesse e extraísse ar para o interior da habitação. Assim sendo este tipo de edificado seria sempre dependente de sistemas mecanizados de controlo de temperatura.

Pavilhão Suíço da Universidade de Paris (1930-1933), Paris, França – Residência estudantil para 51 indivíduos, com quartos, salas de reunião e alojamentos, edifício em forma de T, cuja ala maior está erguida sobre pilotis de betão. Citado como “um laboratório de problemas arquitectónicos modernos”, muitas vezes o edifício funcionou mal. Paredes divisórias tinham, sem qualquer efeito, folhas de chumbo como isolamento sonoro e a quantidade de luz solar, obtida na fachada virada a sul era imensa, até serem instaladas venezianas em 1953. (Khan Hassan-Uddin, 2001)

Cité de Refuge (1929-1933), Paris, França – A maior encomenda pública de Le Corbusier, a residência estudantil, contendo 680 quartos e salas comuns, possui uma estrutura de betão armado, com janelas emolduradas a aço. Embora Le Corbusier a tenha desenhado primeiro como um edifício hermeticamente fechado, viu-se obrigado a dotá-lo de janelas que se abriam, em 1935. O edifício foi restaurado, instalou-se um novo sistema de aquecimento e acrescentaram-se-lhe quebra-sóis de betão entre 1948-1952. (Khan Hassan-Uddin, 2001)



Apesar de Le Corbusier se notabilizar quer pelas suas obras, quer pela sua teoria, que viriam a inspirar muitos arquitectos por todo o mundo, hoje podemos analisar com uma maior distância e isenção algumas das falhas presentes no trabalho do mestre. Se este revolucionava pela definição clara de objectivos e aplicação de uma linguagem coerente e rigorosa quer no uso de materiais como o betão, quer na aplicação de uma estética plástica própria, é certo também dizer que a ausência de uma atenção cuidada, como resultado de uma revolução completa com as práticas seculares da arquitectura na relação entre arquitectura e seu meio envolvente, lhe trouxe sempre problemas, quer no controlo climático interior, quer no desenho da fachada que várias vezes teve de resolver à posteriori.

Com a invenção do brise-soleil, Le Corbusier contribui com uma das mais importantes peças usadas no controlo solar. A sua colocação nas fachadas viradas a Sul permite a protecção dos ganhos solares excessivos, protegendo o interior, especialmente em países cuja intensidade e número de horas solares seja muito significativa. Com esta contribuição a exploração da fachada vai de encontro a um sistema mais complexo, procurando ir de encontro a um maior controlo ambiental.

MIES VAN DER ROHE

Foi com o trabalho de Mies Van der Rohe que teve origem a fórmula de construção, especialmente ao nível do terciário e arranha-céus, do século XX, através da utilização de um kit de peças definido por: uma malha estrutural independente, pela fachada dupla (ou fachada cortina) e tecto falso suspenso, permitindo este, pelo espaço criado, a colocação de uma estrutura de tubagens para o sistema de climatização de cada piso. Este sistema tornou-se prática comum na construção de edifícios de escritórios do século XX.

O arranha-céus de tijolo e pedra do final do século XIX deu lugar a arranha-céus mais expressivos e depurados, reduzidos a uma estrutura portante metálica e a uma fachada leve, utilizando como preferência o vidro e o aço.

Mies expressou claramente a sua visão de ideal ambiental a atingir para os seus edifícios através dos seus trabalhos mais consagrados, entre eles o Sagram Building, a National Gallery em Berlim, Crown Hall e o campus do ITT em Chicago. Em que nestes se concretiza um ambiente controlado e artificial, que faz uso de iluminação proveniente de luminárias e de ar artificial mecanicamente forçado para climatização de espaços interiores do edificado.

Projecto para Arranha-céus em Friedrichstrasse (1921), Berlim, Alemanha – Edifício inovador que rompe completamente com a forma de construção dos primeiros arranha-céus americanos, que apesar de possuírem uma estrutura portante em aço, esta era revestido a tijolo ou terracota, adoptando uma estética ao nível da fachada, algo similar a anteriores estilos arquitectónicos. Mies vem através deste projecto afirmar toda a expressão plástica e estética da adopção da estrutura em aço e fá-lo através da sua exposição quer ao interior, quer ao exterior do edificado, pois este era constituído apenas por uma moldura de aço com pisos escorados e revestidos totalmente a vidro. A visão expressionista de Mies, apostado em desenvolver um novo tipo de estética e construção, explorando a simultânea reflectividade do vidro em fachada, ao mesmo tempo que a transparência para o interior deixando vislumbrar a sua estrutura, marcou de uma forma clara, o que seria a nova imagética para este tipo de edifícios. Influenciando directamente a actual construção de arranha-céus por todo o mundo.

Apesar de altamente apelativo para muitos arquitectos, a exploração deste tipo de construção onera em muito os gastos energéticos, e como tal, os custos monetários da exploração deste tipo de edifícios. Visto terem de ser permanentemente refrigerados recorrendo a sistemas de AVAC, para a criação de ambientes interiores artificiais e confortáveis ao utilizador, resultado do total preenchimento da fachada em vidro, que leva à criação do efeito de estufa no seu interior.

Casa Farnsworth (1945-1951), Plano, Illinois, EUA – Provavelmente o projecto habitacional mais radical de Mies, em que todas as suas paredes exteriores são compostas por painéis de vidro.

Uma das casas mais notáveis de Mies pela combinação de simplicidade, elegância conceptual e beleza. Construída na mesma altura de um projecto habitacional que estabelecia uma linguagem similar, o projecto para a casa 50x50, é igualmente forrado na sua totalidade a vidro pelo exterior e apenas suportado por elementos metálicos verticais também pelo exterior.

Caracteriza-se assim formalmente como uma caixa rectangular, minimalista, suspensa por oito pilares de aço, constituída por um espaço interior único, subdividido por um núcleo, composto por instalações sanitárias, cozinha e lareira. Está integrada na natureza envolvente, atenuando a divisão visual entre interior e exterior. O resultado final é de uma leveza poética, de num espaço aberto e flutuante.

Apesar de Mies pretender com este design a criação de um pavilhão aberto, destinado à contemplação da Natureza, e conseqüentemente permitir uma ligação mais directa e de maior contacto com esta, a cliente deu-se conta de que era surpreendentemente difícil de viver na casa pela sua simplicidade abstracta. A transparência da casa, graças à total construção das paredes exteriores em vidro, resulta num parco controlo climático, que levava a que os seus ocupantes tivessem grande dificuldade de a habitar, tendo de recorrer a persianas, ventoinhas, e abertura de portas e janelas para resistir ao sobreaquecimento no seu interior, no período do Verão.

“Projecto revolucionário e poético, embora pouco prático, foi uma das obras mais admiradas do século XX e inspirou muitas outras casas.” (Khan Hassan-Uddin, 2001)

Edifício Seagram (1954-1958), Nova Iorque, EUA – Apesar do já longo trabalho de Mies, esta é a sua primeira construção para escritórios em arranha-céus. Terá certamente baseado inspiração na anterior experiência da construção dos apartamentos de Lake Shore Drive em arranha-céus, em Chicago, visto ter usado uma linguagem estética e construtiva idêntica. Certamente também terá tido influência por parte dos primeiros projectos para escritórios em arranha-céus que desenvolveu em 1921 e 1922 (projectos para arranha-céus em Friedrichstrasse e arranha-céus de vidro). Em que a estes vai buscar o ideal de um edifício de escritórios de planta livre e fachada translúcida deixando antever a sua estrutura metálica tanto pelo interior como pelo exterior.

Pela sua linguagem formal, construtiva e estética inovadora, forneceu e ainda hoje fornece de modelo para incontáveis edifícios. Torna-se igualmente o protótipo de edifício de escritórios nas construções de Mies.

Tal como nos edifícios que projectou anteriormente e que lhe serviram de inspiração, este resultaria na clara dependência de sistemas mecânicos para arrefecimento e ventilação interiores, de forma a ser possível a sua utilização. No entanto de forma a minimizar o baixa inércia térmica e de barreira solar, que constitui o emprego do vidro em fachada de uma forma contínua, faz uso de alguns sistemas que minimizem este impacte. Assim como o uso de vidraças cor de topázio-cinzento e de estores metálicos pelo interior, que se fixam num número restrito de posições, para proteger da insolação directa e consecutivo sobreaquecimento.

Se a fachada de vidro cumpria um dos primeiros teoremas do movimento moderno, de livrar as paredes exteriores da função de suporte permitindo a sua completa liberdade de composição, era certo que se afastava da principal prerrogativa do Movimento Moderno, que definia que, a forma segue a função, sendo que a fachada totalmente de vidro era incapaz de cumprir a função quer seja de protecção solar, quer de protecção a temperaturas exteriores.

Glass House (Casa de Vidro) Philip Johnson (1949), New Canaan, Connecticut, EUA – Inspirada no projecto da Farnsworth de Mies. Definida num único espaço interior, subdividida apenas por um núcleo cilíndrico contendo a instalação sanitária. Estrutura metálica pelo exterior. Fachadas exteriores completamente forradas a vidro. Tal como a casa de Mies falha do ponto de vista de controlo ambiental, ao não fornecer paredes exteriores capazes de possuir uma resistência térmica significativa às temperaturas exteriores, assim como proteger das radiações solares excessivas.



Figuras 14-16 – Gravura do Projecto para Arranha-céus em Friedrichstrasse; e fotografias de exterior da casa Farnsworth e do Edifício Seagram (Fonte: Khan Hassan-Uddin, 2001)

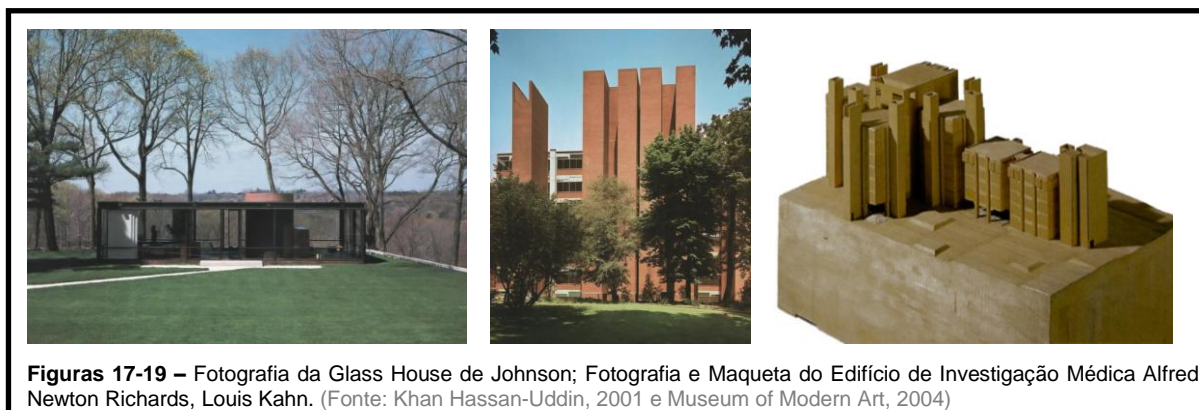
A integração de sistemas de AVAC na arquitectura foi sofrendo uma evolução ao longo do tempo e vários arquitectos vão estando mais sensíveis para a importância da integração deste tipo de sistemas com a Arquitectura. Surgindo exemplos quer de expressão, quer de camuflagem destes elementos. Um dos exemplos é a fábrica Marco Zanuso's Olivetti na Argentina em que o desenho da cobertura define um espaço interior reservado a condutas de AVAC e afirma visualmente todo o sistema de ventilação. Ou o programa *Schools Construction System Development* elaborado pela Universidade de Stanford que procurava integrar através de um sistema de cobertura leve de aço uma conjugação de cablagem para electricidade e AVAC, levando à sublimação a construção de um kit capaz de produzir um ambiente totalmente artificial para criação de ambiente interior. Kahn por outro lado adopta uma filosofia de camuflagem ou de esconder todo este emaranhado de sistemas, em ductos, cuja localização era criteriosamente escolhida para que não interferisse com a definição do espaço arquitectónico; afirmando claramente a distinção entre espaço servido e espaço serviçal.

Richards Medical Research Laboratories Louis Kahn (1957-1964), Universidade da Pensilvânia, EUA – Está bem presente neste projecto de Kahn a distinção entre espaço “servido” e espaço “serviçal”, bem evidenciada pelos volumes do edifício, pela articulação entre corpos e na estrutura geral deste. Kahn optou por este design justificando que os laboratórios deviam diferenciar o ar que aí se respira e o ar que é para deitar para fora.

Ao colocar os espaços “serviçais” – escadas, elevadores e condutas de ar, na periferia, estava a proporcionar ao espaço “servido” máxima flexibilidade e capacidade de transformação,

transformando-se em espaços abertos e desobstruídos. Pelo exterior isto definia-se por torres monolíticas de tijolo, que ladeavam os laboratórios, incluindo cablagem, tubagem de água e gás e ductos verticais para o ar. Kahn dava assim uma resposta prática às necessidades do programa ao mesmo tempo que prestava atenção ao tratamento de sistemas de tratamento e refrigeração de ar e consequentemente à qualidade do ar do espaço interior.

“Uma clara articulação entre espaço servido e serviçal, a integração de sistemas em prol da função, por isto tudo este edifício representa um ponto de viragem na arquitectura contemporânea” (Giurgola e Mehta, Kahn)



Figuras 17-19 – Fotografia da Glass House de Johnson; Fotografia e Maqueta do Edifício de Investigação Médica Alfred Newton Richards, Louis Kahn. (Fonte: Khan Hassan-Uddin, 2001 e Museum of Modern Art, 2004)

Com o advento do ar-condicionado (AVAC), da luz eléctrica e a disponibilidade de fontes de energia barata, os edifícios começaram a tornar-se mais independentes face ao ambiente da sua envolvente. Com efeito, estes tornaram-se grandes caixas seladas, em que a eficiência de sistemas mecânicos de ventilação, respondiam a qualquer preocupação com o ambiente interior. (Knight, 2008)

2.2.3 - DÉCADA DE 70

As experiências levadas a cabo na altura por universidades, projectos propostos por arquitectos ou a título individual, sobre os quais esta exposição se debruça são hoje novamente matéria para pensamento e discussão, de uma forma tão premente hoje como o foi na altura (Exposição “Sorry, Out of Gas”, inspirada pelas crises energéticas de 73 e 79, com visão sobre os temas de energia e ambiente).

As pesquisas e inovações feitas há 30 anos atrás são particularmente relevantes na actualidade, face à diminuição dos stocks das fontes de energia. Embora algumas dessas inovações, resultado de trabalho de arquitectos, engenheiros, e grupos de activistas, fossem influentes no seu período, rapidamente foram esquecidas, face ao retorno na estabilidade dos preços dos combustíveis e na situação política mundial.

Este foi um período de grande inovação, realizada por diversas fontes como resultado de uma necessidade imediata, a de uma procura por uma sociedade menos dependente no consumo

de energias fósseis. Para arquitectos e urbanistas a década de 70 foi uma década de intensa experimentação.

As investigações feitas nesta era, cobriram um panorama geral na relação da arquitectura com o meio ambiente. Explorando sistemas passivos e activos, desde a construção de abrigos construídos de terra, pesquisa no uso de isolamentos e materiais, ou a exploração de produção de energia eólica e solar, e fazendo-o, de forma a integrar estes sistemas com a Arquitectura.

Surgem vários projectos para habitações, pensadas de forma a serem sustentáveis, não só no consumo energético, fazendo uso de estratégias de desenho solar, assim como da integração de sistemas activos de produção de energia de fontes renováveis, mas pretendiam ser igualmente sustentáveis ao nível do consumo alimentar, integrando ao nível do desenho da habitação, áreas de cultivo.

Foram vários os grupos de arquitectos que desenrolavam projectos alternativos aos da sua era, testando através de modelos reais, as suas novas ideias de ver e interpretar o mundo. Muitos destes projectos estavam localizados em locais remotos dos EUA, em comunidades, sob a forma de acampamentos de jovens que se demarcavam como contracultura, em relação a uma sociedade dependente do consumo de energias fósseis e desligada da sua relação com o ambiente.

As inovações feitas nesta época, abriram novos caminhos e ensinamentos para o tempo presente, foram realizadas quer inovações na aplicação de sistemas produtores de energia, quer na relação directa com o seu meio envolvente, surgindo vários exemplos de habitações enterradas, quer na forma de construir as habitações, surgindo inclusivamente divulgações literárias de auto-ajuda, do tipo faça você mesmo, como incluir sistemas solares, ou construir habitações sustentáveis, quer até na forma de interpretar o conceito de habitação, desde práticas mais próximas ao conceito de abrigo natural, até ao conceito de habitação enquanto aproveitadora e produtora de energia.



Com este capítulo pretende-se analisar o actual estado de arte da inovação existente na Arquitectura, face ao seu desempenho ambiental. Esta análise é resultante dos vários momentos dentro do projecto arquitectónico em que podem ser empregues métodos ou práticas inovadoras. Para tal o autor elabora uma divisão segundo três domínios da inovação, através de uma abordagem dos vários momentos do processo de projecto arquitectónico. Consegue-se, assim, abordar o ciclo de vida completo de uma construção: desde o momento em que é realizada uma primeira análise, a um nível conceptual, passando a um segundo momento pelo processo de construção, abordando a forma de executar a sua realização física e terminando com a análise da sua concretização enquanto produto, com uma função, uma imagem e um desempenho ambiental.

Este capítulo pretende igualmente fazer uma abordagem do tema inovação dentro da análise do desempenho ambiental, numa perspectiva transversal e multidisciplinar, na sua relação com as diversas actividades humanas, possibilitando a análise de métodos, práticas ou resultados inovadores.

3.1 INOVAR NO CONCEITO

Inovar no Conceito significa definir à partida diferentes paradigmas e formas de pensar, tomar como referência aspectos dominantes, outros que não os comuns. Significa também colocar como aspecto determinante o meio ambiente e sua a relação com a Arquitectura; quer seja na sua intervenção física directa, quer seja pela sua selecção de materiais, pelos consumos de matérias-primas, ou ainda através de inspiração directa, nas formas e construções da Natureza.

É durante esta fase que se consegue analisar um maior leque de opções, podendo mesmo, graças às novas tecnologias, analisar modelos tridimensionais que, enquanto instrumento de análise e desenho, permitem repensar ou alterar a maneira de equacionar problemas, e a relação entre Arquitectura e ambiente. É também nesta fase que a modificação é feita de forma mais fácil, com um maior controlo, assegurando um menor erro.

Novos Conceitos de Edificado

Biomimetismo / Inspiração na Natureza

Seria apenas necessário copiar o extraordinário laboratório de pesquisa e desenvolvimento que é a Natureza, cujo funcionamento dura já há mais de 3,8 mil milhões de anos, para conseguir reduzir significativamente o impacte humano e a nossa pegada ecológica no planeta Terra. Este é uma dos princípios fundamentais do Biomimetismo, defendido pela bióloga Janine Benyus, uma reconhecida teórica nesta área.

O Biomimetismo (Biomimicry) é uma nova ciência que estuda as melhores práticas, ideias e modelos presentes na Natureza e as imita, ou busca inspiração no seu design e processos, para poder aplicar na resolução dos problemas da humanidade (Janine Benyus, 2009).

Muitas das vezes seria apenas necessário colocar a questão “o que faria a Natureza nesta situação?”. A Natureza já respondeu a muitos dos desafios que se deparam hoje em dia à espécie humana, na sua luta pela sobrevivência, em temas hoje fundamentais, para o caminho de um desenvolvimento humano sustentável, tais como problemas energéticos, alimentares ou medicinais e fê-lo de uma forma sustentável.

A Arquitectura enquanto actividade humana, cuja aplicação real afecta a vida e o conforto humano, pode ir buscar muitos conhecimentos ao mundo natural; desde a construção de habitats de animais até ao funcionamento dos organismos, e aplicar estes conhecimentos inovadores em áreas tão distintas, como o aproveitamento de recursos naturais, sistemas de climatização, controlo de água ou uso de materiais de forma eficaz e sustentável.

Exemplo “Complexo Eastgate”

O Complexo Eastgate em Harare, no Zimbabué, apresenta um sistema de ventilação natural passiva, que faz uma analogia com o funcionamento das termiteiras. As termiteiras são construções de terra, executadas pelas térmitas para funcionar como habitat, conseguindo manter temperaturas constantes de 30°C, ao longo do dia, com variações no exterior entre os 2 e os 40°C.

Este Complexo de uso misto consiste em dois edifícios adjacentes, que estão separados por um espaço envidraçado por onde o ar circula. O ar é introduzido nos edifícios ao nível do piso térreo e circula em tubagens que funcionam como uma coluna central, graças ao efeito de chaminé, em que o ar ascende e é expelido por chaminés no topo da cobertura.

Este processo foi desenvolvido pela ARUP com base no funcionamento das termiteiras que contêm um sistema de canais de ventilação interior, com aberturas ao nível da base e do topo de forma a permitir a circulação de ar interior. Outros métodos, igualmente inspirados nas termiteiras, consistem na utilização de vãos pequenos, de paredes de espessuras variáveis e no uso de cores claras na pintura das paredes exteriores, para reduzir os ganhos solares. Consegue nos dias mais quentes diferir 4°C das temperaturas exteriores. Igualmente de salientar que faz uso de menos 90% de energia para ventilação, em comparação com outros edifícios da sua dimensão (Biomimicry Institute, 2009).



Figuras 23-26 – Fotografia e imagem de termiteira, fotografia de exterior e esquema de ventilação do edifício Eastgate (Fonte: <http://www.biomimicryinstitute.org>; Inhabitat, 2009)

De entre os arquitectos mais famosos da actualidade, que buscam a sua inspiração na Natureza, destaca-se Santiago Calatrava, arquitecto espanhol que muitas vezes emprega nos seus projectos imagens ou estéticas análogas às da Natureza. Como exemplo disso temos presente em Lisboa a Gare de comboios do Oriente, cuja cobertura se assemelha a um conjunto de árvores. Este tipo de analogias não só faz uso do valor estético da árvore mas também do seu valor funcional enquanto elemento sombreador e protector, dos que debaixo de si se abrigam.

A aprendizagem com o mundo natural pode proporcionar ao projectista um leque variado de soluções de sucesso empregues pela Natureza, nas suas mais variadas formas. Estas oferecem inspiração estética e ensinamentos de adaptação das espécies ao seu meio ambiente. Porém, o seu maior ensinamento será, possivelmente, a contínua evolução para sistemas mais eficientes, com um melhor desempenho, apresentando baixos consumos energéticos, o que lhes permite perdurarem ao longo do tempo. Esta aprendizagem pode contribuir essencialmente para o aumento de eficiência e melhorias no desempenho ambiental dos espaços construídos.

Outro caso de estudo também relacionado com a inspiração no mundo natural, é a aplicação de sistemas de colecta de águas pluviais, e será explorado no presente capítulo, no item destinado à água.

Reabilitação/Reutilização de Edifícios

A Reabilitação é hoje uma tarefa de maior importância em todo o mundo, pelos seus benefícios, na preservação de valores culturais, na protecção ambiental e pelas suas vantagens económicas.

Esta traduz-se em primeira instância em benefícios culturais, possibilitando a preservação de valores e memórias das culturas entre estes, os marcos arquitectónicos, que perduraram ao longo dos anos, resultado do emprego de materiais e técnicas sustentáveis. Os edifícios representam igualmente o suporte físico de diversos movimentos estéticos, da Arquitectura e da Arte, ao longo do tempo, representando um testemunho vivo da relação entre o Homem e a Arte. Permitem mostrar hoje como foi a evolução recente da humanidade e como os edifícios se foram adaptando continuamente e com sucesso a diferentes formas de viver.

A Reabilitação de edifícios constitui hoje mais de um terço da construção na União Europeia (GV, 2001). Conforme salientado na 3ª Conferência Europeia de Ministros sobre Habitação Sustentável em 2002, deve-se fomentar a promulgação da Sustentabilidade nos edifícios existentes, através da sua remodelação ou da garantia de que a mesma constitui um factor-chave para a renovação do edificado. Estima-se que a remodelação do parque imobiliário europeu, mais antigo, com a introdução de melhorias do seu isolamento térmico, poderia reduzir em 42% as emissões de CO₂ dos edifícios e os custos relacionados com a energia (ECOFYS, 2002). A melhoria da eficiência energética dos edifícios existentes é uma das formas mais eficazes, em termos de custos, para dar cumprimento aos compromissos assumidos em Quioto, relativos às alterações climáticas (Pinheiro, 2006).

A renovação traz a possibilidade de melhorar significativamente o desempenho ambiental do edificado. Um edifício que durante a sua fase de vida, era considerado de baixo desempenho

ambiental, graças a uma renovação focada em práticas sustentáveis, poderá transformar-se num edifício com bom desempenho ambiental. Para tal, recorrer-se-ia a intervenções a nível de melhorias construtivas, implementado outros tipos de materiais, melhorando o isolamento, a circulação de ar, melhorando sistemas eléctricos e de aquecimento, utilização de energias renováveis, entre outras.

De acordo com McNicholl (1996), “A reutilização de um edifício é uma das mais eficazes estratégias sustentáveis. Poupa-se nos materiais, na energia e nos custos de poluição envolvidos na construção de um edifício e, também, em novas instalações e infra-estruturas que seriam necessárias num local virgem.”. Outro dos grandes atributos da reabilitação é que esta permite grandes reduções de emissões de gases com efeito de estufa, pois está a prevenir a construção desenfreada de novos edifícios, que mobilizam grandes investimentos e esforços aos mais variados níveis da indústria da construção, e geram um impacto várias vezes superior ao gerado pela Reabilitação de edifícios antigos. Estes, apesar de serem alvo de um estudo personalizado, para avaliação das suas condições físicas, apresentam à partida um objecto físico e material que representam um ponto de partida projectual. Isto deve-se ao facto de já ter sido investido sobre o edifício um esforço prévio, apresentando valências e qualidades a serem aproveitadas.

Reabilitar edifícios antigos significa preservar uma grande parte dos elementos construídos, reduzindo a quantidade de demolições necessárias e das correspondentes reconstruções. Reabilitar significa consumir menores quantidades de energia na produção e aplicação de produtos de construção, reduzir as emissões de CO₂ e limitar as quantidades de produtos de demolição a remover e destruir. Reabilitar significa, tanto quanto possível, o uso de materiais tradicionais, naturais (madeira, pedra, areia e cal), por oposição ao uso de materiais industriais artificiais como o cimento, o aço, o alumínio, o pvc e outros materiais poliméricos, etc. Tudo isto significa que a reabilitação pode facilmente ser sustentável (Appleton, 2008).

Edifícios Emissão Zero de Carbono / Neutrais | Regenerativos

Estes edifícios requerem baixos consumos de energia para operarem e estão em equilíbrio na relação entre energia consumida e produção de energia limpa renovável, sem emissões de GEE, compensando as suas exigências energéticas consumindo apenas energias limpas, ou cuja produção de energia supera a energia consumida pelos seus utilizadores.

Existem pelo menos quatro formas de conceber edifícios de emissões zero de carbono:

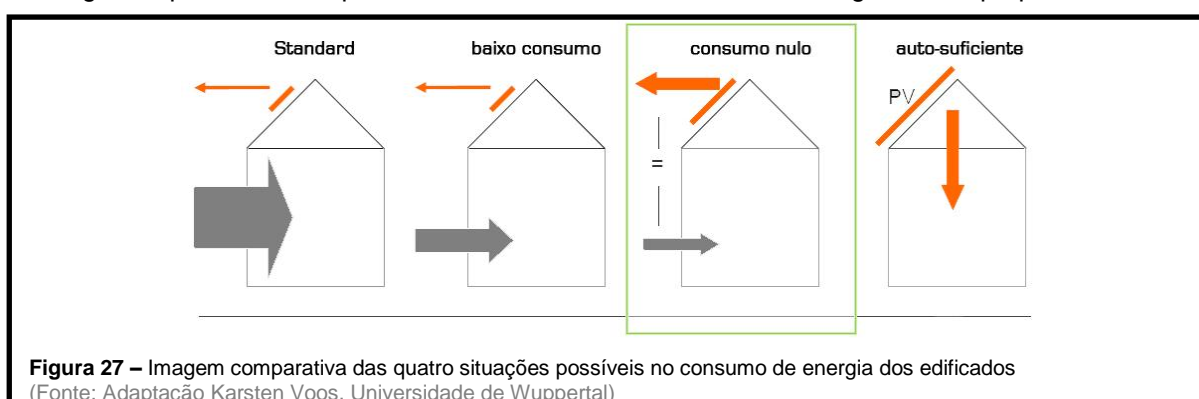
Sistema Eléctrico - Adoptando sistemas de consumo unicamente eléctricos, incluindo os sistemas para aquecimento e ventilação, e recebendo todo o abastecimento eléctrico a partir de fontes renováveis, produtoras de energia eléctrica, podendo estas provirem da rede pública.

Sistema em Rede - Ligação de edifícios a um sistema público de fornecimento, quer de energia, cuja fonte seja renovável, quer de fornecimento de aquecimento e arrefecimento públicos, que possa ser o resultado de exploração de recursos renováveis. Exemplo deste sistema é o caso da cidade de Reiquejavique na Islândia, em que os edifícios estão ligados em rede, sendo abastecidos de água quente canalizada proveniente dos depósitos de águas quentes naturais

formados nesta região, estando essas tubagens ligadas ao sistema de aquecimento doméstico, proporcionando aquecimento às divisões.

Biomassa - Consiste na ligação a uma rede que forneça energia de fonte renovável e a um sistema de aquecimento que seja o resultado da transformação da Biomassa. O aproveitamento de desperdícios vegetais ou silvícolas pode ser transformado em energia ou calor, sendo estes aproveitados para uso doméstico.

Sistema auto-sustentável - O quarto caso consiste no sistema mais independente, face aos restantes, em que o edifício não depende de terceiros, sendo o próprio edifício o produtor de energias limpas. Este fá-lo através de sistemas fotovoltaicos ou eólicos, que exploram fontes de energia renováveis, no próprio local, ou integradas no próprio edifício. Este método denominado de microgeração e permite que qualquer tipo de edificado adopte sistemas de produção de energia, na procura de responder à totalidade das necessidades energéticas do próprio edificado.



Exemplo Greenpix

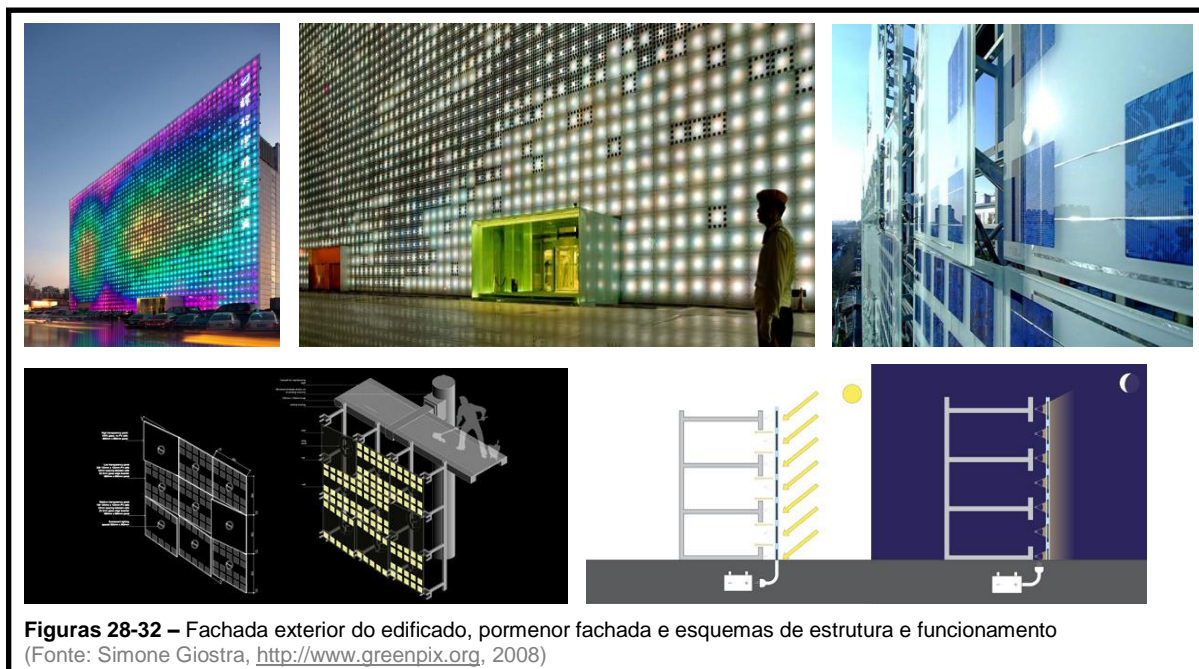
Apesar deste exemplo não representar o caso de estudo de um edifício que seja na sua totalidade auto-suficiente, no sentido de produzir a totalidade de energia consumida pelo edifício, é aqui destacado pela sua aplicação de um sistema auto-suficiente ao nível da sua fachada.

Incluído num lote de edifícios inovadores, construídos como parte integrante do projecto dos Jogos Olímpicos de Pequim 2008, utilizando as tecnologias mais recentes no mercado a nível mundial, Greenpix é uma fachada de *media* que faz parte do Complexo de Entretenimento de Xicui, em Pequim, sendo o primeiro sistema integrado de painéis fotovoltaicos em fachada dupla de vidro, com o maior ecrã de LEDs (Light Emitting Diode), lâmpadas de muito baixo consumo, interactiva colorida. É um exemplo inovador da aplicação de tecnologia fotovoltaica a uma fachada completa de um edifício.

A integração do sistema de *media* e tecnologias de comunicação dentro do contexto urbano, representa um novo método de comunicação e de expressão artística, transformando-se permanentemente através de instalações de vídeo artísticas. Define assim novos estandartes no contexto de interacção urbana, através do seu método inovador, funcionando como um meio de entretenimento ao mesmo tempo que é também consciente a nível ambiental.

Este sistema destaca-se essencialmente de outros de fachada de *media*, uma vez que se auto sustenta energeticamente, não sendo necessário recorrer à energia eléctrica da corrente pública, visto que produz energia através de células fotovoltaicas. Com um sistema de

funcionamento bi-horário, armazena a energia proveniente da luz solar durante o período diurno e ilumina-se no período nocturno. As células fotovoltaicas policristalinas são inseridas em vidro laminado, e a sua disposição na fachada de vidro, definindo padrões, funciona também como meio de sombreamento durante o período diurno, permitindo ora a entrada de luz solar, ora fazendo sombra para o interior do edifício nos locais onde mais necessita.



No capítulo 4, referente aos casos de estudo será explorado um edifício energeticamente auto-suficiente, regenerável - que produz um total de energia de fontes renováveis superiores ao seu consumo total, este edifício em projecto será a sede da cidade Masdar e fará recurso a energias renováveis de fonte solar e eólica.

Edifícios Recicláveis

Por edifícios recicláveis entendem-se todos e quaisquer edifícios que tenham como uma das suas principais preocupações, no seu estado conceptual, a adopção de materiais e qual o tratamento que lhes será dado, enquanto resíduos desses mesmos edifícios, no seu fim de vida.

O projectista adopta, assim, uma visão sustentável do ciclo de vida do edificado, ao escolher materiais para a sua construção que possam, em fim de vida do edificado, ser reciclados e reaproveitados para uma segunda vida, reduz o impacte no meio ambiente, nomeadamente prevenindo a exploração de novos materiais os quais envolveriam um maior consumo energético para a sua produção.

O edifício passa a ser interpretado como um qualquer outro tipo de bem de consumo, reciclável e não como um objecto sem destino final. Desta forma, o edificado reduz significativamente o seu impacte sobre a Natureza, aquando da chegada ao seu fim de vida, mitigando a produção de resíduos sólidos.

Exemplo “Escola de Cartão”

O projecto para um pavilhão na escola primária de Westborough, é uma lição sobre sustentabilidade. Construído em materiais reciclados e cujo ciclo de vida é pensado “*from the cradle to the grave*” (do seu conceito ao seu fim de vida), através da sua construção em material reciclado, e igualmente reciclável, no seu fim de vida, prova como se podem utilizar novos materiais amigos do ambiente, normalmente não associados à construção, e ao mesmo tempo ensinar novas gerações.

Este foi um projecto pioneiro de pesquisa e colaboração, patrocinado pelo Departamento do Ambiente, Transportes e Regiões do Reino Unido (UK DETR) desenvolvido em parceria com a empresa de Engenharia Buro Happold e com companhias de fabrico de cartão. Esta pesquisa tinha o intuito de determinar a viabilidade da aplicação do cartão enquanto material de construção, levando à criação de um edifício de uso permanente recorrendo a um material sustentável. Apesar da mesma empresa de Engenharia já ter trabalhado com este material no pavilhão do Japão na Expo 2000 em Hannover, foi aí usado apenas como estrutura temporária, ao invés deste caso, que se destaca como o primeiro projecto permanente na Europa feito maioritariamente em cartão.

Vencedor dos prémios RIBA 2002, prémio RIBA Stephen Lawrence 2002 e prémio RIBA Jornal de Sustentabilidade de 2002, este projecto está de acordo com os objectivos definidos pelo UK DETR para uma construção sustentável, de redução do uso de recursos primários, de incremento da reutilização e da aplicação de materiais reciclados na construção.

O pavilhão de 6x15m inclui sala de aula, kitchenette, armários e instalações sanitárias. É composto em 90% por material reciclado, assim como em 90% de material reciclável em fim de vida do edificado. É formado por painéis de 1,5x2m, constituídos por camadas exteriores de cartão compacto de 6mm de espessura e no seu interior de 3 camadas de cartão de 5mm de secção hexagonal, intervalados entre si por cartão compacto de 2mm de espessura. Como estrutura inclui tubos de cartão de secção circular, funcionando como pilares, suportando vigas de madeira, sobre as quais descarrega o peso dos painéis da cobertura.

Os factores de riscos evidentes a que este tipo de material está sujeito são a exposição quer ao fogo quer à água. Assim sendo, este foi submetido a um tratamento químico que permite minimizar o risco de incêndio. A exposição à água, que torna o cartão mole e ensopado, perdendo a sua força e capacidade de suporte, é evitada utilizando o mesmo método que é empregue nas embalagens para encomendas de cartão, revestindo este a um plástico impermeável reciclado.

Espera-se que a vida útil do edificado possa chegar aos 20 anos, o que constitui um contributo importante para um edificado de uso temporário.



Figuras 33-35 – Fotografias de exterior e interior do pavilhão em cartão da escola primária de Westborough (Fonte: Cottrell & Vermeulen Architecture, 2008)

Desenho Assistido por Computador – como instrumento de pensamento

O Desenho Assistido por Computador torna-se hoje, uma das ferramentas fundamentais disponíveis ao projectista. Através da evolução das tecnologias informáticas, é hoje possível desenhar, analisar e calcular projectos que num passado recente seriam feitos de forma manual.

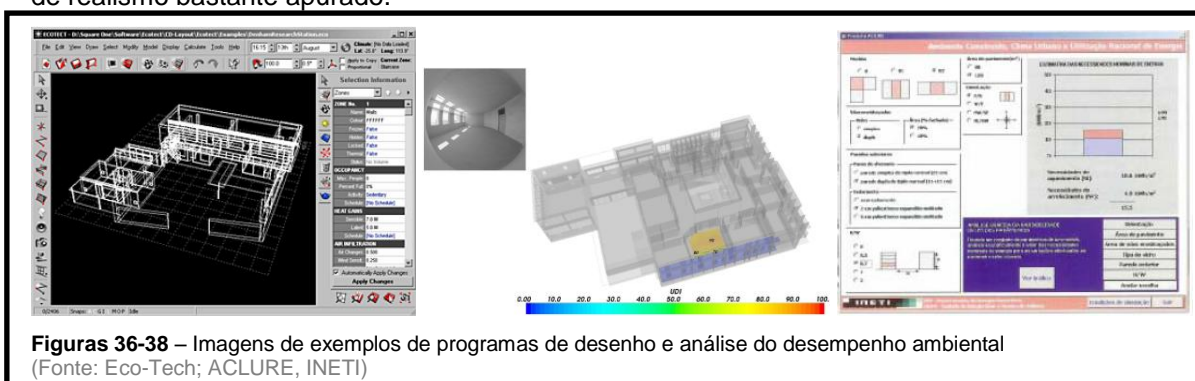
Com este tipo de ferramenta, o arquitecto pode formular melhor as suas ideias, saber atribuir-lhes um significado matemático, examiná-las segundo vários parâmetros, e dar-lhe indícios de como as concretizar. Ajuda-o a validar a sua ideia, face aos seus objectivos, quer do ponto de vista estrutural, de caris estético ou de desempenho ambiental.

Esta ferramenta permite não só facilitar o método de trabalho, como também repensar, ou reformular o próprio trabalho. Torna possível pensar e abordar, parâmetros da Sustentabilidade, para os quais, o projectista não estaria antes sensibilizado, e agora despertado para estes pelas novas opções de análise criadas pela ferramenta.

Proporciona também ao projectista uma nova visão sobre as questões analisadas, levando ao questionamento e à própria interpretação do conceito de edificado e da sua relação com o meio ambiente. Além do mais, a abordagem de dados rigorosos e de análises comparativas permite, questionar e repensar os consumos associados ao edificado.

Dentro da análise do desempenho ambiental do edificado, surgem hoje cada vez mais opções de software que analisam com maior rigor, sobre um cada vez maior leque de variáveis ambientais e de uso cada vez mais fácil para o utilizador, no mercado. Possibilitando assim uma metodologia de trabalho cada vez mais enraizada nesta ferramenta, inovando na forma de trabalho, chegando a resultados mais objectivos e oferecendo ao projectista um cada vez maior domínio e rigor sobre o desenho e transformação de espaços, podendo este visar o melhor desempenho ambiental possível. Estas ferramentas informáticas têm como principais metodologias a modelação, monitorização e diagnóstico.

Com estas ferramentas o projectista pode explorar novos campos e novas formas arquitectónicas mais complexas sobre as quais antes não tinha um domínio absoluto. Os modelos resultantes do uso destas tecnologias permitem uma definição matemática assim como um grau de realismo bastante apurado.



Figuras 36-38 – Imagens de exemplos de programas de desenho e análise do desempenho ambiental
(Fonte: Eco-Tech; ACLURE, INETI)

Uma variada oferta de programas, alguns mais direccionados para o campo da Engenharia, permite a análise de diferentes níveis da Sustentabilidade, desde a análise energética do edifício, o seu sistema de ventilação, quantificar as de trocas de fluxos de ar com o exterior, a sua orientação face ao movimento solar, a sua relação com a envolvente, os ganhos térmicos pela

insolação, a identificação de zonas em sombreamento, as perdas de calor pela envolvente, entre outras, proporcionando um conhecimento abrangente do desempenho ambiental do edificado.

Simulações computacionais feitas por programas como o Energy Plus (distribuído gratuitamente pelo departamento de energia dos Estados Unidos) ajudam a avaliar como o projecto de arquitectura interfere no consumo energético de uma construção. Em Portugal destaca-se, um projecto levado a cabo pelo Departamento de Energias Renováveis do INETI em que foi concebido um software destinado a caracterizar e modelar as condições de construção em Lisboa: o ACLURE.

3.2 INOVAR NO PROCESSO

Inovar em prol de uma construção em maior harmonia com o meio ambiente, significa também reduzir os seus impactes durante o processo de construção. Inovar no processo, significa inovar na forma como se constrói, na forma como se pensa e planeia a construção. Inovar na construção, significa inovar em técnicas, métodos e uso de instrumentos e ferramentas. Inovar no modo como se vê a própria realização do trabalho, podendo ir buscar métodos, ideias ou ferramentas a outro tipo de indústrias e adoptá-las à indústria da construção. Inovar no trabalho dos construtores e até no tipo de trabalhadores.

Significa igualmente inovar na concretização física dos edificados, na escolha dos materiais utilizados para a construção, inclusive no tipo de isolamento, cuja medição de impactes sobre a Natureza têm de ser considerada como objectivo prioritário.

Estandardização/ Normalização

A Estandardização, ou produção de peças de uma forma estandardizada, é um sistema de produção industrial de peças idênticas em fábrica. Esta, aplicada à arquitectura, permite uma abordagem mais aproximada da prática comum de outro tipo de indústrias, em que o produto é fabricado em instalações fechadas com os equipamentos mais adequados e sob um maior controlo, possibilitando a entrega de peças já acabadas para o seu local de destino.

Ao invés da indústria da construção de prática comum, em que toda a estrutura é construída *in situ* - o que leva a que seja necessário o transporte de todos equipamentos para o respectivo local de obra, implicando a movimentação de maquinarias pesadas produtoras de gases de efeito de estufa - com a abordagem da estandardização é apenas necessário o transporte da peça concluída para obra, sendo tudo o resto produzido em fábrica. Elimina-se assim uma fracção da poluição resultante do transporte e maquinaria acrescida. A produção industrial permite igualmente poupar energia e reduzir tempos e custos de construção, assim como contribuir para a redução da produção de desperdícios e detritos realizados em obra e que possam afectar o meio ambiente do local do projecto.

Como exemplo corrente, temos presente as estruturas metálicas que pelas suas características de fácil montagem e desmontagem não envolvem grandes obras de

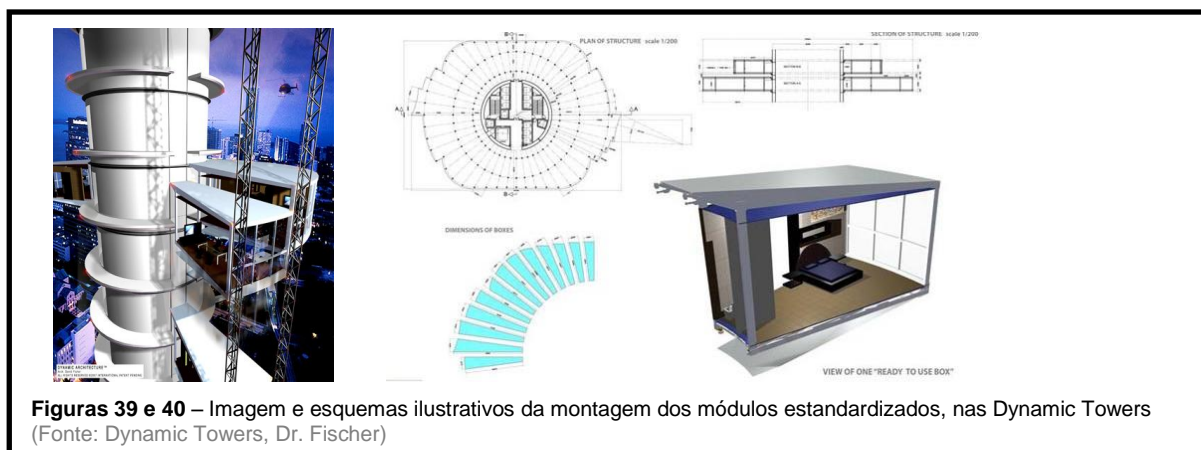
desmantelamento, ao contrário de outro tipo de estruturas. A salientar também a grande capacidade de adaptação a novos usos, permitindo facilmente a definição de novos espaços arquitectónicos, ou seja, apresentam grande flexibilidade, superior a qualquer outro tipo de estruturas. Qualquer edificado que apresente capacidade de transformação ou readaptação, está a garantir a sua sustentabilidade, pois assegura o seu futuro sem prejudicar o presente.

Apresentam também a capacidade de construir geometrias extremamente complexas, arranjando soluções para os mais ousados desenhos de projectos, graças a um variado leque de opções construtivas, entre elas a construção por módulos ou a elaboração de sistemas de ligação de elementos de pequenas dimensões, sendo capazes de responder a formas inovadoras, criadas pelo projectista, podendo algumas corresponderem a um melhor desempenho ambiental.

Exemplo “Dynamic Towers”

Estes são os primeiros edifícios produzidos totalmente em fábrica, permitindo a poupança de energia, reduzindo tempo de construção e custos finais. Menores tempos de construção constituem um menor consumo de energia, até 1/50 em comparação com o método de construção tradicional. A construção em fábrica permitirá que o trabalho *in situ* seja feito em espaços limpos, sem pó, ruído, fumos, ou lixo e com menores riscos de acidentes de trabalho na construção.

As “unidades” produzidas serão acabadas em fábrica, sendo equipadas de todas as condutas hidráulicas e eléctricas, incluindo também, acabamentos do chão ao tecto, já dotadas de casas de banho, cozinhas, iluminação e vários elementos de decoração. No local só serão engatadas umas às outras, de forma mecânica, permitindo realizar um edifício completo, em tempos muito breves.



As vantagens principais de construção em fábrica são:

- Alto nível tecnológico
- Alta qualidade de acabamentos
- Possibilidade de qualquer solução de projecto e segundo as exigências do cliente
- Locais de construção limpos e ecológicos: com depósito de materiais limitados e sem depósito de lixo, sem ruídos, fumos ou pó

- Melhores condições de trabalho para os operários
- Menos riscos de acidentes no local de trabalho
- Redução dos tempos de construção em mais de 30%
- Redução dos custos de construção em mais de 10% (Dr.Ficher)

Materiais

Os materiais são a concretização física da construção, são os seus ingredientes, uma opção racional e cuidadosa destes por parte do projectista permite reduzir significativamente o impacto do edificado sobre o meio ambiente.

Materiais Certificados e de Baixo Impacte

Inovar neste parâmetro significa fazer escolhas que não vão ao encontro da prática comum da construção corrente, procurando atingir e baixas e muito baixas produções de energia e de gases com efeito de estufa, associadas a todo o ciclo de vida dos materiais empregues no conjunto da construção do edificado. O projectista procura assim escolher materiais que na sua maioria não têm agentes tóxicos, compostos orgânicos voláteis, que não libertem micro poluentes e que tenham associado um baixo nível de energia embebida.

Conseguem-se obter resultados de edificados de estilo moderno fazendo uso de materiais locais, de filosofias de construção e selecção de materiais com base em boas práticas ancestrais de respeito pela exploração de recursos. A utilização de materiais certificados ambientalmente (pelo rótulo ecológico ou outros sistemas de certificação reconhecidos) assegura o seu baixo impacte. Para tal, é fundamental a avaliação do seu ciclo de vida para que se possam estabelecer os impactes globais dos materiais “desde o berço à sepultura”.

Madeira - A madeira é um dos materiais de construção mais populares: é leve, forte, flexível, durável, fácil de trabalhar, apresenta uma estética agradável e faz parte de uma tradição imemorial dentro da construção. Permite que seja aplicada na sua forma natural, tratada ou como subproduto resultante dos seus desperdícios. É igualmente um recurso renovável sempre que ocorra a sua replantação.

Forest Stewardship Council (FSC) – é a rede internacional para o reconhecimento de madeira de floresta gerida de forma sustentável. Nos últimos 10 anos, mais de 50 milhões de hectares em 60 países foram certificados, bem como foram produzidos milhares de produtos utilizando madeira certificada da FSC.



Cortiça – Material de origem vegetal, proveniente da extracção da casca dos sobreiros. A produção desta matéria-prima de excelência, representa a exploração de uma fonte 100% natural, biodegradável e renovável, visto que de 9 em 9 anos se pode fazer a extracção de novas cascas, após a segunda extracção, com uma média de duração de 150 anos.

Portugal, um país que se orgulha de possuir a maior extensão de sobreiros do mundo, com uma área de 730 mil hectares de montado de sobreiro, cerca de 33% da área mundial, é responsável por mais de 50% da produção mundial de cortiça (Associação Portuguesa de Cortiça - APCOR). Este facto possibilita não só o incentivo da exploração de um material local, como também a redução das emissões de GEE no transporte, provenientes da importação de produtos, com a mesma função, do estrangeiro.

O montado de sobreiro assegura ainda uma grande biodiversidade natural, incluindo fauna selvagem, pastagens e arbustos de ervas aromáticas.

Na indústria da construção a sua aplicação principal destina-se a pavimentos, revestimentos e isolamento. Em coberturas, em paredes, no exterior ou no interior, em sub-pavimentos, as placas de aglomerado expandido puro são um autêntico muro, leve mas resistente às diferenças de temperatura e até ao fogo, ao ruído e às vibrações. O aglomerado expandido puro pode ainda ser novamente transformado em grão, dando o chamado regranulado de cortiça expandida, utilizado na elaboração de betões leves (misturado com areia e cimento), bem como no preenchimento de espaços vazios em pavimentos e paredes. O aglomerado de cortiça, em placas com diferentes tamanhos, espessuras e acabamentos – *parquet*, ladrilhos, linóleos, piso flutuante, é o material ideal para pavimentos. Os pavimentos de cortiça são silenciosos, quentes, confortáveis, de fácil limpeza e excepcionalmente resistentes (APCOR, 2009).

Exemplo Cork House

O seguinte exemplo representa a aplicação do material cortiça, como revestimento de paredes exteriores. Realizado em território português e por arquitectos portugueses, mostra uma inteligente aplicação de um material amigo do ambiente e de boas qualidades isolantes de uma forma inovadora. Quando usado como material de envelope exterior, a cortiça, permite também uma função de grande impacto visual, despertando a atenção dos transeuntes para este tipo de aplicação inovadora.



Figuras 44 e 45 – Fotografias de exterior do projecto Cork House, do atelier arquitectos anónimos
(Fonte: revista arquitectura e construção, 2008)

Materiais Reciclados

A opção do projectista pelo uso de materiais reciclados é um importante contributo para uma correcta abordagem do ciclo de vida dos materiais. A reciclagem deve cada vez mais representar um novo ponto importante no ciclo de vida dos materiais, englobando: extracção; transformação; transporte; distribuição; uso; reutilização; manutenção; reciclagem; deposição final.

A reciclagem representa um grande impacte na diminuição da produção de resíduos da construção e demolição, visto que o que poderia resultar em desperdício, poder-se-á transformar novamente em material utilizável para a construção civil, ganhando assim uma segunda vida. Esta atenua também a procura por materiais novos e a sua conseqüente produção, o que é igualmente benéfico a nível ambiental, visto que o processo de reciclagem de um material significa um menor consumo energético e uma menor produção de gases com efeito de estufa, em relação à produção de materiais novos. A título de exemplo temos o caso do alumínio virgem cuja mochila ecológica é de 85kg, enquanto a mochila ecológica do alumínio reciclado representa apenas 3,5kg. A mochila ecológica da construção refere-se à quantidade total de materiais que tem de ser extraída para obter uma unidade de material puro.

Betão - Principal material utilizado na construção, pode fazer uso de técnicas que incluem (*fly-ash*) cinza combustível que pode substituir entre 15 a 35% do cimento na mistura do betão (Anink, 1996). O betão forma também cerca de metade de todo o lixo de construção e demolição, podendo este ser reutilizado em segunda vida sob a forma de agregado, para aplicação em pavimentos.

Cortiça - Como já foi referido anteriormente a cortiça é um material 100% natural, renovável e amigo do ambiente. A estas qualidades junta-se também o facto de ser facilmente reciclável, podendo usufruir de uma segunda vida, dentro da indústria da construção, em usos iguais aos de primeira vida, como em pavimentos, revestimentos ou isolamento. Para tal apenas necessita de ser transformada em grão, dando o chamado regranulado de cortiça.

Aglomerados – O aproveitamento de diversos tipos de desperdícios, ou sobras de produção, de materiais, de diferentes dimensões ganha o seu melhor uso, através do seu reaproveitamento ou reciclagem, para a produção de painéis ou blocos de aglomerados. Como exemplo disso temos conjuntos compostos por restos de madeira, palha e bambu para painéis de MDF (medium density fiberboard), para aplicação em soalhos, ou ainda o exemplo de aglomerados de desperdícios de cimento e vidro, que podem ser utilizados como bancadas de cozinha ou pavimentos exteriores.



Figuras 46 e 47 – Fotografias de bancada de cozinha feita com desperdícios de vidro e cimento; e pavimento feito com o aproveitamento de desperdícios de madeira – eco-friendly flooring (Fonte: lcestone e www.ecofriendlyflooring.com)

Como exemplo da aplicação de materiais reciclados na construção de edifícios, temos o caso já focado no parâmetro relativo a edifícios recicláveis, do pavilhão da escola primária de Westborough, que emprega mais de 90% de materiais reciclados, nomeadamente o cartão, resultante da reciclagem de papel e cartão. Um outro exemplo de aplicação de material reciclado em grande escala é o caso do edifício de escritórios do BRE (Building Research Establishment), em que foi aplicado mais de 96% do material do antigo edifício, sendo que parte desse material foi reciclado. Foi ainda usado mais de 90% de betão reciclado, incluídos mais de 80 000 tijolos de outras demolições e foram também aplicados soalhos de madeira reciclada.

Isolamento

Um bom isolamento é fundamental na produção de edifícios energeticamente eficientes, pois impede a entrada indesejada de humidades e de correntes de ar frias, bem como a perda de calor em estações frias. Uma correcta implementação do isolamento pode evitar a necessidade de recorrer a sistemas de aquecimento e arrefecimento, que têm as desvantagens de serem grandes consumidores energéticos e geradores de climas artificiais.

O factor qualidade é igualmente importante para proporcionar níveis de conforto térmico desejados ou melhorias na qualidade do ar interior, não só porque pode impedir a entrada de contaminantes e micro poluentes no interior do edifício, como também pode ser um substituto de outros materiais de isolamento, os quais pelas suas características físicas e químicas possam ser fontes potenciais de emissões de COVs (Compostos Orgânicos Voláteis), prejudiciais à saúde humana, responsáveis por doenças do foro respiratório.

A aplicação de materiais de isolamento pode demonstrar-se inovadora quando estes são escolhidos por: apresentarem valores de isolamento superiores aos comuns; não serem de aplicação usual na indústria da construção; gerarem um impacte muito reduzido, quer a nível ambiental durante a sua produção, quer sobre a qualidade dos espaços interiores.

Como exemplo do que foi referido anteriormente, os materiais apresentados em seguida, são renováveis, com reduzido impacte ambiental e não são prejudiciais à saúde humana.

Lã – Este material é utilizado há milhares de anos pelo Homem com funções de isolamento no fabrico de roupas; no entanto, a sua utilização na construção é inovadora, pois só recentemente se começa a aplicar com esta função na construção de edifícios. Tem como principais características a seu favor, ser um material reciclável, com uma esperança de vida superior a 50 anos; ser amigo do ambiente, com um baixo consumo de energia; ser um material respirável, com a capacidade de absorver humidade sem perda de eficiência térmica; e ser também de fácil instalação e manuseamento ao contrário de outro tipo de materiais de isolamento que podem ser nocivos ou criar irritação na pele (Inhabitat, 2009).

Valor de condutividade térmica de 0,039 W/m.K.

Ganga Reciclada – Este tipo de isolamento é totalmente composto por desperdícios de ganga, que, enquanto produto, provém do algodão, sendo este um recurso renovável. Tal como o isolante de lã, este é um produto de fácil manuseamento e instalação. A sua utilização representa igualmente uma importante redução na quantidade de desperdícios de outras actividades

humanas. Um exemplo da aplicação deste isolamento inovador encontra-se presente no caso de estudo da California Academy of Sciences, referido no capítulo seguinte.



Figuras 48-51 – Fotografias de Isolante de Lã; Isolante Aerogel; Isolante de Ganga reciclada e aglomerados de cortiça
(Fonte: Inhabitat, APCOR, 2009)

Palha – A palha é constituída por caules de cereais tais como o trigo, aveia, cevada, centeio e arroz, sobrantes do aproveitamento dos grãos. Apresenta um baixo impacte ambiental, pois resulta, na maioria dos casos, de desperdícios agrícolas; adicionalmente, estes, pela sua capacidade de regeneração, tornam também o seu sub-produto um recurso renovável. Está ligada à arquitectura vernacular de certos países, onde a palha funcionava como elemento com propriedades ligantes e isolantes térmicas de paredes exteriores, quando misturado com a terra húmida, podiam formar blocos de adobe (Green Vitruvius, 1999).

Valor de condutividade térmica de 0,012 W/m.K.

Cortiça - Em termos de isolamento, as possibilidades de emprego do aglomerado de cortiça são inúmeras e em diferentes áreas de trabalho. Desde: açoteias e terraços – isolamentos térmicos, de vibrações, de condensação de humidade e impermeabilização; muros e telhados – isolamento térmico e prevenção de condensações; tabiques e portas – isolamento térmico e acústico; paredes e tectos – correcção acústica, isolamento térmico, conforto ambiental e decoração; solos – isolamento vibrátil e térmico; pontes – isolamento térmico, juntas de descontinuidade/dilatação. Em termos mais específicos, temos também o isolamento térmico de edifícios (tectos, solos e paredes), o isolamento de paredes pelo exterior (fachadas), isolamento de paredes duplas (caixas de ar) e o isolamento de coberturas planas. Mas também o isolamento térmico de telhados e sótãos, de pisos térreos e de câmaras frigoríficas contra as amplitudes térmicas atingidas, reduzindo perdas de energia, protegendo as lajes e, para além disso, impedindo ou reduzindo a condensação superficial da humidade nas paredes e tectos. Uma das principais aplicações do aglomerado expandido é no isolamento térmico de coberturas, onde desempenha as funções de isolante e de suporte do sistema de impermeabilização, e onde a sua

enorme resistência a temperaturas elevadas e características de resistência mecânica são uma vantagem. No caso do isolamento pelo exterior, as placas de aglomerado podem ser coladas à face exterior da parede com posterior aplicação do revestimento apropriado (APCOR, 2009).

Nanogel e Aerogel – Estes materiais, apesar de não serem renováveis, são amigos do ambiente além de inovadores e revolucionários. Consistem em vapor de gel de sílica, material extremamente leve e de densidade extremamente baixa, cuja utilização inicial feita pela NASA (Agência Espacial Norte Americana) consistia na recolha de desperdícios espaciais. Posteriormente começaram-no a utilizar enquanto material isolante, devido ao seu óptimo desempenho neste campo, visto ultrapassar o melhor desempenho dos materiais tradicionais. Além desta característica, junta-se o facto de ser translúcido, permitindo a passagem de luz, o que possibilita a sua aplicação enquanto elemento de pele exterior, em fachadas ou clarabóias.

Valor de condutividade térmica vão desde 0,030 W/m.K a 0,004 W/m.K.

3.3 INOVAR NO PRODUTO

Inovar no produto significa produzir um objecto, um edifício, algo que se diferencie, em imagem e em identidade, da prática comum. Significa inovar ao nível da interacção e integração de sistemas, os quais confirmam uma imagem da sua função, em prol da sustentabilidade na construção. Estes sistemas contemplam funções que podem variar desde práticas de desenho bioclimático, integrando sistemas passivos de ventilação ou iluminação natural, até sistemas activos de produção de energias renováveis. Estes são normalmente relevantes e afirmativos para o aspecto estético e imagem do edificado.

Iluminação

Desde a invenção da electricidade e da lâmpada por Thomas Edison que se abriram novas portas ao modo como se passaria a viver os espaços fechados. Se desde os primórdios da humanidade que esta se subjugava ao movimento dos astros e a resultante iluminação natural proveniente do seu alinhamento, definindo períodos diurnos e nocturnos, definindo também assim a actividade humana. Com a invenção da electricidade e da lâmpada eléctrica esta dependência muda radicalmente. Nos tempos presentes a ausência de iluminação artificial nas nossas vidas é algo que pouco sentido faz, estando presente em todo o tipo de edifícios, em espaços urbanos e chegando a todos os cantos do globo. Mas o seu consumo é muitas das vezes superior ao necessário acarretando com isso enormes encargos ao mundo natural e na exploração dos seus recursos. Devem-se assim tomar medidas na procura de redução do consumo energético resultado de iluminação artificial.

O principal método e mais eficaz é o aproveitamento de iluminação natural, sempre que possível. Para tal o arquitecto tem um papel fundamental na definição inicial de um projecto que possa e deva aproveitar este recurso, procurando definir aberturas que permitam a entrada de luz

solar do exterior para o interior do edificado em quantidades ótimas. Esta ponderação pode em muitos casos cumprir com todas as necessidades de iluminação de um edificado em período diurno.

A iluminação e o seu controlo são provavelmente das áreas mais exploradas e estudadas pela arquitectura e pelos seus intervenientes ao longo da sua história. O estudo da luz solar no interior dos espaços fechados, está presente na preocupação de muitos arquitectos e na sua relação directa com a arquitectura. Tal importância torna-se clara na definição de arquitectura de Le Corbusier - Arquitectura é o correcto e magnifico jogo de corpos sólidos, juntos sob a luz. Os nossos olhos são feitos para verem formas sob a luz, a luz e a sombra revelam essas formas.

Muitos foram os métodos e boas práticas arquitectónicas que fizeram aproveitamento da luz solar ao longo da história, desde a exploração de diferentes tipos de aberturas para o exterior, apresentando diferentes dimensões e feitios, deixando transpor diferentes quantidades de luz, e apresentando diferentes tipos de linguagens arquitectónicas. Sendo que nos dias de hoje poucas destas práticas se mostram como inovadoras, daí a opção por não serem focados com principal atenção nesta dissertação, focando apenas a título de exemplo o seguinte caso de controlo de luz solar, através de um sistema inovador.

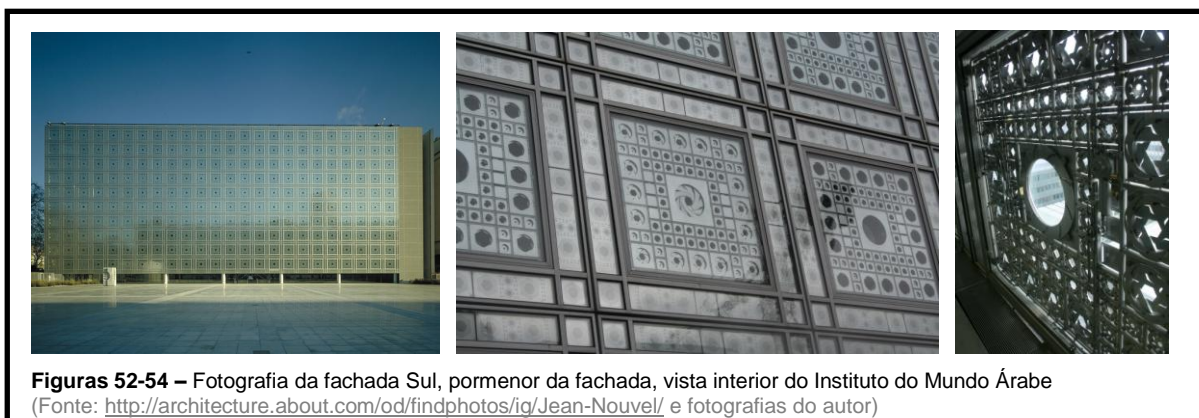
Mas é na iluminação artificial, resultado do engenho do Homem, que decorreram maiores inovações no tempo presente.

Em período nocturno o uso de iluminação natural não é possível, daí a existência da iluminação artificial, mas isto não significa que tenham que existir consumos eléctricos excessivos; em primeira instancia o bom julgamento do utilizador em fazer uma opção responsável no consumo energético, fazendo apenas uso do necessário, é normalmente o método mais eficaz. Mas outros métodos, graças à inovação e evolução tecnológica, tais como as lâmpadas energéticas ou de baixo consumo e as lâmpadas de muito baixo consumo, LEDs (Diodos de Luz), que podem atingir melhorias de performance oito vezes superior ao das lâmpadas comuns. A opção por um desenho arquitectónico que faça o maior aproveitamento possível da luz solar, abdicando assim da iluminação artificial, quando desnecessária, e a utilização de lâmpadas de baixo consumo, são boas práticas de desempenho ambiental na arquitectura que trazem benefícios, para os utilizadores.

Exemplo L'Institut du Monde Arab

O Instituto do Mundo Árabe é um centro cultural localizado em Paris, projectado por Jean Nouvel e construído na década de 80. Tem como principal atributo e imagem de marca, a sua fachada a Sul, em que o arquitecto procurou fundir tramas geométricas, como desenho dos vãos, fazendo lembrar a arquitectura árabe, com o controlo da entrada de luz natural para o interior do edifício. Esta fachada resulta de um conjunto de 27.000 mecanismos metálicos auto reguláveis, fixados em 240 painéis, funcionando como diafragmas metálicos de diversos tamanhos. Tal como no funcionamento de uma câmara fotográfica, um sensor permite identificar a intensidade luminosa do exterior e ajustar a abertura do diafragma, controlando assim a quantidade de luz solar que entra para o interior das divisões, consoante os valores ótimos predeterminados.

Com este caso pudemos ver como se podem aproveitar inovações tecnológicas, e conhecimentos de outras áreas, neste caso da fotografia, para aplicação na arquitectura obtendo um melhor controlo do desempenho ambiental dos edifícios.



Água

Colecta águas pluviais

A colecta de águas pluviais, mostra-se hoje cada vez mais como uma opção a adoptar nos mais variados edifícios. Os edifícios são grandes consumidores deste recurso natural, essencial à vida, e cada vez mais escasso, no entanto a utilização de água não é toda igual. A utilização de águas pluviais permite poupanças no consumo de água potável da rede pública, sendo destinada a usos que não necessitem de água potável, tais como lavagem, descargas de sanitários, ou irrigação de espaços verdes.

Analogia com o mundo vegetal | controlo hídrico | recolha de água – Em locais especialmente secos, a vegetação desenvolveu estratégias para otimizar a gestão da escassa água disponível, quer através da sua captação, armazenamento ou perda. Não são raras as adaptações de algumas formas vegetais presentes em locais secos com um desenvolvimento morfológico de estruturas que lhes permite absorver e canalizar a água para o seu sistema radicular. As folhas de algumas plantas, como é o exemplo do aloé vera, asseguram que a água que cai sobre elas vá para o interior da planta. Outro exemplo é o das copas planas das acácias espinhosas, que actuam como um funil, recolhendo a chuva que cai sobre a folhagem e a canaliza para o tronco e raízes.

Exemplo “Parque Bentsen-Valle do Rio Grande”

Apresenta-se assim aqui um exemplo de um edifício que adaptou a sua forma, tal como as plantas acima mencionadas, nomeadamente a sua cobertura, com o desígnio de poder captar o máximo de água das chuvas disponíveis e redireccioná-la para um sistema de armazenamento.

O Parque Bentsen-Valle do Rio Grande, nos EUA, é um oásis de vida selvagem no meio de um extenso vale. De forma a garantir o bom funcionamento do Parque e a poder responder às necessidades de elevados consumos de água que este tipo de equipamentos pode ter, e pelas

exigências climáticas do local, foram implantadas medidas de desenho passivo, nomeadamente ao nível do aproveitamento de águas pluviais.

Os edifícios, três volumes longitudinais de apenas dois pisos, são cobertos por uma chapa metálica perfilada em de forma abobadada, que permite que toda a sua área possa canalizar a água recolhida por canais distribuidores e armazenada em tanques de aço. Com uma optimização da área de cobertura face à área total dos volumes edificados, este conjunto de edifícios tem a capacidade de recolher elevadas quantidades de água para resposta à sua elevada necessidade de água para uso em rega e funcionamento interno do centro.



Figuras 55 -57 – Gravura de aloé vera; fotografias de exterior da recolha de água pluvial no Parque Bentsen-Valle (Fonte: Bahamón, 2008)

Tratamento de águas residuais por Fito-Etares / ETAP

Este tipo de tratamento de águas cinzentas e negras produzidas pelas habitações, faz do uso de plantas macrófitas. Funciona como uma comum ETAR, fazendo o tratamento das águas através de várias etapas e ou reservatórios, utilizando filtros e removendo sólidos em suspensão. Difere das ETAR normais, por fazer uso de plantas que possuem a capacidade de digerir resíduos sólidos, ao invés do prática normal que faz uso de químicos para poder purificar a água. A água residual sofre processos físicos (filtração e sedimentação) e biológicos (biodegradação por microrganismos existentes no leito e assimilação de poluentes pelas plantas).

As plantas desempenham um papel eficaz no tratamento das águas residuais, pelo facto destas disporem de uma capacidade de criar em torno das suas raízes e rizomas um meio rico em oxigénio, onde se geram condições de oxidação que estimulam a decomposição aeróbia da matéria orgânica e o crescimento das bactérias nitrificantes. O tratamento de efluentes líquidos tendo como base os leitos de macrófitas constitui uma tecnologia fiável, robusta, de baixos custos energéticos, eficiente e estética, capaz de constituir uma alternativa aos sistemas convencionais no tratamento de efluentes. Esta tecnologia pode ser utilizada quer em efluentes domésticos, quer em outro tipo de efluentes como industriais, agro-pecuários e águas lixiviantes. Apresenta melhorias em relação à prática comum, pois gera um menor impacte sobre a natureza, ao não fazer uso de químicos que necessitariam de eventual tratamento específico, o que leva a que este sistema seja mais amigo do ambiente.

Exemplo “Lavandaria Comunitária Verde Folehaven, Copenhaga, Dinamarca

Este caso de estudo foi criado para uso dos habitantes de uma comunidade de habitação colectiva de 1.600 pessoas. Estas procuravam um sistema que realizasse o tratamento de águas de uma forma eficiente, económica e amiga do ambiente.

A lavandaria encontrou no tratamento de água através de plantas macrófitas, uma forma de tratar e reutilizar as águas residuais resultantes de utilização prévia pelas máquinas de lavar. Um sistema integrado de aproveitamento e circulação permite a reutilização das águas tratadas para uso em novas lavagens, assim é possível poupar no consumo de água potável e evitar o escoamento de água para o esgoto público. Faz também uso de um sistema de colecta e aproveitamento de águas pluviais para uso nas máquinas de lavar.

A adopção por sistema num ambiente comunitário, e ilustrativo do seu funcionamento, é também um importante contributo para a educação na poupança de recursos naturais importantes, conferindo a este caso um papel educativo.



Consumo / controlo

Sendo a água um recurso natural vital e escasso é imperativo a adopção de sistemas que estimulem a sua poupança, através de sistemas eficientes inovadores.

Existem no mercado modelos altamente eficientes de duchas, bacias de retrete e torneiras que poupam em 50% ou mais na quantidade de água utilizada em relação aos modelos correntes.

As bacias de retrete desenhadas para consumos baixos, podem reduzir o consumo até cerca de 6 a 7 litros por descarga, redução muito significativa tendo em conta que os consumos convencionais rondam entre os 16 a 40 litros por descarga (Van der Ryn, 1995). Existem também bacias de retrete munidas de dispositivos de descarga selectiva, possuindo dois botões correspondentes a diferentes quantidades de água para descarga, reduzindo assim o gasto quando não necessário.

Ao nível de controlo de água nas torneiras podemos munir estas de dispositivos de redução de fluxo de água, que reduzem significativamente o gasto, até 8 litros por minuto. Outro tipo de sistemas, consiste na instalação de dispositivos de controlo com sensores infravermelhos ou válvulas de fecho automático, cortando o fluxo de água quando não detecta o movimento, reduzindo assim de uma forma significativa e eficiente o desperdício.

Os redutores para torneiras de lavatório e bidé são acessórios simples de instalar que proporcionam nessas torneiras uma redução de até 50% do volume de água sem reduzir a sensação de conforto sentida pelo utilizador.



Energia – Energias renováveis

Energia Solar

Em apenas um minuto o sol fornece energia para responder às necessidades energéticas do mundo durante um ano. Num dia garante energia que poderia ser consumida pela população mundial durante 27 anos. Esta energia é limpa, gratuita, e de fornecimento abundante e constante.

As células fotovoltaicas, presentes em painéis fotovoltaicos, apresentam a capacidade de converterem a luz solar directamente em electricidade. Este processo permite a produção de electricidade de uma forma não poluente, através de uma fonte praticamente inesgotável, duração do seu tempo de vida – o Sol.

Estudos feitos na Alemanha e na Grã-bretanha revelaram que, entre 1/4 e 1/2 das suas necessidades em energia eléctrica, poderiam ser satisfeitas por painéis fotovoltaicos montados apenas nos edifícios (CREST,1998).

Na actualidade têm surgido vários projectos que inovam quer pela forma como incorporam estes sistemas na arquitectura, quer pelas dimensões dos sistemas incorporados. Tradicionalmente os painéis fotovoltaicos eram instalados em coberturas inclinadas, tal como painéis solares térmicos. Presentemente, através de novos desenvolvimentos na tecnologia, é possível a integração de células fotovoltaicas em coberturas, clarabóias, fachadas, incluindo janelas, ou funcionando como revestimento de coberturas, substituindo telhas ou revestimentos comuns. Incorporadas em janelas, as células monocristalinas são inseridas entre panos de vidro laminado, permitindo ao mesmo tempo, produzir energia e fazer sombreamento para o edifício.



Exemplo “Sanyo Solar Ark”

O edifício Solar Ark, da companhia Sanyo, destaca-se da sua paisagem envolvente pela sua estética futurista, conferida pela sua aplicação de uma área de fachada de grande dimensão de painéis fotovoltaicos, para a produção de energia eléctrica limpa. A Sanyo enquanto companhia produtora deste tipo de tecnologia, quis apostar na construção de um edifício cuja imagem fosse ao encontro dos objectivos e ideais da companhia. A integração de 5.046 painéis solares do tipo cristais de silicone na sua fachada principal, representa o principal foco de atenção do edifício, que ao mesmo tempo incentiva a informação e educação dos seus visitantes às energias alternativas.

Com uma energia de pico de 630 kWh e com uma produção de energia que se estima alcançar por ano 530.000 kWh, destaca-se entre os edifícios a nível mundial com uma maior produção de energias de fonte limpa integrada no próprio edifício, associando a utilização de energias limpas a uma harmoniosa integração com a arquitectura. A produção de energias de fonte limpa a esta escala resultou em evitar-se a produção de 128.610 litros petróleo.ano e de 95 ton de CO₂.ano.



Energia Eólica

A energia eólica, nome denominado da produção de energia, através do movimento do ar, designado usualmente de vento, é uma das práticas mais ancestrais de transformação de uma fonte natural e renovável em proveito da actividade humana. Na actualidade a reinvenção de ventoinhas e turbinas, através de novos materiais e design, permitem o crescimento de uma indústria cada vez mais eficiente e amiga do ambiente.

A produção de energia eólica é a de fonte de energia que maior crescimento teve nos últimos dez anos em todo o mundo, com um crescimento médio de 29% por ano (Inhabitat, 2008).

Dentro dos exemplos estudados de integração de sistemas de produção de energia limpa, de fonte eólica, destacaram-se os casos do Bahrain World Trade Center, explorado no capítulo 4, referente aos casos de estudo e as Dynamic Towers do Dr. Fischer.

Exemplo Dynamic Towers

Este último caso salienta-se pela sua integração inovadora de turbinas eólicas no edificado. A integração de turbinas eólicas montadas em posição horizontal entre cada andar da torre, proporciona uma solução inovadora, que permite o posicionamento de várias turbinas de grandes dimensões com um baixo impacte visual na imagem final do edifício, resultando num produto de imagem harmoniosa entre sistemas produção de energia de fontes limpas e arquitectura. Esta opção permite que em torres com 80 pisos existam um total de 79 turbinas eólicas. Estas produzirão energia suficiente para as necessidades energéticas totais do edifício e ainda permitirão fornecer mais energia verde à vizinhança (Dr. Fischer, 2008).

A salientar também que as turbinas prevêm-se pouco ruidosas graças à sua forma especial e concepção em fibra de carbono.

É a produção de energia limpa, pelo próprio edificado, a uma escala de produção significativa, que possibilita, não só dar resposta ao consumo eléctrico do quotidiano dos seus utilizadores, como também possibilitar a existência da característica mais marcante das Dynamic Towers, a sua capacidade de transformação formal. Isto resulta do movimento de cada piso de forma independentemente, através de mecanismos de rotação, alimentados por essa mesma fonte de energia. Esta característica é profundamente marcante do ponto de vista estético, pois a aleatoriedade de combinações no posicionamento dos diferentes pisos resulta em várias combinações formais possíveis. É igualmente de grande relevo o facto dos seus ocupantes terem algum controlo sobre o posicionamento da sua habitação face à orientação solar, ao longo do dia.



Figuras 71 e 72– esquemas ilustrativos do funcionamento de turbinas eólicas, localizadas entre pisos, Dynamic Towers (Fonte: Dynamic Towers, Dr. Fischer, 2008)

Sistemas de aquecimento e arrefecimento

Os sistemas de aquecimento e arrefecimento, como o seu nome indica, têm uma função de climatização de espaços interiores, gerando temperaturas interiores distintas à das exteriores

nesse momento. Os sistemas existentes no mercado são muito diversos, podendo ser incluídos durante o processo de construção ou apenas durante a sua utilização. Assim sendo temos diferentes tipos de sistemas, mais intrusivos, ou mais subtis, alguns de simples instalação, outros requerendo especial atenção por parte da especialidade para a sua correcta integração no desenho do edificado. Sistemas artificiais de aquecimento e arrefecimento (AVAC) existem principalmente nos edifícios de terciário; o que leva a que estes se situem entre os maiores consumidores de electricidade, resultado da procura de gerar ambientes interiores, em resposta aos défices de um desenho solar passivo pouco eficiente, pelo que depositam nestes sistemas a responsabilidade de criar um ambiente de conforto interiores.

Face aos vários sistemas existentes no mercado que apresentam grandes gastos energéticos; sendo que um edifício totalmente equipado com ar condicionado poderá consumir duas a três vezes mais energia do que outro semelhante mas que faz uso de ventilação natural, apresentam-se seguidamente alguns sistemas que proporcionam melhorias significativas no consumo energético.

Sistema de Aquecimento por Radiação / Piso radiante

Este tipo de sistema exige que a sua instalação seja feita durante o processo de construção, visto que a sua instalação se localiza por debaixo do piso sobrelevado. Divide-se em dois tipos de aplicação, resultante dos seus materiais utilizados. Um destes consiste na circulação de água a temperaturas rondando os 40°C, através de circuitos de tubos de polietileno reticulado, posicionados entre a laje de betão e o piso sobrelevado. Um segundo sistema consiste na integração de cabos metálicos embebidos no próprio betão, material este que é resistente à temperatura e que os isola electricamente e ainda protege contra a corrosão, sendo os cabos metálicos os próprios emissores de calor quando aplicada corrente eléctrica (Tortcabo, 2008).

O aquecimento por chão radiante é o que melhor se ajusta ao perfil óptimo de distribuição de temperaturas do corpo humano, já que gera à altura dos pés uma temperatura ligeiramente superior à da cabeça. Isto traduz-se numa sensação de maior conforto por parte do utilizador.

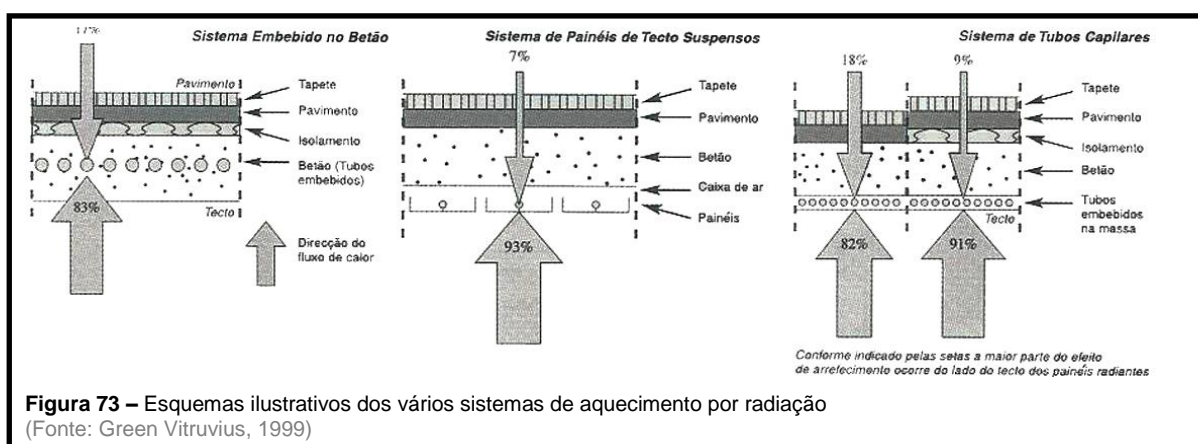


Figura 73 – Esquemas ilustrativos dos vários sistemas de aquecimento por radiação
(Fonte: Green Vitruvius, 1999)

É também dos sistemas mais eficientes, pois leva menos tempo a aquecer as divisões, face à sua distribuição harmoniosa pelo pavimento dessa mesma divisão, com reduções na ordem dos 20 a 40% em gastos económicos de consumo comparando com outros tipos de sistemas.

Ao invés dos sistemas de ar condicionado, os sistemas radiantes não prejudicam a qualidade do ar interior, pois apenas o aquecem por radiação.

Para além da sua aplicação em pavimentos, podemos também identificar casos de instalações no interior ou por detrás da superfície das paredes ou tectos, o que permite reduzir em 80% as condutas necessárias num sistema convencional AVAC.

Arrefecimento pelo solo

O sistema de arrefecimento pelo solo é um tipo de sistema de ventilação passivo, que consiste na introdução de ar proveniente de espaços exteriores para espaços interiores, a temperaturas inferiores às dos espaços interiores. Isto deve-se ao movimento de fluxos de ar por tubagens, inseridas no solo, a profundidades em que a temperatura deste é constante e inferior à do ar exterior, na maior parte do ano. A elevada inércia térmica do solo e sua consequente baixa condutibilidade é que permitem que a sua temperatura defira da exterior, sendo que na Europa as temperaturas do solo podem variar entre os 8 e os 14°C (Green Vitruvius, 1999).

Através da disposição de tubagens na horizontal a profundidades superiores a 2m, em materiais impermeáveis que possam fazer a transferência térmica com o solo, como o PVC, o aço inoxidável ou o betão, consegue-se montar um sistema de forma económica, substituindo outro tipo de sistema consumidor de energia. Este tipo de sistema pode funcionar sem energia associada, fazendo apenas uso de ventoinhas e da natural ventilação do ar de acordo com a pressão atmosférica. Exemplo da aplicação deste sistema explorado no caso de estudo do edifício Solar XXI, presente no capítulo 4.

Colectores solares | Sistemas Solares Térmicos

Os sistemas Solares Térmicos são dispositivos que captam energia solar e a distribuem sob a forma de calor útil, para uso em águas quentes domésticas (GreenVitruvius, 1999).

Estes precisam de ser montados de modo a captar a radiação solar de forma mais eficiente possível, isto significa uma orientação a Sul com uma inclinação em relação à horizontal que seja aproximadamente equivalente à latitude do local. Na Europa, isto significa uma inclinação de 35 a 65°.

A implementação deste tipo de sistemas em habitações permite o seu uso para aquecimento de águas domésticas, tanto para água corrente como para utilização em sistemas de aquecimento a água quente, de espaços interiores.

Um típico sistema solar para aquecimento de águas para uma habitação terá uma área de 2 a 6m² de colectador, e um tanque de 200 a 300 litros, podendo este, estar posicionado adjacente ao painel, sobre a cobertura, ou localizado no interior da habitação.

Inovações neste âmbito destacam-se pela implementação destes sistemas a grandes escalas, permitindo a resposta a todas as necessidades de aquecimento de águas correntes,

como também de resposta às totais necessidades de aquecimento do edificado. Casos de estudo que optem por esta solução conseguem grandes poupanças no consumo energético.

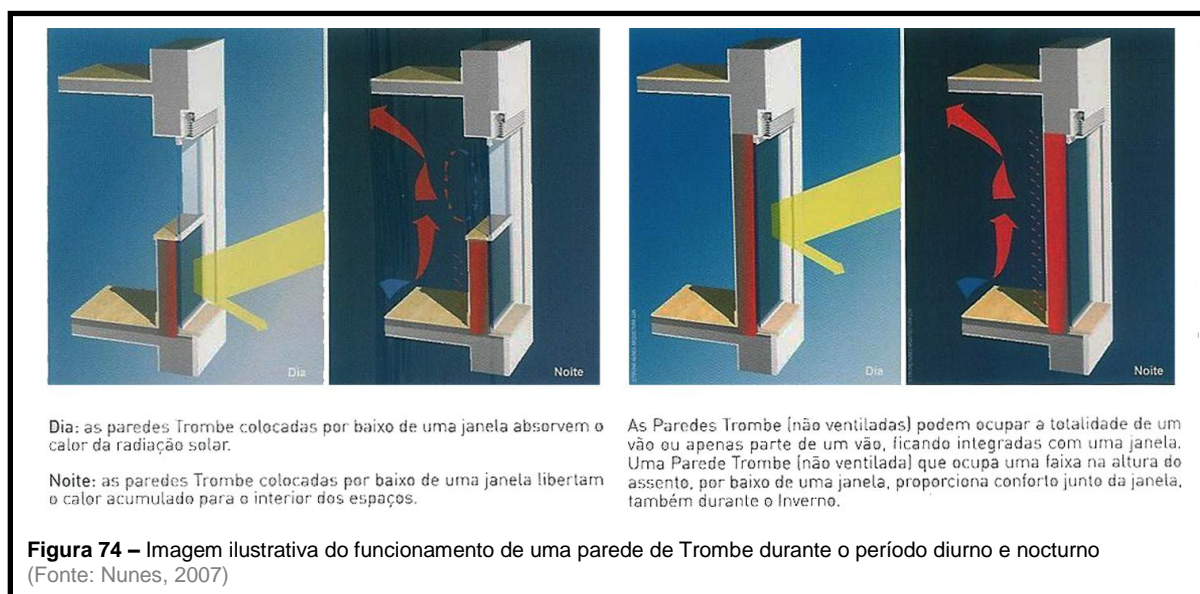
Sistemas de Ventilação

Parede de Trombe Ventilada

A Parede de Trombe é um exemplo de aquecimento solar através de um ganho indirecto, funcionando como radiadores gratuitos, aquecendo espaços interiores através da capacidade de acumular o calor gerado pela radiação solar. São particularmente úteis nos meses de Inverno em climas mediterrânicos, com elevado número de horas de exposição solar, aquecendo espaços interiores em meses em que a temperatura ambiente é mais baixa. Durante o Verão estas paredes não têm capacidade significativa de acumular raios solares, devido à incidência do ângulo do raio solar, resultando na reflexão da maior parte da radiação, evitando assim o sobreaquecimento.

A Parede de Trombe é composta por um vão envidraçado de vidro duplo, e por uma parede de betão ou alvenaria, apresentando uma espessura entre os 150 e os 500mm, sendo que esta é pintada em cor escura na sua superfície exterior, o que potencia a absorção de raios solares; entre estes existe uma caixa-de-ar, de 10 a 20mm, que permite a formação de efeito de estufa, gerando o aquecimento da parede (Tirone Nunes, 2007).

As Paredes de Trombe são sempre orientadas a Sul, só nesta orientação se pode aproveitar as horas de maior intensidade solar. A Inércia térmica da parede leva a que o calor que nesta se acumula se vá libertando gradualmente, aquecendo o espaço ao princípio da noite, quando as temperaturas exteriores começam a descer.



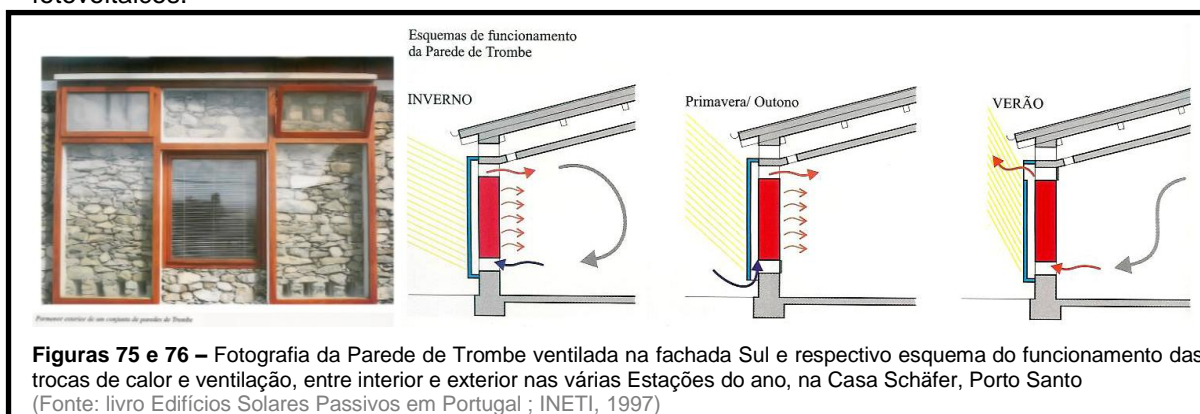
As paredes de Trombe ventiladas, assemelham-se em funcionamento às paredes de Trombe não ventiladas diferindo pela capacidade de realizar um aquecimento ou arrefecimento de uma forma mais célere, resultado da existência de aberturas para ventilação nas partes superior e inferior da parede, permitindo que o calor circule por convecção para o interior das divisões.

A presença de aberturas nas paredes permite um maior controlo, da ventilação e aproveitamento da temperatura, por parte do utilizador. Assim, permite-lhe fazer a gestão do conforto térmico interior, consoante as diferentes estações do ano, bem como ao longo do dia, sendo que quando fechadas à noite, evitam que se perca o calor ganho no período diurno.

Por fora aparentam a estética de um vão envidraçado, e por dentro adoptam o aspecto de uma qualquer parede interior, utilizando o mesmo tipo de revestimento.

O calor que é libertado para o interior da habitação por irradiação pela Parede de Trombe aumenta a temperatura interior e logo o conforto interior, reduzindo consideravelmente a necessidade de aquecimento. Uma Parede de Trombe pode satisfazer até 15% das necessidades de aquecimento no período de Inverno quando correctamente dimensionada e orientada a Sul. Segundo o Professor Nick Baker, a transferência de calor por uma Parede de Trombe é de cerca de 18min por cada 10mm de espessura. Numa parede de 200mm de betão, a parede retarda em 6 horas a irradiação do calor armazenado. (Tirone Nunes, 2007)

Vemos a utilização deste sistema na Torre Verde, de Livia Tirone, na Casa Schafer, em Porto Santo, (figuras abaixo) fazendo uso de uso de materiais locais, assim como no edifício Solar XXI, do INETI, num sistema análogo que faz uso do espaço ventilado entre a parede e os painéis fotovoltaicos.



Ventilação Natural

Exemplo Edifício do BRE

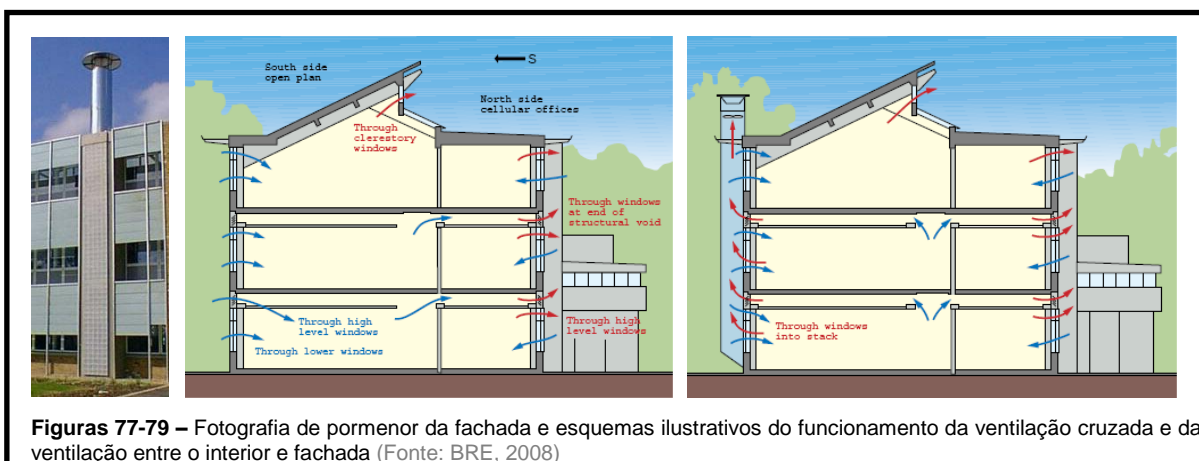
O edifício de escritórios do BRE (Building Research Establishment) é um exemplo de aplicação de boas práticas de arquitectura bioclimática, especialmente ao nível da ventilação natural. Construído adoptando as melhores práticas de inovação no campo ambiental, procura definir um exemplo na construção de edifícios de escritórios sustentáveis para o século XXI. Entre as suas principais características destaca-se o recurso ao desenho solar passivo, elaborando estratégias de optimização de aquecimento, arrefecimento e ventilação natural.

Através do desenho da sua implantação no terreno, e do correcto dimensionamento de vãos, proporciona o efeito de ventilação cruzada, em que espaços de trabalho interiores abertos permitem que o ar percorra toda a área de cada piso, fazendo a troca do ar interior estagnado por outro mais salubre, conferindo maior conforto aos seus utilizadores.

Destacam-se facilmente na fachada Sul cinco chaminés, destinadas ao arrefecimento do ar interno. Estas surgem no alinhamento de condutas verticais de ar que percorrem os três pisos do edificado e são forradas pelo exterior a tijolo de vidro, permitindo o aquecimento do ar que se situa no interior, obrigando-o a subir, por convecção, incentivando deste modo à troca de ar entre interior e exterior. Também no desenho das lajes dos pisos, se teve em conta o correcto fluxo de ventilação natural, proporcionando o efeito de chaminé, assim como ventilação cruzada. Procura assim nas várias vertentes do desenho arquitectónico a implementação de meios passivos de ventilação por forma a minimizar o uso de ventilação mecânica.

Em dias muito quentes, sem vento, são activadas ventoinhas de baixo consumo energético. Em dias sem vento, é graças à ventilação cruzada que se faz a troca de ar pela fachada Norte. Em dias quentes com algum vento, o ar é conduzido pelo interior das placas de betão ocas, que constituem a laje de suporte dos pisos, aproveitando a elevada inércia térmica do betão, para o ar arrefecer.

Os gastos energéticos verificados em ventilação mecânica apresentaram valores muito baixos, na ordem dos 0,5 kWh/m², resultado da eficiência da ventilação natural, poupando assim de forma significativa no consumo de electricidade em comparação com a prática comum.



Figuras 77-79 – Fotografia de pormenor da fachada e esquemas ilustrativos do funcionamento da ventilação cruzada e da ventilação entre o interior e fachada (Fonte: BRE, 2008)

Sistemas Vegetais

Coberturas verdes / ajardinadas

Mantos de coberto vegetal, sob superfícies preparadas, cobrem hoje cada vez mais as coberturas impermeáveis e áridas dos nossos edifícios, dotando-os de cor e vida. A construção destas paisagens humanizadas permite trazer para as cidades uma componente natural, inovando na relação do edificado de forma directa com a Natureza, na imagem do edificado e até na própria maneira de conceber e pensar a cidade.

Esta tradição vernácula presente em alguns países do norte da Europa, anteriormente adoptada na construção de coberturas de terra, de grande massa, e consequente inércia térmica, é hoje reinventada e aplicada para a construção de espaços de lazer integrados com o edificado. No entanto não deixam de cumprir a sua função de isolamento, derivado da inércia térmica da grande camada de terra e substrato vegetal.

Este sistema tem como principais características o contributo para a redução do efeito de ilha de calor nas cidades, que se materializa na subida das suas temperaturas, consequente da reflexão e emissão de fontes de calor provocadas pelos ambientes humanos construídos, combatendo-o através da implementação de espaços naturais permeáveis. Esta acção permite igualmente a redução de ocorrência de cheias, em espaços anteriormente impermeabilizados pelas construções humanas.

O substrato vegetal tem como principais funções: a regulação térmica a nível do clima local, a captação de CO₂ da atmosfera, a criação de habitat e aumento da biodiversidade na zona urbana. Assim as coberturas vegetais estão também a contribuir para a preservação de espécies animais e vegetais, ao mesmo tempo que criam zonas de lazer para o edifício ou área urbana.

O seu maior problema consiste nos altos gastos para irrigação; para isso devem ser tidos em conta sistemas de aproveitamento de água, nomeadamente de água da chuva.



Fachadas verdes

As fachadas verdes tais como as coberturas verdes, são hoje sistemas cada vez mais adoptados por projectistas. Também estas surgem da evolução de sistemas praticados pela arquitectura e desenho de paisagem humana vernácula.

Apresenta como principais atributos a criação de um ecossistema natural; a captação de CO₂ da atmosfera; a redução da ilha de calor na cidade; o efeito de chaminé entre fachada verde e fachada do edifício; absorção de calor; valor estético; uso de material que se renova, que sofre mutações; e a criação de uma ligação comum com a paisagem envolvente.

Do ponto de vista funcional têm como principais funções: o sombreamento de fachadas, reduzindo o sobreaquecimento no período de Verão e o funcionamento enquanto barreira acústica e de vento; e por estes dois factores apresenta alguma capacidade de isolamento a temperaturas exteriores em relação à fachada.

Tal como nas coberturas verdes, os seus problemas prendem-se com gastos em irrigação assim como requerer manutenção, visto ser um material orgânico, vivo, que necessita de condições ideais para o seu desenvolvimento.

Apresenta inovações ao nível de materiais vegetais e de suportes empregues, variando em dimensões, densidades e relação entre o edifício e a massa vegetal, podendo esta funcionar como um segundo pano, ou estar enraizada na própria fachada.

Pode até introduzir um novo paradigma em relação ao conceito de edificado, uma vez que este em vez de ser caracterizado como um elemento material inerte e acabado, pode-se transformar num elemento provido de vida e de capacidade de transformação.

Domótica / Monitorização

A casa inteligente é hoje, por força da revolução tecnológica, uma realidade incontornável e em simultâneo uma imprevisível promessa de futuro. A Domótica – gestão inteligente de habitats – permite hoje um controlo, graças a meios tecnológicos, sobre diferentes tipos sistemas, que conferem segurança e conforto, dentro do âmbito da sustentabilidade. Neste campo destacam-se os sistemas de gestão do habitat, nomeadamente no controlo climático dos espaços interiores.

Dentro da área do desempenho ambiental, podem trazer melhorias na qualidade e conforto dos espaços interiores, através do controlo da sua temperatura, ventilação e iluminação, quer seja esta natural ou artificial.

O controlo sobre sistemas automáticos permite que estes funcionem de uma forma mais eficaz, reduzindo assim também no seu consumo energético.

Como principais instrumentos destacam-se: centrais de controlo, sensores e detectores de movimento, controladores e comandos, incluindo computador pessoal e telemóveis e interfaces de comunicação. Soluções de controlo integrado permitem controlar com um só equipamento todas as instalações técnicas da habitação.

A aplicação destas tecnologias pode ser feita sobre o controlo de elementos da construção, tais como: estores, palas de sombreamento, sistemas de ventilação, controlo da intensidade da iluminação artificial, controle de electrodomésticos, controle de rega de espaços verdes ou torneiras electrónicas por infravermelhos.

A monitorização dos desempenhos ambientais do edificado, de forma simples e prática permite ao utilizador acompanhar, nalguns casos no próprio instante, os consumos energéticos do edificado e munido desta informação modificar os seus hábitos de consumo.

Como exemplo da aplicação destas tecnologias, temos a aplicação de sistemas de controlo, no edifício de escritórios do BRE. Este tem aplicados sistemas operativos que são controlados automaticamente com tecnologia de ponta, permitindo um controlo sobre intensidade de luz artificial, a posição de louvres mecânicos, permitindo a entrada ou sombreamento face à iluminação natural, a abertura ou fecho de janelas e também controlo sobre a temperatura através de aquecimento mecânico. O utilizador também tem capacidade de controlo, sobrepondo a sua vontade sobre os dispositivos automáticos.



Figuras 83-85 – Sistema de controlo com visualização de dados, câmara e sensor com visionamento remoto e louvres mecânicos, instalados no edifício do BRE (Fonte: "dossier domótica", arquitectura & construção, n.º20 ; BRE)

O presente capítulo tem como objectivos a análise de casos de estudo de edifícios inovadores ao nível do desempenho ambiental. A sua selecção foi feita tendo em consideração uma abordagem global ao nível dos parâmetros da Sustentabilidade, sendo que estes consideraram a inovação, como um contributo essencial para a Arquitectura, na procura de respostas a problemas e na introdução de melhorias, e fazem-no explorando e introduzindo práticas, técnicas ou valores de desempenho ambiental que se considerem inovadores.

Com esta exposição é possível identificar as práticas que melhor aceitação têm por parte dos projectistas e ainda identificar como são concretizadas as várias técnicas e tecnologias exploradas no capítulo anterior.

A análise do grau de inovação dos casos de estudo segundo o desempenho ambiental, nas suas diversas vertentes, é suportada pela interpretação de sustentabilidade e inovação na sustentabilidade, pelo sistema de avaliação e certificação ambiental, LiderA. Este sistema, como já foi abordado anteriormente, define como inovadoras, as práticas que alcancem valores iguais ou superiores aos de classificação em A+ ou A++, segundo a classificação desse sistema. Esta análise será comparada e detalhada fazendo uso do preenchimento da Tabela Comparativa de Casos de Estudo face ao nível de Inovação nas várias vertentes do Sistema de Avaliação de Desempenho Ambiental LIDERA (exibida no ANEXO_3) e ainda sob a forma de texto, no final deste capítulo.

TORRE HEARST – Arq. Sir NORMAN FOSTER

A torre Hearst, desenhada pelo atelier do arquitecto britânico Sir Norman Foster, situada na cidade de Nova Iorque e sede de escritórios da companhia Hearst, foi o primeiro edifício em arranha-céus nova-iorquino a receber o galardão LEED GOLD.

Construída sobre o antigo edifício de 1928 de seis andares da mesma companhia, aproveita a sua renovação para o constituir como pódio e entrada, onde se apoia, e pelo qual se tem acesso. Erguendo-se a uma altura de 182m e composta de 46 pisos esta torre destaca-se logo à partida pela sua estrutura, sendo visível a sua composição na fachada por treliças triangulares (vigas metálicas em diagonal) de aço inoxidável, técnica esta que permite a poupança no uso de aço em 21% em relação à estrutural tradicional. Além disso, esta inovadora estrutura é composta por 90% de aço reciclado, tendo-se mesmo conseguido fazer uso de 80% da estrutura original do antigo edifício.

No seu diálogo com a envolvente, procura estimular as deslocações de baixo impacte, através do acesso a transportes públicos, feito por ligações directas do átrio central à estação subterrânea de metro Columbus Circle.

Este arranha-céus destaca-se também, ao nível energético, pois consome menos 25% de energia, em comparação com outros edifícios similares, em uso e dimensões. Além de sensores de presença, que ligam ou desligam a luz artificial nos escritórios, estes sistemas regulam também a quantidade de luz artificial a ser usada nos espaços interiores, em função da luz natural que recebem nesse período do dia.



Faz uso de equipamento de AVAC de alta eficiência, que utiliza 75% de ar natural, permitindo uma redução de 22% de energia, em relação a sistemas tradicionais. No átrio é empregue um sistema de aquecimento e arrefecimento por radiação, feito por tubagem, localizada por debaixo do pavimento de pedra, fazendo circular água pelo seu interior, permitindo uma distribuição uniforme e minimização de gastos desnecessários.

É também de salientar o aproveitamento da água da chuva, recolhida na cobertura do edifício. Esta é guardada num tanque de 53m³ de água, podendo assim ser aproveitada para irrigar jardins, para circular no sistema de refrigeração e abastecer a cascata no grande átrio central, que funciona como um refrigerador natural do espaço, conseguindo assim poupar cerca de 6435m³ de água por ano.

O aproveitamento de iluminação natural procura ser sempre maximizada, quer seja pelo reduzido uso de paredes interiores, quer seja pelo uso da estrutura em treliça triangular que permite uma maior entrada de luz por piso.

Inova também no uso de materiais reciclados em revestimentos, pavimentos e tectos.

BAHRAIN WORLD TRADE CENTER – Arq. SHAUN KILLA

O Complexo de duas torres idênticas de 50 pisos, constituintes do centro de negócios do Bahrain, apresenta a primeira solução a nível mundial de integração de um sistema de produção de energia eólica à escala do arranha-céus.

O projecto do atelier dinamarquês Atkins, pretendeu incorporar um sistema activo de produção de energia de fonte renovável, sendo que, após a implementação de um sistema de painéis solares se mostrar inviável, surgiu a oportunidade de utilizar energia eólica.

Adoptando uma forma inspirada nas velas marítimas, aproveitando o tema marítimo em consonância com a sua instalação, estas torres de 50 pisos e 240m de altura, aproveitam também para potenciar o aproveitamento da corrente de vento direccionando-a e afunilando-a para as turbinas eólicas.

Três turbinas geradoras de energia eléctrica, são a principal atracção deste complexo, sendo que cada uma destas possui 29m de diâmetro e apoia-se sobre um passadiço pedonal de 30m que faz a ligação entre as duas torres.



Figuras 90-92 – Perspectivas do edificado e pormenor da turbina
(Fonte: <http://www.inhabitat.com/2007/03/28/bahrain-world-trade-center-has-wind-turbines/>)

Destaca-se pela aplicação deste tipo de tecnologia num edifício a uma grande escala, pela dimensão das turbinas, e consequentemente pela energia gerada. Sendo que se prevê que o conjunto vá gerar um total de 1300 MW por ano, o equivalente à emissão de 2 milhões de toneladas de CO₂ ou quase 6 milhões de barris de petróleo, gerando um total de 10 a 15% da energia consumida pelo edificado por ano, representando um total de 3,5% no custo total do projecto.

MASDAR HEADQUARTERS – Arq. ADRIAN SMITH + GORDON GILL

Integrado no projecto da cidade de Masdar, projectada para ser a primeira cidade no mundo livre de emissões de carbono zero e desperdícios, que aposta no uso de energias limpas e em arquitectura inovadora e sustentável, a ser edificada em Abu Dhabi, nos Emirados Árabes Unidos em 2016. O presente edifício está integrado na primeira fase da construção da cidade de Masdar e estará completo no final de 2010.

Este Complexo é de uso misto, e incorpora usos de comércio ao nível do piso térreo, em estreita ligação a zonas públicas e a espaços verdes; incorpora igualmente uma mesquita, blocos residenciais e de escritórios ao nível de pisos superiores.

DESENHO SOLAR PASSIVO

Pelo seu desenho solar passivo adopta várias práticas que permitem potenciar a iluminação e ventilação natural. Destas destacam-se a construção de cones metálicos que funcionam como pátios urbanos, e cujo efeito de chaminé potencia a distribuição da temperatura interior destas zonas públicas e fachadas adjacentes. Ar este proveniente de tubagens localizadas

no interior da terra, fazendo uso de um sistema de bombas de calor, aproveitando a inércia térmica da terra; este sistema é também utilizado para climatizar diferentes áreas com o apoio de um sistema de chão radiante. A edificação destes pátios públicos permite também a passagem de luz natural para o interior do edifício e seus espaços públicos. Pela sua forma e materiais, consegue-se que estes reflectam e aproveitem ao máximo a luz solar. No interior de cada piso sistemas de reflexão ao nível dos tectos, permite igualmente a maximização da luz solar.

Outra prática de desenho solar passivo é o aproveitamento da inércia térmica dos materiais, incluindo o uso de vidros de alta inércia térmica. Em acréscimo, o uso de sistemas de sombreamento quer nas fachadas, quer em cobertura, previne o sobreaquecimento dos espaços interiores, reduzindo directamente a necessidade de gastos energéticos em arrefecimento.

ENERGIA

Este edifício destaca-se claramente pelo consumo e performance energética a que se propõe, prevendo-se que venha ser um Complexo de energia positiva, produzindo mais energia do que a que consome. Várias opções e sistemas são adoptados de forma a que se reduza ao máximo o consumo energético e que se maximizem a exploração de fontes de energias limpas.

Integra ao nível da cobertura um dos maiores sistemas de painéis solares construídos ao nível do edificado, gerando cerca de 22,5% da energia consumida pelo complexo. A cobertura integra também colectores solares para a produção de água quente. Na produção de energias limpas destaca-se também a implementação de turbinas eólicas, instaladas ao ar livre entre a cobertura e o último piso.

Desempenho de consumo energético:

Em relação a um total de consumo energético de 100% do que seria a prática comum neste edifício sem estes sistemas implantados, observa-se na listagem seguinte as alterações dos consumos:

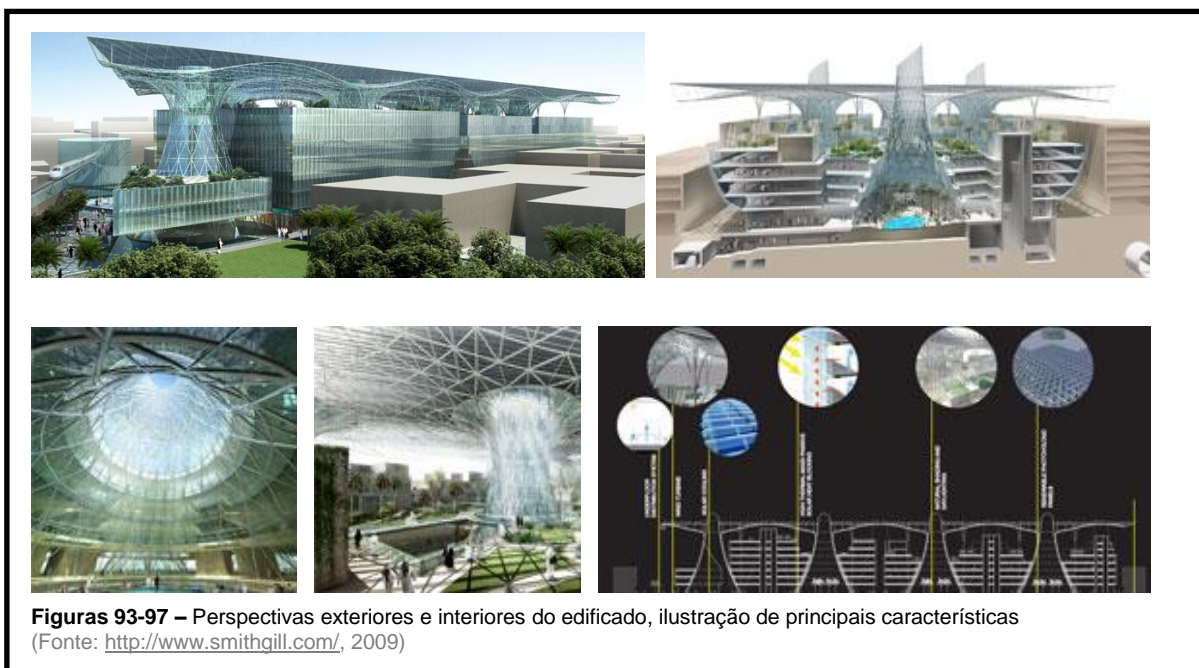
- Uso de painéis fotovoltaicos (100% \Rightarrow 77,5%)
- Maximização de luz solar + sistemas de sombreamento (77,5% \Rightarrow 54,5%)
- Paredes exteriores de grande inércia térmica e isolamento (54,5% \Rightarrow 20,5%)
- Sistema de arrefecimento solar na cobertura (20,5% \Rightarrow 1,5%)
- Sistemas de climatização do ar fazendo uso de bombas de calor (1,5% \Rightarrow +2,5%)
- Energia produzida através de energia eólica pelas turbinas na cobertura (+2,5% \Rightarrow +3%)

O total de consumo energético, resulta na produção positiva de 3% de energia limpa (para a rede), ou seja, produz mais do que o que consome.

ÁGUA

A cobertura funciona como superfície colectora da água da chuva e através da relação volumétrica com os cones estabelece um jogo de concavidades que permite a recolha da água por acção da gravidade. O aproveitamento da humidade gerada no interior do edifício e sua respectiva condensação, assim como da água da chuva e de águas cinzentas produzidas no edifício, são usadas para tratamento numa estação de tratamento de águas, integrada no Complexo. Esta água

tratada pode ser reencaminhada para uso em descargas dos autoclismos. As águas negras do complexo serão reencaminhadas para uma estação de tratamento local e após tratamento podem ser utilizadas para irrigação de espaços verdes.



Figuras 93-97 – Perspectivas exteriores e interiores do edificado, ilustração de principais características
(Fonte: <http://www.smithgill.com/>, 2009)

Além das opções tomadas segundo outros parâmetros, há também a salientar o facto de incorporar sistemas modulares de construção, nomeadamente na estrutura dos pátios cónicos, aumentando assim a eficiência da construção, através de um menor gasto de energia e menor tempo de produção. Permite também uma fácil desmontagem e póstuma reutilização. Estes módulos são produzidos localmente.

O projecto definirá um novo paradigma na forma de construção, que influenciará os edifícios futuros.

CALIFORNIA ACADEMY OF SCIENCES – Arq. RENZO PIANO

Inaugurado em Setembro de 2008, após quase uma década do seu plano, surge da oportunidade de reconstruir a antiga Academia de Ciências da Califórnia, destruída por um terramoto em 1989. Com o seu plano procurou-se construir um edifício o mais sustentável possível, que inspirasse os visitantes a conservar os recursos naturais.

Vencedor LEED Platinum, maior classificação em edifícios verdes, com uma classificação total de 54 pontos, tornando-se no museu mais sustentável do mundo, na actualidade.

Entre as suas atracões principais, inclui um aquário, um museu de história natural, um bioma de floresta húmida, um planetário, auditório com tecnologia 3D, biblioteca, arquivo, laboratórios, salas de trabalho, salas de estudo e um programa de pesquisa educacional.

A cobertura, elemento icónico e simbólico deste edifício, apresenta-se como um volume ondulatório, de convexidades e concavidades, modelado pretendendo imitar/simular a paisagem irregular da cidade de São Francisco.



Figuras 98-103 – Fotografias do exterior; de habitat interior; esquema ilustrativo do funcionamento da ventilação; fotografia da cobertura ajardinada e corte conceptual (Fonte: California Academy of Sciences, 2009)

De seguida é feita uma análise segundo os principais pontos de inovação ao nível da sustentabilidade do desempenho energético do edificado.

AQUECIMENTO E ARREFECIMENTO

- Sistema de aquecimento por solo radiante reduzindo necessidades energéticas de 5 a 10%
- Sistema de recuperação de calor
- Grande camada de isolamento resultante da massa térmica da cobertura ajardinada, reduzindo as necessidades de gastos em aquecimento ou arrefecimento
- Fachadas de vidro de alta performance, que reduz o excesso de ganhos térmicos resultantes do sobreaquecimento solar, reduzindo as necessidades de arrefecimento do edifício
- Sistemas de alta eficácia de humidificação de biomas naturais

ILUMINAÇÃO E VENTILAÇÃO

- 90% dos espaços têm (acesso a) iluminação natural, reduzindo os gastos
- Ventilação natural através da cobertura para o hall central e deste para os espaços adjacentes; aberturas em clarabóias permitem a entrada de ar
- Janelas com sistemas motorizados para permitir a entrada automática ar fresco para o interior
- Uso de sensores de luz para controlar automaticamente a intensidade da iluminação artificial

ENERGIA / ENERGIAS RENOVÁVEIS

- Consumo energético total inferior em 30% do que o exigido pela cidade de São Francisco

- Consome menos 30 a 35% de energia por ano em relação a edifícios de uso e dimensão semelhantes
- Perímetro da cobertura constituído por 60.000 painéis fotovoltaicos que fornecerão um total de 213.000 kWh de energia limpa por ano, o equivalente a 10% das necessidades energéticas totais do edificado, evitando a emissão de 405.000 Kg de CO₂ por ano
- Uso de células fotovoltaicos de alta eficiência
- Autoclismos munidos de sistemas energeticamente auto sustentáveis, fazendo aproveitamento da energia mecânica gerada pela gravidade/mecânica de fluidos

ÁGUA

- Aproveitamento da água da chuva para rega directa da cobertura ajardinada, poupando aproximadamente 16.000 m³ de água
- Utilização de águas cinzentas da cidade de São Francisco para uso em descargas dos autoclismos no edifício
- Redutores de torneiras - controlo de gastos em 78%
- Utilização de água directamente do Oceano nalguns aquários de forma a reduzir nos gastos de água potável

MATERIAIS | RECICLADOS

- Reciclagem de 90% dos resíduos provenientes da demolição do edifício da antiga academia, incluindo 9.000ton de betão, 12.000ton de aço
- Pelo menos 50% da madeira utilizada é certificada pelo FSC (Forest Stewardship Council)
- Estrutura inovadora constituída 95 a 100% de aço reciclado
- Isolamento de paredes inovador fazendo uso de desperdício de calças de ganga reciclada
- Betão inclui 30% de cinzas

COBERTURA VERDE

- Cobertura verde com um total de 1 hectare, dando continuidade ao parque
- Plantação aproximada de 1.7milhões de plantas/espécimes
- Plantação de vegetação/espécies nativas, atraindo igualmente espécimes de aves nativas

TRANSPORTE

- Estacionamento para bicicletas e estações de abastecimento para automóveis eléctricos recarregáveis
- Materiais produzidos localmente para reduzir produção de CO₂ resultante do transporte destes

É um exemplo de grande relevo pela sua aplicação de sistemas, materiais e características inovadoras e sustentáveis através de uma visão transversal. Colocando como principais características a valorização ecológica, assim como a divulgação, promoção e ensino de valores e conhecimentos ambientais, é um edifício que estabelece uma relação exemplar com o meio ambiente, pelo seu exemplo e entrega aos valores que a Academia de Ciências defende.

PARQUE ORIENTE – Arq. LIVIA TIRONE

Situado na área de requalificação urbana da zona ribeirinha oriental de Lisboa o empreendimento Parque Oriente é o primeiro quarteirão multifuncional sustentável, em território nacional, em que são implementadas as melhores tecnologias disponíveis para otimizar o respectivo desempenho energético-ambiental (Tirone, 2005).

Projecto de demonstração do programa comunitário Concerto II, iniciativa que promove um conjunto de melhores práticas na gestão urbana, especificamente na área da construção sustentável, nomeadamente nas áreas de ambiente, energia e telecomunicações, bem como no planeamento urbano.

O empreendimento localiza-se no cruzamento entre a Av. de Pádua e a Av. Infante D. Henrique ocupando o espaço de uma instalação de indústria têxtil abandonada, regenerando e requalificando assim o tecido urbano. Terá uma área de intervenção de 20.700m² com uma área bruta de construção de 77.900m², distribuída por 8 pisos acima do solo e 2 pisos abaixo para estacionamento. A área destinada para uso habitacional será de 27.900m², a destinada para uso terciário será de 8.400m² e para o uso comercial será de 5.150m².

Está prevista a integração das melhores tecnologias disponíveis no que respeita a eficiência energética, a integração de sistemas de energias renováveis, como solar térmico, fotovoltaico e eólico urbano, bem como uma instalação centralizada para a reciclagem das águas pluviais e cinzentas.

Dada a dimensão e a alta visibilidade deste empreendimento, pretende-se maximizar o seu impacte na sensibilização do mercado – seja no que diz respeito aos utilizadores finais do empreendimento, quer no que diz respeito ao cidadão comum, local e não-local (Tirone, 2005).



Figuras 104 e 105 – Fotografia do exterior do edifício existente, Av. De Pádua e Av. Infante D. Henrique
(Fonte: Plano de Pormenor Projecto Urbano Parque Oriente, volume 2)

LOCAL E INTEGRAÇÃO

Seleção do Local – Reabilitação

Com o século XIX, a zona oriental de Lisboa, sofre um processo de transformação que a vocaciona para o sector industrial, assim permanece praticamente até aos nossos dias. No entanto com a intervenção da Exposição Mundial de 1998 na zona oriental de Lisboa, tornou-se

evidente a tendência irreversível para a desactivação da indústria ali existente. Dada a falta de enquadramento legal para a continuação e consolidação da malha urbana lançada no Parque das Nações e já consolidada em Olivais Sul, estes territórios ainda se encontram desligados e pontuados por indústrias e armazéns em grande parte desactivados. A introdução de uma continuidade no tecido urbano, a fim de consolidar uma ligação que se pretende integrada e de qualidade, poderá apenas acontecer nos pontos em que existe uma relação física directa entre o Parque das Nações e a área envolvente. A Avenida de Pádua constitui um dos poucos pontos que permitem essa continuidade, e a operação urbanística resultante do presente Plano potencia a consolidação e a continuidade do tecido urbano da malha urbana de Olivais com a do Parque das Nações (Tirone, 2005).

Assim sendo, no presente plano é proposta, para a área que se encontra actualmente, classificada como "área consolidada industrial", a sua reclassificação como "área de reconversão urbanística de usos mistos". (Tirone, 2005).

Será mantida uma referência à memória industrial desta zona Oriental de Lisboa, ao ser incorporada na solução proposta a reconstrução da maior parte da fachada existente ao longo da Av. de Pádua, preservando assim a pontuação e o ritmo do antigo edifício industrial.

Amenidades locais

O presente plano contempla a criação de um conjunto de equipamentos que se prevê possam vir a apoiar uma vivência dinâmica, contribuindo para tornar este contexto urbano um pólo de atracção para esta zona da cidade.

A fachada ao longo da Av. de Pádua será transformada numa galeria pública, com espaços comerciais e grandes áreas envidraçadas que pontualmente permitirão vistas através do edifício para a Praça Oriente.

Uma repartição de usos que visa os seguintes valores: Habitação: mínimo 30%, máximo 70%; b) Terciário: mínimo 30%, máximo 70%; neste uso estará sempre afectado ao comércio um valor mínimo correspondente a 10% da área global do empreendimento, o qual irá contribuir para a animação de toda a Av. de Pádua e da Praça Oriente.

Em parceria com a Câmara Municipal de Lisboa, visa-se instalar uma Biblioteca com uma área de aproximadamente 1.900 m², e em parceria com as Concessionárias e com as Agências de Energia Nacional e Municipal, visa-se instalar o *Centro de Construção Sustentável de Lisboa* com uma área de aproximadamente 300 m², contíguo à Biblioteca, ambos situar-se-ão no piso inferior ao jardim privado de utilização colectiva habitacional, com acesso pela praça pública, e estarão ao dispor das populações locais.

O projecto urbano Parque Oriente procura oferecer mais de 8.400m² de instalações para terciário, ao nível das micro e das pequenas empresas.

Praça Pública

Será criada uma praça pública (área a ceder à Câmara Municipal de Lisboa), com aproximadamente 5.000 m², que contribuirá para a definição de uma nova centralidade nesta Zona Ribeirinha Oriental de Lisboa e que poderá contribuir para a revitalização da mesma.

Esta praça irá certamente tornar-se parte do quotidiano das populações locais e residentes, por ser um espaço estritamente pedonal, com áreas comerciais (incluindo restauração) e zonas verdes, com cerca de 2.300 m², que contribuem para o conforto dos utilizadores em qualquer estação do ano. Será um espaço no qual todas as pessoas poderão circular em segurança, independentemente do seu grau de mobilidade e idade. A insolação, bem como a protecção dos ventos dominantes, contribuem para o conforto oferecido aos seus utilizadores.

A definição de uma praça contida, mas generosamente aberta ao exterior e a Sul permite, por um lado, a articulação do sistema de circulações pedonais proposto com a área envolvente e por outro, possibilita a concretização de um aspecto fundamental para a qualidade vivencial do sítio: - atrair os transeuntes para o interior da praça, para um espaço protegido e controlável em termos ambientais, garantido a acessibilidade para Norte, Sul e Poente através de atravessamentos em galeria, sob os volumes edificados (Tirone, 2005).



Figuras 106 e 107 – Perspectivas do exterior do edifício existente, no cruzamento da Av. De Pádua e Av. Infante D. Henrique, e do interior da Praça Pública (Fonte: Plano de Pormenor Projecto Urbano Parque Oriente, volume 2)

Mobilidade de baixo impacte – Carpooling – Partilha de automóveis

No plano está prevista a implantação de um clube de partilha de automóveis, mais um projecto inovador que se integra no projecto urbano Parque Oriente, com o objectivo de reduzir o número de veículos automóveis estacionados e em circulação na cidade. Este projecto torna-se possível pelo facto de existirem excelentes acessibilidades aos transportes públicos nesta zona, seja a estação de Metropolitano de Cabo Ruivo, com acesso directo da Praça Oriente, quer a Gare do Oriente a 500m.

ENERGIA

No presente plano pretende-se introduzir as mais adequadas tecnologias disponíveis na área da energia, na perspectiva do 'business as usual' e com o objectivo de todas as áreas de inovação implementadas virem a ser replicadas para toda Lisboa.(LT)

Em parceria com a ECOGEN, é implementada uma central de micro-geração (electricidade e calor), que irá fornecer calor aos edifícios de habitação e apenas aos edifícios de escritórios a electricidade.

Medidas a adoptar no Parque Oriente

- Reduzir as necessidades energéticas de cada fracção autónoma (nos sectores de habitação e terciário) para alcançar o grau de conforto térmico (de aquecimento e arrefecimento) desejado pelo utilizador final em, pelo menos 50%, através da implementação das tecnologias solares passivas na concepção/construção do edifício. (Note-se que a referência para a redução de consumos será o actual RCCTE /RSECE);
- Introdução de uma central de micro-geração para a produção local de electricidade e de calor. A electricidade produzida será fornecida às fracções de escritórios e o excesso será vendido à rede (EDP). O calor será fornecido às fracções para aquecimento e possivelmente para o apoio de calor ao sistema solar térmico;
- Sistema de monitorização contínua, com 'display' dinâmico, em tempo real e didáctico no Centro para Construção Sustentável do Parque Oriente. No âmbito da energia, espera-se então poder comunicar o grau de eficiência energética do edifício em tempo real aos seus utilizadores, este facto poderá sensibilizar e estimular o comportamento dos utilizadores, no sentido de uma utilização mais racional da energia.
- No caso de se demonstrar como viável, será implementado um sistema de produção de electricidade por via de painéis fotovoltaicos integrados nos edifícios de escritórios. Este sistema contribuirá em primeira linha para as necessidades energéticas dos circuitos de segurança e em segunda linha para o abastecimento de electricidade de automóveis eléctricos.

Micro-geração

Existirá um sistema de micro-geração, em co-geração, produzindo simultaneamente calor e electricidade. Este deve ser do tipo de motor de combustão interna, queimando gás, na forma de uma unidade integrada que se instala na casa das caldeiras, do edifício. Sistemas destes variam entre os 15kW e 1MW e podem utilizar uma vasta gama de combustíveis, gás, óleo, lenha, palha, lixo e energia solar. São em geral bem sucedidos em urbanizações densas de uso misto.

Colectores Solares

Utilização da energia renovável do sol em sistemas solares térmicos para o aquecimento das águas quentes domésticas em cada edifício, com o apoio de um sistema central de gás natural também em cada edifício ou, a micro-geração à escala do empreendimento. A introdução de sistemas de painéis solares térmicos para produção de água quente de consumo, reduz consideravelmente os consumos de energia por parte dos utilizadores, cuja factura do aquecimento da água doméstica de consumo pode diminuir em 75%.

MATERIAIS

A inovação ao nível do uso de materiais no Parque Oriente, prende-se, não só com a escolha de materiais a usar, como também, na aplicação de métodos e planos, que procurem reduzir o impacto da construção na exploração de materiais enquanto recurso natural.

Assim, a escolha de materiais prendeu-se por materiais não tóxicos, de gasto energético reduzido, reutilizáveis e duráveis. Procura-se fazer uma utilização racional dos materiais, através da opção por materiais mais duradouros, tendo em conta o seu ciclo de vida, assim como, pelo uso de materiais reutilizáveis, e conseqüente redução dos desperdícios em obra.

Uso de materiais ecológicos: na aceção mais abrangente possível – que assegurem uma durabilidade adequada, a qualidade do ambiente exterior (também estética) e interior; o conteúdo energético dos materiais; as implicações ambientais da sua obtenção na natureza e sucessivo processamento fabril (Tirone, 2005).

Utilização racional dos recursos / materiais, além de reduzir a quantidade de matéria prima não renovável utilizada, nos materiais contemplados será tido em consideração a sua origem, o seu processo de fabrico, as suas emissões para a atmosfera, a energia incorporada (*embodied energy*), a sua durabilidade, a sua manutenção (facilidade de reparação), a sua reutilização e o seu potencial de reciclagem.

O impacte ambiental dos materiais utilizados na construção dos edifícios será um dos factores de selecção destes materiais. Idealmente, o impacte ambiental dos materiais, deverá ser avaliado tendo em atenção todo o seu ciclo de vida (fabrico, utilização, eventual reciclagem e depósito). Além do mais, deverá considerar os seguintes aspectos: - emissões de CO₂; - potencial de depleção da camada de ozono; - contaminação dos recursos aquíferos; - contaminação atmosférica e o uso de metais pesados.

Medidas a adoptar no Parque Oriente:

- Será minimizada a utilização de equipamentos que necessitem, para o seu funcionamento, de fluidos que degradem a camada de ozono ou de elevado potencial de efeito de estufa.
- Toda a madeira utilizada será proveniente de florestas adequadamente exploradas. Este cuidado deverá ser estendido à eventual utilização de contraplacados e outros derivados;
- Será favorecida a utilização de materiais que incorporem resíduos resultados da demolição do antigo edifício (ex.: materiais para enchimentos, etc.);
- Salvaguarda do destino final, de materiais não utilizáveis, resultantes da demolição do antigo edifício, assim como a definição de condições de demolições adequadas para os materiais que necessitem de tratamento especial (amianto, entre outros).
- Será privilegiada a utilização de materiais cuja produção / instalação não implique um grande consumo de energia;
- Será evitado o recurso a materiais de isolamento térmico cuja produção ou aplicação implique o recurso a substâncias que degradem a camada de ozono.
- A fachada do edifício é envolta com isolamento térmico, permitindo a protecção mecânica e térmica dos materiais das paredes exteriores, prolongando a sua longevidade.
- Os materiais utilizados não incluirão quaisquer elementos constantes da lista “Substâncias Proibidas” entre eles (Chumbo, carbono e sulfato; Asbestos; Arsénico (compostos); Mercúrio) e serão evitados materiais que incluam elementos constantes da lista “Substâncias a Evitar” dos quais (Benzeno; Solventes Clorados; PCB, PCT; Cádmiu; Rádón; Cromo para

preservação; Creosote; Dióxido de Carbono (CO₂); Dióxido de Enxofre (SO₂); CFC's; Ácido Clorídrico (HCl); Metais Pesados; Formaldeído) (ver listas).

AMBIENTE INTERIOR

Conforto ambiental e qualidade do ar interior

A qualidade do ar interior tem um impacte crescente sobre a qualidade de vida das pessoas e está na origem de algumas doenças, em particular nas alergias de foro respiratório.

Medidas a adoptar no Parque Oriente:

- Minimizar o grau de toxicidade dos materiais de revestimento;
- Dimensionar correctamente todos os sistemas de ventilação, muitas vezes são os próprios sistemas de ventilação que, por não serem adequadamente mantidos, se tornam nos principais focos de contaminação do ar.
- Garantir a permeabilidade das superfícies em contacto com o ar interior, permite que o edifício 'respire' entre o interior e o exterior, nomeadamente, no que se refere à passagem de vapor.
- A melhor selecção de materiais de construção e revestimento, usando as técnicas mais actuais de verificar os níveis de emissão dos materiais e de, por essa via, garantir a qualidade da sua prestação ambiental em termos de baixa emissão de substâncias nocivas.

Acústica

Pelo facto de o projecto se situar na proximidade de dois eixos viários de dimensões e tráfegos significativos, a Av. Infante D. Henrique e a Av. De Pádua, era imperativo fazer uma análise do impacte acústico que estes tinham sobre o edificado. Nesse sentido foram realizadas medições em três pontos distintos, um localizado na Av. de Pádua junto ao extremo Oeste da área de intervenção, um segundo, localizado no cruzamento entre a Av. de Pádua e a Av. Infante D. Henrique, e finalmente, um terceiro localizado na Av. Infante D. Henrique junto ao extremo Sul da área de intervenção. (Ver ANEXO_2)

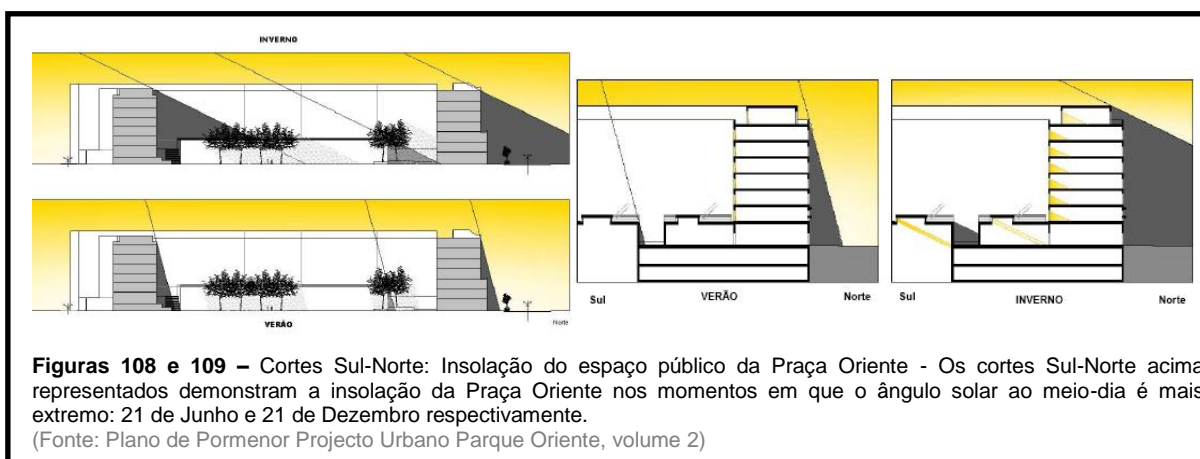
Atendendo ao contexto urbano em que se insere, os edifícios propostos na área de implantação do Projecto Urbano Parque Oriente contam com espessuras de vidro, nos vão envidraçados, de 6mm e 8mm (sendo o vidro exterior mais espesso e algumas fachadas compostas por dois vidros laminados), por forma a garantir o isolamento acústico necessário, de 30 até 39 dB (dependendo da exposição das fachadas ao ruído exterior). Os vidros duplos para além de garantirem o isolamento térmico dos edifícios permitem também o seu isolamento acústico (Tirone, 2005).

De forma a dar cumprimento à lei do ruído, os edifícios que têm fachadas expostas a estes níveis de ruído são edifícios de escritórios. Complementarmente são previstas medidas de minimização ao nível do isolamento sonoro proporcionado pela fachada, por forma a que o ruído no interior de habitação seja caracterizado por LAeq ≤ 35 dB(A) (Tirone, 2005).

ILUMINAÇÃO NATURAL

A orientação dos edifícios é tida em conta na definição e no dimensionamento das áreas envidraçadas. Um correcto dimensionamento dos vãos na fachada a Sul da edificação e orientação solar que receba insolação directa nas horas de maior intensidade solar, permitem melhorias em cerca de 30% do comportamento energético-ambiental do edifício. As vantagens da orientação a Sul prendem-se com o facto do ângulo solar do meio-dia de Inverno (26°) ser consideravelmente inferior, em relação ao ângulo solar do meio-dia de Verão (75°). Por consequência desta característica sazonal, o Sol de Inverno consegue penetrar em profundidade os espaços com janelas orientadas a Sul, onde o Sol de Verão não o consegue (Tirone, 2005).

O dimensionamento dos vãos envidraçados consoante a sua orientação, com base nos resultados do cálculo térmico, torna possível otimizar os ganhos solares durante todas as estações. Foi também tomado em conta a colocação de sombreamentos exteriores adequados, que eliminam a incidência de raios solares excessivos durante os meses quentes do ano.



ÁGUA

A conservação da água assume, necessariamente, um papel emergente e incontornável. A recolha sistemática de águas pluviais e seu armazenamento bem como a depuração e reutilização de águas cinzentas produzidas pelo empreendimento constituem apostas essenciais do Parque Oriente.

Consumo

A conservação da água, é possível através da redução dos consumos correntes pelos utilizadores, através de um conjunto de medidas, sem por isso alterar o conforto resultante para o utilizador final.

Medidas a adoptar para o racionamento do consumo de água potável:

- Redutores de fluxo nas torneiras, com capacidade de redução do volume de água consumida até 50%;
- Reciclagem de águas cinzentas e pluviais, de modo a serem utilizadas nas descargas das sanitas, máquinas de lavar roupa e louça, na rega dos espaços verdes e na lavagem de automóveis;
- Aquisição de electrodomésticos de classe A, com baixos consumos de água;
- Contagem de águas potáveis da rede e das águas recicladas por telemetria;

- Instalação de um sistema de monitorização contínua;
- Acordos de cooperação com a EPAL

Tratamento

Será implantado um sistema de tratamento de águas cinzentas de forma a diminuir o consumo de água potável. Serão recicladas as águas cinzentas (provenientes das máquinas de lavar, dos lava-loiças, lavatórios, bidés e duchas) e as águas pluviais. Estas serão utilizadas nas descargas das sanitas, nas máquinas de lavar roupa e loiça, na rega dos espaços verdes e na lavagem dos automóveis e dos espaços exteriores. (Ver diagrama em Anexo)

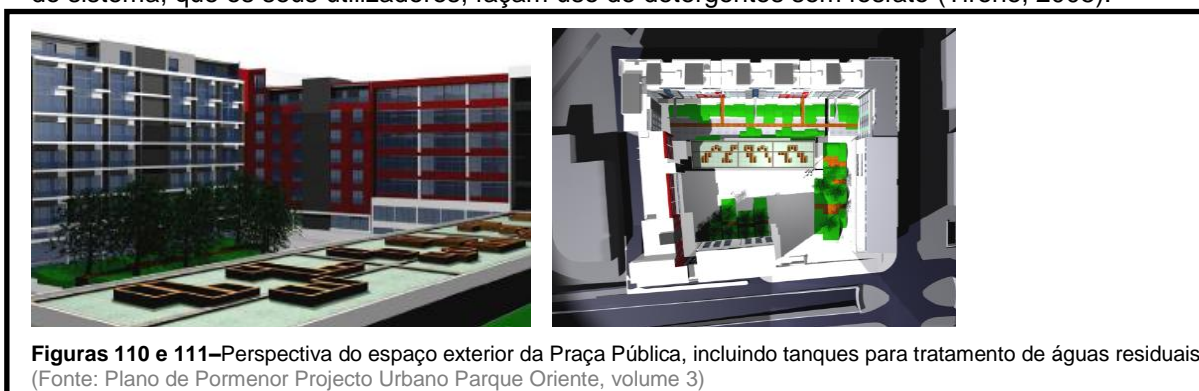
Será certamente a primeira aplicação de um sistema de reciclagem de águas cinzentas e de águas da chuva à escala do contexto urbano em Portugal, mas existem exemplos de tais aplicações na Europa. As tecnologias que aqui se pretendem implementar têm por base o sistema 'Living Machine' desenvolvido durante os últimos 10 anos pela empresa Dinamarquesa EBO Consult A/S2 (Tirone, 2005).

Funcionamento da Living machine por fases:

Etapa 1: Fossa Séptica – Nestes tanques, começa o tratamento em regime anaeróbio, em que se promove a sedimentação e floculação dos sólidos em reservatórios fechados. A evacuação dos gases libertados será objecto de tratamento, de modo a não causar maus cheiros. As lamas serão periodicamente retiradas e serão devidamente acondicionadas para deposição em aterro sanitário.

Etapa 2: Lagos vivos – Num tanque aberto à atmosfera e à luz do sol, no qual existirão, peixes e plantas a crescer, a água reciclada é revitalizada após a Etapa 1, sendo oxigenada por um conjunto de bombas de baixa potência;

Etapa 3: Filtro – Para garantir a eliminação de todas as bactérias nocivas, a última fase do tratamento da água reciclada é a passagem por um filtro ultra-violeta. A água reciclada, agora pronta para consumo nas descargas das sanitas, nas máquinas de lavar roupa e de lavar loiça, ou rega dos espaços verdes do Parque Oriente e lavagem dos espaços exteriores, é armazenada em depósitos estanques. A água encontra-se assim em reservatórios, que terão uma capacidade igual ao consumo diário, o que cria uma renovação diária dos caudais. É nestes depósitos estanques que é abastecida água potável da rede, caso exista tal necessidade, com as garantias de que não existirá contaminação das águas da rede. É uma condição importante, para o bom funcionamento do sistema, que os seus utilizadores, façam uso de detergentes sem fosfato (Tirone, 2005).



Figuras 110 e 111—Perspectiva do espaço exterior da Praça Pública, incluindo tanques para tratamento de águas residuais (Fonte: Plano de Pormenor Projecto Urbano Parque Oriente, volume 3)

Existirá um sistema de distribuição de água reciclada, para utilização nas sanitas e máquinas de lavar, com origem no sistema de tratamento de águas cinzentas. Este sistema será paralelo ao sistema de água potável e terá contagem própria (Tirone, 2005).

Ao nível das águas pluviais, essenciais para a utilização deste sistema, encontra-se prevista a sua utilização directamente nos tanques de arejamento do sistema de tratamento numa área cerca de 1050m². E existirão no arruamento interno, infra-estruturas de drenagem de águas pluviais em paralelo ao colector de drenagem de águas residuais (Tirone, 2005).

Apesar da iniciativa de criar um precedente replicável, na área da utilização racional do recurso natural, água, não encontrar ainda enquadramento nos planos estratégicos e de planeamento da Câmara Municipal de Lisboa, nem na estratégia empresarial da concessionária EPAL; o principal desafio intrínseco desta iniciativa é lançado a estas entidades. É, com a realização do projecto Parque Oriente, criada a oportunidade de definir os processos relevantes para o alargamento das boas práticas implementadas no mesmo, para as replicar de forma integrada na cidade de Lisboa (Tirone, 2005).

ACESSIBILIDADE E INTERACÇÃO COM A COMUNIDADE

O presente Plano visa criar uma comunidade de usos diversificados, aberta, sustentável e acessível a todos. Segundo as melhores práticas de Sustentabilidade urbana, incentiva a definição de uma comunidade diversa e compacta, não baseada na dependência do automóvel, tal qual como acontece na prática comum, dos subúrbios, em que a cidade se espalha, sob o efeito de mancha de óleo.

Procura construir assim uma comunidade que participa no bom funcionamento das estruturas e infra-estruturas criadas, que interage sem barreiras e que contribui para o seu desenvolvimento contínuo. Estimulando estes, através da implementação dos seguintes meios:

- Identidade e carácter do espaço urbano;
- Diversidade de cor, textura, volume, tipologia, uso;
- Flexibilidade para vir a responder a necessidades futuras e hoje desconhecidas;
- Acessibilidade completa e inclusão social;
- Distinção clara entre espaços públicos, privados de utilização colectiva e privados;

EDIFÍCIO SOLAR XXI – Arq. PEDRO CABRITO

O edifício Solar XXI é um edifício de escritórios e laboratórios, parte integrante do campus do INETI (Instituto Nacional de Engenharia Tecnologias e Inovação), localizado no Lumiar, em Lisboa. O objectivo principal deste projecto consistia na construção de um edifício de escritórios de baixos consumos energéticos, que integrasse de uma forma harmoniosa e equilibrada o uso de tecnologias renováveis com um bom desenho solar passivo da arquitectura e ao mesmo tempo permitir associar os seus objectivos à sua imagem final.

Com uma área total de 1500m² distribuída por três pisos, um deles parcialmente enterrado, apresenta uma forma triangular em planta, cujo lado de maior dimensão está orientado a Sul. Este constitui a fachada principal, assim como o foco de principal destaque do edifício, uma fachada predominantemente constituída por painéis fotovoltaicos.



DESENHO SOLAR PASSIVO

Aborda na sua concepção várias vertentes do desenho solar passivo, tomando este como um parâmetro fundamental para a construção de um edifício sustentável. Entre as suas várias vertentes, dá especial foco à iluminação e ventilação natural, como alternativas viáveis às práticas comuns baseadas em sistemas mecânicos, ao mesmo tempo que permite uma resposta eficiente na redução de consumos energéticos.

Além do foco dado a estas vertentes, dá também importância a métodos construtivos passivos, como a aplicação de isolamento pelo exterior, ou a utilização de sistemas de sombreamento e de dimensionamento correcto dos vãos; todos estes são contributos importantes do seu desenho solar passivo, para a criação de um edifício de baixos consumos energéticos.

AQUECIMENTO E ARREFECIMENTO

A maximização de ganhos solares térmicos pela fachada Sul, através de um correcto dimensionamento dos vãos, permite o aquecimento das divisões em período de estação fria. A acrescentar a isto, faz uso de isolamento pelo exterior, para impedir a circulação de baixas temperaturas do exterior para o interior do edifício. Adota também um sistema de painéis solares térmicos na cobertura para aquecimento de água, de forma a assistir o sistema de aquecimento existente no edifício.

As principais estratégias de arrefecimento implementadas consistem na protecção dos ganhos solares indesejados e na implementação de sistemas que permitam, quer a ventilação nocturna quer o arrefecimento pelo solo. No caso da protecção aos ganhos solares indesejados, uma das medidas consistiu na aplicação de um bom isolamento térmico pelo exterior do edifício que impede a passagem de temperaturas altas para o interior. Outra consistiu no uso de sombreamentos, que consistem em estores metálicos posicionados pelo lado exterior dos vãos, controláveis pelo utilizador, que impedem a entrada de radiação solar excessiva para o interior. A estratégia de ventilação nocturna baseia-se no sistema de ventilação cruzada natural, que permite a entrada de temperaturas mais frescas em período nocturno, de forma a regular as temperaturas quentes do

período diurno. As estratégias de ventilação cruzada como do arrefecimento pelo solo podem-se encontrar mais detalhadas no ponto sobre ventilação natural.

ILUMINAÇÃO NATURAL

O interior do edifício apresenta um excelente nível de iluminação natural para o qual contribuem vários aspectos: todas as salas a Sul têm vãos exteriores com grandes áreas de envidraçados; as portas de comunicação com o corredor possuem bandeiras translúcidas e a zona central do edifício é atravessada por um poço de luz comum aos 3 pisos, com clarabóia ao nível da cobertura (INETI, 2005). As salas orientadas a Norte, além de obterem iluminação vinda do corredor, possuem também, vãos orientados para uma parede exterior cega que funciona como um elemento reflector de luz, facilitando a obtenção de um excelente nível de iluminação.

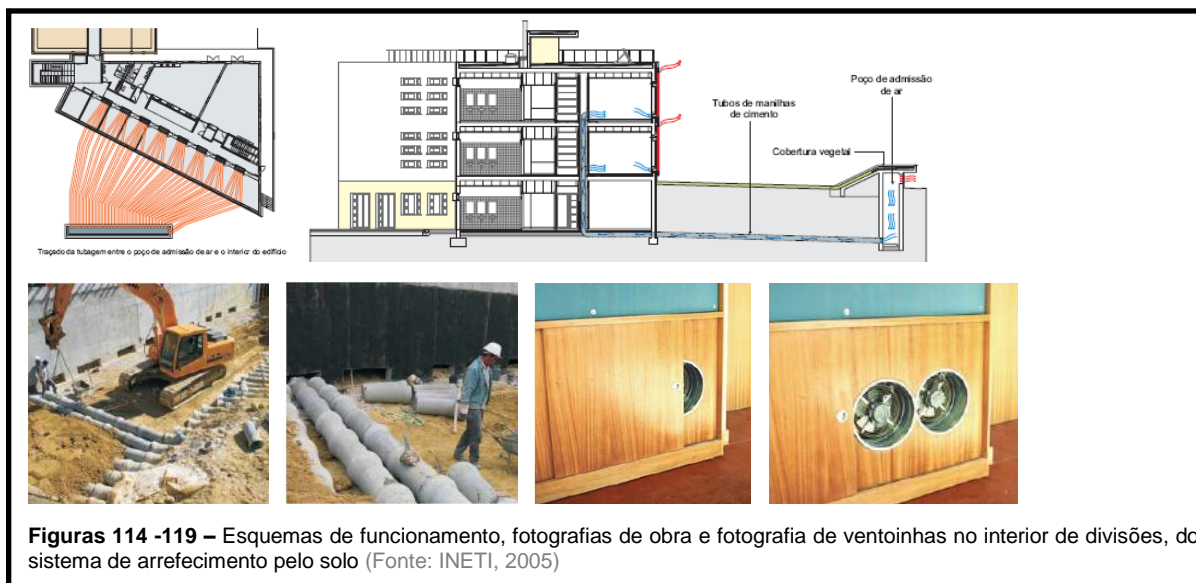
VENTILAÇÃO NATURAL

Ventilação cruzada

As aberturas nas diferentes fachadas foram projectadas de forma a permitir uma ventilação transversal (norte-sul ou sul-norte) que possa “varrer” as salas e todo o edifício. Esta situação é possível pela existência de bandeiras superiores de lâminas reguláveis em todas as portas e vãos interiores, que coexistem com o poço central de iluminação que, por sua vez, permite uma ventilação ascensional por efeito de chaminé, uma vez que no topo do poço se encontram aberturas motorizadas. (INETI, 2005)

Arrefecimento pelo solo, através de sistema de tubos enterrados

Quanto ao sistema de arrefecimento pelo solo, (que constitui a inovação maior no conjunto de estratégias de arrefecimento idealizadas para este edifício), caracteriza-se como um sistema passivo de ventilação natural, cuja ideia fundamental consiste no aproveitamento das amenas temperaturas do solo, que no período de Verão podem variar entre os 17 e os 19°C, enquanto a temperatura do ar pode subir até aos 35°C. A montagem deste sistema consistiu na colocação de 32 tubos de manilhas de cimento (com um diâmetro de 30 cm) enterradas a 4,6 m de profundidade, e que permitem a canalização de ar natural proveniente do exterior, que funcionam como um “permutador de calor” permitindo a “transferência de calor” da fonte fria, o solo, com ar circulante nas manilhas, arrefecendo-o, e assim, permite injectar ar fresco no interior do edifício. Este ar fresco circula no interior do edifício por tubos de PVC, no interior de ductos verticais que fazem a ligação aos gabinetes no piso 1 e 2, aí os utilizadores controlam a entrada de ar fresco para estes espaços fazendo uso de aberturas munidas de ventoinhas. Este sistema só está implantado nos gabinetes orientados a Sul, visto que são estes que mais sofrem com o sobreaquecimento nos dias mais quentes, as salas orientadas a Norte não padecem deste problema. Em testes realizados durante o período de Setembro de 2007, pôde-se verificar que através do uso deste sistema, com as entradas de ar abertas, permitindo a circulação de ar para o interior, que a temperatura à entrada da abertura eram 5°C menores que as da sala, e que permitiam que a temperatura da sala pudesse reduzir 3°C como resultado. (Ver ANEXOS)



Figuras 114 -119 – Esquemas de funcionamento, fotografias de obra e fotografia de ventoinhas no interior de divisões, do sistema de arrefecimento pelo solo (Fonte: INETI, 2005)

Ventilação pela fachada – caixa-de-ar de painéis fotovoltaicos

A opção pela integração do sistema de painéis fotovoltaicos na fachada foi o resultado da evolução do estudo, do que seria a integração mais harmoniosa deste tipo de sistemas com o desenho arquitectónico, o resultado final pela opção da colocação dos painéis acoplados na fachada em posição vertical, foi o resultado da opção de conciliação do objectivo primário dos painéis fotovoltaicos como produtores de energia com o objectivo secundário de funcionamento como dispositivos de aproveitamento térmico e de ventilação natural pela fachada do edifício.

Na estação de Inverno o utilizador pode abrir os orifícios que dão para o interior da divisão permitindo que o ar circule, pela câmara de ar entre a parede e o painel, aquecendo em contacto com estes, que se encontram a uma temperatura superior, voltando a entrar na divisão a uma temperatura agora superior e assim aquecendo a divisão. Na estação de Verão pode-se optar ora pelo arrefecimento das paredes exteriores, incentivando a circulação do ar exterior pela câmara-de-ar, de forma a que este não fique estanque e aqueça; ou então pode-se optar por expulsar o ar quente interior através da abertura do orifício inferior permitindo que ar quente saia pela câmara-de-ar para o exterior. Na estação da Primavera para aquecimento do espaço interior pode-se permitir a entrada de ar exterior para o interior, circulando primeiro pela câmara de ar de forma a aquecer, através do contacto com a parede e o painel, entrando assim para o interior a uma temperatura superior à exterior (ver figura seguinte).

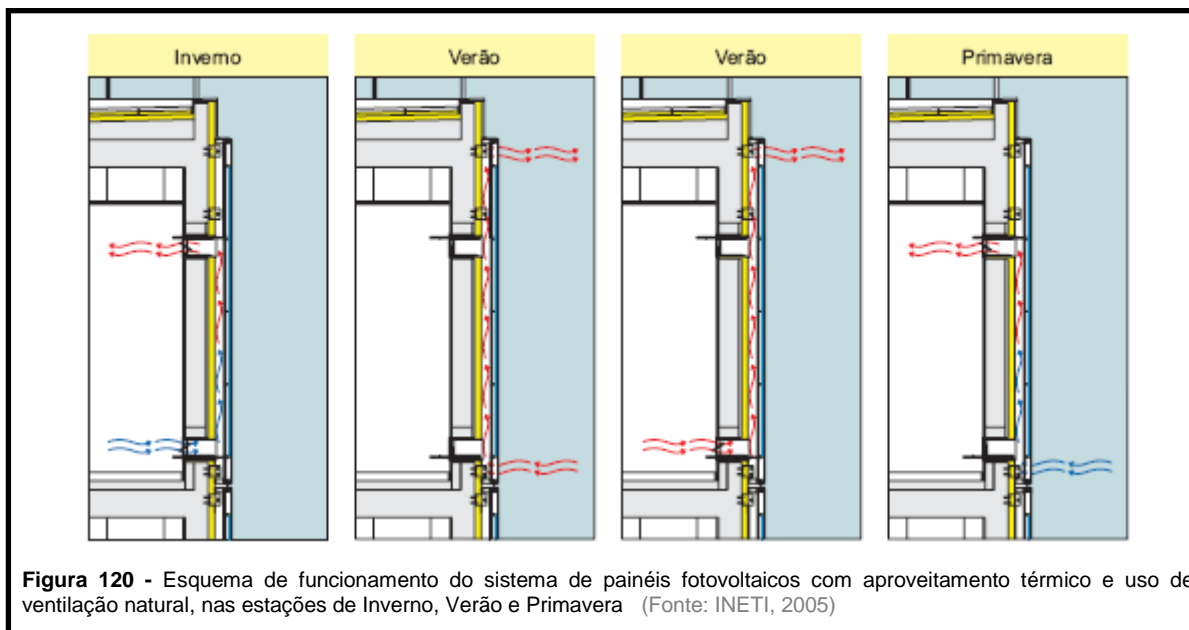


Figura 120 - Esquema de funcionamento do sistema de painéis fotovoltaicos com aproveitamento térmico e uso de ventilação natural, nas estações de Inverno, Verão e Primavera (Fonte: INETI, 2005)

ENERGIA – SISTEMA DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

Ao nível do uso de energias alternativas. Integra na sua fachada Sul um conjunto de módulos de painéis fotovoltaicos do tipo silício multicristalino, com uma potência de 12 kWp, completando uma área total de 95m². Estes, posicionados em posição vertical integrados na fachada, para as condições específicas do clima de Lisboa, permitem um fornecimento directo de energia eléctrica, de fonte limpa, superior a cerca de 11,5 MWh.ano. Está implantado também um sistema de painéis fotovoltaicos, de silicone amorfo, de 6 kWh, como cobertura do parque de estacionamento exterior, com uma igual área de 95m², apresentando uma inclinação de 15°, fornecendo adicionalmente 8 MWh.ano de energia a somar à produzida no edificado. No seu conjunto poderão constituir entre 70 a 80% da energia necessária para consumo de equipamentos eléctricos e iluminação do edificado, evitando a produção de mais de 8 ton de CO₂.

Através da monitorização dos últimos dois anos foi possível concluir, que em média, por dia o sistema de painéis fotovoltaicos produz um total de 53,7 kWh, e que o consumo diário de electricidade do edifício, em média ronda os 74,6 kWh, conclui-se assim que o sistema fotovoltaico, pode contribuir, em média, para a produção de 72% das necessidades energéticas do edificado. Durante os anos de 2006 e 2007 registaram-se um total de produção de energia de 19,4 MWh e 20,2 MWh respectivamente.

De denotar que o sistema fotovoltaico integrado na fachada, produz uma quantidade menor de energia face à radiação incidente, em relação ao sistema do parque de estacionamento, isto deve-se a uma menor radiação solar que incide directamente na sua superfície, resultado, deste não estar na melhor inclinação face à latitude, com a qual se obteria um maior rendimento, visto ter-se optado pelo seu posicionamento na vertical.

Desta monitorização pôde-se concluir satisfatoriamente que os sistemas fotovoltaicos instalados apresentam um desempenho muito bom, resultando isto, como já foi referido, em contributo directo para as necessidades energéticas e em poupanças do consumo energético da rede eléctrica.



Figuras 121 e 122 – Fotografias do edifício Solar XXI e respectivo parque de estacionamento integrando painéis fotovoltaicos (Fonte: INETI, 2005)

ASPECTOS CONSTRUTIVOS

Em termos construtivos é um edifício constituído por paredes simples de alvenaria de tijolo de 22 cm de espessura, isoladas pelo exterior com 6 cm de poliestireno expandido, correspondendo a um valor de $U= 0,5\text{W/m}^2 \text{ K}$. A laje de cobertura é maciça, isolada pelo exterior com 10 cm de isolamento (5 cm de poliestireno expandido + 5 cm de poliestireno extrudido) perfazendo um $U= 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$; o pavimento em contacto com o solo é igualmente isolado com 10 cm de poliestireno expandido.

Os vãos são constituídos por vidro duplo incolor com um $U= 2,6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, protegidos por estores exteriores de lâminas reguláveis, o que conduz a factores solares de Verão na ordem de $F_s= 0,09$. A solução do isolamento pelo exterior conduz naturalmente a uma situação de ausência de pontes térmicas (INETI, 2005).

Do ponto de vista da Regulamentação Térmica de Edifícios em Portugal, e de acordo com a nova regulamentação que vai entrar em vigor, muito mais exigente do que a actual, o edifício cumpre os seguintes requisitos:

$$\mathbf{N_{ic} = 6,6 < N_i = 51,5 \text{ kWh/m}^2 \text{ ano}}$$

$$\mathbf{N_{vc} = 24,8 < N_v = 32,0 \text{ kWh/m}^2 \text{ ano}}$$

N_{ic} - Necessidades de aquecimento

N_i - Necessidades de aquecimento de referência

N_{vc} - Necessidades de arrefecimento

N_v - Necessidades de arrefecimento de referência

De referir igualmente que foi realizado um questionário aos utilizadores do edifício Solar XXI, de forma a aferir as suas opiniões face ao conforto, desempenho ambiental, assim como à importância da adopção de práticas inovadoras presentes no edifício (ver ANEXO 2).

Este questionário contou com a participação da maioria dos ocupantes do edificado.

Deste questionário concluiu-se que os seus utilizadores estavam sensibilizados para o facto de ocuparem um edifício quer inovador, quer sustentável, destacando-o como um exemplo dentro do panorama português. Considerando como ponto mais inovador a investigação, estudo e monitorização do comportamento ambiental do edifício, seguido de inovações ao nível do desenho arquitectónico do edifício, assim como na integração de sistemas energéticos e de sistemas de ventilação natural.

Questionados sobre que outras práticas inovadoras poderiam ser integradas no edificado, alguns ocupantes colocaram a hipótese de instalação de uma microturbina eólica e de sistemas de aquecimento e arrefecimento auxiliar solar para as salas a Norte.

Destacaram igualmente que o edifício apresentava uma estética inovadora, considerando este aspecto importante. Foi relatado também que na maioria dos casos faziam uso dos sistemas de ventilação passivos aí instalados e que se sentiam num ambiente mais saudável em relação a outros com climas artificiais. A maioria relata também que se sentiam mais informados em relação ao desempenho ambiental dos edifícios, por trabalhar neste e que tinham acesso a informação sobre o seu desempenho ambiental.

Resultando assim na criação de um ambiente de trabalho que oferece uma ponte de ligação entre os valores defendidos pela própria instituição e a sua concretização sobre a forma de uma construção física.

Pode-se igualmente concluir que a aplicação de boas práticas do desenho arquitectónico, tendo em conta a melhoria do desempenho ambiental do edifício, permite colocar o utilizador em primeiro plano focando o seu conforto e felicidade no local de trabalho.

COMPARAÇÕES E CONCLUSÕES DOS CASOS DE ESTUDO

Os casos de estudo acima descritos apresentam a escolha dentro de um universo diverso e rico que é o da Arquitectura sustentável. Foram aqui analisados casos que apresentam conceitos, atitudes, práticas e resultados distintos. Estes tinham em comum o desígnio de recorrerem à inovação como uma mais valia para atingirem os seus objectivos na criação, quer de práticas, sistemas, ou resultados que apresentassem um produto mais sustentável.

A aposta destes pela aplicação de técnicas inovadoras, não só resultou em benefícios na redução dos impactes ambientais directos sobre a exploração de matérias-primas, como também na redução do consumo energético, ao mesmo tempo que se tornaram um marco; criando uma imagem e fonte de inspiração para outros arquitectos.

Os casos de estudo aqui expostos são o resultado de uma escolha que primou pela diversidade, quer de dimensão e função, quer na inovação em diferentes parâmetros da Sustentabilidade ao nível do edificado.

Assim destaca-se o caso de estudo da Torre Hearst como exemplo do que mais inovador é realizado ao nível da construção de escritórios, numa abordagem global dos diferentes parâmetros da Sustentabilidade. Desde o momento de selecção do local, fazendo a reabilitação do edifício de princípio de século da antiga sede; passando pela estrutura do edificado, fazendo uso de 90% de aço reciclado; e destacam-se também entre outras opções, pelas poupanças no consumo de água em 6435m³ e em 25% no consumo eléctrico global.

No caso do Bahrain World Trade Center destaca-se pela integração inovadora de um sistema de geração de energia eólica em grande escala ao nível do edificado. Integrando três turbinas eólicas de 29m de diâmetro, com uma capacidade de produção de 1300 MWh por ano.

No caso Masdar Headquarters enquanto sede para um projecto da cidade do futuro apoiado em práticas sustentáveis, com objectivos de baixo consumo de energia e sustentabilidade energética, procura também o edifício dar o exemplo, sendo este um edifício que pretende ser regenerativo, capaz de produzir uma quantidade de energia de fontes renováveis superior ao seu consumo energético total. Práticas de desenho passivo, com controlo de iluminação e ventilação natural aliadas à produção de energia através de fonte solar e eólica permitem uma produção total de 3% de energia positiva em relação ao consumo energético total.

A California Academy of Sciences destaca-se pela sua interacção com a comunidade pela construção de um edifício dedicado ao ensino de valores ambientais, mas principalmente pela inovadora cobertura verde preenchendo a quase totalidade da extensão do piso superior, criando um espaço natural com 1 hectare de tamanho albergando ecossistemas e contribuindo para a diminuição do efeito de ilha de calor.

O Parque Oriente projectado para a cidade de Lisboa demonstra-se como um exemplo inovador de práticas sustentáveis ao nível do quarteirão, com uma abordagem global quer nas habitações, escritórios ou na definição de comunidade, feita de uma forma sustentável. A sua abordagem feita desde a selecção do local possibilitando a reabilitação quer de parte de um

edificado degradado, quer da totalidade da sua área de inserção, possibilita quer a preservação da memória do local, assim como o aproveitamento material da antiga construção. Para contribuir para essa definição de comunidade são também importantes a elaboração de estratégias de integração de equipamentos públicos no quarteirão, assim como a relação de proximidade com outras amenidades já existentes. Para este facto contribui também a ligação directa a transportes públicos, como é o caso da estação de metro de Cabo Ruivo. Destacam-se também boas práticas sustentáveis na escolha dos materiais e no desenho solar passivo, privilegiando a ventilação e iluminação natural. Destaca-se como um dos principais contributos para a inovação do projecto a integração de um sistema de tratamento de águas cinzentas e pluviais através de plantas macrófitas, inédito ao nível do quarteirão em Portugal.

Por último o caso de estudo do edifício solar XXI, do INETI, cujo objectivo era a construção de um edifício de escritórios e investigação, que pudesse aliar as melhores práticas do desenho solar passivo à produção de energias renováveis com uma integração harmoniosa com o desenho arquitectónico. Inovando em práticas de ventilação natural passiva e de integração de painéis fotovoltaicos integrados na fachada, que aliados aos painéis instalados no parque de estacionamento conseguem produzir em média 20MWh por ano de energia de fonte renovável.

Fazendo uso do sistema de avaliação LiderA foi possível aferir de uma forma mais clara como as medidas propostas pelos casos de estudo se traduziram em reduções do impacto no meio ambiente, permitindo avaliar de uma forma rigorosa o desempenho ambiental dos vários casos face a um leque variado de parâmetros da Sustentabilidade.

Assim após uma análise da tabela comparativa de casos de estudo face ao nível de inovação (ver ANEXO_3) foi possível fazer a sua avaliação e comparação de uma forma clara.

De entre os vários casos destacam-se o edifício Solar XXI, assim como o Parque Oriente, como os que empregam maior número de práticas inovadoras na totalidade dos parâmetros avaliados. Sendo que cada um destes fez um total de sete parâmetros inovadores. Estes resultam de uma abordagem transversal à aplicação de práticas inovadoras nos vários parâmetros da sustentabilidade, procurando como metodologia alcançar metas de excelência ao nível do desempenho ambiental. Demonstra-se assim que é também possível em Portugal, procurar e executar práticas que se posicionem fora da prática comum.

A título comparativo foram também listados os casos que mais se destacavam segundo as vertentes de avaliação do sistema Lidera (ver ANEXO_3). Destacando-se entre estes, o Parque Oriente, ao nível do Local e Integração; o Edifício Solar XXI, ao nível dos Recursos; a California Academy of Sciences, ao nível das Cargas Ambientais; o Edifício Solar XXI, ao nível do Ambiente Interior; a California Academy of Sciences e o Parque Oriente, ao nível da Durabilidade e Acessibilidade; e o Edifício Solar XXI e o Parque Oriente, ao nível da Gestão Ambiental.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÃO

O trabalho aqui desenvolvido propunha-se analisar a inovação na Arquitectura face ao seu desempenho ambiental. Este propósito surgiu da procura por novas soluções dentro da prática da Arquitectura, de forma a responder a novos paradigmas e responsabilidades da indústria da construção, propondo, de um ponto de vista académico, procurar soluções, técnicas ou ideias inovadoras e analisar os resultados que daí advêm, que procurem reduzir o impacte sobre o meio ambiente, incentivando à produção de uma Arquitectura sustentável como resposta ao que pode ser considerado um momento de urgência e de oportunidades na relação entre Homem e Natureza.

Presenciamos actualmente a um momento de mudança e alterações do clima mundial, repercutindo-se em alterações físicas dos ambientes naturais, afectando directamente a sobrevivência humana e a sua relação com os recursos ambientais. Isto é o resultado do que tem sido desde a Revolução Industrial uma exploração desmedida e descontrolada exercida pelo ser humano sobre os recursos fósseis, resultando na depleção destes, na destruição de ecossistemas naturais, e na produção de gases com efeito de estufa, os principais responsáveis pelas alterações climáticas.

A inovação destaca-se como uma metodologia e ferramenta fundamental para o projectista que pretende alcançar novas soluções e oportunidades. Esta está associada a um espírito de procura de melhorias, de evolução e expressa o reflexo de visões pessoais, que enriquecem o panorama arquitectónico.

Com o decorrer do estudo, puderam-se analisar diferentes casos, com diferentes abordagens sobre a inovação e sobre o desempenho ambiental, e pode-se concluir que de uma forma global, já começa a existir uma cada vez maior preocupação pela elaboração de desenhos arquitectónicos que procurem práticas sustentáveis e muitos deles fazem-no com recurso a métodos, práticas ou tecnologias inovadoras. Se muitas vezes o aparecimento de novos praticantes surgem como resultado de um maior enfoque por parte dos *media* em matérias de sustentabilidade, há também que acreditar que um cada vez maior número de aderentes resultará num aumento de percentagem de projectos com qualidade e apoiados em valores e boas práticas de construção e vida sustentável. Antevê-se assim uma cada vez maior aderência e sensibilidade para a realização destas práticas, no que tem sido um despertar de consciências para um desenho arquitectónico consciente e sustentável.

A abordagem feita pelo sub capítulo da evolução histórica da Arquitectura e Inovação permitiu compreender como foi sido interpretada a relação entre Homem e meio ambiente, como diferentes conceitos associados à Sustentabilidade foram evoluindo ao longo do tempo e melhor compreender e posicionar a situação actual da Arquitectura na sua relação com estes. Esta visão permite enriquecer os nossos horizontes e evitar os erros cometidos pelo passado, em que o

abuso do meio ambiente e um alheamento por parte da Arquitectura face a preocupações ambientais ditaram o estado actual de impactes causados pelos ambientes construídos sobre a Natureza. Mas permitiu também acrescentar a percepção de que os ensinamentos e boas práticas aplicados no passado têm hoje também validade e que não é tarde para os adoptar e se necessário reinventar.

Podemos assim ir buscar ensinamentos do desenho solar passivo à Arquitectura vernacular, ou à relação directa e equilibrada entre ambientes construídos e naturais, protagonizados por grandes arquitectos, como Frank Lloyd Wright. Importante também é saber evitar os erros cometidos pelo passado em que a Arquitectura se alheou da sua envolvente física directa e delegou para si toda a responsabilidade pelo controlo climático, muitas vezes fazendo-o de forma ineficiente e à custa de grandes gastos energéticos, resultado de uma visão consumista e desligada do verdadeiro impacte da acção do homem sobre toda a visão transversal que compõe a indústria da construção. Recentemente na década de 70, com a subida do preço dos combustíveis fósseis, surgiram novos pensadores e inovadores dentro do desempenho ambiental da arquitectura, as práticas e acções levadas a cabo são ainda hoje fonte de conhecimentos e de inspiração.

No corpo principal do texto foram exploradas as inovações feitas na actualidade face ao desempenho ambiental dividida segundo uma análise dos vários momentos de projecto, do conceito, passando pelo processo até ao produto.

A inspiração na Natureza é um âmbito do estudo humano que ainda se mostrar capaz de trazer muitas surpresas e vantagens à humanidade, também na Arquitectura este se mostra como um campo com enorme potencial, esperando ainda o mundo com antecipação os seus resultados. Nomeadamente ao nível do desempenho ambiental na arquitectura, muitos são os conhecimentos a explorar, de entre eficazes consumos energéticos, à adaptação directa ao meio ambiente, que várias espécies desenvolveram e aperfeiçoaram ao longo de milénios. Outro parâmetro da Sustentabilidade que mostra grande potencial é o desenvolvimento e integração de sistemas produtores de energias renováveis ao nível do edificado. Sendo que são já vários os países cujos governos e sectores da construção estabelecem metas ambiciosas, para prazos não tão distantes como 2020, Holanda ou 2025, EUA, para a prática comum de realização de edificados emissores zero de carbono a valores económicos iguais aos da construção corrente.

É também cada vez mais adoptada a prática por parte dos projectistas pela escolha de materiais ora certificados, ora de baixo impacte ou reciclados, como parte integrante e importante dos seus projectos, contribuindo para a redução de impactes sobre os recursos naturais.

Inovações a título individual, tais como as Dynamic Towers do Dr. Fischer, apesar de ainda necessitarem a sua construção e teste para sua confirmação, são por si só motores de inovação e inspiração para os demais arquitectos e sector da construção na procura e desenvolvimento por novas técnicas, métodos construtivos, integração de tecnologias inovadoras de produção de energia limpa assim como na interpretação do conceito e imagem do edificado.

Sistemas quer de controlo quer de produção de iluminação, aquecimento, ventilação ou estarão sempre presentes na preocupação do projectista, no entanto existirá cada vez maior procura por novos sistemas que proporcionem níveis de maior controlo e conforto para o utilizador assim como de eficiência e desempenho energético.

Através do capítulo dos casos de estudo foi possível concluir que existem diferentes tipos de edifícios que procuram inovar de diferentes formas ao nível da sua relação com o desempenho ambiental. Adoptando alguns pela inovação e procura de resultados que se mostrem benéficos ao nível da produção de energia de fontes limpas, como outros casos que se preocupem mais em ter uma abordagem transversal ao conceito de Sustentabilidade, nos seus vários domínios e parâmetros. Como já foi abordado anteriormente alguns casos inovaram mais no âmbito dos recursos, visto terem aí apostado, associando à produção de energia de fontes limpas uma imagem marcante do edifício. Outros abordaram mais a vertente do desenho passivo, através de práticas inovadoras registando óptimos desempenhos energéticos no cômputo geral das poupanças a isso associadas. No entanto há a concluir que ambos conseguem apresentar como resultados, quer reduções nos consumos energéticos, quer ao nível da redução do impacte da construção sobre o meio ambiente, bastante superiores ao praticado pela construção comum.

Feita uma análise global dos casos de estudo há a salientar, que um correcto desenho arquitectónico sustentável, terá de ser aquele que procure prolongar o seu período de vida em condições de conforto e baixa manutenção que possam perdurar para além de ocupações temporárias e invasivas na Natureza. Mas sim que possa dialogar em harmonia com esta, aproveitando o que de melhor esta tem para lhe oferecer, perdurando por várias gerações humanas. A boa Arquitectura tem que respeitar valores primordiais da arquitectura vernacular, através de um correcto desenho bioclimático, optando por práticas construtivas que aproveitem as condições climáticas e materiais locais. Cabe hoje como desafio a correcto e inteligente transposição destas boas práticas para práticas inovadoras que possam fazer a adaptação às condições actuais. A Arquitectura deve sempre aliar medidas passivas, decorrentes de boas práticas bioclimáticas, a activas, como a geração de energias renováveis, para reduzir os impactes no meio ambiente assim como a redução dos consumos energéticos sem retirar o conforto aos seus utilizadores.

A título de conclusão, é de completa convicção do autor, que se deve incentivar a constante procura e estudo por novas soluções e ideias, que não só tragam melhorias, como que possam reflectir visões pessoais que espelhem valores éticos de respeito e preservação da nossa maior riqueza, que é o nosso planeta e habitat.

BIBLIOGRAFIA

AEA - Agência Europeia do Ambiente / European Environment Agency. (1999). *O Ambiente na União Europeia no amanhecer do novo século*, AEA.

Alter, L. (2007) "1973: Sorry, Out of Gas", *Treehugger*, 22/11/2007, Disponível em: http://www.treehugger.com/files/2007/11/1973_sorry_out.php

"Alterações Climáticas", *National Geographic*, Edição especial, parte integrante da revista n.º 87 Junho 2008

APCOR - Associação Portuguesa de Cortiça. *Produtos da Cortiça*, Disponível em: http://www.realcork.org/index_pt.php

Appleton, J. (2008). *Sustentabilidade e Reabilitação – Estudo de casos*. Seminário Sustentabilidade e a Reabilitação

Arquitectos Anónimos (2008/2009) "CORK House", *arquitectura & construção*, n.º52 Dezembro/Janeiro, pp. 42-46.

Bahamón A. Pérez P. Campello A. (2008) *Analogias Arquitectura Vegetal – Analogias entre o mundo vegetal e a Arquitectura contemporânea*, Lisboa: Dinalivro.

Banham, R. (1984) *The Architecture of the Well-tempered Environment*, 2ª Edição, Chicago: The University of Chicago Press.

BIPV Technology Disponível em: <http://www.buildingsolar.com/technology.asp>

Bourdeau, L. (1998). *Sustainable development and the future construction, in France – National Report in Sustainable Development and the Future of the Construction: A comparison of visions from various countries*, Rotterdam: CIB Publication 225,

Brookes A. Poole D. (2004) *Innovation in Architecture*, Londres: Spon Press.

CIB - Conseil International du Bâtiment (1999). *Agenda 21 on sustainable construction*, Rotterdam: CIB Publication 237

Folehaven Green Laundry (2000). *The evaluation of a refurbished communal laundry for an existing non-profit housing development*. Disponível em: http://www.eukn.org/eukn/themes/Urban_Policy/Urban_environment/Environmental_sustainability/Folehaven-Green-Laundry_1802.html

FSC - Forest Stewardship Council (2002). *PRINCIPLES AND CRITERIA for Forest Stewardship*, Disponível em: www.fscus.org

Gulmanelli, S. (2008) "Biomimicry", *Green domus*, n.º911 Fevereiro

Hawkes D. Forster W. () *Energy Efficient Buildings: Architecture, Engineering, and Environment*, Londres: ARUP.

IA - Instituto do Ambiente. (2005). *Relatório do Estado do Ambiente 2003*. Instituto do Ambiente, Amadora.

INETI (1997) *Edifícios Solares Passivos em Portugal*, Lisboa: INETI.

INHABITAT (2006). *GREEN BUILDING 101: DESIGN INNOVATION*, Disponível em: <http://www.inhabitat.com/2006/09/06/green-building-101-design-innovation/#more-1194>

INHABITAT (2006). *NEW IDEAS FOR GREEN INSULATION*, Disponível em: <http://www.inhabitat.com/2006/08/10/lets-talk-about-insulation-baby/>

Jesus, L. Almeida, M. e Pereira, E. (2006) “A integração de fotovoltaicos nos edifícios em Portugal: dificuldades e oportunidades”, *engenharia e vida*, n.º20 Janeiro, pp. 38-45.

Khan, Hasan-Uddin (2001) *Estilo Internacional: Arquitectura Moderna de 1925 a 1965*, Colónia: Taschen.

Knight, M. (2008) “*Building the future*”, *CNN*, 01/04/2008, Disponível em: <http://edition.cnn.com/2008/TECH/science/03/31/PrincipalVoices.design.intro/>

Museum of Modern Art (2004) *MoMA Highlights*, 2.ª Edição, Nova Iorque: The Museum of Modern Art Press.

Nunes, T. (2007) *Construção Sustentável*, Lisboa: Tirone Nunes Editora SA.

Nunes, S. (2001) *História da Arte – 12.º ano*, Lisboa: Lisboa Editora.

“O Estado do Planeta”, *National Geographic*, Edição especial, parte integrante da revista n.º 86 Maio 2008

Ordem dos Arquitectos (2001) *A Green Vitruvius: Princípios e Práticas de Projecto para uma Arquitectura Sustentável*, Lisboa: Ordem dos Arquitectos de Portugal.

Pfeiffer, B. (2007) *Frank Lloyd Wright*, Colónia: Taschen

Pinheiro, M. (2006) *Ambiente e Construção Sustentável*, Amadora: Instituto do Ambiente.

Rosa, J. (2007) *Louis I. Kahn*, Colónia: Taschen.

Santos, L. (2002) “dossier doméstica”, *arquitectura & construção*, n.º20 Novembro, pp. 51-71.

TORTCABO. *AQUECIMENTO CENTRAL PAVIMENTO RADIANTE ELECTRICO*, Disponível em: WWW.TORTCABO.COM

Wines, J. (2000) *Green architecture*, Colónia: Taschen.

World Commission on Environment and Development (1987) “*Our Common Future*”, Disponível em: <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>

World Wildlife Fund (2008) “*O que é o Desenvolvimento Sustentável?*”, Disponível em: http://www.wwf.org.br/informacoes/questoes_ambientais/desenvolvimento_sustentavel/index.cfm

Zardini, M. (2008) “The future is the past”, *Green domus*, n.º911 Fevereiro

Zimmerman, C. (2007) *Mies Van Der Rohe*, Colónia: Taschen.

ANEXO_1

PROGRAMA E4 – EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E ENERGIAS ENDÓGENAS

SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL - LIDERA

Medidas do Programa E4 com incidência nos edifícios

Regulamentação com impacto na climatização

- Atualização e reforço das ações tendentes à promoção da eficiência energética nos edifícios (RCCTE – Decreto-Lei nº 40/90 de 6 de Fevereiro) e nos sistemas energéticos de climatização em edifícios (RSECE - Decreto-Lei nº 118/98 de 7 de Maio).
- Criação de mecanismos de gestão racional dos meios e sistemas de climatização e conforto ambiental.
- Dinamização da regulamentação para a certificação energética de edifícios e criação de mecanismos de controlo adequados.
- Dinamização das intervenções energético-ambientais com especial incidência no espaço urbano (regulamentação urbanística, construção, desempenho de edifícios e sistemas energéticos dos edifícios).

Medidas com impacto nos consumos de electricidade

- Promoção de sistemas de gestão energética e de tecnologias que fomentem uma melhor repartição do consumo das cargas de electricidade.
- Promoção da utilização de equipamentos eléctricos e termodomésticos mais eficientes (classes A e B), e designadamente fomento da adopção de critérios de eficiência energética e ambiental nos processos de compra.
- Promoção e reforço da fiscalização na **etiquetagem** de equipamentos eléctricos e termodomésticos.

Medidas para a promoção das renováveis nos edifícios

- Lançamento de um programa nacional de apoio ao aquecimento de águas sanitárias por energia solar.
- Promoção da imagem e exploração do interesse económico e social da opção solar térmico para as águas quentes sanitárias nos sectores doméstico e de serviços.
- Incentivo ao desenvolvimento de serviços de energia no domínio do aquecimento de águas sanitárias por energia solar, associada em alternativa ao gás ou à electricidade e dirigido, em particular mas não exclusivamente, ao sector doméstico.
- Dinamização do processo de certificação de sistemas e técnicos/empresas de projecto e de instalação de sistemas solares térmicos.
- Promoção da **micro-cogeração de electricidade a partir de fontes renováveis** (solar fotovoltaico, micro-turbinas), com particular relevância para a integração arquitectónica dos dispositivos de captação nos edifícios.

Medidas de promoção

- Definição de uma estratégia de marketing energético-ambiental, incluindo o lançamento de campanhas publicitárias para a promoção da eficiência energética e do aproveitamento dos recursos endógenos.
- Promoção da elaboração de Guias Técnicos no âmbito dos programas Solar Térmico, Eficiência Energética de Edifícios e Micro-geração.
- Dinamização de ações de formação avançada sobre Gestão de Energia e sobre todas as actividades profissionais que tenham a ver com a utilização da energia, nomeadamente em áreas em que é notória a carência de uma cultura tecnológica de base, como é a da climatização e conforto ambiente (aquecimento, ventilação, arrefecimento e iluminação em edifícios), bem como nos casos dos equipamentos energéticos e térmicos e do uso da energia solar térmica.
- Promoção de projectos exemplares de demonstração do aproveitamento, eficiente e ambientalmente relevante, de energias endógenas, em particular no caso das tecnologias emergentes do ponto de vista do mercado.

ANEXO 1.1 – Itens descritivos das Medidas do Programa E4 (Eficiência Energética e Energias Endógenas) com incidência nos edifícios residenciais

(Fonte: Eficiência Energética nos Edifícios, Programa E4, Direcção Geral de Energia - Ministério da Economia, 2002)



EMPREENDIMENTO:

DATA:

LOCALIZAÇÃO:

LISTA para PRÉ AVALIAÇÃO de POSICIONAMENTO na CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

VERTENTES	ÁREA	Pre-Req.	CRITÉRIO	NºC	PRE AVALIAÇÃO
LOCALE INTEGRAÇÃO	SOLO	S	Local e Valorização	C1	
			Área ocupada	C2	
			Funções ecológicas do solo	C3	
	ECOSSISTEMAS NATURAIS	S	Zonas naturais	C4	
Valorização ecológica			C5		
PAISAGEM	S	Integração local	C6		
	AMENIDADES		Amenidades locais	C7	
9 C / 18%	MOBILIDADE		Mobilidade de baixo impacte	C8	
18%			Acesso a transportes públicos	C9	
RECURSOS	ENERGIA	S	Desempenho energético passivo	C10	
			Consumo de electricidade total	C11	
			Consumo de electricidade produzida a partir de fontes renováveis	C12	
			Consumo de outras fontes de energia	C13	
			Consumo de outras formas de energia renovável	C14	
	ÁGUA	S	Eficiência dos equipamentos	C15	
			Consumo de água potável (nos espaços interiores)	C16	
			Consumos de água nos espaços comuns e exteriores	C17	
			Controlo dos consumos e perdas	C18	
			Utilização de águas pluviais	C19	
	MATERIAIS	S	Gestão das águas locais	C20	
			Consumo de materiais	C21	
			Materiais locais	C22	
			Materiais reciclados e renováveis	C23	
			Materiais certificados ambientalmente / Materiais de baixo impacte	C24	
15 C / 35%	CARGAS AMBIENTAIS		Caudal das águas residuais	C25	
35%			Tipo de tratamento das águas residuais	C26	
			Caudal de reutilização de águas usadas	C27	
			Substâncias com potencial aquecimento global (Emissões de CO2)	C28	
			Partículas e/ou Substâncias com potencial acidificante (Emissão de outros poluentes: SO2 e NOx)	C29	
			Substâncias com potencial de afectação da Camada de Ozono	C30	
			Produção de resíduos	C31	
			Gestão de resíduos perigosos	C32	
			Reciclagem de resíduos	C33	
			Fontes de ruído para o exterior	C34	
11 C / 15%	RUIDO EXTERIOR	S			
15%	POLUIÇÃO TÉRMICA		Efeito térmicos (ilha de calor)	C35	
AMBIENTE INTERIOR	QUALIDADE AR INTERIOR	S	Ventilação natural	C36	
			Emissão de COVs	C37	
			Micro contaminações	C38	
	CONFORTO TÉRMICO		Conforto térmico	C39	
ILUMINAÇÃO	S	Níveis de iluminação	C40		
		Iluminação natural	C41		
8 C / 18%	ACÚSTICA	S	Isolamento acústico/Níveis sonoros	C42	
18%	CONTROLABILIDADE		Capacidade de controlo	C43	
DURABILIDADE E ACESSIBILIDADE	DURABILIDADE		Adaptabilidade	C44	
			Durabilidade	C45	
4 C / 5%	ACESSIBILIDADE	S	Acessibilidade a pessoas portadoras de deficiência	C46	
5%			Acessibilidade e interação com a comunidade	C47	
GESTÃO AMBIENTAL E INOVAÇÃO	GESTÃO AMBIENTAL		Informação ambiental	C48	
			Sistema de gestão ambiental	C49	
	3 C / 9%	INOVAÇÃO		Inovações de práticas, soluções ou integrações	C50

ANEXO 1.2 – Lista para Pré Avaliação de Posicionamento na Construção Sustentável segundo o sistema LiderA

(Fonte: LiderA® V 1.02, Março 2007)

ANEXO_2

CASOS DE ESTUDO

TORRE HEARST

BAHRAIN WORLD TRADE CENTER

MASDAR HEADQUARTERS

CALIFORNIA ACADEMY OF SCIENCES

PARQUE ORIENTE

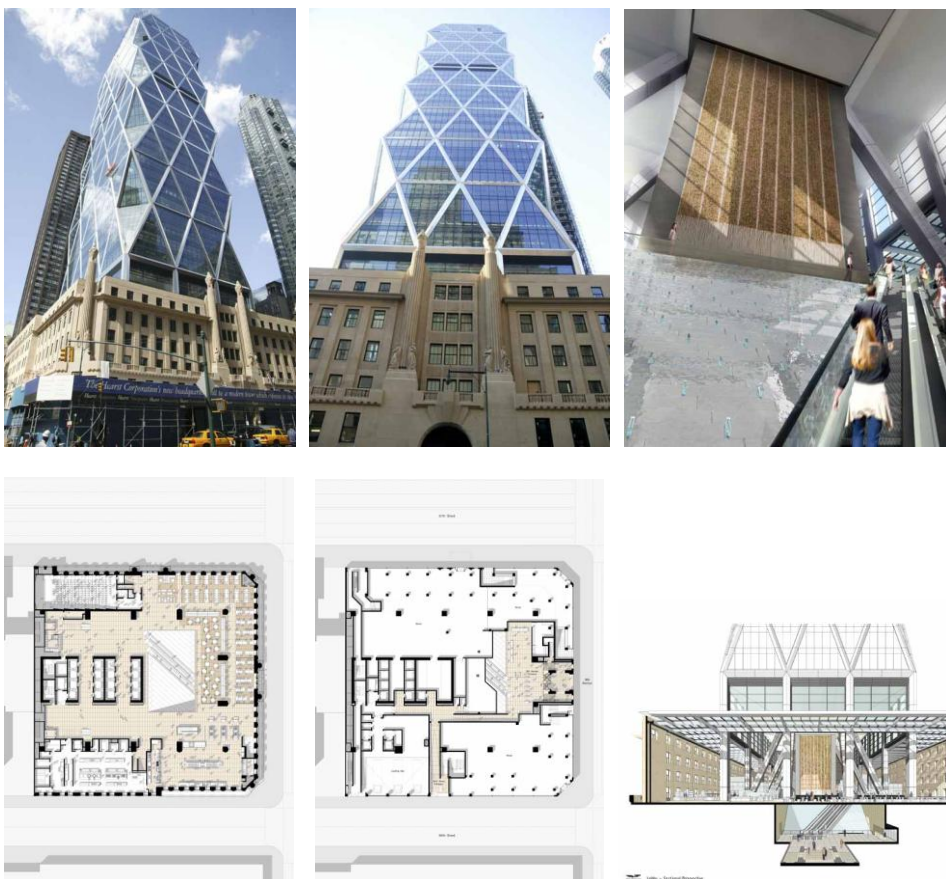
EDIFÍCIO SOLAR XXI

TORRE HEARST Arq. Sir NORMAN FOSTER

Informação Técnica

ARQUITECTURA	Foster and Partners
LOCALIZAÇÃO	Nova Iorque, EUA
DATA DE ABERTURA	2006
FUNÇÃO/USO	Terciário
ÁREA	80.000 m ²
N.º PISOS	46
ALTURA	182 m

Fotografias / Plantas



(Fonte: Foster and Partners, 2006)

BAHRAIN WORLD TRADE CENTER – Arq. SHAUN KILLA

Informação Técnica

ARQUITECTURA	Atkins
LOCALIZAÇÃO	Manama, Bahrain
DATA DE ABERTURA	2008
FUNÇÃO/USO	Centro de Negócios
ÁREA	
N.º DE PISOS	50
ALTURA	240 m

Fotografias / Plantas



(Fonte: <http://www.inhabitat.com/2007/03/28/bahrain-world-trade-center-has-wind-turbines/>)

MASDAR HEADQUARTERS – Arq. ADRIAN SMITH + GORDON GILL

Informação Técnica

ARQUITECTURA	Adrian Smith + Gordon Gill
LOCALIZAÇÃO	Masdar, Emirados Árabes Unidos
DATA DE ABERTURA	2010
FUNÇÃO/USO	Uso misto: comércio, habitação, terciário
ÁREA	
N.º DE PISOS	7
ALTURA	

Fotografias / Plantas



(Fonte: <http://www.smithgill.com/MasdarHeadquarters.htm>)

CALIFORNIA ACADEMY OF SCIENCES – Arq. RENZO PIANO

Informação Técnica

ARQUITECTURA	Renzo Piano Building Workshop
LOCALIZAÇÃO	São Francisco, Estados Unidos da América
DATA DE ABERTURA	2008
FUNÇÃO/USO	Academia de Ciências Naturais
ÁREA	1 Hectare/piso
N.º DE PISOS	2
ALTURA	

Fotografias / Plantas



(Fonte: <http://www.inhabitat.com/2008/09/22/california-academy-of-sciences-unveiled/>)

PARQUE ORIENTE – Arq. LIVIA TIRONE

Informação Técnica

ARQUITECTURA	Tirone Nunes
LOCALIZAÇÃO	Lisboa, Portugal
DATA DE ABERTURA	20??
FUNÇÃO/USO	Uso misto: comércio, habitação, terciário
ÁREA	77.800m ²
N.º DE PISOS	8
ALTURA	28m

Fotografias / Plantas



Planta de arranjos exteriores e respectiva legenda
(Fonte: Plano de Pormenor Projecto Urbano Parque Oriente, volume 4)

Usos



Planta de Usos ao nível do quarteirão

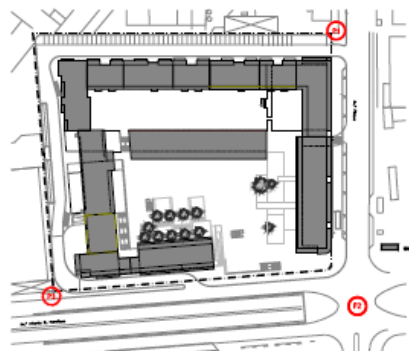
(Fonte: Plano de Pormenor Projecto Urbano Parque Oriente, volume 3)

Acústica

P1 – Ponto localizado na Avenida de Pádua junto ao extremo oeste da área de intervenção;

P2 – Ponto localizado no cruzamento entre a Avenida de Pádua e a Avenida Infante Dom Henrique;

P3 – Ponto localizado na Avenida Infante Dom Henrique, junto ao extremo sul da área de intervenção.



Planta de Localização dos pontos de medição acústica realizados pelo projecto e respectiva legenda

(Fonte : Plano de Pormenor Projecto Urbano Parque Oriente, volume 2)

Ponto	Período diurno	Período nocturno
P1	$L_{Aeq} = 66,7 \text{ dB(A)}$	$L_{Aeq} = 60,5 \text{ dB(A)}$
P2	$L_{Aeq} = 76,9 \text{ dB(A)}$	$L_{Aeq} = 68,7 \text{ dB(A)}$
P3	$L_{Aeq} = 77,9 \text{ dB(A)}$	$L_{Aeq} = 71,4 \text{ dB(A)}$

Quadro de resultados dos pontos de medição acústica realizados pelo projecto

Os valores apresentados, reportam-se a medições realizadas nos dias 25 de Junho de 2003 e 3 de Março de 2004.

(Fonte : Plano de Pormenor Projecto Urbano Parque Oriente, volume 2)

INDICADORES ENERGÉTICO-AMBIENTAIS	
Uso Habitacional	
Necessidades Energéticas Anuais	< 20 Kgep/m ² ano
Contribuição Solar Activa (AQS)	> 70 %
Consumo de Água Primária	80 l/ pessoa dia
Consumo de Água Secundária	70 l/ pessoa dia
Emissões de CO ₂	35 Kg/m ² .ano
Uso Terciário	
Necessidades Energéticas Anuais	< 30 Kgep/m ² ano
Consumo de Água Primária	18 l/ pessoa dia
Consumo de Água Secundária	12 l/ pessoa dia
Emissões de CO ₂	67 Kg/m ² .ano
Uso Comercial	
Necessidades Energéticas Anuais	< 30 Kgep/m ² ano
Consumo de Água Primária	12 l/ pessoa dia
Consumo de Água Secundária	8 l/ pessoa dia
Emissões de CO ₂	70 Kg/m ² .ano

Quadro – Indicadores Energético-Ambientais
(Fonte: Plano de Pormenor Projecto Urbano Parque Oriente, volume 2)

Águas

SISTEMA DE RECICLAGEM DE ÁGUAS CINZENTAS
DIAGRAMA DOS FLUXOS DE ÁGUAS

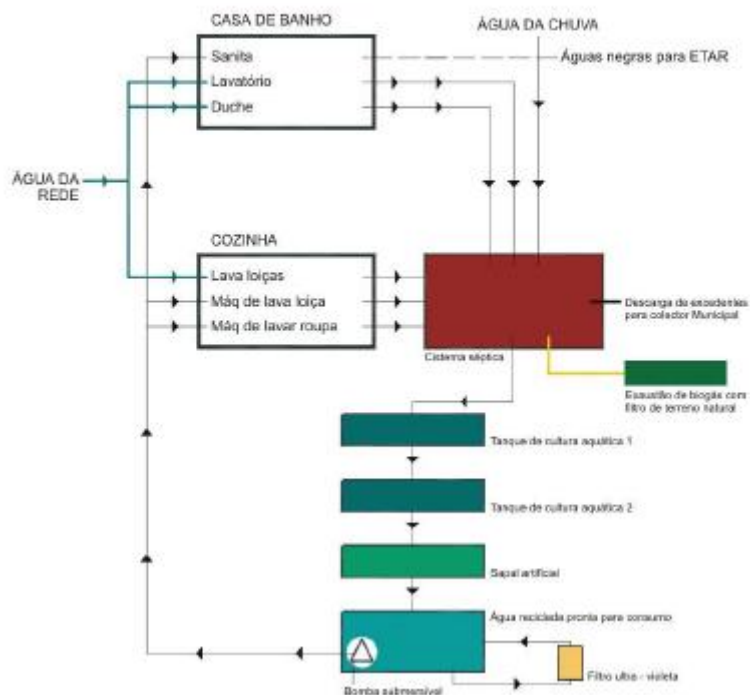


Diagrama dos Fluxos de Águas
(Fonte: Plano de Pormenor Projecto Urbano Parque Oriente, volume 3)

FICHA DE OBJECTIVOS POR TIPOLOGIA DE EDIFÍCIO

Categoria / Uso: Habitação	FT.HAB.R1
----------------------------	-----------

Critérios de Avaliação e Metas de Desempenho			
Indicadores de Desempenho Energético-Ambiental			
Nível: Necessidades energéticas anuais (globais e parciais)	Unidade	Meta	
Totais:	Kgep/m ² .ano	16	
Energia eléctrica	KWh/m ² .ano	40	
Energia térmica (calor)	KWh/m ² .ano	50	
Energia térmica (frio)	KWh/m ² .ano	0	
Produção de AQS (excluindo contribuição solar passiva)	KWh/m ² .ano	30	
Aquecimento ambiente (incluindo contribuição solar passiva)	KWh/m ² .ano	15	
Arrefecimento ambiente	KWh/m ² .ano	0	
Consumo anual de energia eléctrica para ventilação	KWh/m ² .ano	5	
Consumo anual de energia eléctrica para iluminação e equipamento	KWh/m ² .ano	30	
Nível: Integração de energias renováveis	Unidade	Meta	
Contribuição solar passiva (aquecimento ambiente)	%	nq	
Contribuição solar activa (AQS)	%	>70	
Nível: Impacto ambiental do consumo de energia	Unidade	Meta	
Emissões de CO ₂ ("mix" energético global)	KgCO ₂ /m ² .ano	35	
	KgCO ₂ /kgep	2,2	
Nível: Conforto e Qualidade do ar Interior	Unidade	Meta	
Conforto térmico			
Nível de conformidade com o polígono de conforto	%	<2,5	
Nº de horas "no exterior" do polígono (ASHRAE standard 55-1992)			
Qualidade do ar interior			
Taxas de ventilação mínimas admissíveis (ASHRAE standard 62-2001)			
Casas-de-banho (Intermitente)	m ³ /h	100	
Casas-de-banho (contínuo)	m ³ /h	40	
Cozinhas (Intermitente)	m ³ /h	180	
Cozinhas(contínuo)	m ³ /h	50	
Quartos e salas (o maior dos dois)	Ren/hora	0,35	
	m ³ /h.pessoa	30	
Grau de Conforto Acústico			
isolamento sonoro a sons de condução aéreos da envolvente exterior	D _{2m,0,W}	dB	≥ 33
isolamento sonoro a sons de condução aéreos entre fracções autonomas	D _{n,W}	dB	≥ 50
isolamento sonoro a sons de percussão entre fracções autonomas	L _{n,W}	dB	≤ 60
isolamento sonoro a sons de condução aéreos entre zonas comerciais e fracções	D _{n,W}	dB	≥ 58
isolamento sonoro a sons de percussão entre zonas comerciais e fracções	L _{n,W}	dB	≤ 50
isolamento sonoro a sons de condução aéreos entre fracções e zonas comuns do edificio	D _{n,W}	dB	≥ 48
isolamento sonoro a sons de condução aéreos entre fracções e parqueamentos do edificio	D _{n,W}	dB	≥ 50
Nível de ruído interior (equipamento comum do edificio)	L _{A,r}	dB(A)	≤ 30
Nível de ruído interior (grupo gerador de emergência)	L _{A,r}	dB(A)	≤ 40
Consumo de Água			
Consumo de Água Primária	l/ m ² ano	600	
Consumo de Água Secundária	l/ m ² ano	750	

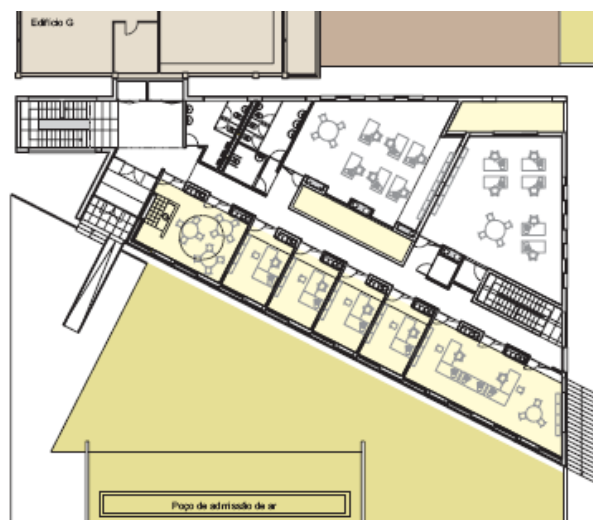
Ficha de Objectivos por Tipologias de edificado – Critérios de Avaliação e Metas de Desempenho
(Fonte: Plano de Pormenor Projecto Urbano Parque Oriente, volume 3)

EDIFÍCIO SOLAR XXI – Arq. PEDRO CABRITO

Informação Técnica

ARQUITECTURA	Pedro Cabrito
LOCALIZAÇÃO	Lisboa, Portugal
DATA DE ABERTURA	2005
FUNÇÃO/USO	Terciário
ÁREA	1.500m ²
N.º DE PISOS	3
ALTURA	10m

Fotografias / Plantas



	Fev-06	Nov-06	Dez-06	Jan-07	Fev-07	Nov-07	Dez-07	Jan-08	Fev-08
T ext	10.3	16.0	10.8	10.9	12.9	12.8	9.8	11.5	12.2
T int	21.4	21.5	19.4	19.6	19.7	20.3	18.7	19.9	19.7
T max	23.7	24.0	23.0	23.3	22.6	22.9	21.6	22.8	22.6
T min	16.0	20.1	17.4	17.6	18.0	18.7	17.1	18.3	18.0
T diária	20.7	22.5	22.5	21.1	20.9	21.6	19.9	21.2	20.9

Quadro da variação das temperaturas nos meses de Inverno entre 2006 e 2008
(Fonte: INETI)

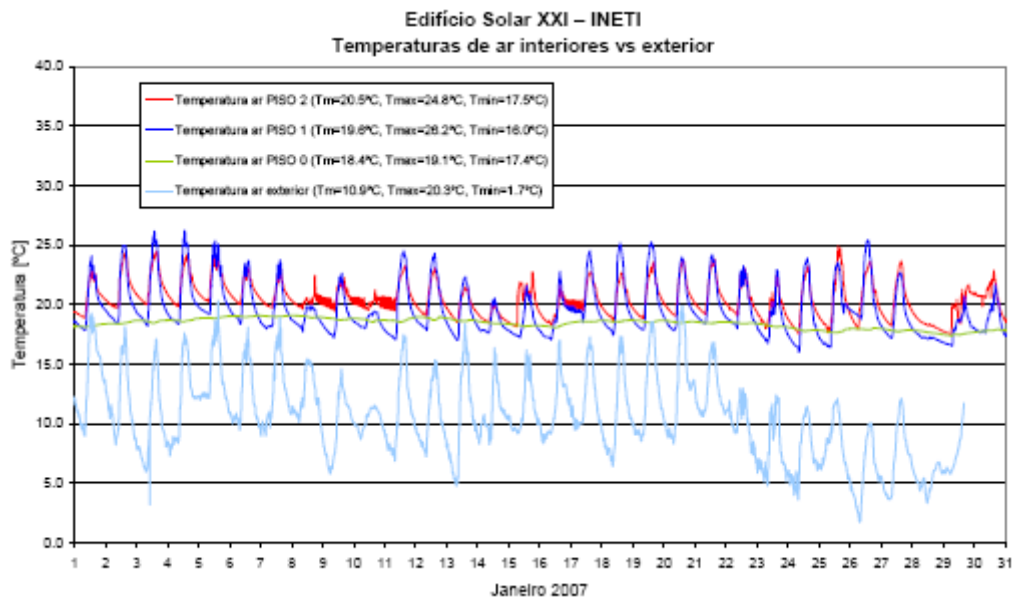


Gráfico ilustrativo da variação das temperaturas de ar interiores em comparação com as temperaturas exteriores durante o mês de Janeiro de 2007
(Fonte: INETI)

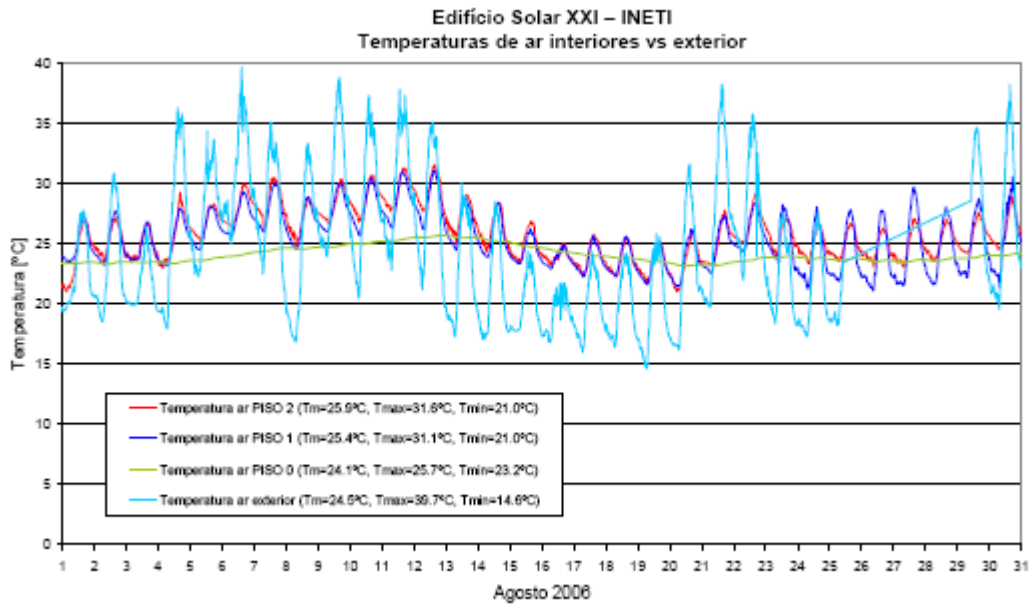


Gráfico ilustrativo da variação das temperaturas de ar interiores em comparação com as temperaturas exteriores durante o mês de Agosto de 2006
(Fonte: INETI)

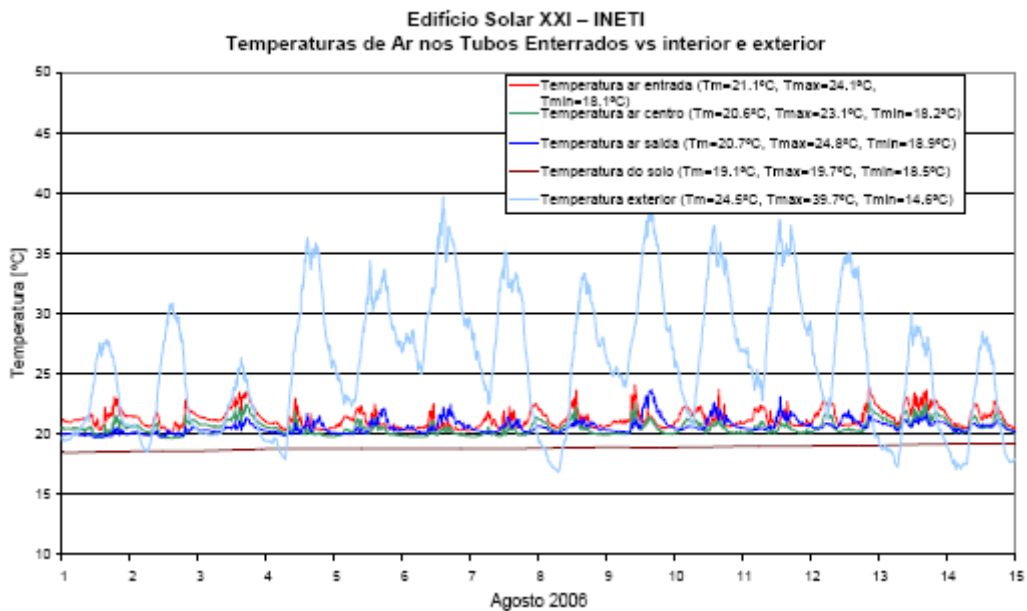


Gráfico ilustrativo da variação das temperaturas de ar nos tubos enterrados em comparação com as temperaturas interiores e exteriores durante o mês de Agosto de 2006
(Fonte: INETI)

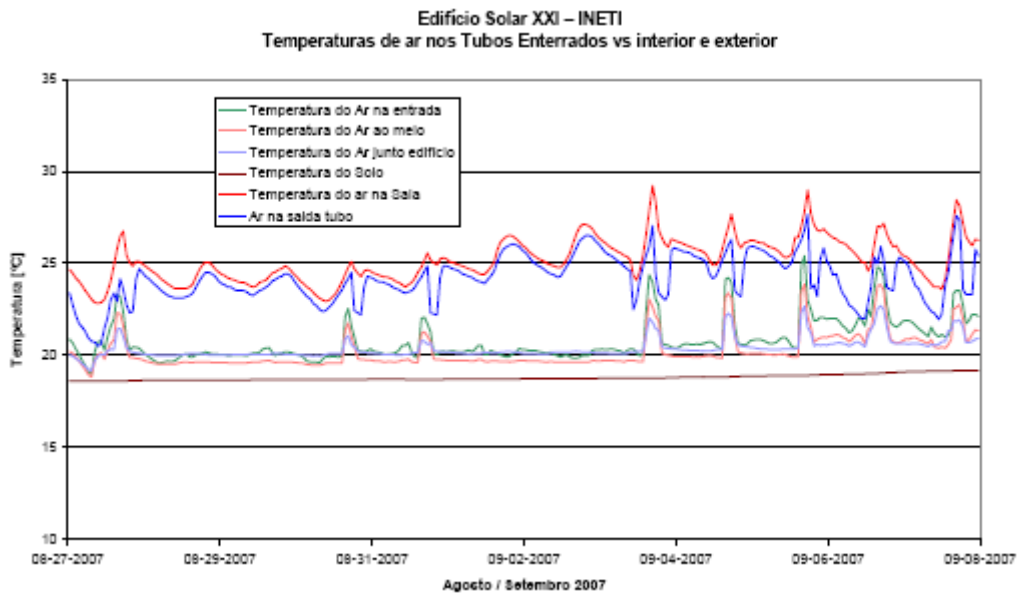


Gráfico ilustrativo da variação das temperaturas de ar nos tubos enterrados em comparação com as temperaturas interiores e exteriores durante os meses de Agosto e Setembro de 2007
 (Fonte: INETI)

Durante o período de 09-04-07 a 09-08-07 a circulação esteve activa, com as entradas de ar para o edifício abertas, o que permitiu a entrada de ar para o interior das divisões permitindo assim o seu arrefecimento, o ar na saída do tubo diminuiu 5°C e como resultado também a temperatura interior da sala diminuiu 3°C.

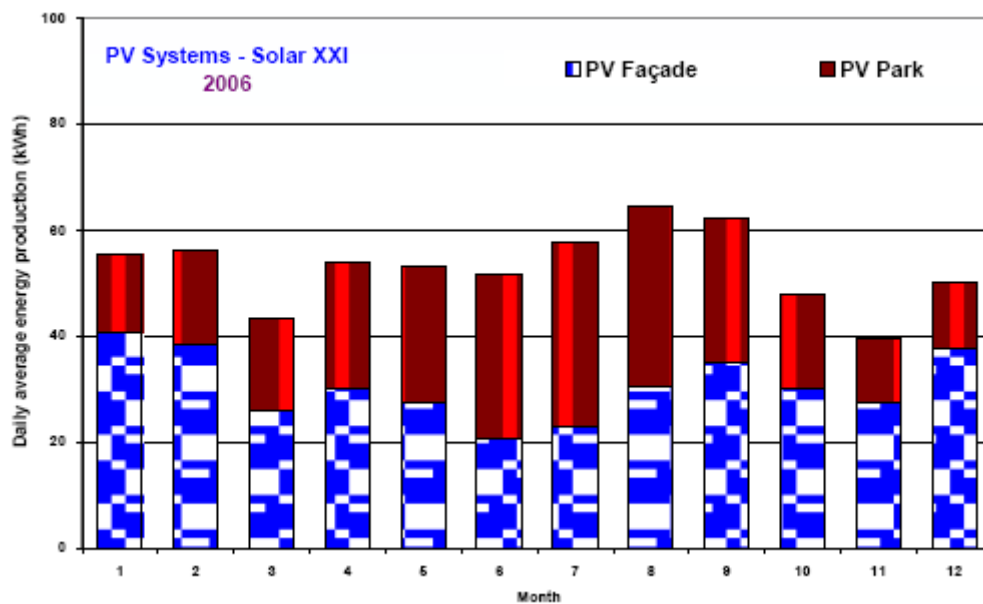


Gráfico ilustrativo da variação da produção de energia, em kWh, quer pelo sistema de painéis fotovoltaicos da fachada como também do parque automóvel, por mês durante o ano de 2006
 (Fonte: INETI)

2006 Central PV	Potência (kW)	Área (m ²)	E _{CA PRec} (kWh)
Fachada	12.16	95.6	11 118
Parque	6.00	95.0	8 197
Total PV	18.16	190.6	19 315

Tabela ilustrativa da produção de energia, em kWh, quer pelo sistema de painéis fotovoltaicos da fachada como também do parque automóvel durante o ano de 2006
(Fonte: INETI)

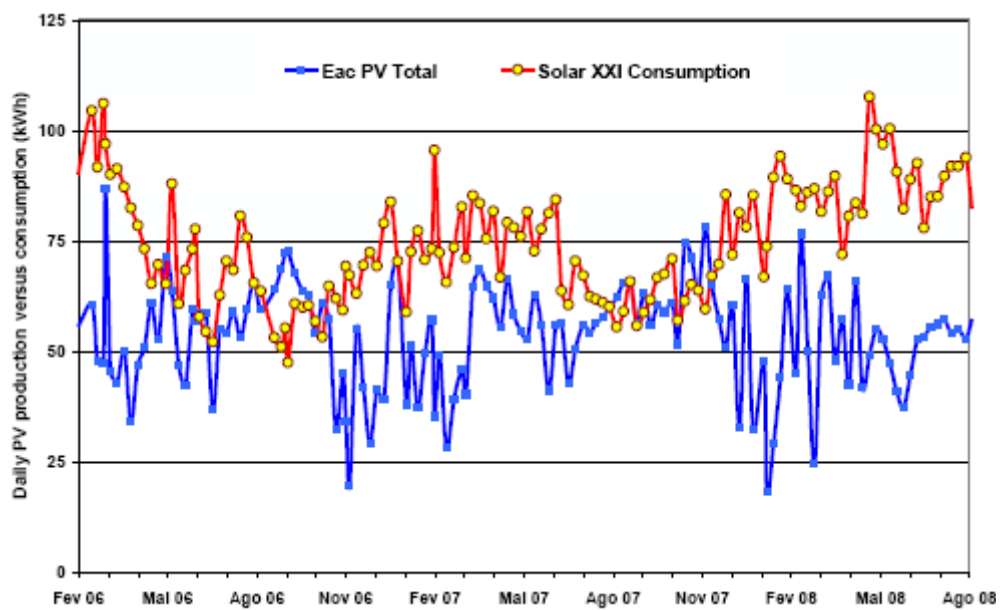


Gráfico ilustrativo da variação da produção de energia, em kWh, do sistema de painéis fotovoltaicos, em comparação com o consumo de electricidade pelo edifício Solar XXI, desde Fevereiro de 2006 até Agosto de 2008
(Fonte: INETI)

QUESTIONÁRIO

Realizado aos utilizadores do edifício Solar XXI, INETI

O seguinte questionário é parte integrante da dissertação
"Inovação em Arquitectura e Desempenho Ambiental" para obtenção do grau de Mestre em Arquitectura pelo
Instituto Superior Técnico do educando Daniel Gaspar

Inovação

1. Qualifica este edifício como sustentável, apresentando um bom desempenho ambiental?

100% Sim - Não

2. Considera o edifício inovador em termos ambientais?

100% Sim - Não

3. O que considera inovador neste edifício?

20% Desenho arquitectónico do edifício

- Práticas construtivas

30% Investigação, estudo e monitorização do comportamento ambiental do edifício

20% Sistemas energéticos

20% Sistemas de ventilação natural

10% Todos os acima citados

- Outros?

4. Considera o edifício um exemplo em termos de inovação na construção em Portugal?

100% Sim Não

5. Acha que o edifício poderia ser mais inovador; conhece mais práticas inovadoras que poderiam ter sido posta em prática neste edifício?

40% Sim 60% Não

Se sim quais? Microturbina eólica / Aquecimento auxiliar e arrefecimento solar para as salas a Norte

6. O edifício apresenta uma estética que considere inovadora?

100% Sim Não

7. Se sim considera este facto importante?

80% Sim 20% Não

8. Acha importante existirem edifícios que inovem dentro do âmbito da sustentabilidade e desempenho ambiental?

100% Sim - Não

9. Acha que este edifício é importante dentro do panorama nacional de edifícios sustentáveis?

100% Sim - Não

Sistema de Ventilação Natural

10. Faz uso do controlo do sistema de ventilação natural?

60% Sim 40% Não

11. Prefere o uso de sistemas de ventilação natural a sistemas mecânicos de ventilação (AVAC)?

80% Sim 20% Não

12. Sente que está num ambiente em que o ar que respira é mais saudável e por isso tornar-se num ambiente mais aprazível de trabalhar em relação a um ambiente com clima artificializado?

60% Sim

40% Não

13. Considera a instalação de painéis fotovoltaicos na fachada como um importante contributo para a produção de energia limpa?

80% Muito

20% Razoável

- Fraco/Nulo

14. Acha que deveriam ser implementados mais sistemas de microgeração de energia (exemplo eólica, biomassa...), para além do aproveitamento de fonte solar através dos painéis fotovoltaicos?

80% Sim

20% Não

Água

15. Considera que o presente edifício faz uma boa gestão da quantidade de água consumida?

60% Sim

40% Não sei

16. Acha que deveriam ser aplicadas medidas de poupança de água?

80% Sim

20% Não

17. Considera mais importante para o bom desempenho ambiental do edifício os seus sistemas passivos (orientação/iluminação e ventilação natural) ou os seus sistemas activos (painéis fotovoltaicos)?

60% Passivos

40% Activos

18. Está sensibilizado para a importância do desempenho ambiental dos edifícios, sente-se mais informado, em relação a este aspecto, por trabalhar neste edifício?

60% Sim

40% Não

19. Se sim em que medida?

66% Foi disponibilizada informação sobre o edifício

33% Está sempre disponível informação sobre os aspectos inovadores e sustentáveis do edifício

- Esteve envolvido no processo de investigação e construção do edifício

- Outros?

20. Considera que o edifício cumpriu as metas/objectivos a que se propôs?

20% Sim

Não

80% Não tenho noção

21. Acha que um projecto deste tipo poderia ser concretizado se não tivesse sido realizado nestes módulos, empregando o apoio do INETI e de projectos de financiamento com apoio do Estado, e ou nacionais e internacionais?

60% Sim

40% Não

22. A quem acha que cabe o papel de inovar na arquitectura e no respectivo desempenho ambiental dos edifícios?

20% Ao Arquitecto ou Projectista

20% Ao Engenheiro da especialidade

A Organismos ou Instituições ligadas à Investigação por parte do Estado

60% Todos os acima citados

Outros?

23. Considera possível a integração dos sistemas empregues neste edifício a edifícios correntes?

100% Sim

Não

ANEXO_3

Destaque dos parâmetros de Sustentabilidade pelo Sistema LIDERA onde se verificou inovação nos respectivos casos de estudo

Tabela Comparativa de Casos de Estudo face ao nível de Inovação nas várias vertentes do Sistema de Avaliação de Desempenho Ambiental LIDERA

Destaque dos parâmetros de Sustentabilidade pelo Sistema Lidera onde se verificou inovação nos respectivos casos de estudo

TORRE HEARST

C1 – Selecção do local – A totalidade da sua área de implantação, corresponde à reabilitação do antigo edifício, que passa a funcionar como base da torre **(A++)**

C9 – Acesso a transportes públicos – Ligação directa do átrio a estação de metro **(A++)**

C17 – Consumo de água em espaços comuns e exteriores – aproveitamento águas pluviais (A)

C21 – Consumo de materiais – Redução na estrutura e aproveitamento de materiais do antigo edifício (A)

C23 – Materiais reciclados e renováveis – 90% da estrutura é composta por aço reciclado, faz igual uso de materiais reciclados para aplicação em tectos e pavimentos **(A+)**

C24 – Materiais Certificados (A)

C40 – Níveis de iluminação – sensores de controlo de luz, assim como iluminação natural, permitem bons níveis de iluminação na maioria das divisões **(A+)**

C46 – Acessibilidade a pessoas portadoras de deficiência (A)

C47 – Acessibilidade e interacção com a comunidade (A)

BAHRAIN WORLD TRADE CENTER

C2 – Área ocupada – Torre (B)

C12 – Consumo de electricidade produzida a partir de fontes renováveis - Energia eólica - produção de 1300 MWh.ano, os maiores valores alguma vez registados, na integração deste tipo de tecnologia, ao nível do edificado **(A++)**

C40 – Níveis de iluminação – utilização de vidros fumados que impedem o sobreaquecimento (A)

MASDAR HEADQUARTERS

C11 – Consumo de electricidade total – edifício energia positiva – produz um acréscimo de 3% em relação ao seu total de consumo, de fonte renovável **(A++)**

C12 – Consumo de electricidade produzida a partir de fontes renováveis - Painéis fotovoltaicos produtores de 22,5% energia consumida (C)

C17 – Consumo de água em espaços comuns e exteriores – aproveitamento águas pluviais (A)

C19 – Utilização de águas pluviais – para uso em espaços exteriores e em sistema de AVAC (A)

C20 – Gestão das águas locais – tratamento de águas a nível local através de filtração (A)

C39 – Conforto térmico - Temperaturas confortáveis e estáveis todo o ano. Boas práticas de ventilação natural; utilização de sombreamento em fachada pelo exterior e de sistemas de reflexão de luz natural, em divisões com menor incidência solar e aplicação de caixilharias e vidros com bom isolamento, entre outras medidas. **(A+)**

C40 – Níveis de iluminação – sistemas de sombreamento e de reflexão de luz solar, consoante a situação para otimizar os níveis de iluminação natural, para níveis de conforto na maioria das divisões **(A+)**

CALIFORNIA ACADEMY OF SCIENCES

C3 – Funções ecológicas do solo – Cobertura vegetal, utilizando substrato natural para vegetação e criação de habitats, ao mesmo tempo é uma área permeável **(A+)**

C4 – Zonas naturais - cobertura vegetal com flora autóctone (A)

C21 – Consumo de materiais – Aproveitamento de materiais da demolição do antigo edifício (A)

C23 – Materiais reciclados e renováveis – 95% aço reciclado e isolamento de ganga (A)

C24 – Materiais certificados ambientalmente / Materiais de baixo impacte – 50% madeira certificada (A)

C35 – Efeito térmicos (ilha de calor) – A quase totalidade da superfície da cobertura do edifício, está atapetada por coberto vegetal. **(A++)**

C42 – Isolamento acústico/Níveis sonoros (A)

C46 – Acessibilidade a pessoas portadoras de deficiência (A)

C47 – Acessibilidade e interacção com a comunidade – Áreas de lazer com ambientes naturais no interior e exterior da academia de ciências **(A++)**

C48 - Informação ambiental (A)

EDIFÍCIO SOLAR XXI

C10 – Desempenho energético passivo – grande importância dada à iluminação e ventilação natural, assim como à orientação solar, que é fundamental para a definição da forma e conceito do edificado, entre outras boas práticas, destaca-se a aplicação de isolamento pelo exterior **(A++)**

C11 – Consumo de electricidade total – graças à produção, de aproximadamente 75% das necessidades globais do edificado, reduz-se significativamente o consumo à rede; prevê-se que o edifício consuma apenas cerca de 4KW/m².ano **(A++)**

C12 – Consumo de electricidade produzida a partir de fontes renováveis - 190 m² de painéis solares fotovoltaicos produzem cerca de 20.000 kWh/ano, aproximadamente, 75% das necessidades energéticas do edificado **(A+)**

C23 – Materiais reciclados e renováveis – tectos e pavimentos (A)

C28 – Substâncias com potencial aquecimento global (Emissões de CO₂) (A)

C36 – Ventilação Natural – sistemas de ventilação eficientes e inovadores, aproveitando a ventilação cruzada, a ventilação pela fachada, aproveitando os painéis fotovoltaicos, e ventilação por tubagem aproveitando arrefecimento pelo solo **(A++)**

C39 – Conforto térmico - Temperaturas confortáveis e estáveis todo o ano. Resultado de aplicação de isolamento pelo exterior, eliminando as pontes térmicas; boas práticas de ventilação natural; utilização de sombreamento em fachada pelo exterior e aplicação de caixilharias e vidros com bom isolamento, entre outras medidas. **(A++)**

C40 – Níveis de iluminação – Persianas pelo exterior com controlo manual e uso de parede reflectora, para iluminação da fachada a Norte, desprovida de incidência solar directa. Estas medidas permitem otimizar os níveis de iluminação natural, para níveis de conforto na quase totalidade das divisões **(A+)**

C41 – Iluminação Natural - Disponível e em níveis controláveis em todas as divisões. Pontos principais: a existência de céu visível; acabamentos interiores de cor clara na maioria das divisões; uniformidade na distribuição da iluminação com minimização de contraste e brilho; diminuição das superfícies interiores muito reflectoras; orientação dominante a Sul e distribuição dos vãos envidraçados, face às condições locais de iluminação e climatéricas; áreas envidraçadas em equilíbrio com as dimensões das fachadas e áreas de pavimento interiores; sombreamento de vãos envidraçados pelo exterior; entre outras. **(A+)**

C42 – Isolamento acústico/Níveis sonoros (A)

C46 – Acessibilidade a pessoas portadoras de deficiência (A)

C48 – Informação ambiental – descrição dos consumos e produção de energia do edificado (A)

PARQUE ORIENTE

C1 – Selecção do local – A quase totalidade da área de intervenção, corresponde à reabilitação de antigo edifício degradado, ou da sua área de implantação, igualmente degradada **(A++)**

C2 – Área Ocupada – Respeita as cotas dos edifícios envolventes, ao mesmo tempo que tem uma boa relação entre área dos pisos e área do solo ocupada **(A+)**

C6 – Integração local - (A)

C7 – Amenidades locais – Existência de várias amenidades humanas presentes no quarteirão, assim como numa área de 500m e amenidades naturais numa distância de 1000m **(A++)**

C8 – Mobilidade de baixo impacte – (A)

C9 – Acesso a transportes públicos – ligação directa a entrada de estação de metropolitano a menos de 200m **(A++)**

C10 – Desempenho energético passivo – (A)

C13 – Consumo de outras fontes de energia – (A)

C14 – Consumo de outras formas de energia renovável – (A)

C16 – Consumo de água potável (nos espaços interior) – (A)

C17 – Consumos de água espaços comuns e exteriores – (A)

C20 - Gestão das águas locais – tratamento de águas a nível local através de filtração em piscinas de sedimentação ou infiltração, drenagem para um sistema próprio e aproveitamento de águas pluviais para este processo **(A++)**

C21 – Consumo de materiais – (A)

C24 – Materiais certificados ambientalmente / Materiais de baixo impacte – define lista de materiais a eliminar quer dos resíduos quer da construção; utilização de materiais certificados ambientalmente **(A+)**

C29 – Partículas e/ou Substâncias com potencial acidificante (Emissão de outros poluentes: SO₂ e NO_x) – (A)

C30 – Substâncias com potencial de afectação da Camada de Ozono – (A)

C34 – Fontes de ruído para o exterior – (A)

C35 – Efeito térmicos (ilha de calor) – (A)

C36 – Ventilação natural – (A)

C38 – Micro contaminações – (A)

C39 – Conforto térmico – (A)

C40 – Níveis de iluminação – (A)

C41 – Iluminação natural – (A)

C42 – Isolamento acústico/Níveis sonoros – (A)

C44 – Adaptabilidade – (A)

C46 – Acessibilidade a pessoas portadoras de deficiência (A)

C47 – Acessibilidade e interação com a comunidade – Estão presentes na praça pública, no interior do quarteirão, áreas exteriores ajardinadas e de lazer, assim como equipamentos públicos, como uma biblioteca municipal, aberta a todos. **(A++)**

C48 – Informação ambiental – (A)

Casos mais inovadores segundo as vertentes de avaliação de Sustentabilidade do Sistema LiderA

Mais Inovador ao nível da selecção do Local e Integração

PARQUE ORIENTE (C1; C2; C7 e C9)

Mais Inovador ao nível dos Recursos

EDIFÍCIO SOLAR XXI (C10; C11 e C12)

Mais Inovador ao nível das Cargas Ambientais

CALIFORNIA ACADEMY OF SCIENCES (C35)

Mais Inovador ao nível do Ambiente Interior

EDIFÍCIO SOLAR XXI (C36; C39; C40 e C41)

Mais Inovador ao nível da Durabilidade e Acessibilidade

CALIFORNIA ACADEMY OF SCIENCES (C47) e PARQUE ORIENTE (C47)

Mais Inovador ao nível da Gestão Ambiental

EDIFÍCIO SOLAR XXI e PARQUE ORIENTE