



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Engenharia

Sustentabilidade - Escolhas e Atitudes Projetuais

Liliana Cristina Almeida Ramos

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Arquitetura
(ciclo de estudos integrado)

Orientador: Prof. Doutor Arq. Luís Miguel Moreira Pinto

Covilhã, Junho de 2015

Agradecimentos

Esta secção é totalmente dedicada a todos aqueles que, de alguma forma, colaboraram para a realização deste trabalho e me ajudaram a superar mais esta etapa da minha vida. Como tal, agradeço:

- Ao meu orientador, Prof. Doutor Luís Miguel Moreira Pinto, pela disponibilidade e apoio sempre demonstrados, não só na elaboração deste trabalho, mas sim ao longo de todo o curso;
- Ao Prof. Doutor Augusto Brandão pela disponibilidade e simpatia prestada, juntamente com os seus ensinamentos;
- Ao Arquitecto Bruno Silva pelo tempo, simpatia disponibilidade e ensinamento;
- Aos meus amigos, tanto os que a serra separou como os que nela fiz, por todos os momentos passados em alegrias, tristezas. Por todas as horas não dormidas e passadas ao vosso lado.
- Em especial, há minha família pelo seu apoio incondicional que me ofereceram sempre sem hesitar. Fizeram de mim o que sou hoje. Obrigada por sempre por se orgulharem de mim.

Resumo

A presente dissertação aborda o tema da sustentabilidade, no setor da construção desde a fase de projeto á fase de execução do edifício.

Até a atualidade as escolhas do Homem não foram as mais indicadas para promover a sustentabilidade do meio ambiente, sendo o setor da construção um dos setores que mais contribui para a deterioração do mesmo. As escolhas e atitudes projetuais não são baseadas em fatores sustentáveis, não se tem pensado na construção em longo prazo e os materiais e técnicas de construção aplicadas são descurados em prol da estética ou da economia.

Atualmente é necessário reconstruir e reabilitar, sendo que dentro da reabilitação e da reconstrução é necessário estudar e empregar meios sustentáveis, para salvaguardar diferentes recursos para outras gerações.

Existem sistemas construtivos que podemos empregar de modo a tornar mais sustentável os nossos edifícios mas para isso temos que estudar esses mesmos sistemas, e as eficiências que eles nos podem trazer, assim como fazer uma análise as suas vantagem e desvantagens, devemos estar com atenção aos materiais e tecnologias que vão surgindo de modo a estarmos preparados a utiliza-las em benefício da sustentabilidade do nosso projeto.

Palavras-chave

Sustentabilidade, reconstrução, reabilitação, energia, materiais.

Abstract

This dissertation addresses the issue of sustainability in the construction sector from the design phase to the implementation phase of the building.

Until today the Human choices were not the most suitable to promote environmental sustainability, and the construction industry one of the sectors that contributes most to the deterioration of it. The choices and projective attitudes are not based on sustainable factors, there is no thought in building long-term and materials and construction techniques applied are neglected for the sake of aesthetics or economics.

Currently it is necessary to rebuild and rehabilitate, and in the rehabilitation and reconstruction is necessary to study and employ sustainable means to safeguard different resources to other generations.

There are building systems that can employ in order to make our buildings more sustainable but for that we must study these same systems, and efficiencies that they can bring us, as well as to analyze their advantages and disadvantages, we must be with attention to materials and technologies that are emerging in order to be prepared to use them to benefit the sustainability of our project.

Keywords

Sustainability, reconstruction, rehabilitation, energy, materials.

Índice

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Sustentabilidade do ponto de vista técnico e do projeto.....	3
Legislação e Normas	6
1.3 Sustentabilidade do ponto de vista ecológico	9
1.4 Análise Swot	11
Fatores humanos na sustentabilidade	12
Fatores económicos na sustentabilidade	13
Fatores ecológicos na sustentabilidade	14
1.5 Situação em Portugal.....	17
Crescimento populacional e urbano	18
Gestão dos principais recursos ambientais	19
O setor da habitação	20
Regulamentos	22
Formação e Investigação.....	22
 CAPÍTULO 2 CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL	 23
Princípios e critérios	24
2.1 Construção Nova/Reconstrução	29
2.2 Regeneração/Reabilitação	35
Exemplo da regeneração do edifício do banco de Portugal na baixa pombalina	40

CAPITULO 3 ENERGIA E MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL.....	43
3.1 Energia	45
Funções energéticas.....	47
Sistemas passivos	50
Sistemas ativos	58
Habitações de baixo consumo energético	68
3.2 Materiais	69
Materiais Naturais.....	74
Materiais artificiais e sintéticos	82
3.3 Nanotecnologia	86
Conclusão	91
Bibliografia	93
Anexo.....	98

Lista de Figuras

Figura 1 Investidores e empreendedores-----	5
Fonte Alexandra Lichtenberg Ecohouse Urco, 2006 retirado de	
http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/133/artigo286492-1.aspx acedido a 30/04/2015	
as 20:47	
Figura 2 Emissão de CO2 por habitante ano 2006-----	15
Fonte ONG americana Union of Concerned Scientists retirado de	
http://www.silvaporto.com.br/blog/?p=698 acedido a 10/05/2015 as 00:50	
Figura 3 Emissão de CO2 totalidade ano 2006-----	15
Fonte ONG americana Union of Concerned Scientists retirado de	
http://www.silvaporto.com.br/blog/?p=698 acedido a 10/05/2015 as 00:52	
Figura 4 Gráfico de projeto sustentável-----	16
Fonte Pinto, Luis at all, 2013. “What Happens to Design? Global Architecture, LATEST	
ADVANCES in EDUCATIONAL TECHNOLOGIES acedido a 10/05/2015 as 01:20	
Figura 5 Metas de redução de emissões de dióxido de carbono-----	17
Fonte Comissão Europeia retirado de	
http://www.missaoup.com/professores/mobilidadesustentavel acedido a 10/05 as 08.14	
Figura 6 Estudo da temperatura média-----	18
Fonte Instituto nacional do mar e da atmosfera retirado de	
https://www.ipma.pt/pt/oclima/servicos.clima/index.jsp?page=cenarios21.clima.xml&print=	
true acedida a 10/05/2015 as 12.04	
Figura 7 Variação média anual do número de edifícios clássicos em Portugal -----	20
Fonte Instituto nacional de estatística	
Figura 8 Diagrama da construção sustentável -----	24
Fonte autora	
Figura 9 Diagrama da construção-----	24
Fonte autora	
Figura 10 Metas de redução de emissões de dióxido de carbono-----	25
Fonte Martins et al 2009	

Figura 11 Metas de redução de emissões de dióxido de carbono-----	25
Fonte Paiva (2002, cit in Jardim 2009)	
Figura 12 Estado de conservação de edifícios do parque português com necessidade de reparação -----	26
Fonte Instituto nacional de estatística	
Figura 13 Proporção de edifícios clássicos por época de construção e estado de conservação em Portugal (2011) -----	27
Fonte Instituto nacional de estatística	
Figura 14 Proporção de edifícios clássicos por época de construção e estado de conservação em Portugal (2011) -----	29
Fonte Instituto nacional de estatística	
Figura 15 Edifícios licenciados por cada 100 construções novas em Portugal -----	30
Fonte Instituto nacional de estatística	
Figura 16 Evolução dos trabalhos de reabilitação-----	31
Fonte Martins et al (2009)	
Figura 17 Planta de localização-----	41
Fonte http://www.patrimonio.pt/index.php/com-credenciais/428-edificio-sede-do-banco-de-portugal acedido a 02/03/2015 as 01:10	
Figura 18 Alçados-----	41
Fonte http://www.patrimonio.pt/index.php/com-credenciais/428-edificio-sede-do-banco-de-portugal acedido a 02/03/2015 as 01:10	
Figura 19 Fotomontagem em fase de concurso-----	42
Fonte http://www.patrimonio.pt/index.php/com-credenciais/428-edificio-sede-do-banco-de-portugal acedido a 02/03/2015 as 01:10	
Figura 20 Fotografia do interior da igreja de São Julião Após conclusão da Obra-----	42
Fonte José Manuel Rodrigues retirado de http://www.patrimonio.pt/index.php/com-credenciais/428-edificio-sede-do-banco-de-portugal acedido a 02/03/2015 as 01:10	
Figura 21 A Green Dot Animo Leadership High School -----	45
Fonte http://www.wikienergia.pt/~edp/index.php?title=Los_Angeles_ganha_escola_com_%E2%80%99Cparede_fotovoltaica%E2%80%99D_gigante acedido a 04/03/2015 as 23:46	

Figura 22 Gama de dispositivos de sombreamento-----	47
Fonte http://issuu.com/gome/docs/a_green_vitruvius acedido a 02/03/2015 as 02:22	
Figura 23 Iluminação passiva indireta -----	48
Fonte http://issuu.com/gome/docs/a_green_vitruvius acedido a 02/03/2015 as 02:37	
Figura 24 Sistemas solares de ganho direto e de parede de trombe -----	50
Fonte http://wikienergia.pt/~edp/images/a/ac/SistemasSolaresPassivos.jpg acedido a 03/03/2015 as 22:42	
Figura 25 Parede de trombe -----	52
Fonte https://www.pinterest.com/pin/477663104198886351/ acedido a 03/03/2015 as 22:56	
Figura 26 Fachada de dupla pele ventilada -----	53
Fonte http://www.techitt.com/Homepage/verDestaqueArquitectura.php?id=61 / acedido a 03/03/2015 as 23:18	
Figura 27 Estufa no Inverno, Casa solar passiva de Vale Rosal Coimbra vista de SE no Inverno -----	54
Fonte http://arquitecologia.org/Descs/CliFautl0.htm acedido a 03/03/2015 as 23:32	
Figura 28 Estufa no Verão, Casa solar passiva de Vale Rosal Coimbra vista de SE no Verão ----	55
Fonte http://arquitecologia.org/Descs/CliFautl0.htm acedido a 03/03/2015 as 23:32	
Figura 29 Arrefecimento pelo solo -----	56
Fonte http://www.baukultur.pt/canais.asp?id_canal=142 acedido a 05/03/2015 as 23:43	
Figura 30 Chaminé térmica solar -----	56
Fonte http://arquitecologia.org/Descs/CliFautl0.htm acedido a 05/03/2015 as 00:10	
Figura 31 Torre de Iluminação -----	57
Fonte http://www.construmatica.com/construpedia/Archivo:Lumiducto-1.jpg acedido a 05/03/2015 as 00:57	
Figura 32 Sistema solar térmico -----	58
Fonte http://www.sunflower-solar.com/index_pt.php?act=content&scheduler_id=2161 acedido a 06/03/2015 as 15:35	
Figura 33 Sistema solar térmico parabólico -----	61
Fonte https://revolucaoenergetica.wordpress.com/2014/01/03/concentradores-solares-e-gerao-de-energia/ acedido a 06/03/2015 as 15:55	

Figura 34 Sistema solar térmico parabólico -----	61
Fonte http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=batido-recorde-mundial-de-eficiencia-na-conversao-energia-solar-eletricidade acedido a 06/03/2015 as 16:15	
Figura 35 Energia Solar Fotovoltaica-----	61
Fonte http://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/energia-solar-fotovoltaica acedido a 06/03/2015 as 17:00	
Figura 36 Energia Solar Fotovoltaica-----	61
Fonte https://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2015/05/paineis-fotovoltaicos-sao-isentos-de-impostos-pela-ci/26242 acedido 06/03/2015 as 17:18	
Figura 37 Central eólica-----	63
Fonte http://coordenadas-geograficas.blogspot.pt/2010/05/funcionamento-de-diversos-tipos-de.html acedido 06/03/2015 as 21:10	
Figura 38 Central hidroelétrica-----	64
Fonte http://www.explicatorium.com/Energia-hidrica.php acedido 06/03/2015 as 21:45	
Figura 39 Energia geotérmica-----	65
Fonte http://chantilly.unblog.fr/category/sondage/ acedido 09/03/2015 as 22:05	
Figura 40 Energia biomassa-----	67
Fonte http://seventouch.blogspot.pt/2009/08/fontes-de-energia.html acedido 09/03/2015 as 22:47	
Figura 41 Energia biomassa-----	74
Fonte Mateus 2004	
Figura 42 Construção em terra - Taipa de pilão-----	76
Fonte http://arquitectandoufpb.blogspot.pt/2012/06/materiais-de-construcao-terra.html acedido 10/04/2015 as 22:15	
Figura 43 tijolos de adobe-----	77
Fonte http://www.pensamentoverde.com.br/arquitetura-verde/vantagens-desvantagens-tijolo-adobe/ acedido 10/04/2015 as 23:05	
Figura 44 Paredes de tabique-----	78
Fonte http://tabiquenaamtqt.blogs.sapo.pt/ acedido 10/04/2015 as 23:49-	
Figura 45 Paredes de tabique-----	79
Fonte https://afloret9.wordpress.com/ acedido 10/04/2015 as 23:54	

Figura 46 | Escalas (Macro, Micro Nano Escala) -----86

Fonte | Mohamed Ahmed Mohamed Magdy; ZERO CARBON ARCHITECTURE The future challenges & the Nanotechnology solutions, abril de 2010 retirada de | Silva, Bruno; Nano Revolução na Arquitetura do Amanhã, 2014

Figura 47 | Exemplos de aplicação de nano materiais numa casa típica-----87

Fonte | Broekhuizen et al 2009 retirada de | NANO@CONSTRUÇÃO (p.5-23), Edições Centro Habitat - 2011

Figura 48 | Igreja de Jubilee em Roma-----88

Fonte | [https://www.google.pt/search?q= www.birdiepics.com%252Frichard-meier-arch%252F%3B640%3B450/](https://www.google.pt/search?q=www.birdiepics.com%252Frichard-meier-arch%252F%3B640%3B450/) acedido 10/04/2015 as 23:35

Figura 49 | Zona de aplicação do isolamento térmico-----89

Fonte | energy Codes USA retirada de | NANO@CONSTRUÇÃO - 2011 (p.1-5), Edições Centro Habitat - 2011

Lista de Tabelas

Tabela 1 Principais definições de desenvolvimento de produtos com elevado desempenho ambiental	14
Tabela 2 Sumário dos riscos para a saúde e os efeitos sobre o ambiente da construção de edifícios.....	32
Tabela 3 Numero de áreas de reabilitação urbana.....	37
Tabela 4 Previsão da reserva em anos dos materiais.....	69
Tabela 5 Hierarquia para a escolha de materiais para a construção de portas e janelas....	82

Lista de Acrónimos

CAE - Conselho de Arquitetos da Europa

CIB - Comité International du Batiment

ONU - Organização das nações Unidas

EU - União Europeia

AL21 - Agenda Local 21

INE - Instituto Nacional Estatística

IPMA - Instituto Português Mar Atmosfera

AECOPS - Associação de Empresas de Construção e Obras Publicas

ACV - Avaliação do Ciclo de Vida

Capítulo 1

Introdução

1.1- Enquadramento

A humanidade tem utilizado os recursos naturais disponíveis em prol da sua sobrevivência. A floresta que é consumida hoje em dia não tem tempo de se regenerar em número e tipo, e assim como a floresta o mesmo acontece a quase todos os recursos naturais. Existem portanto graves problemas do ponto de vista da sustentabilidade nas escolhas e na atitude perante o modo como interagimos com a vida e o mundo.

O consumo da madeira, que é um dos principais elementos da construção, do ponto de vista da arquitetura, não é compensado pelos gastos financeiros e níveis de poluição, que advêm do transporte, armazenamento e transformação em novos produtos, com base nesta matéria-prima.

As indústrias dos países desenvolvidos consomem cerca de 75% da energia mundial, em relação aos países menos desenvolvidos, com maior densidade populacional, que apenas consomem cerca de 25% da energia disponível. Constatando-se um enorme desfasamento na relação; produção de *energia/população*.¹

Se por um lado a utilização de matérias-primas, como a madeira, são importantes para a chamada “*arquitetura verde*” ou “*eco-arquitetura*”, por outro lado não têm tomado as devidas providências no que respeita às consequências e o seu respetivo impacto na natureza. São muitos os cientistas que têm dado a conhecer as suas preocupações sobre estes aspetos.

Estamos na era da utilização da energia solar, que consegue responder melhor do ponto de vista da sustentabilidade que a madeira, no que concerne às potencialidades de produção energética, e no consumo de matérias-primas.

Encontra-se o problema da relação “*eco-arquitetura*” versus “*arquitetura sustentável*”.

O termo *sustentabilidade* conota-se diretamente com a palavra *sustentação*, que quer dizer; manutenção, continuação, prolongamento, manter vivo.

A palavra *sustentar* representa a ideia de se estar hábil para continuar a manter².

Para se pensar em sustentabilidade, devemos ter em consideração um sistema complexo que se completa e complementa entre três aspetos fundamentais, que são; os aspetos ecológicos, os aspetos económicos e os aspetos sociais.

¹ Pinto, Luis et al, 2013. “What Happens to Design? Global Architecture”, LATEST ADVANCES in EDUCATIONAL TECHNOLOGIES, Published by WSEAS Press, ISSN: 2227-4618 www.wseas.org ISBN: 978-1-61804-093-0, p.23-25

² Idem

Se se conseguir uma boa relação e o máximo aproveitamento das vantagens de cada um destes itens anteriores, então estaremos no caminho certo para a construção de um produto sustentável, desde que se considerem e conjuguem outros três fatores, que são; reutilizar, renovar e reciclar.

Atendendo ao conjunto de ligações e considerações que devem ser tomadas em conta, para a produção do projeto final, o Planeta e o Ambiente, vão se manter sustentáveis e ecologicamente em equilíbrio, assim se espera.

Com base nas informações recolhidas ao longo de uma investigação direcionada à procura de respostas plausíveis e coerentes no que respeita às atitudes projetuais sustentáveis, desde o nível inicial, ensino e investigação, até ao nível final que corresponde ao projeto à execução e aos resultados esperados.

Para isso contribuíram nas conclusões deste trabalho, um número alargado de livros, teses e artigos científicos, para além da minha própria experiência profissional e de entrevistas a arquitetos e engenheiros fundamentaram os objetivos e os resultados obtidos.³

Este trabalho desenvolve-se em três capítulos fundamentais e estruturantes onde no primeiro capítulo iremos abordar, após o enquadramento, a sustentabilidade do ponto de vista técnico e do projeto, seguindo-se a sustentabilidade do ponto de vista ecológico realizamos ainda uma análise swot, com vista a justificar as conclusões ao nível científico e prático, fazendo-se ainda um breve resumo sobre a situação portuguesa.

No segundo capítulo iremos abordar a construção sustentável, os seus princípios e critérios, o funcionamento sustentável das construções novas e reconstruções, assim como a regeneração e a reabilitação.

No terceiro e último capítulo iremos abordar a energia e materiais disponíveis a aplicar numa construção, com as suas vantagens e desvantagens para a construção sustentável.

³ Anexo 1 - Entrevista com o Professor Doutor Arquiteto Augusto Pereira Brandão, em 06 de Março de 2015.

1.2- Sustentabilidade do ponto de vista técnico e do projeto

Os edifícios consomem mais de metade da energia usada e produzem mais de metade dos gases que veem modificando o clima nos países desenvolvidos são pois considerados os principais responsáveis pelos impactos causados á natureza.⁴

Muitos autores apontam o facto de a construção ser muito murososa, o que desperdiça recursos, pois vão estar a ser sempre originados resíduos/desperdícios. No geral a habitação não prevê formas de gerir desperdícios nem durante nem depois da edificação, muito menos no seu fim de vida.

Existe legislação para se tentar acabar com a problemática dos resíduos poluentes mas nem sempre tem sido fácil aplicá-la, basta para isso qualquer um de nós, pensar no lixo doméstico, que ainda numa fase inicial nem todos o separam ou reciclam.

A maneira como a edificação é habitada também define um pouco a sua insustentabilidade, ou sustentabilidade, e isso já depende dos requisitos de conforto individuais, como por exemplo separação de resíduos, minimizar o consumo como diz James Lovelock⁵ “temos todos de ser mais frugais”.

A construção é o sector que mais consome recursos naturais como espaço materiais energia e água. Em Portugal é o setor que consome mais recursos humanos e financeiros, sendo no entanto a segunda maior empregadora a seguir ao estado.⁶

Sendo a construção um bem necessário mas ao mesmo tempo um bem insustentável, o que se pode fazer para a tornar um bem sustentável?

Todo o processo tem que ser repensado desde o início, ou seja desde o projeto, onde tem que ser considerados todas as variáveis, o clima, as culturas, as tradições construtivas, as obras-primas e a sua regeneração o reaproveitamento dos bens acessíveis e reciclados; Tem que se afirmar um maior compromisso entre construtores e projetistas.

A elaboração de um projeto de arquitetura sustentável deve ter em consideração todo o ciclo de vida do edifício, deve ter em consideração o uso, a manutenção e por fim a reciclagem ou demolição do mesmo. Não existe uma forma exata para a sustentabilidade existe sim uma maneira de tentar praticá-la segundo várias soluções. “É extremamente importante que o profissional tenha em mente que todas as soluções encontradas não são perfeitas, sendo apenas uma tentativa de busca em direção a uma

⁴ www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=23&Cod=1040 , acedido a 01/05/2015 as 20:40

⁵ Lovelock - A vingança de Gaia, 2007.

⁶ Mourão Joana, Pedro Branco João - *Princípios da edificação sustentável*. LNEC, 2012, p.26-37

arquitetura mais sustentável. Com o avanço tecnológico sempre surgirão novas soluções mais eficientes.”⁷

O arquiteto, de acordo com alguns profissionais e professores entendem que devem optar por materiais de fácil aplicação sem muitos recursos, materiais reciclados, reutilizados ou renovados, sendo que irá contribuir para uma melhor qualidade do ambiente, poupando nos recursos, poupando nos desperdícios criados. A aplicação destes materiais pode mesmo ser uma imagem do próprio arquiteto, tornando-se uma característica intrínseca da atitude projetual.

Torna-se também obviamente um projeto mais económico, sendo que muitas empresas praticam preços mais caros a produtos reciclados.

Existem no entanto alguns pontos/recomendações a ter em consideração que podem ser de grande ajuda na elaboração do projeto:

- Avaliar o que as decisões tomadas irão ter sobre o meio ambiente nomeadamente no ar, água, solo, flora, fauna e ecossistema e tentar evitar os menores danos possíveis;
- Implantação e análise da envolvente;
- Escolha de materiais não tóxicos, recicláveis e reutilizáveis;
- Minimizar e reduzir os resíduos;
- Otimizar o uso dos edifícios;
- Promover eficiência energética através de fontes alternativas;
- Redução no consumo de água;
- Boa qualidade ambiental interna;
- Uso de arquitetura bioclimática⁸;

⁷ Yeang et al. 1999

⁸ A arquitetura bioclimática é a projeção dos edifícios a pensar nos recursos disponíveis na natureza (sol, vegetação, chuva, vento) para minimizar os impactos ambientais e reduzir o consumo energético.



Figura 1 - Investidores e empreendedores

Um projeto sustentável garante um maior cuidado nas soluções propostas nos vários níveis, ambientais sociais culturais e económicos, o que garante uma maior vantagem para o consumidor, pois vai poder usufruir de uma casa mais saudável, mais confortável e com menos gastos.

Pode ser um meio vantajosos para o cliente para o construtor/arquiteto pois este pode promover-se mais uma vez através destes projetos, que tem como principais vantagens:

- Redução dos custos de investimento;
- Diferenciação e valorização do produto;
- Redução dos riscos;
- Mais produtividade e saúde do usuário;
- Novas oportunidades de negócios;
- Satisfação de fazer a coisa certa.

Legislação e Normas

Neste capítulo pareceu-nos importante resumir um conjunto de legislação genérica sobre projetos sustentáveis.

Desde o Relatório Brundtland que a sustentabilidade tem criado uma série de preocupações para várias organizações, nomeadamente, Conselho de Arquitetos da Europa (CAE), o *Comité International du Bâtiment* (CIB), Organização das Nações Unidas (ONU) e a União Europeia (EU). Estas organizações têm intervindo com programas ao nível do desenvolvimento sustentável das cidades europeias como a Carta de Aalborg⁹ e a Carta de Hanôver¹⁰.

Durante as décadas de 70 e 80 a Europa possuía uma legislação direcionada para emissão de substâncias contaminantes e só a meados de 80 veio a preocupação assim como as primeiras legislações para o consumo dos recursos naturais.

Em 1992 a Cimeira da Terra adoptou um plano para proteção do meio ambiente que abrange também temas económicos sociais e culturais, este plano foi aceite por 150 países e é conhecido pela Agenda 21.¹¹ Quatro anos mais tarde surge a Agenda Local 21 (AL21), que se adapta para cidades, autarquias ou comunidades locais.

Em Portugal ainda se verifica um grande atraso na implantação do AL21, sendo que Portugal ainda se encontra a resolver problemas ambientais de primeira geração tais como água, saneamento e resíduos sólidos urbanos.

A Agenda 21 prevê e deseja um aumento da responsabilidade e investimento dos intervenientes da construção nas áreas:

- Conceção de novos materiais reciclados ou produzidos por fontes renováveis;
- Elaboração de sistemas *plug-in*, ou seja, de montar e desmontar e de reutilização fácil;
- Normalização e modulação dos componentes;
- Melhoria dos instrumentos para o prognóstico do comportamento dos componentes e sistemas;
- Nova Logística para reciclagem de ciclo fechado;
- Sistema de informação on-line sobre os produtos.

⁹ União Europeia - Carta das Cidades europeias para a sustentabilidade, 1994.

¹⁰ União Europeia - Hanover Call of European municipal leaders at the turn of the 21st century, 2000.

¹¹ ONU - Agenda 21, 2000.

O Conselho dos Arquitetos da Europa (CAE), defende também a importância de intervir para uma melhor sustentabilidade, em virtude da gravidade de problemas como o crescimento dos subúrbios e a dispersão rural, a destruição de centros históricos, a diminuição da superfície mínima de habitação admitida nas normas, o aumento da poluição, o aumento do consumo de energia. Para isso o CAE cria o livro branco da arquitetura europeia, “ A Europa e a Architectura Amanha” onde são apontadas várias estratégias:

- Requalificar as periferias, trazendo-lhe melhor meios de transporte, com melhores acessos para reduzir o consumo de energia e a poluição;
- Avaliar os projetos segundo o microclima da região para tentar prevenir os erros das últimas décadas;
- Aplicar materiais, produtos, sistemas mais duradouros e mais económicos em energia para a construção manutenção e reabilitação;
- Por em prática todo o potencial da engenharia moderna para a reciclagem e o tratamento dos resíduos;
- Estimular a responsabilidade cívica dos produtores e consumidores para a redução de resíduos;
- Integrar a vida o trabalho o lazer e a cultura tudo num só local para reduzir o recurso ao transporte.

Foi também adaptada a agenda 21 a construção sustentável onde tem três princípios básicos:

- Criar um quadro global e uma terminologia que potencie todas as agendas nacionais, regionais e sub-setoriais;
- Criar uma Agenda para as atividades do CIB neste campo, e para coordenar o CIB¹² com as organizações especializadas suas associadas;
- Disponibilizar um documento de referência para a definição das atividades de investigação e desenvolvimento no sector da construção.

A Agenda 21 para a construção sustentável desenvolve para a indústria da construção:

- alcançar uma relação mais próxima com os agentes de concepção de edifícios;
- melhorar os parâmetros de desempenho ambiental;
- repensar os processos construtivos correntes tendo em vista uma maior sustentabilidade.

¹² International Council for Research and Innovation in Building and Construction

Sugestões e legislações vão sendo criadas para chegarmos a uma arquitetura/construção sustentável mas como já anteriormente referimos, não é fácil, pois não existe uma fórmula exata.

1.3 - Sustentabilidade do ponto de vista ecológico

A sustentabilidade ecológica é o que precisamos para nos mantermos vivos no planeta terra, ou seja, temos que preservar os recursos naturais para poder utilizá-los no futuro.

Enquanto seres humanos racionais somos responsáveis pela nossa envolvente ou seja pelo meio ambiente, no entanto olhando para o processo de industrialização e o progresso tecnológico vemos que não foram de grande exemplo como responsáveis pelo mesmo.

Nós já consumimos mais do que produzimos, estamos a tirar mais da terra do que ela pode oferecer o que no futuro poderá causar desastres ecológicos, pobreza, fome e extinção.

O equilíbrio ecológico e a cadeia alimentar é posto em causa com a degradação da biodiversidade. O Homem tem utilizado em demasia os recursos naturais, não respeitando a natureza e esta já não se encontra em equilíbrio. As cidades têm-se transformado em lugares sobrelotados sem espaços verdes. As alterações climáticas, a dependência de combustíveis fósseis, a inadequada utilização de recursos hídricos têm conduzido a efeitos catastróficos para o Homem a vários níveis tanto de saúde como ambientais.

Está iminente o fim dos recursos naturais se não se adotarem medidas contrárias. O ser humano tem que ser sensível aos problemas do meio ambiente visto ser o futuro da civilização que está em causa.

Têm que se arranjar medidas alternativas ao uso excessivo do meio ambiente e tornar este sustentável. O aumento da população pode ter aspetos positivos e aspetos negativos para a natureza, sendo que temos que trabalhar os dois. Se por um lado o aumento populacional gera crescimento económico por outro lado provoca miséria, degradação ambiental e poluição.

O aumento da população pode ter aspetos positivos e aspetos negativos para a natureza, sendo que temos que trabalhar os dois. Se por um lado o aumento populacional gera crescimento económico por outro lado provoca miséria, degradação ambiental e poluição.

Deverá ser perante esta constatação que surge a noção de desenvolvimento sustentável.

“Conciliar o desenvolvimento económico e crescimento populacional com a preservação ambiental e pôr fim á pobreza no mundo. A Humanidade tem conhecimentos para se desenvolver de uma forma sustentável, garantindo as necessidades do presente, sem comprometer as necessidades das futuras gerações.”¹³

¹³ Comissão Mundial para o Ambiente e Desenvolvimento.

A reciclagem, como é óbvio, contribui para o meio urbano através do tratamento do lixo urbano. O lixo é tratado como matéria-prima para fazer novos produtos, e assim é enviado menos lixo para os aterros sanitários, sendo que também se utiliza menos matéria-prima pois já se está a reciclar.

Também na construção temos que ter em conta o ecossistema e se o material que estamos a utilizar não poderia ser um material reciclado para podermos poupar o meio ambiente.

Estudarmos o nosso ecossistema é importante, é preciso aplicar a sustentabilidade no dia a dia e nas grandes intervenções para diminuir o impacto sofrido no meio ambiente e reconstruí-lo, por exemplo: utilizar a madeira, mas fazer o reflorestamento para garantir seu uso no futuro.

As organizações empresariais têm um papel muito importante no desempenho da sustentabilidade ecológica, pois elas podem e devem desenvolver um modelo de trabalho baseado na sustentabilidade, um modelo que não apenas os beneficie mas que beneficie também o ambiente e a sociedade.

Sustentabilidade é todo o processo que tem a qualidade de continuidade e preservação, ou seja para que haja sustentabilidade não pode haver extinção dos recursos, tem que haver tempo para a renovação dos mesmos.

1.4 - Análise Swot

A análise SWOT passou a ser uma ferramenta de trabalho que proporciona um melhor entendimento sobre o programa a adotar e as estratégias para a resolução dos problemas menos positivos.

Com este conceito e método, vamos analisar e comparar os aspetos positivos, as fraquezas do produto, as oportunidades que lhe são conotadas e os problemas existentes no momento para a aplicabilidade da ideia ou projeto de produto. Posteriormente pondera-se e toma-se uma resolução sobre a metodologia a adotar.

Como exemplo, imagine-se um projeto sustentável de um edifício, se for realizada uma análise SWOT, teremos os seguintes parâmetros de avaliação:

Positivo

- Produto Inovador
- Publicidade Positiva
- Eco amigo
- Originalidade
- Novas Formas Estéticas
- Novos Clientes
- Menor Consumo das Reservas Ambientais

Fraquezas

- Menos Experiencia
- Afirmação no Mercado
- A Pouca Quantidade de Materiais Sustentáveis no Mercado
- Dificuldade na Reutilização Ambiental

Oportunidades

- Apoio Financeiro
- Taxas Governamentais
- Com os Produtos Reciclados Promover a Produção em Massa desses Produtos
- Oportunidades de Negócio Paralelos
- Investigação

Problemas na Aplicação

- Crise Mundial
- Durabilidade e Resistência dos produtos que ainda não foram estudados ou testados.
- Mercado Sazonal

Fatores Humanos na Sustentabilidade

Entendemos fatores humanos todos aqueles que se relacionam com o bem-estar do Homem no sentido mais lato.

Com a industrialização começou a haver um maior aumento de produção para haver maiores lucros sem se olhar ao meio ambiente, como a desmatção, a poluição das águas ou o fim dos recursos naturais.

É importante que o consumidor altere o seu modo de vida, e seja direcionado para uma responsabilidade acrescida, no que respeita à sua obrigação de reciclar, bem como uma educação ao mesmo nível, para que a sustentabilidade venha a ser sustentável. É, também, importante para as organizações empresariais gerirem as pessoas de modo a criarem um modelo sustentável para a sua empresa, e para isso é importante saber as diferenças das pessoas, e coloca-las nas devidas funções para criar um cenário de prospeção de sustentabilidade. A responsabilidade ou sustentabilidade social é o comprometimento voluntário das organizações com o desenvolvimento da sociedade e a preservação do meio ambiente de forma consciente de que estará contribuindo para a construção de uma sociedade mais justa. Assim, se presume que as organizações gerem receitas e se desenvolvam relativamente, mas que também contribuam para que a sociedade se desenvolva consciente de que todos os recursos naturais são finitos e devem ser utilizados de maneira responsável.

Os fatores humanos na sustentabilidade são de grande importancia nas organizações, pois no mundo moderno existem irregularidades tais como:

- Desigualdade social;
- Crescimento desproporcional da população;
- Uso excessivo dos recursos naturais.

Estes fatores podem e devem ser combatidos diretamente pela sociedade. A sociedade tem pilares de sustentação que são o acesso á:

- Saúde;
- Educação;
- Desenvolvimento de técnicas industriais, económicas e financeiras;
- Política e o meio ambiente.

Os fatores humanos na sustentabilidade procura um equilíbrio de todos estes pilares.

Fatores Económicos na Sustentabilidade

Entendemos como fatores económicos todos aqueles que vão influenciar na tomada de decisões ao nível das opções a aplicar no projeto, valorizando-o.

A sustentabilidade económica, segundo varios autores, está relacionada a uma gestão eficiente dos recursos caracterizado pela padronização de fluxos do investimento público ou privado e intervém na avaliação da eficiência por processos macro social.

Uma sustentabilidade economica visa um empreendimento que não seja caro e que gere lucros rápidos, com fundamento de um desenvolvimento estável, para isso é fundamental a boa gestão dos recursos naturais, por exemplo a utilização/produção da energia renovavel em substituição da não renovavel, visa o presente, efetuando as medidas necessarias, sempre com ideia no futuro, interligando-se com outros fatores como os fatores ambientais.

As organizações empresariais ainda sentem receio no investimento a aplicar para a sustentabilidade, pois ainda existe a ideia do investimento ter um retorno mais longo, este receio deve-se também á falta de fatores humanos na organização. A sustentabilidade económica é a base de uma sociedade estável, sendo que é ela que viabiliza o desenvolvimento sustentável.

Todas as empresas deveriam no mínimo implementar estes pequenos exemplos abaixo para uma sustentabilidade económica:

- Utilização sempre que possível de energias renováveis. Exemplos eólicos e solar;
- Tratamento de todos os resíduos com base na reciclagem;
- Uso racional de energia e água;
- Tratamento adequado a todos os poluentes que possam ser gerados no local;
- Uso sempre que possível de meio de transporte de mercadorias mais económico e menos poluente, o meio ferroviário e marítimo são os menos poluentes.

Fatores Ecológicos na Sustentabilidade

A sustentabilidade ecológica é o que nós precisamos para nos mantermos vivos no planeta terra, temos que preservar os recursos naturais para os termos no futuro.

Os recursos naturais servem para minimizar danos de sustentação da vida por isso devemos preservar o ecossistema o mais que nos for possível os princípios básicos são:

- Redução dos resíduos tóxicos e da poluição;
- Reciclagem de materiais e energia;
- Conservação de matérias-primas;
- Tecnologias limpas e de maior eficiência;
- Regras para uma adequada proteção ambiental;

PRINCIPAIS DEFINIÇÕES DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS COM ELEVADO DESEMPENHO AMBIENTAL

PESQUISA	DEFINIÇÃO DE “DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS AMBIENTAIS”
Pujari, Wright e Peattie (2003)	As práticas organizacionais nas questões ambientais estão integradas no processo de desenvolvimento de produto.
Kaebernick, Kara e Sun (2003)	O desenvolvimento dos produtos abrange novas características ambientais do produto, as quais mostram potenciais de melhoramento na sua qualidade geral perante as exigências dos consumidores.
Donaire (1999)	É um processo marcado pela projeção e produção de produtos não agressivos ao meio ambiente, que sejam eficientes no consumo de energia e de recursos naturais, e que possam ser reciclados, reutilizados ou armazenados de forma segura.

Tabela 1 - Principais definições de desenvolvimento de produtos com elevado desempenho ambiental

Nos gráficos seguintes podemos ver as emissões de CO₂ no ano de 2006 em vários países, na totalidade e por habitante.

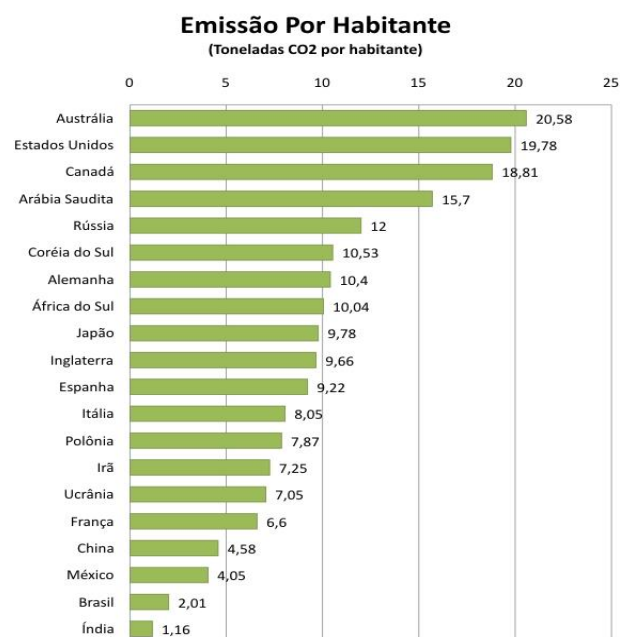


Figura 2 - Emissão de CO2 por habitante ano 2006.

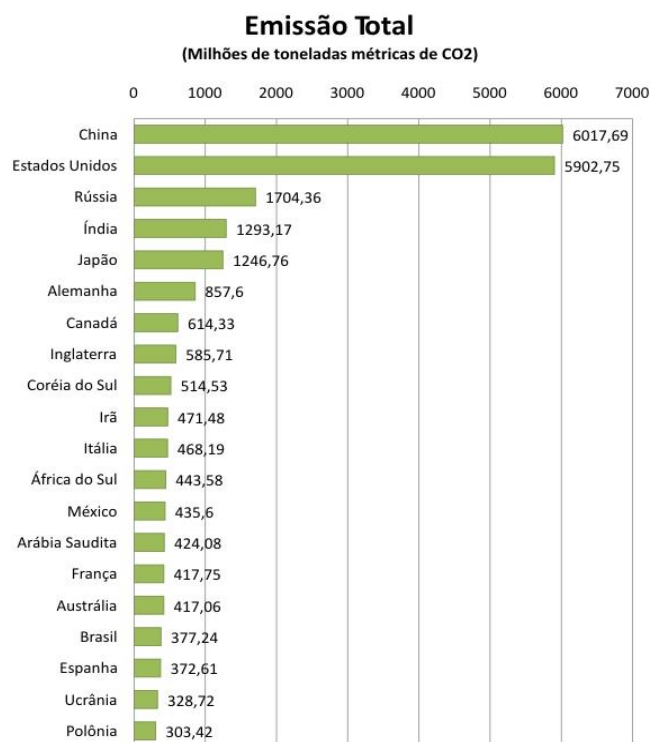


Figura 3 - Emissão de CO2 totalidade ano 2006.

O segundo gráfico mostra o quanto a economia dependente de combustíveis fósseis eleva a emissão *per capita*, verificando-se que países mais pobres emitem muito menos.

A principal causa da dificuldade em se chegar a um consenso na Cimeira de Copenhaga é a responsabilidade histórica pelo aumento da concentração de CO₂ na atmosfera terrestre, ninguém se acha ou quer ser responsável.

Com estes dois gráficos mostram-nos que os três fatores de sustentabilidade atrás descritos não estão aqui aplicados, não existe fator humano, existe sim uma desigualdade social e um uso excessivo de recursos naturais que afetam os pilares da sustentação. Não existe fator económico pois não existe gestão eficiente dos recursos. Não existe fator ecológico pois não se está a preservar o meio ambiente.

A conceção de um projeto sustentável deve relacionar-se segundo o quadro em baixo exemplificado:

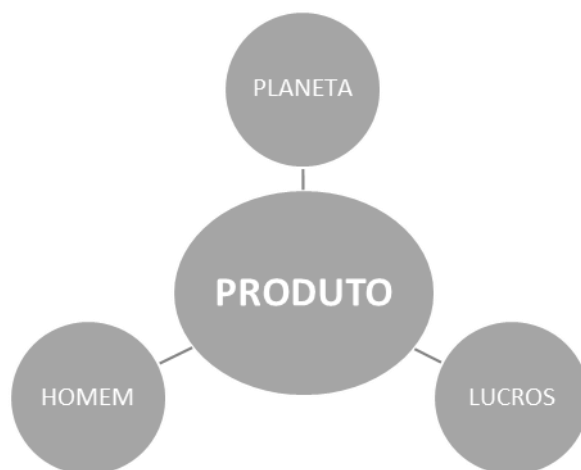


Figura 4 - Gráfico de projeto sustentável

No que respeita ao planeta devemos ter em consideração que o ambiente sustentado, relaciona-se diretamente com a preservação da natureza. Quanto ao ser humano, considera-se em linha de conta, os aspetos sociais, os efeitos da ergonomia e as necessidades subjacentes ao bem-estar do Homem.

Quando falamos de lucros deve-se ter em linha de pensamento a eficiência económica, os recursos existentes para um determinado projeto e os custos da sua manutenção.

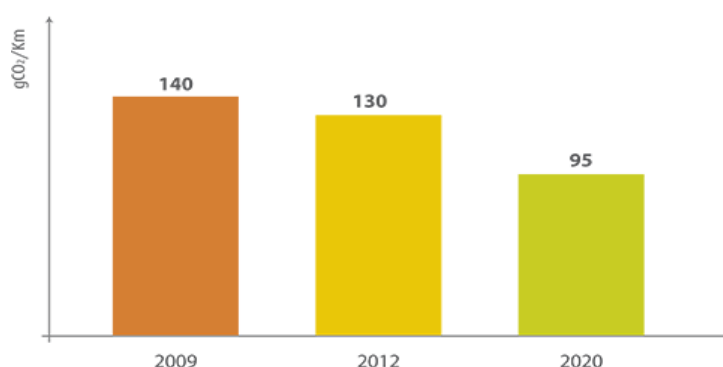
Dentro dos três elementos fundamentais do triângulo, conforme se dá maior ou menor importância a um dos elementos específicos, o termo da ideia de produto altera-se relativamente ao resultado final. Tornando-se num eco-projeto ou num projeto sustentável, sendo este último o mais plausível para os dias de hoje e para um futuro próximo. Ou seja, vamos aliar a ecologia com a tecnologia.

1.5 - Situação em Portugal

O território Português é influenciado pelas condições climáticas mediterrânicas, atlânticas e continentais, e embora as variações de fatores, (latitude, orografia, influencia do mar e do continente) as variações de temperatura são significativas no território nacional:¹⁴

- A media de precipitação anual é de 900 mm, mas no é Minho 3000 mm enquanto na faixa Litoral Sul é 500 mm;
- Anualmente as temperaturas médias variam entre 7 °C nas terras altas do interior Centro e 18 °C no litoral Sul;
- Os ventos sopram de Norte e Noroeste na faixa costeira Ocidental e de Sudoeste no litoral Sul.

Em Portugal o setor dos transportes é responsável pelo consumo de 27% do total de energia, e traduz-se em 25% das emissões de gases com efeito de estufa verificadas a nível nacional.¹⁵



Fonte: Comissão Europeia

Figura 5 - Metas de redução de emissões de dióxido de carbono.

Para tentar dar solução os problemas/causas da poluição em Portugal, a Assembleia da Republica criou em 2001 o Observatório Nacional Sobre as Alterações Climáticas em Portugal para fazer análises estudos sobre a mudança climática em Portugal.

Em seguida estará um gráfico de um projeto elaborado pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera, sobre o clima dos últimos 150 anos e o clima previsto até ao final do século. Este

¹⁴ Mourão Joana, Pedro Branco João - *Princípios da edificação sustentável*. LNEC, 2012, p.26-37

¹⁵ Idem

estudo utiliza como referencia os anos 1961-1990, assim como dois cenários socioeconómicos contrastantes.

O cenário RCP4.5 correspondente a uma evolução socioeconómica que controla o aumento das emissões com gases de efeito de estufa, atingindo um máximo na concentração em meados do séc. XXI. Em contraste, o cenário mais gravoso RCP8.5 representa um crescimento contínuo nas emissões durante o séc. XXI.

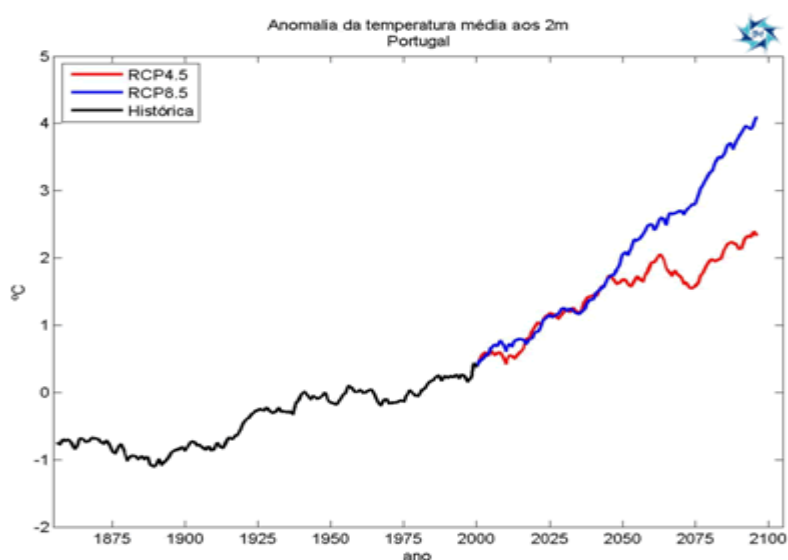


Figura 6 - Estudo da temperatura média.

Na primeira metade do século XXI a evolução da temperatura é muito semelhante, a diferença entre os dois cenários amplifica-se na segunda metade do século, havendo um claro contraste entre o litoral e o interior do país. O aquecimento médio no território no final do século XXI, é cerca de 2,5 °C e 4 °C, respetivamente para os cenários apresentados.

As mudanças climáticas terão impacto na sustentabilidade, tais como nos recursos hídricos, nas zonas costeiras, na agricultura, na saúde humana, na biodiversidade, na floresta, nas pescas e na energia.

Crescimento Populacional e Urbano

A população portuguesa em 2011 de acordo com os Censos era de 10561614 indivíduos, sendo uma população que reflete a tendência etária dos países mais desenvolvidos, uma população cada vez mais envelhecida, e um decréscimo de população, esta vive cada vez mais em centros urbanos sendo a maior parte no Litoral. Portugal possui uma das percentagens de

construção mais elevada *per capita* da União Europeia¹⁶ essa construção está no litoral onde se concentram os centros urbanos.

Estes fatos não ajudam o meio ambiente, os centros Urbanos são uma grande fonte de poluição, sendo também que cada vez possuem menos espaços verdes.

É preciso diminuir o ritmo da construção e repensar o ordenamento do território urbano nacional, para que se proporcione qualidade de vida.

Gestão dos principais recursos ambientais

- **Energia**

Possuímos um país pobre em recursos energéticos de origem fóssil, sendo que recorremos as importações. No entanto Portugal é um dos países que mais produz eletricidade através de fontes renováveis, o que representa um aumento de 20% em relação a 2012.¹⁷

O grande problema que se verificamos no país é o setor dos transportes, pois a população prefere o automóvel privado na vez do transporte público, quando usa transporte público usa mais o rodoviário na vez do ferroviário.

- **Resíduos**

Cerca de 58,3% do total da eletricidade consumida em 2013 foi de energia renováveis.¹⁸

O país só nos últimos anos tem desenvolvido técnicas para tratar os resíduos, antes estes não eram tratados ou poucos deles eram, devido ao pouco investimento na área. Até 1995 a gestão dos resíduos em Portugal resumia-se basicamente á operação de recolha e depósito em lixeiras, menos de 1% da população era servida com ecopontos. Em 2005 e por força da Diretiva Europeia 94/62 Portugal previa reciclar 15% de cada um dos tipos de resíduos.¹⁹

No ano passado, os portugueses colocaram nos ecopontos 239.928 toneladas de embalagens usadas, o que representa um aumento de 14,9% em relação a 2005, informou a Sociedade Ponto Verde.²⁰

¹⁶ Mourão Joana, Pedro Branco João - *Princípios da edificação sustentável*. LNEC, 2012, p.26-37

¹⁷ Idem

¹⁸ Idem

¹⁹ Idem

²⁰ Idem

- **Solos**

O solo de acordo com vários autores é o principal recurso natural, mas não tem sido bem preservado. A degradação do solo é um processo lento que muitas vezes passa despercebido.

É preciso fazer um melhor ordenamento do território, replantar o solo, redefinir zonas de proteção ecológica.

O solo tem sido contaminado pelos deficientes aterros, assim como a água, e pela atmosfera a erosão natural ou antropogénica contribui também para a alteração e degradação do mesmo.

O setor da habitação

A construção esteve em crescimento até por volta de 2003, nos grandes centros urbanos, o que não se faz através da sustentabilidade ambiental.

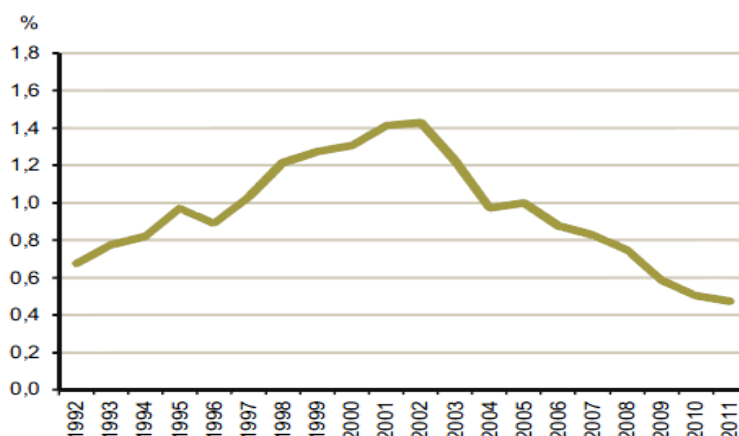


Figura 7 - Variação média anual do número de edifícios clássicos em Portugal (1992-2011)

O planeamento efetuado apesar de já ter melhorado ainda é deficiente para a construção de custos controlados, o que se verifica nos grandes centros urbanos, há deficiência no conforto na privacidade, nos espaços exteriores privados ou logradouros comuns, de espaços de arrumação, de espaços de circulação interior na própria habitação. Todos estes problemas vão criar desperdícios de recursos, energia, água, produção de resíduos etc.

- **Energia**

O setor dos edifícios representa 22% do consumo final da energia.²¹

²¹ Mourão Joana, Pedro Branco João - *Princípios da edificação sustentável*. LNEC, 2012.

Os consumos energéticos dedicados ao conforto ambiental tem aumentado a um ritmo elevado, pelo que tem que se ter um cuidado na elaboração dos edifícios, aplicar devidamente as regras e normas que promovem a utilização racional da energia.

A arquitetura tem um papel fundamental para as condições de conforto ambiental, pois ela explora, vários fatores imprescindíveis, como a localização geográfica e as características construtivas.

Para uma melhor eficiência energética de um edifício habitacional tem que ser em atenção dois pontos:

- Aguas quentes sanitárias - a fonte energética é o gás mas a eletricidade e a utilização da energia solar térmica poderá ter um impacto muito positivo. (A legislação Portuguesa já prevê painéis solares para edifícios novos);
- Classificação de eletrodomésticos e lâmpadas - é importante todas as pessoas estarem informadas sobre o consumo dos mesmos. Não menos importante é a luz natural.
- **Resíduos**

É nas zonas habitacionais que existe uma maior produção de resíduos e apesar de haver uma maior sensibilidade esta ainda não é suficiente.

O ecoponto é a estratégia mais utilizada e cada vez mais introduzidos na comunidade assim como as famílias introduzem nas suas próprias residências.

- **Solo**

Portugal tem cerca de ¼ do território de área de solo protegida. Se a construção continuar e aumentar teremos em breve uma escassez de solo, pelo que temos que começar a reabilitar na vez de construir de novo.²²

²² Mourão Joana, Pedro Branco João - *Princípios da edificação sustentável*. LNEC, 2012, p.26-37

Regulamentos

Regulamento Geral de Edificações.

Está em vigor desde 1951, e é ainda o regulamento que regula a construção em Portugal sendo que devido a sua antiguidade varias entidades já pedem a sua atualização.

Regulamento sobre Desempenho Energético dos Edifícios.

Durante a década de 90 foram aprovados dois regulamentos sobre o desempenho térmico dos edifícios, que definiam requisitos mínimos para os sistemas de climatização. Estes regulamentos vieram contribuir não só para o conforto interior dos edifícios mas também para o desempenho energético.

O nível de exigência dos regulamento era moderado mas veio introduzir a construção uma mais-valia para o consumo de energia como por exemplo o vidro duplo o isolamento térmico.

Estes regulamentos já foram revistos e agora esta em vigor um regulamento 2013 sempre com alterações de portarias sendo a ultima de 2015.

Formação e Investigação

No meio ambiente, a construção sustentável é um problema que nos sensibiliza cada vez mais, no entanto ainda nos falta muita formação na área.

O currículo da maior parte das Universidades a nível da Arquitetura e Engenharia Civil não tem ou tem muito poucas unidades curriculares sobre sustentabilidade. Apesar disso o número de arquitetos e engenheiros interessados no tema tem aumentado, e por isso têm sido feitos estudos e ensaios sobre a sustentabilidade.

Apesar de todos os esforços e da urgência necessária para a implantação a sustentabilidade ainda é um tema “esquecido” na sociedade e apesar de toda a preocupação na aplicação desta matéria, quando elaboramos um projeto a mesma não está presente, logo no início, pois quando se entrega o projeto ao município, a burocracia é excessiva e torna-se insustentável. Parece-nos que com os meios digitais, que hoje são facilmente acessíveis, não poderíamos substituir a entrega em moldes tradicionais por meios digitais poupando em tempo e dinheiro, evitando o desperdício desnecessário de meios e material? Fica esta pergunta por responder.

Capítulo 2

Construção Sustentável

➤ - Princípios e critérios

Podemos pensar que a sustentabilidade obrigava o regresso da população à vida mais natural, do campo mas não é isso que se pretende. É sim convencer a população que é possível usufruir de ambas, garantindo melhores condições ambientais e consequentemente melhor qualidade de vida para as pessoas.

Assim, as prioridades, que devem ser consideradas durante a fase de projeto, para se obter uma construção sustentável.

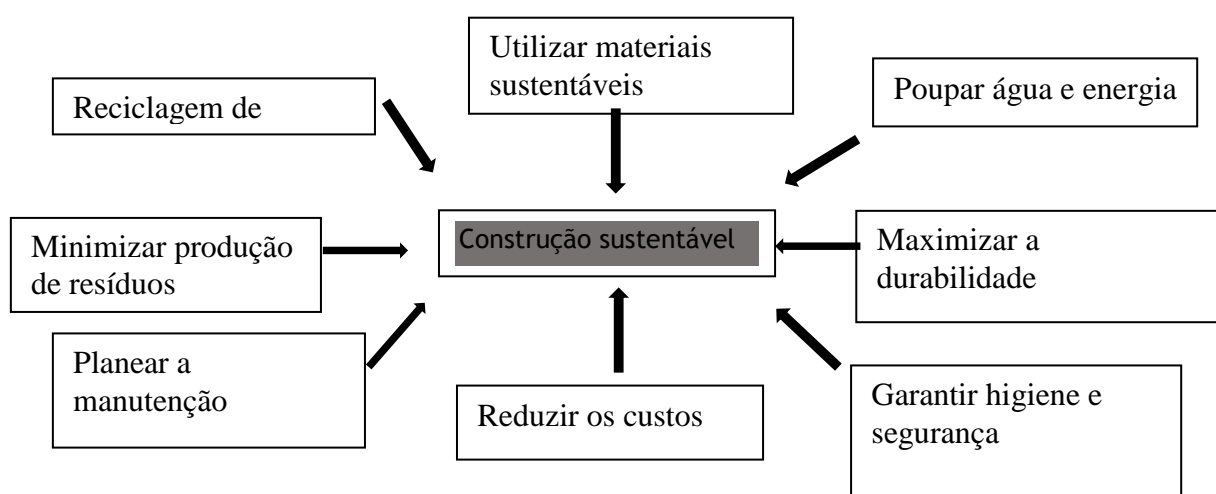


Figura 8 - Diagrama da construção sustentável

Na construção existe muita diversidade, os clientes, produtos, projetos, operações produtivas, tecnologias e unidades produtivas, esta diversidade classifica o setor da construção como “heterogéneo, fragmentado e segmentado”²³.

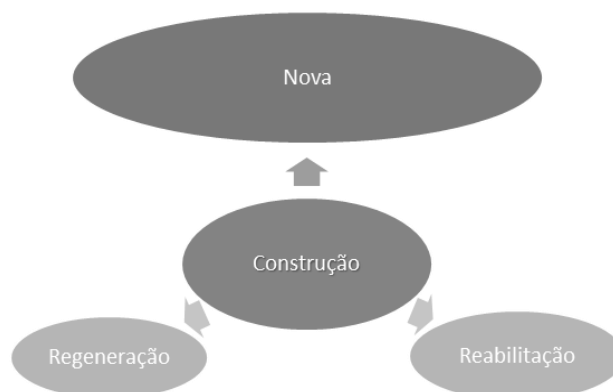


Figura 9 - Diagrama da construção

²³ Afonso et al. 1998.

A construção nova predomina no setor da construção podemos ver no gráfico seguinte que em 2009 em Portugal a reabilitação ainda só ocupava 6.2% do setor, atrás de Portugal só estava a Roménia, o País com maior reabilitação é a Alemanha com 32%. ²⁴

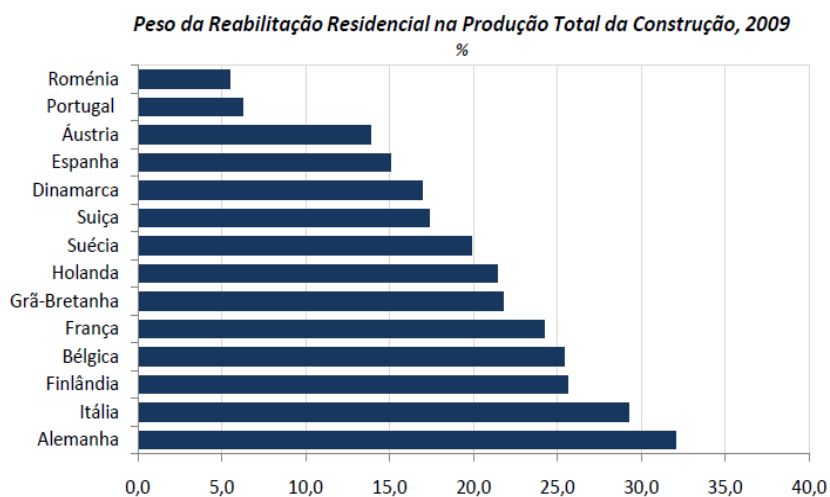


Figura 10 - Peso da reabilitação residencial na produção total da construção (2009)

É fundamental conhecer o parque habitacional existente para se tomarem decisões e estratégias sobre as intervenções nos edifícios. É preciso clarificar o estado e a evolução dos mesmos.

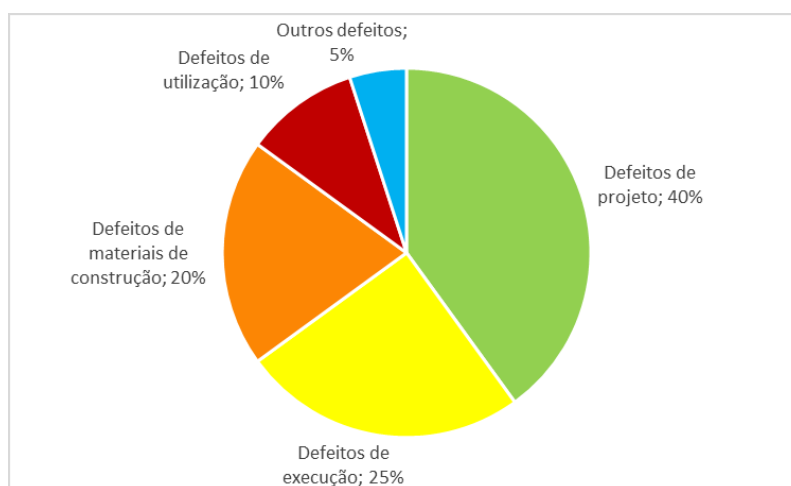


Figura 11 - Principais causas de anomalias em edifícios

²⁴ Martins et al. (2009)

As decisões a tomar são importantes pois são elas que vão perdurar no futuro, como se pode ver na figura anterior 40% das anomalias em edifícios devem-se a defeitos de projetos, um número que deve preocupar os projetistas.

O parque habitacional português é um dos mais recentes da Europa, teve um forte crescimento a partir de 1981, onde a construção nova era predominante, este crescimento deu-se com os fluxos migratórios para os grandes centros urbanos, e a construção sofreu um grande aumento mas perdeu qualidade. O aumento da construção em Portugal também tem a ver com o incentivo do crédito para a compra. O mesmo não sucede na Europa, o parque urbano europeu é mais antigo mas de melhor qualidade pois não teve uma construção sobre pressão.

Os centros urbanos sofreram um abandono devido a falta de condições económicas dos proprietários para atualizar os edifícios e estes começam a entrar em decadência. As pessoas começaram a migrar para as periferias da cidade para obter um maior conforto com a construção nova.

Existe em Portugal 27,2% de edifícios com necessidade de reparação, sendo que estes se encontram maioritariamente nos centros urbanos, que foram deixados em prol dos arredores da cidade.²⁵

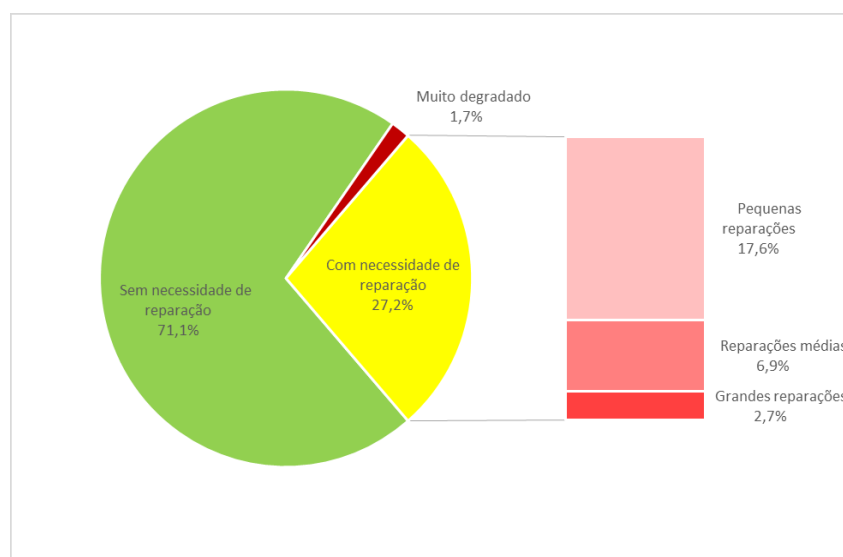


Figura 12 - Estado de conservação de edifícios do parque português com necessidade de reparação.

A relação entre a idade dos edifícios e o seu estado de degradação é importante, para se perceber a intervenção a efetuar. Podemos ver essa relação no gráfico acima onde os

²⁵ Mourão Joana, Pedro Branco João - *Princípios da edificação sustentável*. LNEC, 2012, p.26-37

edifícios mais degradados são os já construídos antes de 1919, os mais antigos, o que faz sentido, existe no entanto 1.7% de edifícios muito degradados construídos entre 2006-2011, estes são edifícios relativamente novos para já possuírem este nível de degradação.

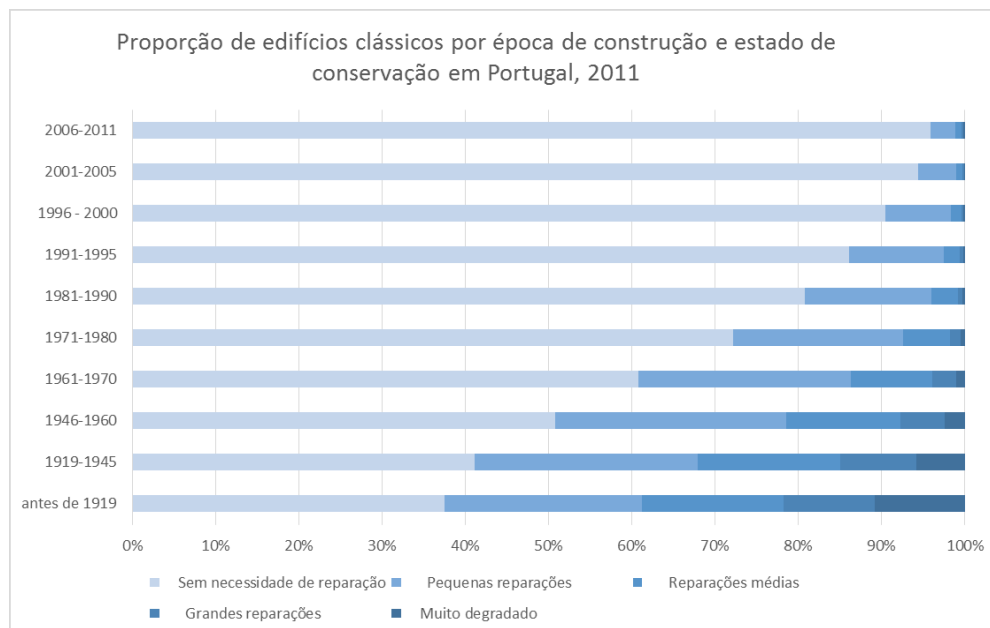


Figura 13 - Proporção de edifícios clássicos por época de construção e estado de conservação em Portugal 2011

É preciso referir que os valores acima e os gráficos foram construídos com base em observações dos inquiridores que na grande maioria não tem qualquer formação na área.

Temos que considerar a sustentabilidade como parte integrante da construção, seja a construção de que tipo for, pois é vital construir com sustentabilidade. A construção sustentável é uma construção que vai ao encontro das necessidades da maior partes dos ocupantes dos edifícios, sendo que como mais uma vez se refere salvaguarda os diferentes recursos para a geração futura.

Existem várias recomendações para fazer um projeto sustentável, a CIB recomenda aos intervenientes, arquitetos engenheiros, o seguinte:

- Uma abordagem mais integrada do projeto, tendo em consideração os fundamentos da construção sustentável e saber interpretar a etiquetagem ambiental;
- Considerar as qualidades ambientais dos materiais de construção como um ponto de partida do projeto;
- Desenvolver soluções de projeto do ponto de vista dos objetivos ambientais do produto final.

- Desenvolver o processo de conceção conjuntamente com os outros profissionais a fim de conseguir soluções otimizadas, usando métodos e ferramentas que lhes permitam controlar não só a estética e o custo, mas muitas outras variáveis, como a vida útil, os intervalos de manutenção, agentes poluidores, fatores de saúde dos utentes, aquecimento e humidade, tecnologia...
- Centrar a conceção funcional, sobre a fase de exploração (longa vida útil e flexibilidade de uso do edifício).
- Centrar o projeto técnico na durabilidade dos componentes, bem como na reparabilidade, da facilidade de desconstrução dos componentes, adotando sistemas abertos e técnicas avançadas de ligação e montagem.

Mas não só os projetistas tem recomendações também a CIB recomenda os utentes com o seguinte:

- Ser exigente aquando da seleção dos espaços, considerando as qualidades ambientais do edifício ao longo da sua vida útil como um dos critérios de seleção.
- Utilizar as habitações e os edifícios de uma forma mais amiga do ambiente.

2.2- Construção Nova/Reconstrução

De acordo com o Instituto Nacional de Estatística (INE), em 2010 as construções novas representavam 69.4% de todos os edifícios, em 2011 esse valor baixou para 64.2%. Embora a descida seja baixa já se começa a verificar a preocupação com a reabilitação.

Ainda segundo o INE em 2011 foram concluídos 27790 edifícios onde cerca de 25% eram obras de requalificação.

Com a entrada do século XXI a construção nova estabilizou, e a partir de 2003 dá-se um decréscimo generalizado nas obras, o que se faz sentir mais nas novas edificações..

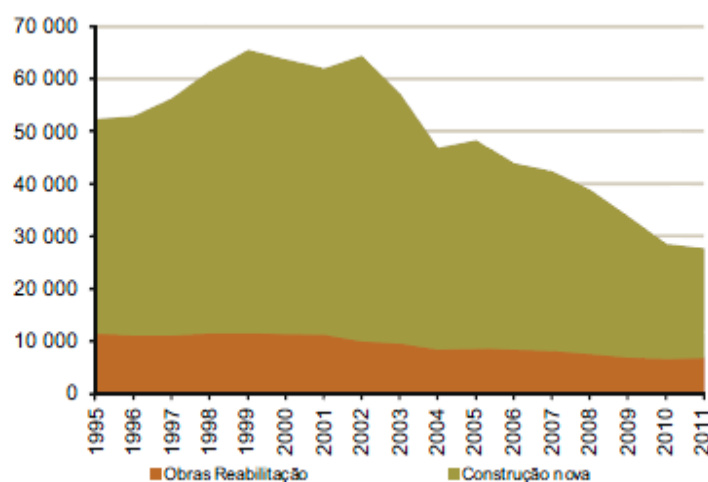


Figura 14 - Relação entre reabilitação de edifícios e a construção nova em Portugal

Reabilitar, é mais complicado que construir de novo, e não significa que quem constrói de novo sabe reabilitar. A reabilitação exige um maior rigor na execução da obra, existem técnicas diferentes de um processo para o outro.

Para se construir de novo segue-se um conjunto de normas, que não são possíveis aplicar na reabilitação, pois reabilitar não obedece a normas, e quando se reabilita só muitas vezes em fase de execução é que se encontram os problemas que tem que se contornar. As obras que se reabilitam são antigas construídas de maneira desconhecida, á maioria dos construtores de hoje.

A reabilitação tem as noções bases de utilidade e função, podendo ser entendida em vários âmbitos, sendo os mais usuais os da cidade e os do edifício.

A reabilitação da Cidade pode-se definir segundo José Aguilar²⁶ como “*estratégias e ações destinadas a potenciar os valores socioeconómicos, ambientais e funcionais de determinadas áreas urbanas para elevar a qualidade de vida das populações residentes, melhorando as*

²⁶ Guião de apoio à reabilitação de edifícios habitacionais, DGOT/LNEC 1997.

condições físicas do parque edificado, os níveis de habitabilidade e equipamentos comunitários, infraestruturas, instalações e espaços livres”.

Para definir a reabilitação de edifícios distingue-se duas linhas distintas, uma para edifícios correntes outra para edifícios com valor património cultural. No primeiro caso o conceito vem da Inglaterra *refurbishment*, que segundo a Royal Institution of Chartered Surveyors²⁷ é “*reparação, renovação e modificação extensas de um edifício para o pôr de acordo com critérios económicos ou funcionais equivalentes aos exigidos a um edifício novo para o mesmo fim. Pode envolver a execução de instalações e sistemas de serviços, acessos, iluminação natural, equipamento e acabamentos aproveitando apenas os tocos do edifício antigo*”. No segundo caso o conceito vem dos Estados Unidos, *rehabilitation*, que segundo o Secretary of Interior’s Standards for Rehabilitation²⁸ é “*ato ou processo de possibilitar um uso eficiente e compatível de uma propriedade através de reparações, alterações e acrescentos, preservando, ao mesmo tempo, as partes ou características que transmitem os seus valores histórico, cultural e arquitetónico*”.

A reabilitação nos edifícios pode fazer-se a três níveis:

- Exterior (fachadas e Cobertura);
- Habitabilidade e conforto;
- Comportamento estrutural.

Existem diferentes tipos de reabilitação, alteração, ampliação, demolição e reconstrução. As ampliações têm vindo a crescer desde 2001. Em 2001 o conjunto de obras de reabilitação representava 21,1 em cada 100 licenças, em 2011 este valor subiu até aos 45,8, segundo o INE.

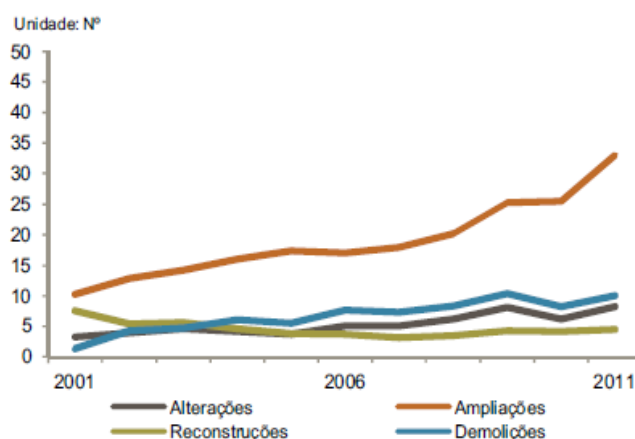


Figura 15: Edifícios licenciados por cada 100 construções novas em Portugal (2001-2011)

²⁷ Mansfield, J.R. Refurbishment: some difficulties with a full definition. 7th int. Conf. Insp. Appr. Repairs & Maint. Nottingham 2001.

²⁸ U.S. Department of the Interior, National Park Service, 1990.

Espera-se que a reabilitação venha a crescer nos próximos anos, não só pelo esgotamento da construção nova, mas também por incentivos monetários para a mesma por parte dos municípios para recuperar os centros históricos.

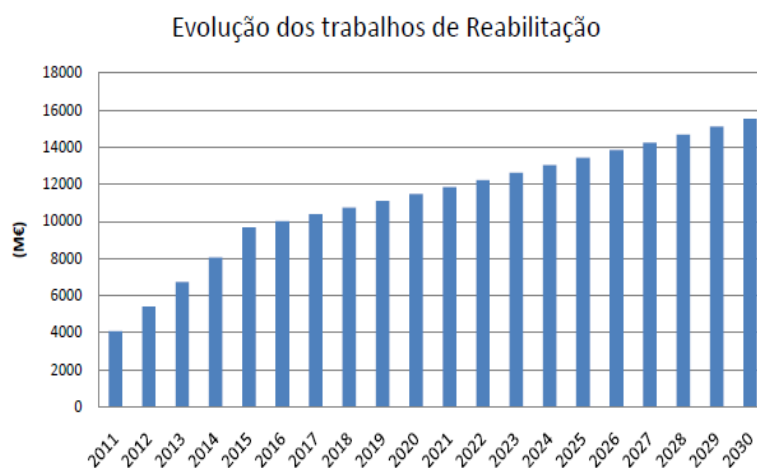


Figura 16: Evolução dos trabalhos de reabilitação

Segundo uma projeção de um estudo feita por Martins espera-se um crescimento para a reabilitação que em 2030 ascendera a quase 160 mil milhões de euros.

A construção só por si já é uma das atividade com grande impacto ambiental, quando se trata de uma construção nova passa para esse impacto aumenta, devido ao consumo de recursos, tais como energia, materiais e matérias-primas. Metade dos recursos extraídos são para a construção, por exemplo em Portugal, os mais de 50 milhões de toneladas de inertes utilizados na construção são extraídos em pedreiras, nas praias e em leitos de rios e lagos.

Fase	Riscos para a saúde e efeitos sobre o ambiente
Extração das matérias-primas para as extrações dos edifícios	<ul style="list-style-type: none"> • Redução das funções ambientais • Danificação da paisagem e da capacidade de regeneração • Redução das disponibilidades de matérias-primas
Produção de materiais de construção e de elementos estruturais	<ul style="list-style-type: none"> • Emissão de substâncias nocivas para a saúde ou prejudiciais para o ambiente • Deposição de resíduos
Construção de edifícios	<ul style="list-style-type: none"> • Produção de substâncias nocivas para a saúde ou prejudiciais para o ambiente e destruidoras da camada de ozono
Demolição de edifícios (componentes)	<ul style="list-style-type: none"> • Produção de substâncias nocivas para a saúde ou prejudiciais para o ambiente • Deposição de entulhos • Desperdício de matérias-primas
Seleção do local e instalação	<ul style="list-style-type: none"> • Destruição ou redução do desempenho ambiental da área, por exemplo, a preparação da área para a construção • Perturbação pelo ruído e odores, segurança externa • Alteração do clima (CO₂) e acidificação devida ao consumo de energia em transportes, em particular o fluxo/refluxo diário
Utilização dos edifícios	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente interior • Alteração do clima (CO₂) e acidificação devida ao consumo de energia para aquecimento
Manutenção e gestão dos edifícios	<ul style="list-style-type: none"> • Ataque à camada de ozono, produção de substâncias nocivas para a saúde ou prejudiciais para o ambiente • Deposição de resíduos

Tabela 2 - Sumário dos riscos para a saúde e os efeitos sobre o ambiente da construção de edifícios²⁹

²⁹ Ch.F. Hendriks - Durable and sustainable construction materials - Aeneas 2000, p. 133.

A nível de sustentabilidade com referência ao quadro da Quadro 2 e com o descrito anteriormente verificamos que é mais sustentável reabilitar que construir de novo.

Análise Swot:

1. Extração de matérias-primas para construção:

Quando se trata de reconstrução o consumo de matéria primas é reduzido em relação a construção nova, logo a extração das mesmas também será menor.

2. Produção de materiais de construção e de elementos estruturais:

Mesma observação que no ponto 1.

3. Construção:

Nas reabilitações as atividades a realizar são mais controladas de menor impacto, utiliza-se menos material, haverá menor transporte do mesmo, haverá também menor impacto na envolvente.

4. Demolição de edifícios:

A demolição na reabilitação não existe ou quase não existe, podem ser removidos revestimentos ou outros componentes, mas este processo apesar de não existir na construção nova e ser a desvantagem desta pode ser feita por processos e equipamentos próprios que reduzem o impacto no ambiente.

5. Seleção do local ou instalação:

Não existe impacto negativo da reabilitação em relação a esta fase.

6. Utilização dos edifícios:

A intervenção no edifício fará com que este tenha as mesmas condições a reabilitação que a construção nova.

7. Manutenção e gestão dos edifícios:

Mesma observação que o ponto 6.

Vantagens da reabilitação são:

- A revitalização dos centros urbanos, aumentando a atratividade e a competitividade e evitando a redução de habitantes e atraindo novos;

- O aumento do número de fogos para arrendamento;
- A diminuição da produção de resíduos de construção;
- A diminuição do excessivo consumo de recursos;
- Melhorar as condições de habitabilidade dos centros urbanos.

2.2- Regeneração/Reabilitação

A reabilitação urbana é muitas vezes confundida com reabilitação de edifícios, no entanto com a passagem dos anos estes dois tipos de reabilitação são muito diferentes, a reabilitação urbana sofreu uma evolução ao longo dos anos deixando de intervir somente em edifícios passando a intervir também em espaços verdes. A reabilitação de edifícios passou a ser uma intervenção meramente física que visa assegurar a sobrevivência de edifícios que por falta de uso, ou na maioria das vezes, devido à sua antiguidade e falta de manutenção, encontram-se devolutos ou com elevados níveis de degradação, ou seja, trata-se de uma tarefa complexa, que exige conhecimentos aprofundados desde os materiais a usar na reabilitação às técnicas usadas para o efeito.

Com o crescimento populacional e automóvel há a necessidade de criar novas vias de transporte, novos espaços verdes. Surge assim um novo conceito para a reabilitação (Regeneração Urbana e Gestão Urbana), com novas áreas de intervenção a nível de ruas estacionamentos zonas verdes etc.³⁰

Falar de regeneração urbana é falar de pessoas, espaços verdes, ruas, edifícios e mudanças.

A regeneração urbana é muito mais que reconstruir edifícios ou espaços, a regeneração é dar uma nova utilização a um edifício ou área, recupera-se algo com a intenção de lhe dar um novo uso.

Entende-se a regeneração urbana como a promoção da coesão social, ou seja, integração geracional, étnica, económica, cultural, entre outras, com forte respeito pelos valores de exceção decorrentes de uma tradição de linhagem caracterizadora das comunidades locais.³¹

Em Portugal a regeneração ainda é muito pouco utilizada, surgiu por volta dos anos 60 e já passou por várias evoluções em relação aos seus objetivos abordagens, metodologias e âmbitos de atuação. A regeneração surge da política da conservação do património mas atualmente já ultrapassa esse âmbito em prol novos desafios de natureza social, económica, ambiental e cultural. Existem muitos bairros degradados, onde a construção está amontoada, ilegal, sem zonas sociais, bairros sem condições de habitabilidade, onde a população vive amontoada ou bairros onde a população já não vive, estes bairros precisam de uma regeneração.

Segundo a Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas e Serviços AECOPS em 2009 representava cerca de 6.2% do total da construção.

³⁰ www.patrimonio.pt/index.php/por-dentro/324-regeneracao-urbana-parte-i

³¹ Idem

A regeneração precisa em algumas situações de um projeto de demolição cirúrgico por bairro ou edifício, no bairro considera-se todas as más ampliações, ocupações de logradouros, edifícios que possam dar lugar a espaços sociais entre outros. Nos edifícios considera-se desfeitos que ponham em causa estabilidades.

A regeneração permite também repensar toda a estrutura económica, potenciando o existente, capacitando-o de se integrar nas construções novas existentes no local, e integrando também o emprego disponível.

O projeto de regeneração deve ser capaz de potenciar o edifício ou zona com características físicas equivalentes aos dos bairros novos, assim como também deve ser agradável para ser atrativo.

Para que se faça a regeneração tem que se identificar os edifícios a reabilitar estabelecendo as prioridades, assim como os edifícios a demolir se for o caso.

Regenerar não é o mesmo que reconstruir se bem que ao se estudar as vantagens dos dois processos na sustentabilidade estes tem pontos em comum.

A regeneração urbana segue algumas políticas tais como:

- De natureza ambiente e de sustentabilidade (urban sprawl vs shrinking cities, low carbon cities);
- De natureza social (identidade local, qualidade do ambiente urbano, coesão social, inclusão social);
- De natureza económica (o parque edificado e infraestrutural como fatores chave de desempenho económico e de competitividade das cidades; a importância para a fileira da construção)
- De natureza histórico-cultural (a cidade, nas suas múltiplas dimensões - patrimonial, morfológica, funcional, social, económica, imaterial - é um bem coletivo que importa preservar: a atratividade)
- De natureza procedimental (modelos de governance urbana abertos, participados, flexíveis, multinível, trans-setoriais, prospetivos e facilitadores do empowerment dos cidadãos)

Segundo o INE em 2011 existem em Portugal, 83 áreas delimitadas com necessidade de reabilitação urbana como se pode ver no quadro abaixo.

Localização geográfica	Área de reabilitação urbana por localização geográfica N°
Portugal	83
Norte	33
Centro	14
Lisboa	27
Alentejo	8
Região Autónoma dos Açores	0
Região Autónoma da Madeira	0

Tabela 3.- Número de áreas de reabilitação Urbana

A região com maior número de áreas de reabilitação urbana é a do norte de Portugal, com um total de 33 áreas de reabilitação urbana, o que representava cerca de 39,76 % do total de áreas de reabilitação urbana em Portugal, enquanto a região de Lisboa apresentava 27 áreas de reabilitação urbana o que representava cerca de 32,5 % do total em Portugal.

Análise Swot:

Para se elaborar uma boa regeneração ou reabilitação deve ter-se em conta:

- Estudar bem a situação inicial;
- Estudar o ordenamento do território, estudar a densidade e a qualidade da população;
- Formular um estudo para a área a intervir;
- Criar incentivos;

Desafios que se colocam à difusão das práticas de regeneração e reabilitação urbana:

1. Criar práticas de conservação e manutenção do existente;
2. Reabilitar/regenerar ao contrário de reconstruir;
3. Criar um novo modelo de habitação em Portugal;
4. Simplificar o licenciamento e os regulamentos;
5. Soluções inovadoras;
6. Apostar em novos modelos;
7. Reorientar o investimento em habitação;

8. Avaliar o alcance dos instrumentos de política pública e divulgar as boas práticas.

Vantagens da reabilitação para a sustentabilidade são:

- Gestão adequada do stock construído;
- Evita ocupar território pois preserva a maior parte das construções existentes;
- Evita consumos desnecessários de recursos e energia pois em parte a quantidade de material que irá ser utilizado se compararmos por exemplo com a reconstrução;
- Reduz a produção de resíduos;
- Evita a alteração de ecossistemas naturais;
- Reutilização de materiais e utilização de materiais tradicionais ou naturais.

Existe também a questão da preservação do fator cultural, a preservação dos edifícios antigos é importante para a história do homem da cidade e dos seus habitantes, pois é através da história que se vê a evolução da humanidade.

A reabilitação pode ter uma sustentabilidade económica baseada na preservação dos edifícios já existentes face à reconstrução ou construção dos mesmos que são:³²

- A redução de custos de demolição;
- Redução de custos com taxas e licenças;
- Aprovação mais fácil de projetos;
- Redução dos custos de estaleiro;
- Redução das perturbações do tráfego humano;
- A colocação mais fácil de produtos de construção;
- A redução da quantidade de novos materiais.

Appleton conclui, que, embora os preços unitários dos trabalhos de reabilitação sejam mais elevados do que os novos, o custo total da reabilitação pode vir a ser menor do que o custo total de uma nova construção.

A nível social a reabilitação contribui para um aumento da qualidade de vida da população residente, sendo que pode gerar ou manter empregos no setor da construção, permite também melhorar o aspeto dos edifícios antigos que se encontram em degradação, permite

³² Appleton et al. 2010

também criar zonas de lazer, dando na generalidade uma sensação de bem-estar e conforto a zona reabilitada.

A nível económico a reabilitação pode ser sustentável na criação empresas novas, a nível de turismo pois os edifícios tem outro aspeto a cidade tem outro aspeto e pode também aumentar as receitas fiscais vindas da zona reabilitada.³³

³³ Feio et al. 2011

Exemplo da regeneração do edifício do banco de Portugal, na Baixa Pombalina

A remodelação do Edifício Sede do Banco de Portugal procura contribuir para o reforço da centralidade política, institucional, representativa e cultural da cidade de Lisboa, na Baixa Pombalina, no respeito pelo património, memória e identidade, como estímulos à transformação, criatividade e inovação.

O projeto é inspirado na “fábrica Pombalina” que constitui o mais notável exemplo da cidade do iluminismo e um dos nossos pontos mais altos da cultura. O projeto teve como base a abertura do edifício à cidade, salvaguardando ao mesmo tempo as questões de privacidade e segurança que o edifício pedia devido ao seu funcionamento. As notáveis proporções desta sequência de espaços vazios, como uma praça e um arruamento urbanos, constituem a espinha dorsal de todo o edifício. As praças do município e de S. Julião permitem estruturar e ordenar a utilização de todo o edifício, através das vivências de luz e permeabilidade para o interior do quarteirão pombalino. A igreja funcionará como espaço de acolhimento e como espaço cultural polivalente, a grande sala de visitas do Edifício Sede do Banco de Portugal.

Todo o projeto envolveu um diálogo entre as várias entidades, como o dono da obra, as entidades licenciadoras e as especialidades envolvidas, estruturas, instalações especiais, arqueologia, restauro, museografia, artes plásticas, respeitando a própria história do edifício. Fez-se um estudo inicial ao quarteirão, onde se avaliou o seu comportamento para definir as estratégias a adotar nomeadamente, levantamentos arquitetónicos, levantamentos fotogramétricos de paramentos, estudo de diagnóstico de fundações e estruturas, prospeções geológicas e geotécnicas, sondagens arqueológicas, estudo de definição de metodologias de intervenção de restauro, guião base da museografia e a história do edifício.

Optou-se por demolir o interior dos dois edifícios contíguos à igreja, charneira com o restante quarteirão, mantendo-se as fachadas exteriores. Nestes edifícios a reconstrução permitiu implantar núcleos de betão que, pela sua centralidade, conferem rigidez estrutural a todo o quarteirão. Facilitou também albergar as escadas e os elevadores assim como os ductos verticais de grande parte das infraestruturas de climatização, elétricas, hidráulicas, incêndio e segurança beneficiando igualmente a acessibilidade e a mobilidade.

Acima de tudo, procurou-se alcançar uma harmonia e um equilíbrio global, utilizando todas as técnicas disponíveis: conservação, reparação, restauro, reconstrução e renovação, para se obter a maior sustentabilidade possível do projeto.

A intervenção no restante quarteirão procurou restringir-se a operações de manutenção e à renovação das infraestruturas e a reforços pontuais das estruturas, respeitando

escrupulosamente o programa decorativo existente, como por exemplo nas salas da assembleia e do conselho.



Figura 17: Planta de Localização

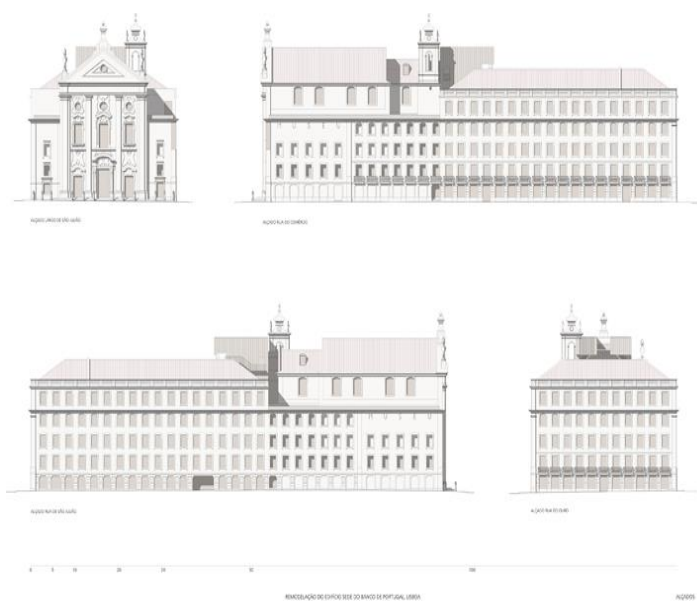


Figura 18: Alçados



Figura 19: Fotomontagem fase de concurso



Figura 20: Fotografia do interior da antiga igreja de são Julião após conclusão da obra.

Capítulo 3

Energia e Materiais na construção sustentável

Dos principais pontos da sustentabilidade estudados existem dois que se distinguem pelo seu grande peso na sustentabilidade do edifício, a eficiência e autonomia energética e os materiais.

Estes dois fatores se bem explorados e adequados a construção são os mais importantes para otimizar a construção sustentável. Na construção a capacidade térmica dos materiais não tem sido bem explorado, o que leva à necessidade de consumo de energia alternativo.

O estudo dos materiais e da sua eficiência energética na construção poderá mostrar uma nova atitude projetual para com a sustentabilidade.

A escolha dos materiais é sem dúvida um dos fatores mais importantes para determinar o desempenho energético do edifício, e o desempenho energético do edifício é uma mais-valia para o conforto do mesmo de modo a assegurar o baixo custo económico e ambiental.

Quando se fala em energia de um edifício, fala-se em energia térmica, para manter o conforto térmico, e esta é relativa à massa térmica do edifício.

Ao se projetar um edifício tem que se verificar se este será termicamente leve ou pesado.

Um edifício termicamente leve é um edifício que se adequa a usos sazonais, por exemplo para um fim-de-semana. Este será construído por exemplo do exterior para o interior madeira, isolamento e gesso cartonado. Este edifício é rapidamente aquecido não é preciso muito calor, no entanto depois de a fonte de aquecimento ser desativada será também rapidamente arrefecido. O calor não se conserva, pouco calor é armazenado nos materiais.

Um edifício termicamente pesado é um edifício que se adequa a usos permanentes. Este será construído por exemplo em estrutura de betão armado e paredes de alvenaria. Este edifício tem um aquecimento lento, mas os materiais construtivos mantem o calor, o edifício mantem o calor durante algum tempo mesmo depois de a fonte de aquecimento ser desligada.

Ao estudar os materiais as suas capacidades e energia pode-se projetar com sustentabilidade, pois a sustentabilidade, não é nada mais, nada menos, que bom senso em relação à arquitetura (Brandão, 2015).

3.1- Energia

Um dos principais objetivos com a construção sustentável em relação a energia é minimizar o consumo da mesma na fase de construção do edifício e otimizar a geração na fase de uso.

Os edifícios consomem mais energia na fase de uso que na fase de construção, esta energia consumida na fase de uso deve-se a eficiência energética do mesmo que por sua vez que por sua vez se deve a solução construtiva adotada, e aos elementos geradores de energia (microgeração).

Nos sistemas construtivos os fatores são essencialmente a inércia, o isolamento, o aquecimento, o arrefecimento, a ventilação e a iluminação do espaço.

Nos elementos incorporadores de energia por exemplo, painéis fotovoltaicos, o desempenho depende pela produção local de energia renovável.



Figura 21: A Green Dot Animo Leadership High School

Embora os elementos microgeração sejam externos e autônomos muitos dos países onde esta energia já é mais explorada incorporam o seu uso na arquitetura do edifício, como é o caso do edifício acima a *A Green Dot Animo Leadership High School*, uma escola pública em Los Angeles, onde a fachada sul está revestida com 650 módulos fotovoltaicos. Esta fachada deverá gerar cerca de 75% da energia elétrica consumida pelo edifício, além disso esta fachada vai proteger também o edifício contra o excesso de radiação solar.

Os elementos de microgeração de energia renovável podem ser divididos em passivos e ativos:

1. Sistemas ativos - são sistemas que precisam de dispositivos elétricos, mecânicos ou químicos para aumentar a efetividade do seu uso. Tem associados sistemas de conservação, geralmente precisam de infraestruturas maiores, mais complexas e de maior custo. Exemplo: painéis fotovoltaicos.

2. Sistemas passivos - são a forma mais neutra de eficiência energética nos edifícios que não adicionem componentes nem tecnologias específicas ao edifício. O aproveitamento da iluminação natural e do calor para aquecimento de ambientes, denominado aquecimento solar passivo, decorre da penetração ou absorção da radiação solar nas edificações, reduzindo-se, com isso, as necessidades de iluminação e aquecimento.

A universidade da Califórnia fez um estudo onde sobre a energia solar, “*University of California, Berkeley. Cloudy Outlook For Solar Panels: Costs Substantially Eclipse Benefits, Study Shows*” onde indica as vantagens e desvantagens da energia solar.

Vantagens da energia solar:

- A energia solar não polui, e a energia utilizada no fabrico dos equipamentos para a utilização da energia solar é atualmente controlável;
- A manutenção é mínima;
- A qualidade dos painéis solares cada vez é maior, e o seu custo vem sendo menor;
- A energia solar é excelente em lugares remotos ou de difícil acesso, pois sua instalação em pequena escala não obriga a enormes investimentos;
- Em países tropicais a utilização da energia solar é viável em praticamente todo o território.

Desvantagens da energia solar:

- Um painel solar consome uma quantidade enorme de energia ao ser fabricado. A energia para a fabricação de um painel solar pode ser maior do que a energia gerada por ele;
- Os preços são muito elevados em relação aos outros meios de energia;
- Existe variação nas quantidades produzidas de acordo com a situação atmosférica (chuvas, neve), além de que durante a noite não existe produção, o que obriga a que existam meios de armazenamento da energia produzida durante o dia em locais onde os painéis solares não estejam ligados à rede de transmissão de energia;
- Locais em latitudes médias e altas (Ex: Finlândia, Islândia, Nova Zelândia e Sul da Argentina e Chile) sofrem quedas bruscas de produção durante os meses de inverno devido à menor disponibilidade diária de energia solar. Locais com frequente cobertura

de nuvens (Curitiba, Londres), tendem a ter variações diárias de produção de acordo com o grau de nebulosidade;

- Uma das restrições técnicas à difusão de projetos de aproveitamento de energia solar é a baixa eficiência dos sistemas de conversão de energia, o que torna necessário o uso de grandes áreas para a captação de energia em quantidade suficiente para que empreendimento se torne economicamente viável. Comparada, contudo, a outras fontes, como a energia hidráulica, por exemplo, que muitas vezes requer grandes áreas inundadas, observa-se que a limitação de espaço não é tão restritiva ao aproveitamento da energia solar.

Funções Energéticas

- As funções energéticas são os diversos aspetos relacionados com o uso de energia num edifício, aspetos que deveram ser tomados em consideração no projeto de arquitetura sustentável. A climatização (aquecimento e arrefecimento), a ventilação, a iluminação e o controle das condições ambientais, são os aspetos a ter em conta.
- O aquecimento solar consegue-se por ganhos diretos ou ganhos indiretos. Ganhos diretos, obtém-se por superfícies envidraçadas a sul, devidamente dimensionadas e construídas. Ganhos indiretos são obtidos por elementos de elevada massa térmica orientada de preferência a sul, que armazena calor e aquece os compartimentos.
- Para não haver elevado aquecimento, ou se dar um arrefecimento, existem as gamas de sombreamento.

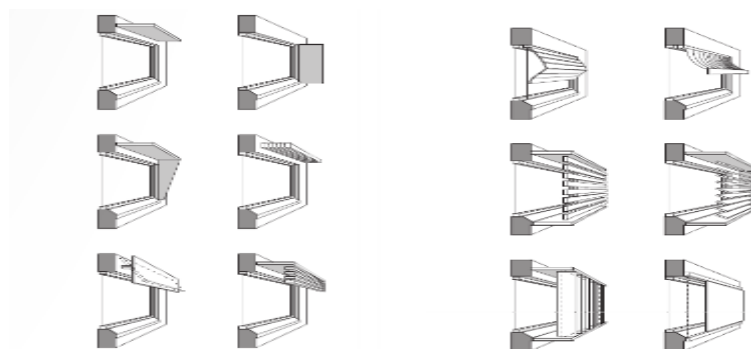


Figura 22: Gama de dispositivos de sombreamento.

A ventilação e o arrefecimento consegue-se quando duas massas de ar a temperaturas diferentes se encontram, o movimento de ar dá-se da zona mais fria para a zona mais quente.

Para este efeito pode em projeto se possível colocar-se aberturas no topo e na base do edifício.

A dissipação do excesso de calor pode ser conseguida de outras maneiras também passivas como o arrefecimento noturno dos edifícios, arrefecimento evaporativo, arrefecimento através do solo (condução do calor do ar para o solo).

A ventilação natural reduz o consumo de energia, no entanto em edifícios de grande escala (por exemplo escritórios), não é suficiente para renovar o ar, nesses casos tem que se recorrer a sistemas mecânicos.

A ventilação e o arrefecimento não precisam de andar sempre em conjunto, apesar de quase sempre o fazerem, a ventilação pode contribuir para a melhor qualidade de ar interior, sem o arrefecimento do mesmo.

- A ventilação e o arrefecimento podem ser conseguidas através de:
- Colocação de vãos em paredes opostas de forma a potencializar a ventilação cruzada;
- Vão com área de ventilação superior a 5% da área de pavimento do compartimento;
- Criação de átrios ou chaminés que permitem a extração de natural do ar.

A iluminação é um dos fatores mais importantes na eficiência energética dos edifícios, o bom uso da luz natural, especialmente em edifícios com utilização em horário diurno, representa uma redução energética e o bem-estar dos ocupantes.

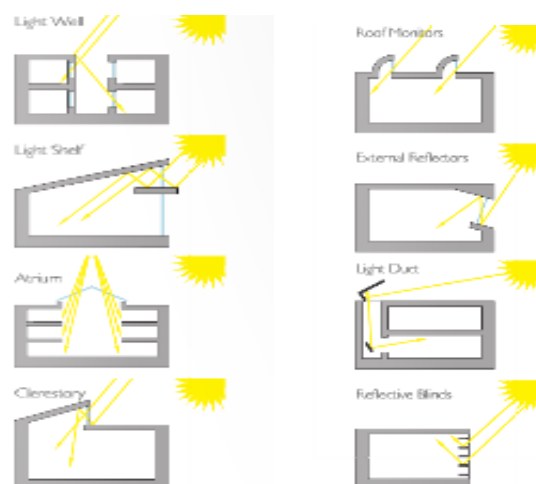


Figura 23: Iluminação passiva indireta

Devem-se considerar os seguintes aspetos em fase de conceção para termos luz natural:

- Orientação e geometria dos espaços a iluminar;
- Tipo de atividade do espaço;
- Localização e forma das aberturas destinadas a iluminação;
- Localização e propriedades das superfícies interiores ou exteriores que refletem a luz natural e determinem a sua distribuição;
- Localização dos dispositivos de proteção contra o excesso de luz;
- Características óticas e térmicas do vidro.

Sistemas passivos

Os sistemas passivos captam e transmitem energia sem precisarem de equipamentos mecânicos, estes tiram proveito dos elementos estruturais. Tem por isso uma ponderada consideração de fatores como o clima local, as características do terreno, e a orientação do edifício.

O edifício deve ter uma adequada orientação, (orientado a sul) para a captação solar, deve também ter uma boa relação com a vegetação. As áreas de envidraçados devem ser as apropriadas, e estas deverão estar devidamente preparadas com dispositivos de sombreamento, o material de construção também deve ser o ideal para armazenar a energia térmica.

Os edifícios com este método possuem geralmente grandes janelas viradas a sul, circuitos de ventilação natural e materiais de construção que absorvem e libertam a energia térmica lentamente. Este sistema pode ser utilizado na maior parte do mundo, não tem custos de construção adicionais, e permitem reduzir bastante os custos com o aquecimento/refrigeração, compensando assim qualquer custo adicional na construção.

Os edifícios com sistemas solares passivos contam com cinco elementos distintos:

1. Abertura ou coletor - área de vidro por onde entra a luz solar no edifício;
2. Absorvente - superfície escura ou elemento de armazenamento que absorve o calor do sol;
3. Massa térmica - material que armazena o calor absorvido, que pode ser feito de materiais de alvenaria, betão, pedra ou tijolo
4. Método de distribuição - tira proveito da tendência natural do calor se deslocar de materiais quentes para materiais mais frios, até deixar de haver diferença de temperatura;
5. Mecanismo de controlo - regula a quantidade de luz solar que entra na abertura podendo ser por exemplo uma aba do prolongamento do telhado para deixar entrar mais calor no Inverno e menos no Verão.

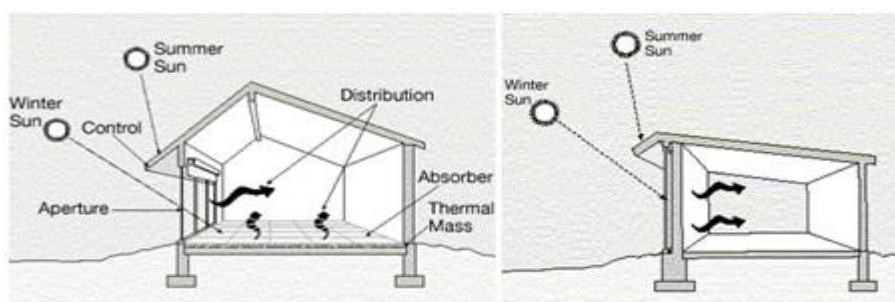


Figura 24: Sistemas solares de ganho direto e de parede de trombe

A luz natural diurna tem duas componentes: a luz difusa, proveniente do céu e das nuvens por reflexão, e a luz direta do sol que é 5 a 10 vezes mais forte que a luz difusa. Só no sul da Europa os céus limpos são mais frequentes que os céus nublados, nesta região o controle da luz diurna é fundamental para a iluminação natural, pois não só potencia o seu uso como evita o encandeamento e regula a intensidade.

Na reabilitação de edifícios surgem oportunidades para melhorar as condições de utilização da luz, através da melhoria dos vãos da alteração dos materiais.

Deve ter-se atenção que as janelas altas dão mais luz que as janelas colocadas numa posição mais baixa em relação ao pavimento pois permitem uma maior penetração da luz no compartimento.

A luz direta não depende só da dimensão posição e proporção dos vãos mas também dos tipos de caixilharia e vidro adotados.

As estratégias passivas indiretas precisam de elementos próprios do edifício para a captação armazenamento e libertação da energia. Estes elementos desempenham diferentes funções energéticas:

- Parede de Trombe (conservação e aquecimento);
- Estufa (conservação e aquecimento);
- Dispositivos de arrefecimento através do solo e lajes (arrefecimento);
- Fachada ventilada e fachada de dupla pele (arrefecimento e ventilação);
- Chaminé térmicas (arrefecimentos e ventilação);
- Torres de ventilação e iluminação (ventilação e iluminação);
- Dispositivo de iluminação indireta da iluminação natural (iluminação).

Parede de Trombe

A integração da parede trombe na arquitetura é relativamente simples. Vista pelo lado exterior, aparenta ser uma janela e, pelo interior, assemelha-se a uma parede comum.

É uma parede opaca pela qual se obtém aquecimento através de ganhos solares indiretos. É uma parede construída em materiais pesados revestidos exteriormente por vidro com uma caixa-de-ar ventilada ou não.

As paredes trombe (não ventiladas) funcionam como radiadores gratuitos no Inverno. Têm a capacidade de acumular o calor durante o dia e transmitir de noite o calor acumulado para o interior dos espaços.

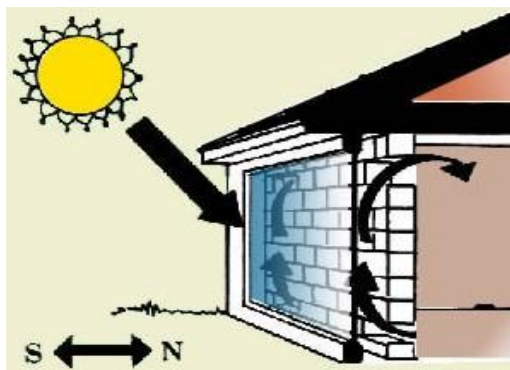


Figura 25: Parede de trombe

A parede de trombe deve:

- Ser exposta a Sul;
- Ser construída em betão ou alvenaria com uma espessura entre 0.15 m e 0.50 m;
- Apresentar uma face exterior pintada numa cor escura;
- Ser revestida pelo exterior, deixando uma caixa-de-ar de 0.10 m a 0.15 m por uma chapa de vidro, ou acrílico, que evita que o calor acumulado se disperse para o exterior.

A eficiência da parede para o aquecimento da habitação deve-se ao facto desta acumular o calor durante o dia e este passar gradualmente para o interior, á maneira que a parede aquece esta irradia o calor para o espaço interior adjacente.

Na parede de trombe, parte da energia absorvida é novamente transmitida por radiação e convexão para o vidro sendo perdida para o exterior e por isso deve prever-se a aplicação de uma folha transparente refletante do lado interior da chapa de vidro.

Para um aquecimento mais rápido do espaço interior poderão ser aplicadas umas aberturas em cima e em baixo da parede, para se dar uma transferência por convexão, sendo que estas aberturas devem ser fechadas á noite. Esta solução chama-se parede de trombe ventilada é uma solução mais vantajoso de adotar às várias estações do ano, no entanto tem como desvantagem uma maior manutenção e mais complexidade na construção.

A parede de trombe não necessita necessariamente de um custo adicional, e se bem executada assegura poupança de energia em aquecimento no Inverno sem provocar

sobreaquecimento no verão. Para não se verificar o sobreaquecimento no verão as paredes devem ter previstas sombreamentos.

Fachada de dupla pele ou ventilada

Pode ser construída por duas superfícies separadas por uma caixa-de-ar ou por um espaço habitável, em ambos os casos a fachada pode ser ventilada ou não. No interior das fachadas duplas podem estar dispositivos de sombreamento, direcionamento da luz e ventilação passiva ou ativa.

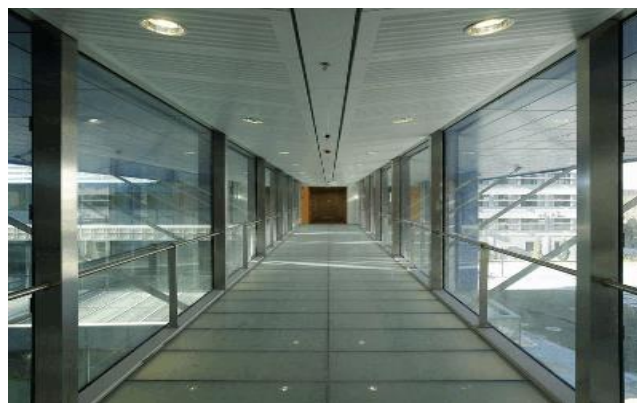


Figura 26: Fachada de dupla pele ventilada

A fachada dupla permite regular a temperatura e humidade, eliminar o efeito de parede fria e proteger do sobreaquecimento no verão. Esta fachada permite resolver os problemas das grandes fachadas envidraçadas, sem recurso a sistemas artificiais evitando assim o consumo de energia.

Estas fachadas não são muito aplicadas a edifícios habitacionais, pois consome área útil e precisa de vãos específicos, pode no entanto se tiver medidas suficientes, se a fachada for alargada esta pode ser considerada área útil para corredores varandas etc.

A fachada ventilada é uma variante da fachada dupla, funciona como um sistema de ventilação passivo, constituído por uma caixa-de-ar entre superfícies geralmente envidraçadas. A fachada ventilada habitável é constituída por um único vidro ou uma zona de transição exterior/interior não enclausurada, geralmente associada a uma fonte exterior de arrefecimento por exemplo a água de um lago.

O principal problema do uso destas fachadas é a segurança contra incêndios e ser de difícil aplicação a edifícios habitacionais. As vantagens são bom desempenho energético e conforto assim como fácil aplicação.

Estufas

As estufas combinam os sistemas de ganho direto com os sistemas de ganho indireto, estas são constituídas por um invólucro de vidro e por uma massa térmica.

As estufas devem ter orientação a sul, sendo no entanto admissíveis a Nascente ou a Poente, e devem ser dimensionadas de acordo com a área de captação solar e a massa de armazenamento térmico para não haver temperaturas extremas.



Figura 27: Estufa no Inverno, Casa solar passiva de Vale Rosal Coimbra vista de SE no Inverno



Figura 28: Estufa no Verão, Casa solar passiva de Vale Rosal Coimbra vista de SE no Verão

A acumulação térmica na estufa pode acontecer no pavimento, em paredes de trombe, em contentores de água ou em elementos maciços ao pé da estufa. Num Inverno ameno a superfície de envidraçado necessária para aquecer água como massa térmica é menor do que usar uma parede maciça como massa térmica.

A estufa capta a radiação solar direta e a radiação difusa nos dias enevoados, nos dias frios com fraca insolação a estufa não deixa arrefecer os compartimentos contíguo. A estufa deve ser um espaço adicional do edifício não um espaço central, pois a sua utilização sofre grandes variações. A estufa deve ter sistema de sombreamento para dias de muita exposição solar, e deve também poder isolar-se do edifício sempre que necessário.

Existem várias formas de as sombrear e desativar no Verão a vegetação é a forma mais utilizada pois é mais simples económica e com valor estético e ambiental. As estufas durante a noite podem ser fechadas com portadas ou estores.

Arrefecimento e Ventilação indiretos

O arrefecimento indireto recorre:

- Evaporação - no arrefecimento evaporativo indireto ao ar não entra em contacto com a água mas anda em condutas que estão húmidas no lado exterior;
- Deslocação do ar - recorre a elementos para conduzir a entrada ou saída do ar (paredes asa, chaminés solares, ou lajes com cavidades);
- Arrefecimento noturno - é assistido mecanicamente podendo também recorrer-se a circulação da água;
- Arrefecimento pelo solo - serve para arrefecimento e ventilação.

As temperaturas do solo são constantes estando geralmente entre 10 a 14°C o que são valores bastante moderados em comparação com as temperaturas do ar. Assim o arrefecimento pelo solo- baseado no pressuposto que no verão a temperatura da terra é mais baixa que a do ar- utiliza inercia da terra para absorver o calor do ar que atravessa as condutas ou espaços subterrâneos antes de ser devolvido aos compartimentos habitáveis dos edifícios.

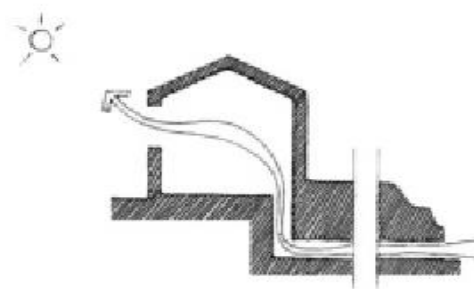


Figura 29: Arrefecimento pelo solo

A colocação de condutas no solo para arrefecimento do ar deve seguir os seguintes requisitos:

- Ser impermeáveis e horizontais na maioria;
- Ter comprimento mínimo de 10m;

- Ter profundidade entre 1,5 e 3m;
- Ter um diâmetro de 20 a 30 cm.

Outro método de arrefecimento indireto é a torre de vento ou chaminés térmicas, onde se pode criar movimentos de ar no interior dos edifícios. Introduz-se ar exterior no ambiente interior através de uma torre que está elevada a uma altura suficiente para tal na cobertura, recolhendo o vento onde este está mais intenso. O ar captado vai para a parte mais baixa do edifício através de condutas. Onde a direção do vento é constante existe apenas uma abertura nessa direção.

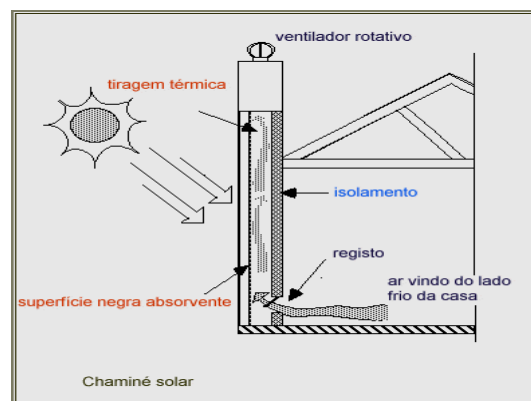


Figura 30: Chaminé térmica solar

Este sistema funciona em climas quentes com ventos frequentes e intensos, visto ser um sistema construído para estas características climáticas onde podem gerar-se 3 a 6 renovações por hora.

Uma das desvantagens do sistema é que podem introduzir poluição no edifício.

Utilização indireta da luz natural

Para a utilização indireta da luz o edifício deve estar equipado com dispositivos óticos adicionais, como por exemplo palas refletoras, ou outros elementos refletores.

Estes dispositivos utilizam-se quando a luz natural não é suficiente ou não pode ser utilizada diretamente por exemplo nas galerias.

As palas refletoras não aumentam os níveis de iluminação mas difundem-na pelo compartimento, minimizando a heterogeneidade da iluminação interior e reduzindo a necessidade de iluminação artificial. As palas refletoras tem a vantagem de também poderem contribuir para o sombreamento da fachada.

As palas refletoras prismáticas têm a capacidade de rejeitar seletivamente a luz excluindo a radiação de baixa altitude, refletindo parte da radiação difusa e transmitindo a radiação restante, tanto para o teto como para o pavimento.

As palas refletoras anidólicas, produzidas para maximizar a luz difusa, transmitem a luz para a parte superior do compartimento, com perdas mínimas. A sua integração arquitetónica exige algum cuidado pois é um sistema volumoso. Este sistema deve ser colocado na fachada Norte para otimizar a penetração solar difusa sem penetração solar direta excessiva.

As torres de iluminação com função de ventilação, são dispositivos de recolha e redirecionamento da radiação solar que conduz a luz para zonas do interior do edifício que não tem contacto com a envolvente exterior.

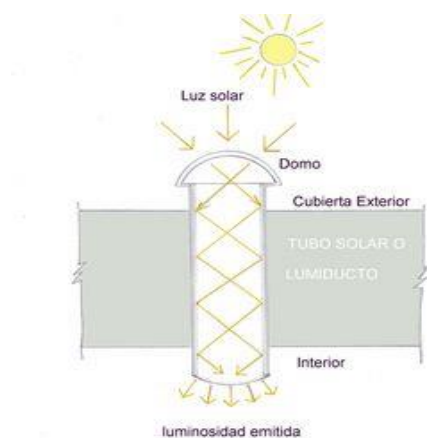


Figura 31: Torre de Iluminação

Esta torre não consome energia e evita gastos durante o dia gerados pelas lâmpadas.

Os luminodutos ou torres de iluminação espelhada são os mais usuais no entanto abrangem áreas curtas. Uma área de 9 m² precisa de 8 condutas espelhadas (cilindros revestidos interiormente por alumínio polido) com 33 cm de diâmetro cada com comprimento de 8 a 12 m e com dobragens³⁴.

A utilização de luminodutos espelhados anidólicos permite uma economia de energia elétrica de cerca de 33% em edifícios com ocupação diária.

³⁴ Baker e Steemers - Daylight design of buildings, 2002.

Sistemas ativos

Sistemas ativos sem conversão de energia

Com o crescimento no interesse no desempenho energético dos edifícios desenvolveram-se sistemas que recorrem a tecnologias ativas, aproveitando os ganhos energéticos naturais através de dispositivos mecânicos térmicos e de conversão.

Os sistemas ativos captam a energia luminosa proveniente do sol, e transformam-na para utilização do homem, seja para aquecimento de água seja para energia elétrica ou mecânica.

De entre os sistemas ativos distinguem-se os abaixo exemplificados.

Solar térmico

Pode ser captada, distribuída e armazenada por sistemas ativos que a utilizam diretamente para aquecer ao ar e a água sem a transformar em eletricidade. A energia solar térmica é utilizada para o aquecimento de água para usos sanitários podendo a sua rentabilidade ser de 60% do uso anual da água quente de uma habitação

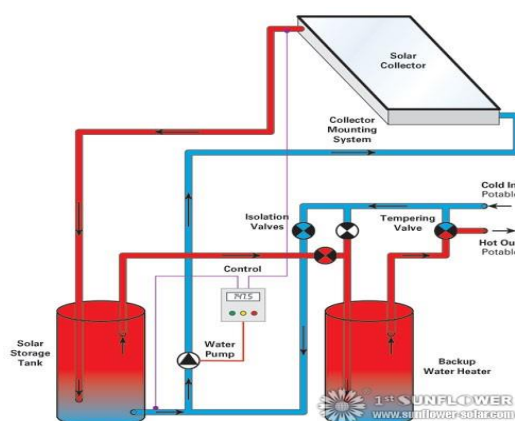


Figura 32: Sistema solar térmico

Nestes coletores circula um fluido geralmente é água, que é aquecido e irá transportar o calor até ao local de utilização ou armazenamento da energia.

Existem três tipos de coletores solares:

- Coletores não envidraçados - superfície com vários tubos de plástico ou metal negro que podem ser flexíveis onde permitem fácil aderência a superfícies não planas;

- Coletores de caixa plana isolada - placas metálicas com pintura mate a preto cobertas de vidro e de plástico. Por trás são instalados tubos onde água ou ar são aquecidos. A temperatura obtida ronda os 35°C.
- Coletores de tubos de vácuo - conjunto de tubos de vidro em vácuo onde se obtém uma temperatura na ordem dos 60°C. Pode funcionar como um sistema independente ou com sifões térmicos ou sistemas em que a circulação do fluido é ativada mecanicamente. Em determinadas situações pode atingir os 100°C acima da temperatura ambiente.

Os coletores de aquecimentos de água são geralmente constituídos por uma caixa metálica, isolada termicamente na sua parte posterior, uma cobertura transparente instalada na sua parte frontal (frequentemente o vidro) que proporciona o efeito de estufa no interior do coletor, uma placa metálica escura que absorve o máximo da radiação solar e um conjunto de tubos ligados intimamente a esta no interior dos quais a água circula e aquece. Estes são instalados com orientação a sul e isentos de sombra.

Análise Swot:

As vantagens de utilização são:

- Baixo custo;
- Produção com baixo impacto ambiental;
- Tecnologia vulgar;
- Pode ser utilizado para aquecimento de água ou para climatização.

As desvantagens são:

- Depende das estações do ano (não é um grande problema no sul da Europa);
- Custo do armazenamento do calor produzido;
- Ameaça da *legionella* no armazenamento da água quente;
- Perdas de calor na distribuição.

A energia solar não é regular nem durante o ano nem durante o dia se assim o fosse poder-se-ia substituir mais de 50% do consumo dos combustíveis fósseis por esta energia.

O armazenamento em depósitos coletivos não é viável, tem muitas desvantagens em relação ao custo, pois embora os coletores sejam de baixo custo o armazenamento não é assim, como

pode originar problemas para a saúde pública, para se investir nesta energia esta tem que ser rentável o ano inteiro.

Ventilação ativa

Consideram-se tecnologias de ventilação ativa energeticamente eficientes as ventilações naturais quando complementadas por mecanismos com consumos inferiores á economia que permitam o uso do edifício.

Estes sistemas apesar de consumirem energia melhoram o a qualidade de ar no interior do edifício. A ventilação ativa introduz ar pré arrefecido na estação quente e estação intermédias, torna-se um sistema económico. Introduce-se ar a baixa velocidade e com uma temperatura aproximadamente de 1°C abaixo da temperatura do compartimento, com o calor produzido pelos equipamentos e pessoas o ar aquece e sobe sendo extraído pelo teto ou cobertura. A corrente de ar ventilada renova e purifica o ar.

Sistemas ativos com conversão de energia

Os sistemas ativos incluem além dos anteriormente estudados estratégias de energia renovável em energia utilizável. As principais energias renováveis são:

- Energia solar térmica (para conversão);
- Energia solar fotovoltaica;
- Energia eólica;
- Energia hídrica;
- Energia geotérmica;
- Energia da biomassa.

Solar térmico

Os coletores solares térmicos anteriormente referidos eram para produção de calor existem também coletores solares térmicos para a produção de energia que se designam de coletores parabólicos.

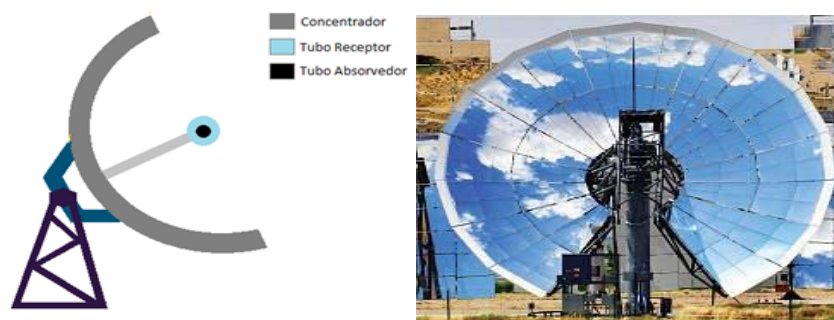


Figura 33 e 34: Sistema solar térmico parabólico

Coletores de calhas parabólicas são constituídos por uma superfície refletora em forma de calha parabólica e um tubo coletor constituído por um tubo absorvedor envolvido por um tubo recetor transparente.

Este sistema é um grande avanço no entanto ainda precisa de ser construído mais em massa para ter um preço mais acessível.

Energia solar fotovoltaica

Esta energia é a mais utilizada em edifícios. Foi estabelecido uma meta para em 2010 Portugal ter 150 MW de potência através desta energia, em 2009 Portugal atingiu 139 MW. Em Moura Alentejo construi-se a maior central fotovoltaica do mundo com uma potência de 64 MW.³⁵



Figura 35 e 36: Energia Solar Fotovoltaica

³⁵ Azevedo - Os devoradores de energia, 2004.

Análise Swot:

Vantagens dos sistemas solares fotovoltaicos:

- Tecnologia fiável e limpa;
- Pouco impacto no ruído;
- Compactos e de baixa manutenção
- Energia pode ser captada localmente;
- Pode ser incorporado na arquitetura;
- Pode ser integrado em telhados.

Desvantagens dos sistemas solares fotovoltaicos:

- Elevado custo dos painéis;
- Funcionamento sazonal.

Verifica-se contudo um decréscimo no preço dos painéis, e com isso estes têm-se vindo a integrar na arquitetura fazendo parte de fachadas ou de coberturas, podendo utilizar-se os painéis semitransparentes que substituem o vidro. Os revestimentos fotovoltaicos para os edifícios podem ter uma gama variada de cores e transparências, o que é também uma mais-valia para a arquitetura.

O armazenamento de energia faz-se em baterias ou em potencial hídrico, em aquecimento de água, ou o excedente descarrega-se para a rede elétrica nacional. Armazenar energia tem um custo elevado por isso é vantajoso ligar os painéis à rede elétrica para descarregar o excedente.

No uso desta tecnologia é importante ventilar as células fotovoltaicas, pois a sua eficiência decresce à medida que a temperatura aumenta.

Tem-se utilizado na reabilitação a integração dos painéis, sendo que neste campo o Reino Unido é o pioneiro.

Energia eólica

A energia eólica destaca-se como fonte renovável para a produção de eletricidade. A energia eólica é a energia obtida pela ação do vento, ou seja, através da utilização da energia cinética gerada pelas correntes aéreas. É uma espécie de energia verde.

A energia eólica está associada com o movimento das massas de ar que movem a partir de zonas de alta pressão do ar para as zonas adjacentes de baixa pressão, com velocidades proporcionais a gradiente de pressão.

Foi estabelecido uma meta para em 2010 Portugal ter 3750 MW de potência através desta energia, em 2009 Portugal atingiu 3500 MW. Em Fevereiro de 2010 Portugal ocupa o sexto lugar no ranking europeu e o nono no mundial de potência instalada com 3.535 megawatts (MW). A Alemanha e a Espanha lideram a potência instalada europeia, com 25.104 e 19.149 MW, sendo o total da União Europeia de 74,767 MW. A nível mundial, os 3.535 MW de potência cumulativa portuguesa representam 2,2 por cento do total, numa tabela liderada pelos Estados Unidos com 22,3 por cento (35.159 MW), seguidos pela China (25.777 MW, 16,3%).³⁶

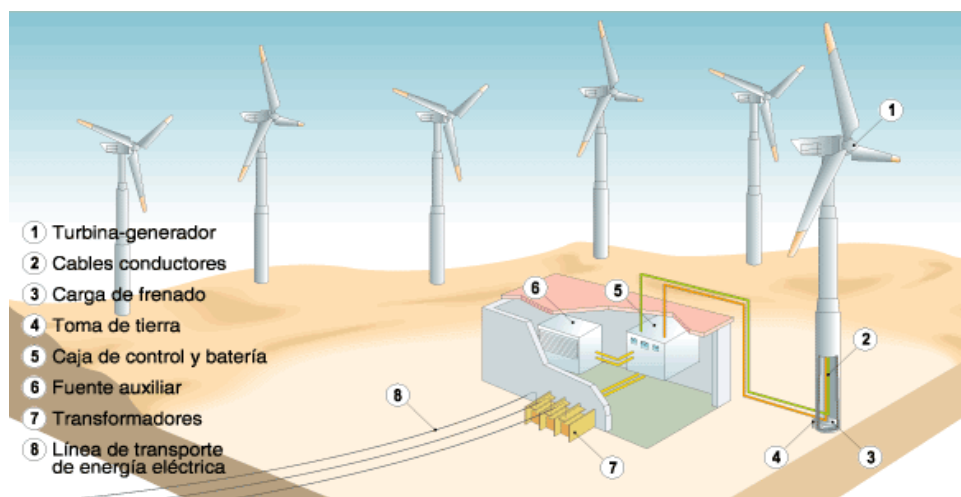


Figura 37: Central eólica

Análise Swot:

Vantagens da energia eólica:

- É inesgotável;
- Não é poluente nem gera resíduos;
- Diminui a emissão de gases de efeito de estufa.
- Reduz elevada dependência energética do exterior.

Desvantagens da energia eólica:

- Esta dependente do vento;

³⁶ Portal das energias renováveis

- Elevado ruído;
- Grande impacto visual;

Com o melhoramento das turbinas estas tendem a ser cada vez mais silenciosas e maiores para que sejam precisas menos.

O aproveitamento de energia eólica não é só as turbinas, é possível integrar tecnologias eólicas nos edifícios por exemplo em cumeeiras de coberturas.

Energia Hídrica

A energia hídrica, a energia das ondas e a energia das marés pode ser utilizada diretamente como uma força motora. A energia hídrica é uma energia renovável utilizada há já muito tempo, mas só no século XX esta começou a ser utilizada para a produção de eletricidade, nas centrais hidroelétricas.

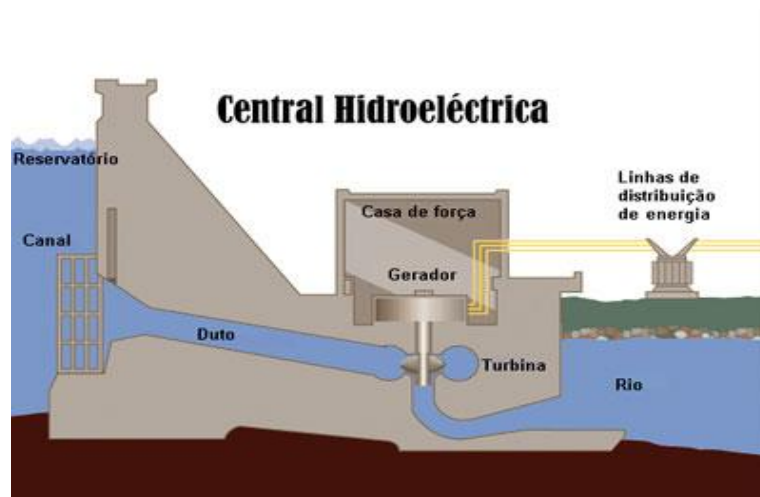


Figura 38: Central hidroelétrica

Análise Swot:

Vantagens da energia hídrica:

- A maior vantagem das centrais hidroelétricas é a transformação limpa do recurso energético natural, a água;
- Não é poluente;
- Baixo custo;

- Além da geração de energia elétrica, o aproveitamento hidroelétrico proporciona outros usos tais como a irrigação, navegação, etc.;
- Crescimento do turismo na região onde se insere esta energia;
- É inesgotável.

Desvantagens da energia hídrica:

- Ocupam áreas extensas de produção de alimentos e florestas;
- Alteram fortemente a paisagem e com isso prejudicam muitas espécies de seres vivos;
- Causa erosão dos solos que podem ter impacto na vegetação local;
- Boa parte das florestas inundadas se decompõe produzindo metano;
- Provoca alterações climáticas que irão comprometer a fauna e a flora.

Energia Geotérmica

É uma energia que aproveita técnicas de utilização direta do calor da terra em várias aplicações domésticas tais como o aquecimento dos edifícios, de piscinas de estufas.

A Terra é formada por grandes placas, que nos mantêm isolados do seu interior, no qual encontramos o magma, que resume-se basicamente em rochas derretidas. Com o aumento da profundidade a temperatura vai crescendo, no entanto, há zonas de intrusões magmáticas, onde a temperatura é muito maior. Essas são as zonas onde existe elevado potencial geotérmico.

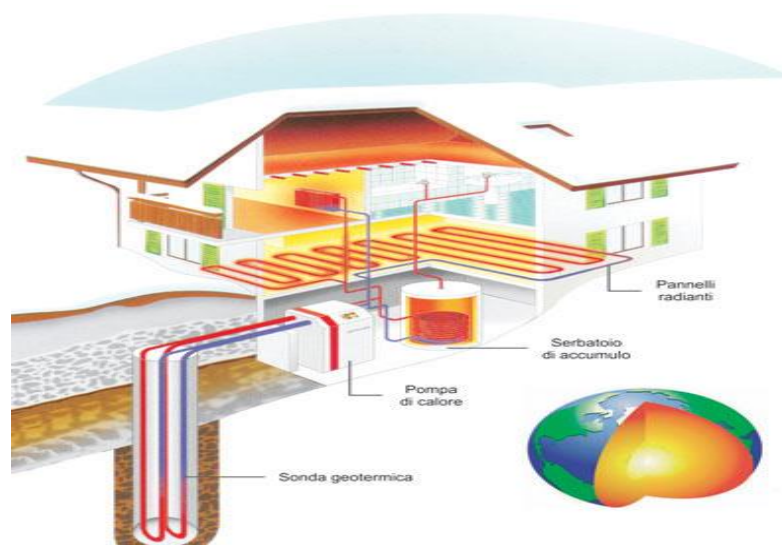


Figura 39: Energia geotérmica

Análise Swot:

Vantagens da energia geotérmica:

- Poupa cerca de 75% de energia numa casa pois substitui ar condicionado e aquecedor;
- Baixo custo, e podem ser subsidiados para um melhor enquadramento, quer dentro de uma casa, como dentro de um edifício inteiro;
- Pouco poluentes.

Desvantagens da energia geotérmica:

- A perfuração do solo pode ser cara se não for, por exemplo, numa zona de vulcânica;
- Apesar da sua baixa toxicidade, os anti gelificantes que são usados nas zonas mais frias, são poluentes;
- O seu custo inicial elevado. A manutenção da bomba de sucção do calor é relativamente baixa, no entanto a manutenção dos canos é relativamente alta, devido à corrosão e ao depósito dos minerais.

Energia da Biomassa

Geralmente aplicada no transporte e na indústria, no entanto também pode ter um bom desempenho no setor habitacional.

A biomassa é utilizada na produção de energia a partir de processos como a combustão de material orgânico que se encontra presente num ecossistema, porém nem toda a produção primária passa a incrementar a biomassa vegetal do ecossistema. Parte dessa energia acumulada é empregada pelo ecossistema para sua própria manutenção.

Ao contrário de outras energias esta pode ser facilmente armazenada.

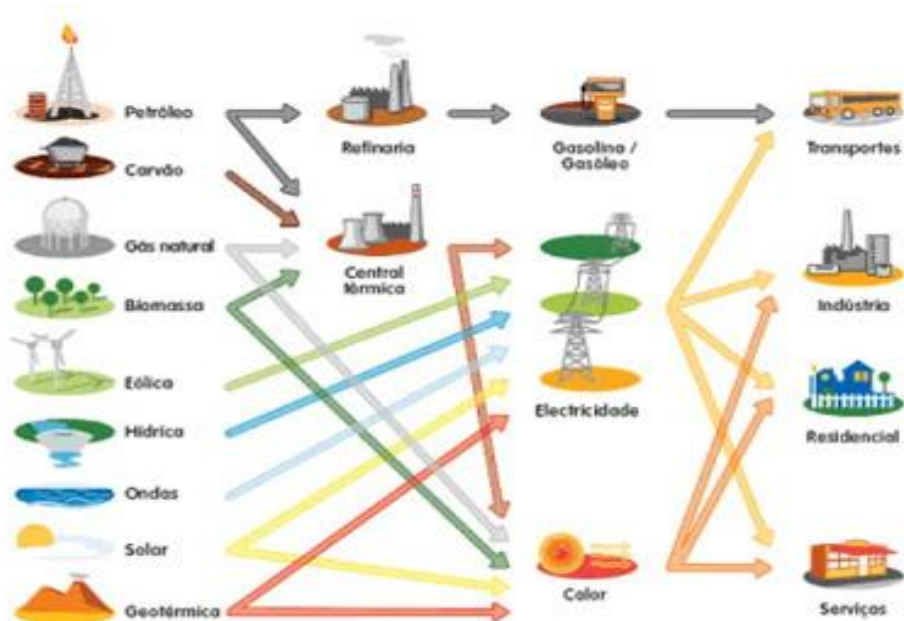


Figura 40: Energia biomassa

Análise Swot:

Vantagens da energia de biomassa:

- Baixo custo;
- Baixa Poluição;
- Menor corrosão dos equipamentos;
- Menor risco ambiental;
- Recurso renovável;
- Emissões não contribuem para efeitos de estufa.

Desvantagens da energia da biomassa:

- Menor poder calorífico;
- Maior possibilidade de geração de material particulado para a atmosfera. Isto significa maior custo de investimento para a caldeira e os equipamentos para remoção de material particulado;
- Dificuldades no stock e armazenamento.

Habitações de baixo consumo energético

Existem vários tipos de habitação de elevado desempenho energético:

1. Habitações de baixo consumo energético (*low energy house*)
2. Habitações passivas (*passive house*)
3. Habitações de consumo nulo de energia (*zero energy house*)
4. Habitação de produção extra de energia (*e-plus house*)

Estes tipos determinam-se pelos valores de consumo de energia por metro quadrado (kWh/m²), no entanto estes valores variam com o clima.

Por exemplo a media para Portugal em boas situações climáticas é de 13 a 15 kWh/m² ano enquanto na Alemanha é 70 kWh/m².

As habitações de baixo custo energético predominam no centro e norte da Europa, onde podem ser construídas sem custos adicionais e sem tecnologias de construção excepcionais. As características do desempenho energético conseguem-se com o reforço do isolamento, o controlo das pontes térmicas e a utilização de ganhos solares.

As habitações passivas implicam custos mais significativos na construção que as de baixo custo energético, sobretudo nos países mais frios, segundo Kronsberg estas tem um custo superior de 7% com um retorno de 20 anos, através de economia no consumo de rede.

Estas em comparação as habitações de baixo custo energético tem um isolamento superior, existe também uma maior preocupação com a inercia térmica, garantida sobretudo no pavimento, os ganhos solares são maiores, esta tem que estar orientada obrigatoriamente a sul.

As habitações passivas podem ser de consumo nulo de energia, ou de produção extra de energia, quando for de produção extra de energia deve estar ligada a rede para descarregar o excedente.

3.2- Materiais

As medidas para a utilização de materiais sustentáveis

Certos materiais consumidos em grandes escalas, esgotam, como tal deve haver uma escolha de materiais renováveis e abundantes. Existe uma grande preocupação com a disponibilidade dos materiais e a sua capacidade de regeneração, pois alguns deles estão a ser consumidos a uma velocidade elevada.

Como tal classificam-se os materiais em renováveis e não-renováveis. Os materiais renováveis são os que existem em abundância sendo a sua regeneração de algumas décadas, por exemplo madeira e cortiça, não se pode no entanto utilizar mais do que se produz. Materiais não-renováveis são aqueles cuja sua renovação demora séculos, por exemplo a pedra ou o carvão.

No quadro seguinte verifica-se a reserva de anos que possuímos para alguns materiais se não começarmos a aplicar uma política sustentável na construção.

Materiais	Reserva (anos)
Aço não reciclado	21
Aço (100% reciclado)	(difícil quantificação)
Agregados (areia, cascalho)	Muito ampla
Alumínio (50% reciclado)	220
Argila	Muito ampla
Betão	(difícil quantificação)
Ferro fundido	95
Lã mineral	390
Madeira laminada	390
Poliestireno extrudido (XPS)	40
Tela asfáltica	40
Vidro	(difícil quantificação)

Tabela 4 - Previsão da reserva em anos dos materiais³⁷

É preciso compreender bem os materiais as suas características e impactos pois estes produzem um grande impacto nos edifícios a nível económico, ambiental e estético.

Tem que se estudar o impacto ambiental e o impacto que os materiais têm nas pessoas. Para perceber o impacto ambiental do material tem que se verificar o seu ciclo de vida. É também necessário estudar a propriedade dos materiais para garantir a saúde e bem-estar dos

³⁷ Mateus e Bragança et al. (2006) e Berge et al. (2009)

ocupantes dos edifícios. Atualmente existe uma elevada gama de publicações de materiais com descrições e fichas técnicas dos mesmos, assim também com os seus princípios sustentáveis, utilizando os sistemas de classificações.

As decisões da escolha dos materiais serão refletidas em vários níveis, a nível ambiental, energético e de saúde humana, pelo que a escolha deve ter um critério onde é essencial o baixo consumo energético para a sua produção, preservação dos recursos naturais, potencial de reciclagem e durabilidade do material.

De acordo com Berge (2009), a escolha dos materiais faz-se de acordo com três fases:

1. Fase de produção dos materiais;
2. Fase de construção, utilização e reparação;
3. Fase de reutilização reciclagem ou deposição.

Na primeira fase, (produção ou pré construção), dever-se-á:

- Diminuir a produção de resíduos no seu processo de fabrico;
- Optar por materiais e processos de fabrico com pouco consumo de energia incorporado;
- Escolher recursos naturais;
- Escolher processos de fabrico pouco poluentes;
- Optar sempre que possíveis por materiais locais;
- Optar sempre que possíveis por materiais recicláveis.

Na segunda fase, (construção, utilização e reparação) dever-se-á:

- Escolher materiais que garantam qualidade ao ar interior;
- Optar por materiais com desempenho energético eficaz, para minimizar a utilização de energia;
- Escolher materiais com maior durabilidade;

Na terceira fase, (reutilização reciclagem ou deposição) dever-se-á:

- Escolher materiais biodegradáveis;
- Escolher materiais recicláveis (utilizando os materiais para a produção de novos) e reutilizáveis (removendo e aplicando em diferente local).

A seleção de materiais sustentáveis

Todos os materiais de construção são derivados de materiais naturais, mesmo aqueles que são sintéticos, pelo que ao se escolher o material deve-se ter sempre em conta a sua fonte, se é renovável, não renovável ou abundante.

Para seleccionar os materiais,³⁸ refere cinco pontos essenciais:

1. Minimização da necessidade dos materiais: só se constrói quando for necessário, sendo que quando se construir será com uma utilização eficaz do material, manutenção reduzida, e grande durabilidade.
2. Utilização de materiais já existentes: reutilização de materiais sempre que possível, assim como os seus componentes.
3. Projeção de materiais permitindo a sua reutilização e reciclagens: quando se utiliza materiais novos estes devem ser considerados já para reutilização e reciclagem, maximizando a sua vida útil.
4. Escolha cuidadosa dos novos materiais: ter em atenção o impacto que o material escolhido provoca.
5. Material descartado e diminuição de resíduos: reciclar material, durante a construção, separar devidamente os resíduos para utilização futura.

Devemos ter sempre em atenção também que os materiais a utilizar devem ter e fazer o seu desempenho, de modo a garantir qualidade necessária para o bom desempenho energético-ambiental.

A avaliação do ciclo de vida dos materiais

“Todas as fases da vida de um edifício, começando com o projeto de construção e terminando com a sua demolição, oferecem oportunidades para minimizar o desperdício.”³⁹

O ciclo de vida dos materiais é a duração destes desde a fase de construção, utilização e manutenção. A avaliação do ciclo de vida (ACV) é importante no impacto ambiental e recursos utilizados.

A ACV ajuda os fabricantes a analisar a produção de modo a otimizar os produtos e materiais, com melhores características.

³⁸ Sassi et al. 2006

³⁹ Idem

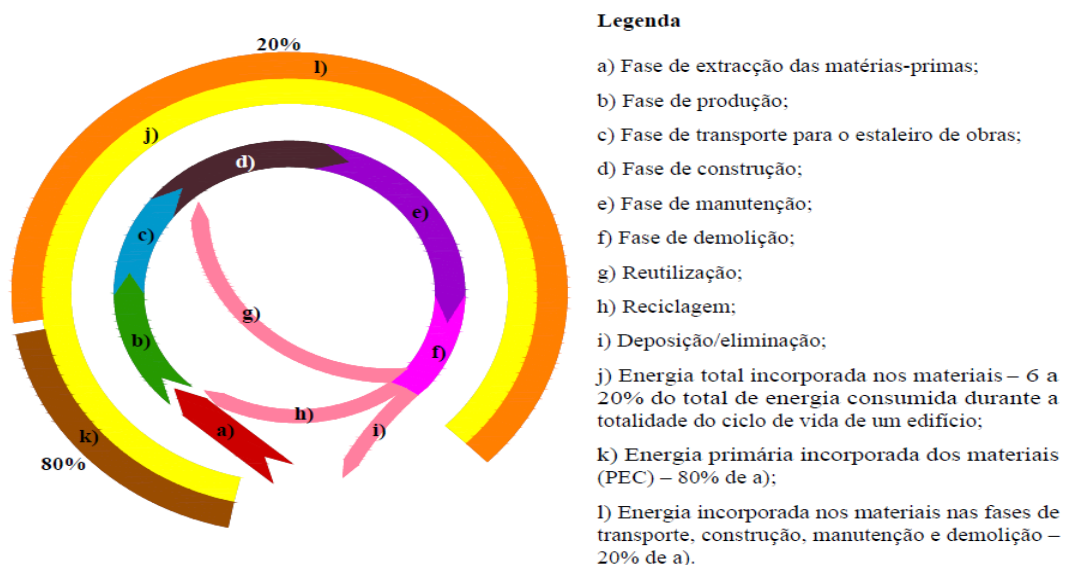


Figura 41: Ciclo de vida dos materiais e consumos energéticos associados

A aplicação de materiais renováveis

Estão cada vez mais acessíveis no mercado, os materiais renováveis, a madeira por exemplo, que pode ser utilizado como elemento estrutural, (lajes), a palha a lâ de rocha são ótimos isolamentos. É necessário haver certificação de materiais sustentáveis para que possam ser aplicados na construção.

A reutilização e a reciclagem de materiais

“O aumento na procura de materiais reciclados e reutilizados irá fortalecer o mercado desses materiais, aumentando a sua produção ou recuperação, tornando-os mais acessíveis e, ao mesmo tempo, reduzindo os desperdícios e a necessidade de novos materiais.”⁴⁰

Deve apostar-se nos materiais reciclados, para isso deve apostar-se em edifícios de fácil desmontagem e posterior reutilização.

Se os edifícios forem projetados hoje a pensar na reutilização dos seus materiais amanhã será mais fácil fazer essa reutilização, nos vários níveis técnicos financeiros e técnicos.

Os materiais recicláveis são vantajosos, depois de cumprida a sua vida útil dão origem a outro material.

⁴⁰ Sassi et al. 2006

O conceito de reciclagem de materiais é definido como “o reprocessamento de um material ou componente para formar o mesmo material ou equivalente”.⁴¹

A reutilização é definida como o processo de “colocar a nova utilização de um componente de construção utilizado anteriormente a partir de um edifício ou fonte.”⁴²

O componente pode ser feito de um ou mais materiais. Um dos processos mais utilizados atualmente consiste no ‘downcycling’, o qual representa o “reprocessamento de um material noutro material de importância inferior” como, por exemplo, madeira em aglomerado de madeira.

A energia incorporada dos materiais

Os materiais utilizados na construção nunca ou quase nunca são utilizados no seu estado natural, passam por um processo de fabrico e preparação, e este processo necessita de energia. Esta energia varia entre 6% a 20% da quantidade total consumida durante a vida útil de um edifício.

A Energia Primária Incorporada dos materiais ocupa 80% do ciclo de vida dos materiais de construção, correspondendo aos recursos energéticos consumidos na fase de produção dos materiais (energia gasta na extração das matérias-primas, transporte para locais de processamento e transformação). Os restantes 20% são resultantes da energia consumida no transporte de materiais para o estaleiro, na fase de construção (como os processos de montagem), processos de manutenção e reabilitação dos elementos de construção e operações de desmantelamento/demolição no final do seu ciclo de vida.⁴³

A redução e reutilização/reciclagem de resíduos

Atualmente um dos maiores problemas ambientais na construção é a produção de resíduos, no entanto estes possuem grandes potenciais de reutilização e reciclagem.

Atualmente 65% dos resíduos são enviados para aterro, e só 30% são reciclados ou reutilizados os restantes 5% são incinerados. A má gestão dos resíduos é um problema para a sustentabilidade pelo que propuseram⁴⁴:

- Incentivo à reabilitação de edifícios degradados em detrimento da demolição;
- Realização de um planeamento adequado do processo construtivo de novos edifícios para que sejam minimizadas as alterações em obra;

⁴¹ Sassi et al. 2006

⁴² Idem

⁴³ Mateus e Bragança et al. 2006

⁴⁴ Rocheta e Farinha et al. 2007

- Inclusão de elementos pré-fabricados que permitam posterior utilização;
- Minimização do uso de materiais compósitos;
- Criação de projetos flexíveis permitindo a sua modificação futura, em virtude de alteração da sua função;
- Diminuição da produção de resíduos perigosos;
- Projetar colocação de ecopontos;
- Recolha seletiva de RCD;
- Reutilização de materiais;
- Redução da produção de resíduos;
- Utilização de acabamentos de reparação simples.

Materiais Naturais

Os materiais naturais locais, devem ser sempre que possíveis os utilizados para a construção sustentável, principalmente devido aos custos reduzidos de transporte dos mesmos.

Esta seleção de materiais consiste não só numa técnica mas também numa abordagem á construção tradicional. Este retorno á construção com materiais naturais tem criado espaço para o estudo e aplicação de métodos tradicionais e alternativos com uma boa resposta á sustentabilidade.

Exemplos de alguns materiais naturais utilizados na construção:

Terra

A terra é um dos principais materiais de construção. Preocupações económicas e ambientais elegeram a terra como uma alternativa à construção corrente em betão armado, económica e ambientalmente sustentável.

Este material serviu ao longo da história para construir monumentos como aquedutos, mosteiros, igrejas entre outros. Estima-se que atualmente um terço da população vive em habitações de terra.

Análise Swot:

Vantagens para a utilização da terra:

- É uma matéria-prima abundante, estando disponível em praticamente todas as localizações;
- O sistema construtivo utilizado para as construções em terra é económico: implica baixos custos de transporte, tem um bom comportamento térmico, pode recorrer a mão-de-obra pouco especializada e permite prazos de execução de obra muito curtos;
- O material é ecológico pois não utiliza recursos escassos e não carece de processos de transformação da matéria-prima que recorram a meios energéticos dispendiosos;
- É reciclável e reutilizável;
- É incombustível;
- Não é tóxico.

Desvantagens para a utilização da terra:

- A utilização apenas da terra e dos meios tradicionais é praticamente impossível para garantir padrões de qualidade atuais, sendo necessário recorrer pontualmente ao betão e a outros materiais correntes;
- É um material com fraca resistência em presença da água;
- Tem uma fraca resistência às ações horizontais, apresentando limitações no desenvolvimento em altura.

A construção em terra tem que ter alguns cuidados e conhecimentos tais como:

- O material orgânico existente na camada superior do solo não é adequado para a construção e deve ser separado;
- A adequabilidade da terra como material depende da natureza da mistura da mesma;
- A qualidade e a quantidade de água utilizada são determinantes para os resultados finais;
- A terra para a construção na maior parte das técnicas disponíveis tem que ser compactada.

A terra na construção pode ser utilizada crua, cozida ou orgânica. A terra crua deve ter uma baixa percentagem de argila enquanto a terra cozida, que deve ter uma alta percentagem de argila. A terra orgânica é uma boa opção para coberturas ou superfícies ajardinadas, pois permite o desenvolvimento de vegetação. A terra orgânica nunca deve ser utilizada como elemento portante na construção.

A inércia térmica é maior na terra crua e na terra cozida que na terra orgânica. Como isolamento térmico a terra não é muito boa, pois tem mais um efeito de retardador das trocas de calor do que como isolante, deste modo nas construções de terra geralmente é colocado isolamento pelo exterior, sobretudo nos edifícios virados a norte. A construção em terra tem um elevado isolamento acústico.

Terra crua

Ao aplicar este tipo de terra tem que se ter o especial cuidado de prever o a ação erosiva da água nas coberturas e nos alicerces (recorrendo por exemplo a produtos betuminosos hidrófugos).

Este material precisa de ser estabilizado por um tipo de composto natural ou artificial, que desempenha o mesmo papel que o cimento no betão que geralmente é cal ou argila. A argila no entanto não é a mais indicada podendo provocar patologias graves.

Os principais métodos de aplicação da terra crua é:

- Taipa - paredes monolíticas erguidas com moldes laterais e compactos manualmente.



Figura 42: Construção em terra - Taipa de pilão

Este método de terra crua é o mais utilizado e o mais económico. O processo consiste em selecionar uma terra muito arenosa, rica em pedra e cascalho, mas pouco argilosa. A terra é extraída e arejada e depositada num molde constituída por dois taipais laterais, onde é prensada, com a sua humidade natural se esta não for suficiente adiciona-se água. A terra é

compactada nas taipais por camadas sucessivas depois da última camada os taipais podem ser imediatamente retiradas. A secagem da taipa não impede o seguimento do resto da obra.

As paredes de taipas demoram cerca de três semanas a ser erguidas.

- PISE - Terra Projetada pneumaticamente

Têm-se feito estudos sobre a terra projetada como o betão projetado, de modo a verificar a melhor constituição da terra a projetar, tem também estudando-se os sistemas de cofragem e de vibração. Estes sistemas depois de bons resultados nos estudos tem sido aplicado com sucesso na Europa Central nomeadamente na Áustria.

Este processo consiste num aperfeiçoamento da Taipa, tornando-se um processo mais rápido e reduzir o trabalho manual. O ar comprimido é utilizado para conduzir e compactar a terra contra uma cofragem unilateral (processo semelhante ao do betão armado). Depois de projetada a terra nos moldes é retirada a terra em excesso e a parede é alisada. Esta técnica é mais dispendiosa que a técnica tradicional pois requer equipamentos específicos.

- Adobe - tijolo de terra crua moldados secos ao sol e utilizados em alvenaria.

É a solução mais fácil para construir uma alvenaria. Produzir tijolos de adobe consome apenas 1% de energia necessária para a produção de tijolos ou blocos de cimento tradicionais.

Este tipo de tijolo são constituídos por terra argilosa e arenosa a qual se junta agua até a obtenção de uma pasta que é moldada á mão ou num molde e depois seca ao sol.

Precisa de um ligante que pode ser a areia ou a palha, ligantes naturais ou cal, cimento ou emulsões de asfalto, ligantes artificiais.

É usado especialmente nas regiões quentes e secas. Com a evolução das técnicas de arquitetura, este método de construção foi caindo em desuso, sendo geralmente substituído pelos tijolos de cimento.



Figura 43: Tijolos de Adobe

O adobe produz elevado conforto ambiental passivo devido á sua capacidade de moderar as amplitudes térmicas diurnas e sazonais. É um material ecológico e sustentável e reutilizável. Quando não cozido pode ser triturado molhado e volta ao seu estado original. Tem a desvantagem de a construção precisar de proteção contra a humidade.

Em Portugal já se começa a investir na produção deste tipo de tijolo e já existem alguns produtores de adobe leve com incorporação de palha ou cortiça (conseguindo um maior isolamento térmico). Os tijolos de adobe são utilizados numa construção mista de madeira e adobe.

- BTC (blocos de terra compactada) - tijolos de terra crua e cal, compactados mecanicamente.

È uma versão mais moderna do adobe, utilizando terra pouco humida, argilosa sem cascalho e arenosa que é prensada mecanicamente. Os BTC podem ser construídos apenas de terra (não estabilizados), ou com uma reduzida percentagem de ligante, que geralmente é cal ou cimento. Deve-se ter em atenção que os BTC com ligante de cal não se usam em elementos de betão para esses terao que ser BTC com ligante de cimento, os de cal são usados geralmente em madeira.

- Tabique (tambem chamado pau a pique ou enxaimé) - estrutura de madeira revestida ou preenchida por terra aplicada manualmente.

Sistema de terra bastante argilosa e abundante onde esta é misturada com palha ou com outras fibras vegetais locais. É utilizada como guarnição de estruturas de suporte em madeira.

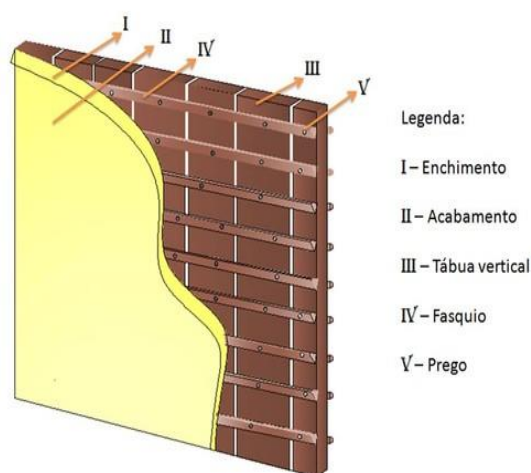


Figura 44 e 45: Paredes de Tabique

As paredes de tabique são obtidas pela pregagem de um fasquiado sobre tábuas colocadas ao alto, sendo o conjunto revestido em ambas as faces, com reboco de argamassa de cal. Pela sua grande importância, os tabiques são aliás, um exemplo muito particular de paredes divisórias.

O tabique tem a vantagem de incorporar um isolante térmico natural, a palha combinando inércia e isolamento térmico.

- Cob - blocos amorfos de terra e palha moldados manualmente.

É uma variante simplificada do tabique em que a uma terra bastante plástica adiciona-se palha amassando-se, modela-se em bolas sucessivamente amontoadas e comprimidas sem estrutura de suporte constituindo paredes monolíticas.

O problema deste material é em zonas muito húmidas absorve a humidade e a palha pode apodrecer e a parede fica enfraquecida, para contornar esta situação a construção tem que ter um cuidadoso telhado para proteger as paredes.

- Terra contida em módulos - sacos ou pneus e outros contentores cheios de terra crua.

Este sistema é pouco utilizado na Europa, e muito utilizado nos Estados Unidos para construções de emergência. É um sistema de baixo custo, que consiste em sacos cheios de terra ou areia, tem uma aplicação limitada. É um sistema ainda em estudo.

Terra cozida

A terra cozida possui uma estabilidade irreversível o que diminui as possibilidades de reutilização. Esta terra deve ter umas grandes quantidades de argila.

- Cerâmicos

Estes materiais são produzidos a partir de argila crua, com processos de cozedura onde envolve o uso de energia. São materiais bastante utilizados na construção por exemplo em revestimentos (mosaicos). Tem uma elevada durabilidade e uma inércia térmica relevante.

A desvantagem é a energia consumida no seu fabrico. Os cerâmicos recuperados na reconstrução são uma alternativa mais sustentável.

- Termoargila

Estes substituem o tijolo corrente e tem melhor desempenho ambiental, devido a redução de energia no seu fabrico e melhoria do isolamento térmico. Estes blocos são isolantes, oferecendo uma alternativa aos isolantes de revestimento. Existem também blocos deste tipo

com serradura de madeira, sendo o seu fabrico mais ecológico (implica menos consumo de energia), e possui níveis mais elevados de inércia térmica, isolamento térmico, e isolamento acústico.

Solos em coberturas

Uma das formas de utilizar terra em construção são coberturas e paredes ajardinadas, apesar da função da terra aqui é diferente. Uma cobertura verde pode ser de vegetação rasteira onde 20 cm de terra são suficientes.

O benefício das coberturas verdes são sobretudo ambientais e estéticas.

Pedra

Apesar de ser um material não renovável é um material abundante e durável. É um material bastante abundante em Portugal e utilizado pelos nossos antepassados. A pedra tem função de revestimento e de estrutura.

Análise Swot:

Vantagem da utilização da pedra:

- Elevada resistência mecânica;
- Elevada durabilidade;
- Elevada inércia térmica;
- Possibilidade de manutenção continua.

Desvantagem da utilização da pedra:

- Não é renovável;
- Impacto ambiental e paisagístico negativo das pedreiras;
- Poluição sonora das pedreiras;
- Eventual emissão de gás radão (granito);
- Extração transformação e transporte energeticamente exigentes.

As desvantagens são o transporte e a extração que pode ter problema no impacto ambiental assim como a energia gasta para a mesma. A pedra só pode ser considerada natural se estiver

disponível localmente. O indicado para a sustentabilidade é a reutilização da pedra das demolições.

O coeficiente de condutibilidade térmica de uma pedra é tanto mais baixo quanto menor for a sua densidade.

Madeira

A madeira é um material de construção renovável, tem no entanto que se ter a consciência de não se utilizar mais do que a que se renova.

É um material de construção com características únicas como a leveza e a adaptabilidade e a capacidade de absorver CO₂ durante o crescimento.

Análise Swot:

Vantagem da utilização da madeira:

- Origem natural;
- Auto renovável;
- Material reciclável;
- Absorve CO₂ naturalmente
- A sua transformação e incorporação usa pouca energia;
- Rapidez na montagem;
- Leveza, adaptabilidade e biodegradabilidade

Desvantagem da utilização da madeira:

- Manutenção frequente;
- É um bom condutor térmico o que pode originar perdas térmicas;

A estrutura madeira é geralmente conseguida através de um sistema de encaixe mas esta pode ser otimizada se for conjugada com um sistema metálico onde o sistema pode ser de aparafusamento, facilmente desmontável, apesar de as peças terem um custo extra.

A estrutura madeira é geralmente conseguida através de um sistema de encaixe mas esta pode ser otimizada se for conjugada com um sistema metálico onde o sistema pode ser de aparafusamento, facilmente desmontável, apesar de as peças terem um custo extra.

Preferência 1	Preferência 2	Preferência 3	Não recomendado
Madeira certificada de elevada duração	Madeira com impregnação de borato de sódio	Alumínio, madeira tratada; PVC reciclado	Madeiras tropicais, PVC

Tabela 5 - Hierarquia para a escolha de materiais para a construção de portas e janelas

A inércia térmica da madeira não é muito elevado pelo que deve ser combinada com o vidro para o ganho e retenção de raio solares diretos.

É um tipo de habitação que está a crescer em Portugal, sobretudo para segunda residência.

Metais

A extração destes pode originar emissões tóxicas e alterações físicas. Os processos de transformação e extração dos metais consomem muita energia. Não são materiais renováveis nem estão muito direcionados para a sustentabilidade.

O Zinco não é reciclável mas é reutilizável, é um material poluente na sua extração, e não possui grande durabilidade, o seu uso para galvanização é tóxico, a sua disponibilidade é cada vez menor.

O cobre é muito durável resistente a corrosão e facilmente reciclável, mas a sua extração pode originar efluentes tóxicos.

O chumbo é reciclável mas tóxico este não deve estar em contacto com a água, a sua disponibilidade é cada vez menor.

Materiais artificiais e sintéticos

São maioritariamente materiais não renováveis que requerem processos que geram impacto ambiental.

Exemplos de alguns materiais artificiais e sintéticos utilizados na construção:

Cimento e betão

O processo de produção de cimento para a produção de betão requer temperaturas muito elevadas, onde origina emissões prejudiciais á saúde e ao ambiente. Em 2006 o consumo de matérias-primas naturais por parte das cimenteiras portuguesas chegava a atingir 5906 quilotoneladas de acordo com a informação do Relatório de Sustentabilidade.

O Betão é um material formado pela mistura de cimento, agregados grossos e finos e de água. Para além destes componentes básicos, pode também conter adjuvantes e adições (ex. cinzas volantes).

No betão 85% das emissões de CO₂ provem do cimento, o betão armado incorpora quase a mesma quantidade de energia que o aço, mas este ao contrário do aço não é reciclável. O betão para ser reutilizado tem que ser degradado e destinado a pavimento de enchimento. É o betão que origina cerca de metade dos resíduos da construção.

Existe o betão leve que tem menor impacto ambiental que o betão comum, pois é mais leve é preciso menos betão para o mesmo desempenho que o betão comum.

Análise Swot:

Vantagem da utilização do betão:

- Elevada resistência á compressão;
- É construído por matéria natural disponível em larga escala e possibilidade de pré fabricação.

Desvantagem da utilização do betão:

- Processo muito poluente;
- Extração de inertes (areia e britas) com impacto ambiental negativo;
- Difícil reutilização de elementos e difícil reciclagem.

Vidro

O impacto ambiental que este material provoca na produção, compensa pela economia de energia que gera.

Este material requer muita temperatura no seu fabrico para processar as matérias-primas o que requer gasto de energia, e consequentemente emissões de CO₂. O vidro pode ser

facilmente reciclado não o é no entanto pois para o fazer são necessários processos de demolição seletivos o que não acontece.

Análise Swot:

Vantagem da utilização do vidro:

- Fácil reciclagem;
- O fato de ser constituído por matéria natural disponível em grandes quantidades e em muitos locais (areia e calcário);
- Dá origem a iluminação natural e ganhos solares.

Desvantagem da utilização do vidro:

- Elevada energia no fabrico;
- Elevadas emissões de CO₂ (duas vezes as produzidas no cimento);
- A fusão liberta SO₂ (dióxido de enxofre) e outras emissões nocivas.

O vidro tem várias aplicações no setor da construção, a sua transparência tem seduzido o imaginário arquitetónico, sendo que atualmente o mesmo já é possível usar como elemento estrutural em edifícios.

Aço e outras ligas metálicas

Também estes materiais tem um elevado impacto ecológico incorporado, são no entanto materiais relevantes para o desempenho ambiental dos edifícios ao longo do seu ciclo de vida.

O aço ao ser aplicado em grande escala tem que ser tratado ou é galvanizado ou tratado com níquel e cromo (aço inoxidável) para garantir a sua durabilidade e resistência em ambientes corrosivos.

Análise Swot:

Vantagem da utilização do aço e outras ligas metálicas:

- Predisposição para a reutilização;
- Comparado com outros metais a energia utilizada para o fabrico é menor e é um material pré-fabricado.

Desvantagem da utilização do aço e outras ligas metálicas:

- Extrações das matérias-primas são poluentes;
- As matérias-primas não são renováveis;
- Os tratamentos são feitos com materiais pesados e o processo de produção consome energia.

Assim como a madeira o aço permite que aceleremos o processo de construção pois é um material pré-fabricado o que o tem tornado um material bastante utilizado em vários países europeus.

Materiais sintéticos

Os materiais sintéticos tais como os plásticos, as tintas devem ser sujeitos a uma seleção ecológica, pois estes materiais derivam do petróleo.

Os plásticos devem ser reciclados e as tintas não devem possuir produtos tóxicos.

3.3- Nanotecnologia

Os materiais de construção que conhecemos foram durante os últimos tempos explorados até ao limite, em prol da construção, já não têm muito para nos oferecer e nos deixa limitados na arquitetura, o que nos abre portas para outro tipo de materiais e tecnologias

A nanotecnologia é uma tecnologia desenvolvida nas áreas das ciências químicas e físicas, onde fenómenos a nível atómico e molecular são utilizados para atribuir propriedades únicas aos materiais. Estas propriedades só são possíveis pois utilizam-se elementos manoscópicos⁴⁵. Esta investigação tem tido um grande crescimento e adesão por parte de alguns países principalmente no setor da construção. A Nanotecnologia deve ser considerada uma disciplina multidisciplinar, por outras palavras, engloba várias ciências (desde engenharia mecânica, engenharia Eletrónica, cientistas e até médicos), em que a filosofia principal desta união é a partilha dos resultados daí obtidos e também a entreaajuda, esperando assim que todos possam tirar proveito de uma forma mais rápida e completa.⁴⁶

Os produtos de construção onde se aplica a nanotecnologia são produtos com melhor eficiência energética, a nível de sustentabilidade estes produtos poderão ser a solução para muitos problemas relacionados com o consumo de energia. Ainda não se conhece os efeitos secundários em termos de saúde ambiental, na saúde dos trabalhadores.

A vantagem da nanotecnologia é que trabalha a uma escala muito pequena, 1 nanómetro (1nm) corresponde a um bilionésimo do metro, 10^9 . Para melhor perceber.

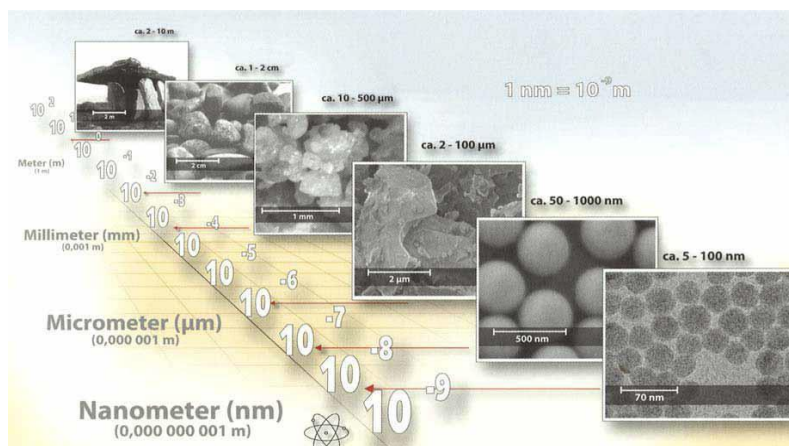


Fig. 46 Escalas (Macro, Micro e Nano escala)

Para melhor percebermos um nanómetro, uma folha de papel tem 100.000 nanómetros de espessura, um cabelo humano mede aproximadamente 80.000 nanómetros.

⁴⁵ NANO@CONSTRUÇÃO- Edições Centro Habitat, 2011, (p.1-5)

⁴⁶ Silva, Bruno; Nano Revolução na Arquitetura do Amanha, 2014

A nanotecnologia pode ser aplicada em diversas áreas do sector da construção por exemplo janelas, paredes, revestimentos entre outros. A nanotecnologia nos últimos cinco anos tem-se desenvolvido bastante neste setor, melhorando algumas categorias dos materiais de construção como cimentos e argamassa; revestimentos e tintas; materiais para isolamento térmico; e energias renováveis⁴⁷.

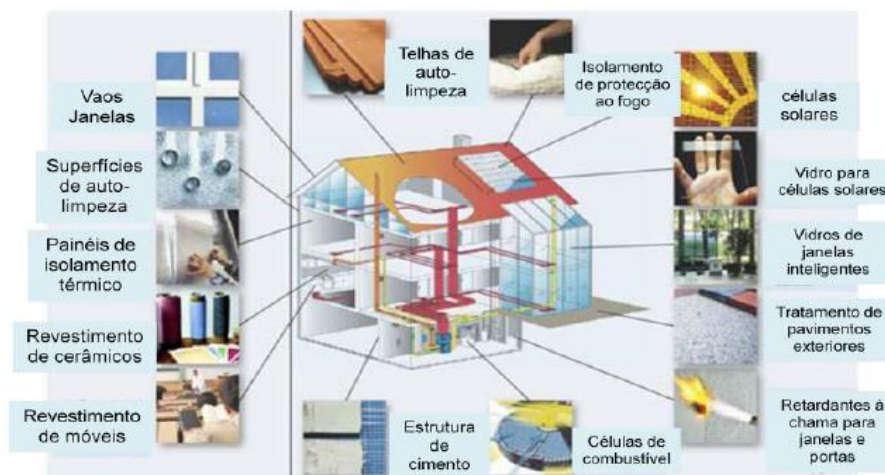


Fig. 47 - Exemplos de aplicação de nano materiais numa casa típica

Em seguida descrevemos a aplicação e vantagens desta tecnologia em quatro categorias dos materiais de construção.

Cimentos e argamassas

O cimento como já mencionado anteriormente é um dos materiais mais poluentes na construção sendo também um dos mais utilizados, devido há sua utilização a necessidade de tornar menos poluente torna-se um desafio no setor da construção.

A combinação entre as propriedades dos materiais de cimento e argamassas existentes e as propriedades potenciadas pela aplicação da nanotecnologia, visa estabelecer o equilíbrio entre o bom desempenho mecânico funcional a baixo custo e a sustentabilidade do material no seu conjunto.⁴⁸ Esta tecnologia permite-nos obter produtos com propriedades melhoradas, estruturas mais leves, fortes e compactas.

O cimento pode ter vários aditivos como a nanosilica amorfa, nanotubos de carbono, e nanopartículas de dióxido de titânio, todos os aditivos permitem preencher as imperfeições das cinzas volantes e do cimento, formando estruturas mais resistentes e consequentemente mais duradouras.⁴⁹ As nanopartículas de dióxido de titânio devido as suas propriedades de fotocatalise adicionam também propriedades de autolimpeza.

⁴⁷ Broekhuizen et al. 2009

⁴⁸ NANO@CONSTRUÇÃO- Edições Centro Habitat, 2011, (p.5-10)

⁴⁹ Elvin, George; Green Technology Forum 2007

A fotocatalise é o fenómeno através o qual um composto, por efeito da luz e após ser excitado com energia de fotões, acelera a velocidade de uma reação química sem ser consumido.⁵⁰ Este material contribui para a sustentabilidade na maneira que é mais possível manter uma estrutura limpa durante mais tempo sem utilizar outros recursos energéticos para o efeito, por essa razão muitos edifícios recorrem a este material, como por exemplo a Igreja de Jubilee em Roma.



Fig. 48 - Igreja de Jubilee em Roma

O controlo da térmica nos cimentos e argamassas faz-se utilizando materiais de mudança de fase PCMs de modo a aumentar a inercia térmica. A principal vantagem de utilização de sistemas de armazenamento de calor com utilização de PCMs é a possibilidade de uma elevada densidade de armazenamento de calor num pequeno intervalo de temperaturas. Pode ser utilizado para aquecimento ou arrefecimento de um edifício e pode ser incorporado num sistema passivo ou ativo de energia.

A incorporação de nanopartículas de dióxido de titânio em cimento e argamassa ainda é pouco utilizado devido ao seu custo. Em Portugal estes materiais ainda não se encontram no mercado.

Revestimentos e tintas

A nanotecnologia aplicada a estes materiais permite criar um processo sustentável relativamente ao processo tradicional, com a nanotecnologia o desempenho dos produtos permitem uma menor aplicação da matéria-prima. Além desta vantagem verifica-se ainda a autolimpeza, despoluição, anticorrosivo, isolamento térmico entre outras.

Existem ainda nanoaditivos que funcionalizam os revestimentos e tintas atribuindo-lhe propriedades de isolamento térmico, aumentando assim a eficiência energética das mesmas.

⁵⁰ NANO@CONSTRUÇÃO- Edições Centro Habitat, 2011, (p.5-10)

Já encontramos alguns destes materiais há venda em Portugal, em alternativa aos produtos comuns, verificando-se assim uma preocupação com a sustentabilidade dos materiais, não deixando ainda de se desenvolver um trabalho para uma melhor otimização destes.

Gestão de isolamento térmico

A aplicação de nanotecnologia nesta categoria de materiais revela-se de elevada importância, visto permitir melhorar o desempenho nos materiais comuns. Os edifícios que incorporem isolamento com nanomateriais adquirem um maior conforto térmico, isolamento térmico e acústico e controlo da humidade. A redução de consumo de recursos energéticos e a redução do impacto ambiental dos produtos é também uma das principais vantagens.⁵¹

Os materiais nanoestruturados adicionam-se aos materiais tradicionais como as espumas ou a lã de vidro por exemplo estes possuem uma estrutura muito porosa, estes á escala nano possuem uma elevada área superficial que permite o aumento da resistência térmica. Estes isolamentos tem uma multiplicidade de aplicação num edifício e por essa razão o seu impacto na eficiência é tao significativo.

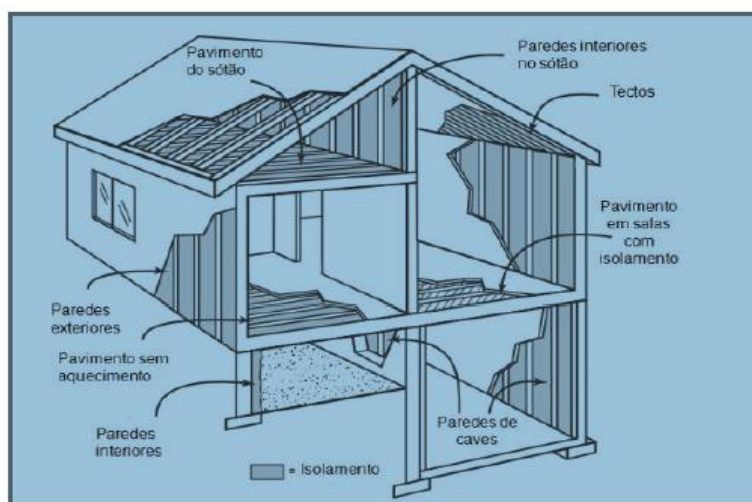


Fig. 49 - Zona de aplicação de isolamento térmico

Em Portugal já encontramos alguns destes materiais em comercialização e como se trata de um dos fatores mais importantes para o ambiente térmico e por consequência para a poupança de energia, pode poupar ate 30%⁵², continua-se a investigar para otimizar a aplicação do material.

⁵¹ Ascenso, Rita; Gestão técnica centralizada: Um enorme potencial de poupança, Climatização (2010).

⁵² NANO@CONSTRUÇÃO- Edições Centro Habitat, 2011, (p.5-10)

Energia fotovoltaica

A nanotecnologia tem contribuído significativamente para a melhoria da eficiência energética e a redução das emissões de CO₂ em edifícios, efetuando grandes avanços para a energia renovável. A produção de eletricidade através da energia solar fotovoltaica depende das nanotecnologias.⁵³

A energia fotovoltaica, tornou-se uma área de bastante interesse e investimento, por parte da investigação como da indústria, devidas as características da mesma. Existem inúmeras gamas de produtos, sendo os painéis fotovoltaicos orgânicos os que se encontram numa fase de desenvolvimento. Em Portugal já encontramos desde 2010 um módulo fotovoltaico composto por uma sobreposição de semicondutores de silício amorfo laminados entre o painel e o vidro de encapsulamento. Esta tecnologia oferece uma boa relação custo benefício.⁵⁴

⁵³ NANO@CONSTRUÇÃO- Edições Centro Habitat, 2011, (p.10-23)

⁵⁴ “Energy efficiency through insulation: The impact on global climate change” The north American Insulationmanufacturers Association (NAIMA) 024-7 (1996)

CONCLUSÃO

A palavra sustentabilidade por si só não quer dizer nada porque no início estamos a falar dos anos 70, era associado à ecologia, mais tarde já nos finais dos anos 80 associaram-se também os fatores económicos e nos anos 90 a preocupação foi a ergonomia e o bem estar do Homem. Deu-nos a conhecer uma perspetiva diferente do que é a sustentabilidade, onde até à bem pouco tempo a sustentabilidade passou a ser reconhecida pelo valor médio destes três fatores, no entanto no final do século XX, várias técnicas questionaram-se sobre o valor intrínseco sobre sustentabilidade e denota-se que o significado de sustentabilidade não é sustentável, uma vez que não conseguimos que o edifício seja económico do ponto de vista da construção, ecológico do ponto de vista dos materiais e confortável ao nível das sensações e do conforto humano que é o que acontece. Denota-se que o que acontece é que todos estes fatores são apenas valores médios e nunca valores ótimos.

Sendo assim conclui-se que o significado da palavra sustentabilidade deixou de corresponder a um conjunto de fatores individuais sendo por isso necessário justificarmos de que tipo de sustentabilidade estamos a falar, quando queremos analisar avaliar ou projetar um determinado, neste caso edifício.

Quando projetamos temos que ter em atenção os fatores económicos, estéticos, culturais, sociais e de conforto. A arquitetura praticada aplica-se consoante o destino ou cuidado a dar a mesma, se queremos uma arquitetura social temos que ter atenção aos fatores económicos estão relacionados com a preocupação com os materiais a aplicar, Se queremos uma arquitetura aplicada a uma casa de férias, os fatores já se redirecionam para a história, o cultural e social.

BIBLIOGRAFIA

- Mourão Joana, Pedro Branco João - *Princípios da edificação sustentável*. LNEC, 2012.
- Higueras, Ester - *Urbanismo Bioclimático*. Gustavo Gili, 2006.
- Appleton, João Augusto da Silva - *Reabilitação de edifícios antigos: patologias e tecnologias de intervenção*. Orion, 2011
- Afonso, F. et al. (1998). *O Sector da Construção: Diagnóstico e Eixos de Intervenção*. Lisboa, Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e ao Investimento.
- Berge, B. (2009). *The ecology of building materials (2ª ed.)*. Oxford, Architectural Press.
- Comissão Europeia (2008). *European Communities: Environmental Improvement Potentials of Residential Building (IMPRO-Building)*. Institute for Prospective Technological Studies. Luxemburgo. A Sustentabilidade na Reabilitação do Edificado.
- Eires, R. (2006). *Materiais não convencionais para uma construção sustentável utilizando cânhamo, pasta de papel e cortiça*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho.
- Fernandes, F. (2010). *Especificações para a reabilitação sustentável de edifícios*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro.
- Ferreira, M. (2009). *A eficiência energética na reabilitação de edifícios*. Dissertação de Mestrado, Universidade Nova de Lisboa.
- Freitas, V. P. et al (2012). *Manual de Apoio ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Antigos (1ªed.)*. Porto, Ordem dos Engenheiros da Região Norte.
- Garrido, J. (2008). *Sistemas Energéticos para o Sector - Edifícios em Portugal: Sustentabilidade e Potencial de Inovação*. Dissertação de Mestrado, Universidade Nova de Lisboa.
- Ganhão, A. (2011). *Construção Sustentável - Propostas de melhoria da eficiência energética em edifícios de habitação*. Dissertação de Mestrado. Universidade Nova de Lisboa.
- Instituto Nacional de Estatística. (1984). *Recenseamentos da População e da Habitação: Resultados Definitivos de 1981*. Lisboa, Instituto Nacional de Estatística.
- Instituto Nacional de Estatística. (1996). *Censos 91 - Resultados Definitivos*. Lisboa, Instituto Nacional de Estatística.
- Instituto Nacional de Estatística. (2002). *Censos 2001: Resultados Definitivos*. Lisboa, Instituto Nacional de Estatística.

Instituto Nacional de Estatística. (2011a). *Censos 2011 - Resultados Provisórios*. Lisboa, Instituto Nacional de Estatística, I.P.

Instituto Nacional de Estatística (2011b). *Inquérito ao Consumo de Energia no Setor Doméstico 2010*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística I.P. e Direcção-Geral de Energia e Geologia.

Instituto Nacional de Estatística. (2012a). *Anuário Estatístico da Região Lisboa 2011*. Lisboa. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

Instituto Nacional de Estatística. (2012b). *Anuário Estatístico da Região Norte 2011*. Lisboa. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

Instituto Nacional de Estatística (2012c). *Censos 2011: Resultados Definitivos*. Lisboa, Instituto Nacional de Estatística, I.P.

Instituto Nacional de Estatística. (2012d). *Estatística da Construção e Habitação 2011 - edição 2012*. Lisboa, Instituto Nacional de Estatística, I.P.

Instituto Nacional de Estatística. (2012e). *Parque Habitacional em Portugal: Evolução na última década 2001-2011*. Lisboa, Instituto Nacional de Estatística, I.P.

Instituto Nacional de Estatística (2013). *Reabilitação do Parque Habitacional 2001-2011*. Lisboa, Instituto Nacional de Estatística, I.P. A Sustentabilidade na Reabilitação do Edificado.

Martins, B. et al. (2009). *O Mercado da Reabilitação - Enquadramento, Relevância e Perspectivas*. Lisboa, Associação de Empresas de Construção Obras Públicas e Serviços.

Mateus, R. (2004). *Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho.

Mateus, R., Bragança, L. (2006). *Tecnologias Construtivas para a Sustentabilidade da Construção*. Ermesinde, Edições Ecopy.

Mota, A. (2013). *Consumo ecológico - Poupar o ambiente e a carteira*. Lisboa: Deco Proteste.

Nelson, A., Rakau, O. (2010). *Green Buildings - A niche becomes mainstream*; Deutsh Bank Reaserch.

Sassi, P. (2006). *Strategies for Sustainable Architecture*. Oxon, Taylor & Francis.

Moita, F. (2010). *Energia Solar Passiva*. Lisboa, Argumentum - Edições, Estudos e Realizações.

Tavares, S. (2006). *Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina.

Martins, A. (2014). *A Sustentabilidade na Reabilitação do Edificado*. Dissertação de Mestrado, Universidade Fernando Pessoa Porto.

<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=23&Cod=1040> acedido a 03/03/2015 as 22:30

http://www.sustentabilidades.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=38:arquitetura-sustentavel-o-que-e-um-projeto-sustentavel acedido a 03/03/2015 as 23:10

http://www.sobiologia.com.br/conteudos/bio_ecologia/ecologia.php acedido a 05/03/2015 as 09:05

<http://www.patrimonio.pt/index.php/por-dentro/324-regeneracao-urbana-parte-i> acedido a 12/03/2013 as 21:05

<http://www.patrimonio.pt/index.php/por-dentro/329-regeneracao-urbana-parte-ii> acedido a 12/03/2015 as 22:20

<http://www.aecops.pt/> acedido a 13/03/2015 as 01:20

http://www.edificioseenergia.pt/media/25462/actualidades%20eco_67.pdf acedido a 16/03/2015 as 13:10

<http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58999/2/Texto%20integral.pdf> acedido a 16/03/2015 as 14:52

http://wikienergia.pt/~edp/index.php?title=Sistema_passivo_de_energia_solar acedido a 17/03/2015 as 00:19

<http://www.construcaosustentavel.pt/index.php?/O-Livro-%7C%7C-Construcao-Sustentavel/Eficiencia-Energetica/Paredes-Trombe> acedido a 21/03/2015 as 23:03

<https://engenhariacivil.files.wordpress.com/2008/01/dossiereconomico.pdf> acedido a 10/04/2015 as 10.50

<http://arquitecologia.org/Descs/CliFautl0.htm> acedido a 12/04/2015 as 22:15

<http://pt.slideshare.net/RosanaSousa2/responsabilidade-ecologica> acedida a 15/04/2015 as 00:21

<http://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CCoQFjAC&url=http%3A%2F%2Frepositorio-aberto.up.pt%2Fbitstream%2F10216%2F57924%2F1%2F000129262.pdf&ei=brpfVZ7hO8ir7Aawj4>

GABQ&usg=AFQjCNE2k40SqB3SlRMGrdw4nj5g2DcRtw&sig2=tqF4jbamrQEKKKo2obk2EQ&bvm=bv.93990622,d.ZGU acedido a 21/04 /2015 as 00:15

http://www.baukultur.pt/canais.asp?id_canal=142 acedido a 30/04/2015 as 01:46

http://www.convibra.com.br/upload/paper/adm/adm_2626.pdf acedido a 09/05/2015 as 00:15

<http://www.atitudessustentaveis.com.br/artigos/sustentabilidade-economica-que-sustentabilidade-economica/> 11.15 acedido 09/05/2015 as 22.37

<http://sustentavelecolgia.blogspot.pt/> acedido a 09/05/2015 as 23.11

<http://greensavers.sapo.pt/2014/01/14/portugal-bateu-recorde-de-energia-renovavel-em-2013/> acedido a 10/05 /2015 as 12.58

<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/4250/9/TeseDoutMendonca9.pdf> acedido a 10/05 /2015 as 12.58

<http://www.explicatorium.com/Energia-Solar.php> acedido a 11/05/2015 as 00:21

<http://energiasalternativas.webnode.com.pt/energias-renovaveis/energia-eolica/> acedido a 12/05/2015 as 23:21

http://web.ist.utl.pt/luis.roriz/MyPage/Solar_Term.pdf acedido a 15/05/2015 as 09.05

<https://revolucaoenergetica.wordpress.com/2014/01/03/concentradores-solares-e-gerao-de-energia/> acedido a 15/05/2015 as 09:43

<http://energiasalternativas.webnode.com.pt/energia-hidrica/> acedido a 15/05/2015 as 11:21

<http://energiasalternativas.webnode.com.pt/energias-renovaveis/energia-geotermica/> acedido a 16/05/2015 as 22:11

<http://energiasalternativas.webnode.com.pt/energias-renovaveis/biomassa/> acedido a 16/05 /2015 as 22.23

<http://baudopermacultor.blogspot.pt/2011/05/taipa.html> acedido a 17/05/2015 as 08:43

<http://ameal.weebly.com/teacutecnicas-tradicionais-de-construccedilatildeo.html> acedido a 17/05/2015 as 08:54

<http://www.mundoeducacao.com/geografia/uso-economico-das-rochas.htm> acedido a 17/05 /2015 as 09:21

ANEXO

Conversa telefónica com Prof. Doutor Augusto Brandão, Arquiteto na Universidade De Lisboa, onde se pede opinião sobre sustentabilidade e habitação.

Professor Augusto Brandão: Está

Liliana Ramos: Estou sim bom dia fala Liliana Ramos por parte do Prof. Moreira Pinto como está tudo bem?

Professor Augusto Brandão: Catita, catita tudo catita.

Liliana Ramos: Ainda bem, peço desculpa pelo incómodo mas gostaria de ter a sua opinião para a minha tese de mestrado a tese é sobre sustentabilidade na arquitetura.

Professor Augusto Brandão: Exato.

Liliana Ramos: Gostaria então de fazer umas perguntas. Para si qual a importância da sustentabilidade na arquitetura?

Professor Augusto Brandão: É vital, é vital porque sem sustentabilidade a gente não pode garantir que aquela obra se possa manter, quer dizer uma obra só se pode manter se for sustentável economicamente e construtivamente durante x tempo, uma obra que tenha sido feita para x tempo, uma obra de fato é feita para dois dias ou três não é sustentável. Ou pelo contrário se uma obra custa três vezes mais que aquilo que o orçamento que o estado tem não é sustentável porque não se pode gastar todos os anos um quociente tal que torna o país pobre, por isso a sustentabilidade é nada mais, nada menos. É o bom senso posto na arquitetura.

Liliana Ramos: Está-me a falar em sustentabilidade económica?

Professor Augusto Brandão: Toda, se você fizer de facto uma casa toda em vidro no equador, tem que por ar condicionado de tal maneira forte que torna insustentável essa casa, isso não é sustentável. A sustentabilidade não é nada mais, nada menos, desculpe eu dizer-lhe isso porque é uma coisa vulgar de Lineu mas é verdade é o bom senso em relação á arquitetura. É claro pode-me dizer não eu vou construir esta obra, vou construí-la por metade do preço vamos supor porque o estado agora só tem metade do custo e já sei que a obra não me vai durar cinco anos mas vai durar-me dois anos, mas isso são provas que a principio nós tomamos.

Liliana Ramos: E o bom senso, é vital.

Professor Augusto Brandão: É o bom senso você agarra por exemplo um edifício constrói-o todo de novo por exemplo no equador virado a sul, aquilo é insustentável para quem estiver lá é isso em tudo.

Liliana Ramos: Portanto a sustentabilidade começa desde o início, desde o projeto?

Professor Augusto Brandão: Desde o início, é certo que os Ingleses consideram que a parte de fundações não pode ser vista com este rigor porque aparecem muitas coisas que não se sabe, debaixo do solo aparecem muitas coisas, por exemplo o Porto que é granito que é toda construída inteiramente, tem falhas de granito que obrigam as vezes uma construção a ter 15, 30, 40 metros de profundidade em fundações, ora isso não é sustentável é melhor construir noutro sítio, porque isso quer dizer sustentabilidade não é nada mais que bom senso. O seu bom senso ao comprar um fato para si é o bom senso que você tem em relação a arquitetura que constrói porque você põe no seu fato os mesmos problemas que nos pomos na arquitetura, o tempo de vida, o custo por unidade de planificação, as zonas múltiplas e não múltiplas, o ambiente, o ataque do ambiente ou não, tudo isso são coisas que você põe num fato, quer dizer não há nada que não se estude neste mundo que não tenha que ser visto pelo fator da sustentabilidade a não ser uma coisa, a obra do regime. Uma obra do regime, a haver um momento politico qualquer que quer reger uma obra essa obra pode não ser sustentável, pode ser construída onde usaram materiais, que na realidade a tornam de fato, insustentável para o país a existência desse elemento se bem que possa viver eternamente. Agora todos os anos o estado entra lá com milhares e milhares de contos.

Liliana Ramos: Lembra-se de algum livro onde eu possa estudar a sustentabilidade?

Professor Augusto Brandão: Isso livro há muitos. “*sostenibilidad en la construcción*” de Alexandre Laura, é um livro relativamente pequeno mas que tem tudo.

Liliana Ramos: Considera que se pratica uma atitude sustentável em Portugal?

Professor Augusto Brandão: Não, quer dizer está a começar a aparecer, mas a maior parte das vezes não, só de fato indivíduos que já estejam incluídos nessa metodologia projetual que é de fato o bom senso.

Liliana Ramos: Mas porquê? Porque é que será que não se pratica esta atitude sustentável?

Professor Augusto Brandão: Porque a maioria de facto dos nossos arquitetos não são educados para responder a sustentabilidades, mas são educados a fazer a obra mais bonita deste mundo. Substitui-se a sustentabilidade pela estética.

Liliana Ramos: Para o professor o que é a habitação?

Professor Augusto Brandão: É onde estamos a viver. É o elemento onde vivemos que esta para cima da natureza que se sobrepõem a natureza e por se sobrepor a natureza, custa dinheiro a construir, ao custar dinheiro a construir nós temos que saber que unidades de planeamento podemos usar para fazer essa construção e isso dar-nos-á logo uma sustentabilidade do que vamos construir. Não sei se percebeu toda essa “ginga joga”. Repare o que sucede na maioria das vezes e em Portugal cada vez mais é que os edifícios são postos á praça ou são entregues para ser construídos sem se ter a ideia de quanto é que pode custar a unidade de planeamento dessa área, porque na realidade não se pode começar construir, ou fazer uma construção sem se saber os limites a que se pode chegar, e esses limites são precisamente os limites da sustentabilidade em economia em ambiente em várias áreas.

Liliana Ramos: Muito obrigada pelo tempo que me dispensou, foi muito útil e esclarecedor. Continuação de um bom trabalho.

Professor Augusto Brandão: De nada.