



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Engenharia

Arquitetura Inteligente, um passo para a Sustentabilidade

José Filipe Sousa Costa

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

Orientador: Prof. Doutor Luís Miguel Moreira Pinto
Coorientador: Prof. Doutora Cláudia Sofia Beato

Covilhã, setembro de 2019

*“A nossa geração
é cada vez mais responsável
pela nossa própria evolução”*

Pierre Teilhard de Chardin.

Agradecimentos

À Família:

Em especial aos meus pais, irmãos e namorada.

Aos Amigos:

Em especial ao Válder Silva pelos livros emprestados e aos que me apoiaram neste longo percurso de aprendizagem.

Aos que contribuíram para os inquéritos da dissertação:

Em especial ao SR. Arif Karabuğa, ao Sr. Emilian Gwiaździński, ao Professor Doutor Castro Gomes e ao Professor Doutor Gonçalves Lanzinha pela disponibilidade.

Aos Professores:

Em especial ao Professor Doutor Arq. Moreira Pinto e à Professora Doutora Cláudia Beato.

Obrigado.

Resumo

Com o passar do tempo, o planeta sofre constantes transformações provocadas pelo ser humano. Esta realidade, se não for mudada, poderá trazer consequências drásticas à nossa vida.

Uma das maiores áreas, que provoca a destruição do planeta, é a área da construção civil. No entanto, a arquitetura poderá ser pensada de forma a desacelerar este processo. Isto poderá ser feito utilizando métodos e materiais na construção e reabilitação que não comprometam o futuro.

A arquitetura vernacular deve ser uma referência à sustentabilidade, que hoje os edifícios procuram. Este tipo de arquitetura, atualmente em desuso, oferecia ao utilizador conforto sem a necessidade de implementação de equipamentos prejudiciais ao ambiente. Em contrapartida a arquitetura vernacular obriga a uma atenção, disponibilidade e conhecimento por parte do utilizador, para que o edifício funcione de forma eficiente. A falta de tempo que atualmente vemos na sociedade não se ajusta com a arquitetura vernacular.

A arquitetura inteligente é uma inteligência artificial aplicada na construção civil que substituiu o ser humano em tarefas fundamentais do edifício. Esta tecnologia corresponde com a atualidade à falta de tempo.

O cruzamento da arquitetura vernacular com a arquitetura inteligente, possibilita a aplicação de métodos e materiais vernaculares na atualidade, sem que as rotinas do utilizador sejam alteradas.

Assim, é possível assegurar a sustentabilidade do edifício e o conforto do utilizador. Entende-se que se trate de uma atitude responsável que contribua para o futuro do planeta e das próximas gerações.

Palavras-chave

Arquitetura Sustentável, Arquitetura Inteligente, Domótica, Proposta de Projeto

Abstract

Over the time, the planet undergoes constant transformations caused by human beings. This reality, if not changed, could have drastic consequences for our lives.

One of the largest areas that causes the destruction of the planet is the area of construction. However, architecture can be designed to slow down this process. This can be done using methods and materials in construction and rehabilitation that do not compromise the future.

Vernacular architecture should be a reference to the sustainability that buildings today seek. This type of architecture, currently in disuse, offered the user comfort without the need to implement environmentally harmful equipment. In contrast, vernacular architecture requires user attention, availability and knowledge to make the building work efficiently. The lack of time we currently see in society does not fit in with the vernacular architecture.

Intelligent architecture is an artificial intelligence applied in construction that has replaced the human being in fundamental building tasks. This technology corresponds today to the lack of time.

The intersection of vernacular architecture with intelligent architecture makes it possible to apply vernacular methods and materials today without changing user routines.

This ensures the building's sustainability and user comfort. It is understood that this is a responsible attitude that contributes to the future of the planet and the next generations.

Keywords

Sustainable Architecture, Intelligent Architecture, Home Automation, Project Proposal

Índice

| | |
|--|----|
| Capítulo 1 | 1 |
| Introdução | 1 |
| 1.1 Justificação do Tema | 1 |
| 1.2 Estrutura da Dissertação | 1 |
| Capítulo 2 | 3 |
| O que significa Sustentabilidade | 3 |
| 2.1 Após Brundtland | 3 |
| 2.2 Arquitetura Sustentável | 5 |
| 2.3 Sustentabilidade Vernacular | 7 |
| 2.4 Sustentabilidade na Contemporaneidade | 8 |
| 2.5 Sustentabilidade no Futuro | 11 |
| 2.6 Legislação | 11 |
| 2.7 Certificados | 12 |
| 2.7.1 BREEAM e LEED | 12 |
| 2.7.2 SBTOOL e LiderA | 15 |
| Capítulo 3 | 17 |
| Métodos e Materiais Sustentáveis | 17 |
| 3.1 Água | 18 |
| 3.1.1 Desperdícios de Água | 19 |
| 3.1.2 Águas Pluviais | 19 |
| 3.1.3 Métodos para filtragem de Água | 20 |
| 3.1.4 Materiais com menos Água | 21 |
| 3.1.5 Evaporação da água como forma de Arrefecimento | 21 |
| 3.2 Ar | 21 |
| 3.2.1 Ventilação | 22 |
| 3.2.2 Ventilação Natural | 23 |
| 3.2.3 Energia do Ar | 23 |
| 3.3 Sol | 24 |
| 3.3.1 Energia Ativa | 24 |
| Coletores Solares | 24 |
| Painéis Fotovoltaicos | 25 |
| 3.3.2 Eficiência de Energia | 26 |
| Equipamento | 26 |
| Luz Artificial | 26 |
| 3.3.3 Energia Passiva | 26 |
| Diagramas Solares | 28 |

| | |
|--|----|
| Aquecimento Natural | 31 |
| Envidraçado | 31 |
| Parede de Trombe | 31 |
| 3.3.4 Iluminação Natural | 33 |
| 3.3.5 Sombreamento | 33 |
| 3.4 Terra | 33 |
| 3.4.1 Geotermia | 35 |
| 3.4.2 Cobertura Ajardinada | 37 |
| 3.4.3 Barreira Ecológica | 37 |
| 3.4.4 Árvores | 37 |
| 3.5 Isolamento | 38 |
| 3.6 Nanotecnologia | 39 |
| 3.7 Resíduos | 40 |
| 3.7.1 Eco ₂ Blocks | 41 |
| Capítulo 4 | 43 |
| Tecnologia | 43 |
| 4.1 Arquitetura Inteligente | 43 |
| 4.1.1 Arquitetura Inteligente/Sustentabilidade | 44 |
| 4.1.2 Arquitetura Inteligente/Utilizador | 45 |
| 4.1.3 Arquitetura Inteligente/Iluminação-Térmica | 45 |
| 4.2 BIM | 46 |
| Capítulo 5 | 47 |
| Utilização da Habitação e Conclusões | 47 |
| 5.1 Enquadramento | 47 |
| 5.2 Desempenho e atitude | 49 |
| 5.3 Conhecimento | 52 |
| 5.4 Domótica | 55 |
| Capítulo 6 | 57 |
| Proposta de Projeto | 57 |
| 6.1 Enquadramento Territorial | 58 |
| 6.2 Conceito | 58 |
| 6.3 Enquadramento Legal | 60 |
| 6.4 Memória Descritiva | 60 |
| 6.4.1 Orientação | 61 |
| 6.4.2 Espaço Interior | 63 |
| 6.4.3 Arranjos Exteriores | 65 |
| 6.4.4 Áreas | 66 |
| 6.5 Soluções Construtivas | 67 |
| 6.5.1 Estrutura | 67 |
| 6.5.2 Paredes Exteriores | 67 |

| | |
|--------------------------|-----|
| 6.5.3 Paredes Interiores | 67 |
| 6.5.4 Parede de Trombe | 68 |
| 6.5.5 Pavimento | 68 |
| 6.5.6 Cobertura | 68 |
| 6.5.7 Escada | 68 |
| 6.5.8 Chaminé | 68 |
| 6.6 Impactos Esperados | 68 |
| Capítulo 7 | 71 |
| Conclusão | 71 |
| Revisão Bibliográfica | 73 |
| Anexo | 79 |
| Anexo I | 81 |
| Anexo II | 85 |
| Anexo III | 89 |
| Anexo IV | 93 |
| Anexo V | 103 |

Lista de Figuras

| | | |
|-------------------------------|--|---------------|
| Figura 2.1 Fonte 1 | Cimento, fonte de CO ₂ https://www.bbc.com/news/science-environment-46455844 , acessado a 26/02/19 | Pág.6 |
| Figura 2.2 Fonte 2 | Nível de CO ₂ Global https://www.co2levels.org/ , acessado 27/02/19 | Pág.9 |
| Figura 2.3 Fonte 3 | Casa da Música https://www.casadamusica.com/pt/a-casa-da-musica/espacos/exterior/?lang=pt , acessado a 26/02/19 | Pág.10 |
| Figura 2.4 Fonte 4 | Estádio Municipal de Braga http://intranet.pogmacva.com/uploads/img/6fb5a2c5c7f03cb986df20a2113739b82c6b86a3.jpg acessado 27/02/19 | Pág.10 |
| Figura 2.5 Fonte 5 | Classificação BREEAM aplicado em Vila do Conde https://issuu.com/neinver_mk/docs/certificate_breeam_in_use_2016_nein , acessado a 27/02/19 | Pág.13 |
| Figura 2.6 Fonte 6 | Classificação LEED aplicado na Covilhã https://issuu.com/neinver_mk/docs/certificate_breeam_in_use_2016_nein , acessado a 27/02/19 | Pág.14 |
| Figura 2.7 Fonte 7 | Classificação SBTool ^{pt} aplicado em Braga Bragança, L., (2017), “SBTOOL URBAN: INSTRUMENTO PARA PROMOÇÃO DA SUSTENTABILIDADE URBANA”, Universidade do Minho, Guimarães, p.9 | Pág.15 |
| Figura 2.8 Fonte 8 | Classificação LiderA https://www.researchgate.net/figure/Figura-7-Certificado-LiderA_fig2_270215366 , acessado 27/02/19 | Pág.16 |
| Figura 3.1 Fonte 9 | Filtragem de água adaptado de https://i.pinimg.com/originals/f7/76/21/f77621ca1f0bd21763255cdb81fc1a05.jpg | Pág.20 |
| Figura 3.2 Fonte 10 | Renovações de ar adaptado de Portaria nº 353-A/2013 | Pág.22 |
| Figura 3.3 Fonte 11 | Ventilação Natural o próprio | Pág.22 |
| Figura 3.4 Fonte 12 | Painéis solares com cobertura ajardinada https://institutocidadejardim.files.wordpress.com/2016/01/ggripv-cropped.jpg?w=1000 acessado 01/03/19 | Pág.25 |

| | | |
|--------------------|---|---------------|
| Figura 3.5 | Distribuição e Organização espacial | Pág.27 |
| Fonte 13 | adaptado de Edwards, B., (2008) “O guia básico para a sustentabilidade” Gustavo Gili, Barcelona, p.127 | |
| Figura 3.6 | Diagrama Solar ^{a)} | Pág.28 |
| Fonte 14 | o próprio | |
| Figura 3.7 | Diagrama Solar ^{b)} | Pág.29 |
| Fonte 15 | o próprio | |
| Figura 3.8 | Diagrama Solar - Corte | Pág.30 |
| Fonte 16 | o próprio | |
| Figura 3.9 | Diagrama Solar - Alçado | Pág.30 |
| Fonte 17 | o próprio | |
| Figura 3.10 | Parede de Trombe | Pág.32 |
| Fonte 18 | Amado, M., Pinto, A., Alcaface, A., Ramalhete, I., (2015), “Construção Sustentável conceito e prática.”, Caleidoscópio, Casal de Cambra, p.143 | |
| Figura 3.11 | Hospital de Feldkirch | Pág.34 |
| Fonte 19 | http://www.fourthdoor.co.uk/unstructured/unstructured_07/images/1/rauch_feldkirch_hospital3.jpg , acessado a 01/03/19 | |
| Figura 3.12 | Relação de temperatura ambiente e do solo em caso de estudo | Pág.36 |
| Fonte 20 | Cruz, J., Silva, A., Leite, E., Ferreira, V., (2018)., “Desenvolvimento de uma bomba de calor geotérmica para aquecimento de água doméstica”, Jornada de Iniciação Científica e Extensão. | |
| Figura 3.13 | T₁O₂ Igreja Dives in Misericordia | Pág.39 |
| Fonte 21 | https://i.pinimg.com/originals/7e/0a/80/7e0a8025fde4a9fb00bbab574136734f.jpg , acessado a 01/03/19 | |
| Figura 3.14 | eCO₂blocks | Pág.41 |
| Fonte 22 | https://imagens.publico.pt/imagens.aspx/1310559?tp=UH&db=IMAGENS&type=JPG&w=718 , acessado a 17/07/19 | |
| Figura 4.1 | Rede BIM | Pág.46 |
| Fonte 23 | Venâncio, M., (2015), “Avaliação da implementação de BIM - building information modeling em Portugal”, Faculdade de engenharia, p.12 | |
| Figura 5.1 | Género | Pág.47 |
| Fonte 24 | o próprio | |
| Figura 5.2 | Idade | Pág.48 |
| Fonte 25 | o próprio | |
| Figura 5.3 | Tempo passado em casa | Pág.48 |
| Fonte 26 | o próprio | |

| | | |
|--------------------------------|---|--------|
| Figura 5.4 Fonte 27 | Ano de Construção o próprio | Pág.49 |
| Figura 5.5 Fonte 28 | Isolamento da habitação o próprio | Pág.49 |
| Figura 5.6 Fonte 29 | Sobreaquecimento na habitação em verão o próprio | Pág.50 |
| Figura 5.7 Fonte 30 | Métodos usados para arrefecimento na habitação o próprio | Pág.50 |
| Figura 5.8 Fonte 31 | Arrefecimento na habitação em inverno o próprio | Pág.51 |
| Figura 5.9 Fonte 32 | Métodos usados para arrefecimento na habitação o próprio | Pág.51 |
| Figura 5.10 Fonte 33 | Sustentabilidade o próprio | Pág.52 |
| Figura 5.11 Fonte 34 | Definição de Sustentabilidade o próprio | Pág.52 |
| Figura 5.12 Fonte 35 | Orientação Solar o próprio | Pág.53 |
| Figura 5.13 Fonte 36 | Métodos sustentáveis usados para arrefecer a habitação o próprio | Pág.53 |
| Figura 5.14 Fonte 37 | Métodos sustentáveis usados para aquecer a habitação o próprio | Pág.54 |
| Figura 5.15 Fonte 38 | Sustentabilidade das habitações o próprio | Pág.54 |
| Figura 5.16 Fonte 39 | Sustentabilidade das habitações recentes o próprio | Pág.55 |
| Figura 5.17 Fonte 40 | Domótica o próprio | Pág.56 |
| Figura 5.18 Fonte 41 | Casa Inteligente o próprio | Pág.56 |
| Figura 6.1 Fonte 42 | Proposta de Projeto o próprio | Pág.57 |

| | | |
|---------------------|---|--------|
| Figura 6.2 | Conceito | Pág.59 |
| Fonte 43 | o próprio | |
| Figura 6.3.1 | Closet House | Pág.59 |
| Fonte 44 | https://www.archdaily.com/97664/closet-house-consexto/9-88 | |
| Figura 6.3.2 | Closet House | Pág.59 |
| Fonte 45 | https://www.archdaily.com/97664/closet-house-consexto/4-298 | |
| Figura 6.3.3 | Closet House | Pág.59 |
| Fonte 46 | https://www.archdaily.com/97664/closet-house-consexto/10-123 | |
| Figura 6.4 | Perspetiva Nordeste | Pág.60 |
| Fonte 47 | o próprio | |
| Figura 6.5 | Orientação | Pág.61 |
| Fonte 48 | o próprio | |
| Figura 6.6 | Perspetiva Sudeste | Pág.62 |
| Fonte 49 | o próprio | |
| Figura 6.7 | Perspetiva Poente | Pág.62 |
| Fonte 50 | o próprio | |
| Figura 6.8 | Perspetiva Espaço Publico | Pág.63 |
| Fonte 51 | o próprio | |
| Figura 6.9 | Perspetiva Instalações Sanitárias | Pág.64 |
| Fonte 52 | o próprio | |
| Figura 6.10 | Perspetiva Espaço Privado | Pág.64 |
| Fonte 53 | o próprio | |
| Figura 6.11 | Áreas | Pág.66 |
| Fonte 54 | o próprio | |

Lista de Acrónimos

| | |
|------------------|---|
| A.C. | antes de Cristo |
| ANQIP | Associação Portuguesa para a Qualidade das Instalações Prediais |
| BREEAM | Building Research and Consultancy's Environment Method |
| CE | Comissão Europeia |
| CMMAD | Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento |
| CO ₂ | Dióxido de carbono |
| EPS | Poliestireno expandido moldado |
| GEE | Gases de efeito de estufa |
| H ₂ O | Água |
| IST | Instituto superior técnico |
| lisbe | International initiative for sustainable built environment |
| LEED | Leadership in Energy & Environment |
| NOx | Número de oxidação |
| ONU | Organização das nações unidas |
| PICADA | Photo-catalytic innovative coverings for applications for de-pollution assessment |
| RGEU | Regulamento geral das edificações urbanas |
| SAAP | Sistema de aproveitamento de água pluvial |
| TiO ₂ | Dióxido de Titânio |
| UE | União Europeia |
| UIA | União Internacional de Arquitetos |
| UBI | Universidade da Beira Interior |
| XPS | Poliestireno extrudido |

Capítulo 1

Introdução

Antes do aparecimento da noção de sustentabilidade, para Tramontano (1993), a partir do século XVI assistimos a uma mudança do estilo de arquitetura da habitação característica da época. A transição deve-se ao aparecimento do clima de privacidade, gerado dentro da própria família, originando assim a necessidade de uma nova forma de pensar o espaço. Mais tarde no séc. XIX, surge o conceito de “família moderna” (Tramontano (1993) p.1), constituída por Pai, Mãe e Filho. Para Cuchi et al. (2005) esta geração tornou-se uma sociedade consumista. As novas tendências levaram-na a desligar-se da envolvente natural que a rodeava e a adotar medidas irresponsáveis. A partir do século XX, para além das alterações que a sociedade veio a provocar no planeta, também observamos um crescimento demográfico e uma exploração de recursos não renováveis, intensificando assim o desequilíbrio do planeta.

A sociedade atual tem de continuar a dar resposta às exigências sociais, no entanto, é fundamental não continuar a contribuir para o desequilíbrio do planeta. Para a definição desta exigência, surgiu então o termo Sustentabilidade.

1.1 Justificação do tema

Durante a história da arquitetura assistimos a uma evolução, tanto a nível de arquitetura, como a nível de construção. Durante esta evolução procurou-se sempre o destaque e o conforto na arquitetura, no entanto os impactos ambientais na generalidade foram esquecidos. O século XX atingiu irresponsabilidades ambientais que se notaram irreversíveis e que levaram ao esgotamento de reservas naturais ou à poluição ambiental descontrolada. A arquitetura também é culpada desta negligência ambiental, por vezes involuntária. A preocupação e o interesse por este tema levaram então à necessidade de abordar soluções que possam corrigir, ou pelo menos atenuar as atuais irresponsabilidades praticadas no Planeta.

1.2 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação está dividida em seis capítulos.

Capítulo 1 - No primeiro capítulo é apresentado uma breve introdução ao tema da sustentabilidade, assim como o motivo que estimulou a abordagem do tema e a estruturação da dissertação.

Capítulo 2 - No segundo capítulo é apresentada a definição de Sustentabilidade e a influência que ela atingiu no mundo. No mesmo capítulo é ainda apresentada a relação entre a arquitetura e a sustentabilidade em três épocas distintas: época vernacular, época contemporânea, e o que se espera no futuro.

Capítulo 3 - No terceiro capítulo pretende-se mostrar métodos e materiais que possam servir como exemplares para atingir a sustentabilidade responsável no edifício. São abordadas áreas como a água, o ar, o sol, a terra, o isolamento, a nanotecnologia e os resíduos.

Capítulo 4 - No quarto capítulo mostra-se como a tecnologia pode ser aplicada na arquitetura, através da arquitetura inteligente ou do sistema BIM, de modo a contribuir para a sustentabilidade.

Capítulo 5 - No quinto capítulo é estudado através de um inquérito como as habitações são usadas pelos utilizadores, e qual o grau de sustentabilidade que as mesmas apresentam. Também se procurou perceber quanto as pessoas estão dispostas as novas tecnologias.

Capítulo 6 - No sexto capítulo é apresentada uma proposta de projeto sustentável, desenvolvida a partir dos conceitos abordados nos capítulos anteriores.

Capítulo 7- Finaliza-se o trabalho relacionando os capítulos anteriores.

Capítulo 2

O que significa Sustentabilidade

A palavra sustentabilidade deriva do latim, que significa, tal como a palavra induz, sustentar, apoiar ou conservar.

Em 1987 surgiu a primeira definição de sustentabilidade, sustentada no relatório de Brundtland, a Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Ambiente, CMMAD (1991), define como a capacidade de a humanidade “garantir que atenda as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de gerações futuras atenderem também as suas” (p.9). Esta definição, foi um balanço para a política começar a debruçar-se sobre o tema e pensar assim no futuro. Embora se afirme que a definição de Brundtland está incompleta, para Fernandes (2012), tendo em conta a atualidade, “o setor da construção, rapidamente se compreende que o conceito de sustentabilidade, conforme definido no relatório Brundtland, está longe de ser alcançado e que está a comprometer de forma séria as oportunidades das gerações futuras” (p.1).

2.1 Após Brundtland

Cinco anos mais tarde da definição de Brundtland ter surgido, em 1972, o tema sobre o meio ambiente despertou interesse na primeira conferência organizada pela Organização das Nações Unidas (ONU), em Estocolmo, na qual Portugal também esteve presente. Nesta conferência foi pela primeira vez debatida a verdadeira importância das questões relacionadas com o meio ambiente ou a poluição.

Após a conferência em Estocolmo, surgiram mais debates, no entanto só vinte anos depois é que, em 1992, a organização lança um compromisso aos 172 países presentes, denominado de Agenda 21. A Agenda 21 tinha como objetivo dirigir-se aos poderes de cada país. Segundo Amado (2010) citado por Amado et al. (2015), “a intervir junto das comunidades de forma a promover uma estratégia de desenvolvimento local, visando os princípios de desenvolvimento sustentável ao integrar os aspetos económicos, ambientais e culturais numa ótica a longo prazo” (p.29). A falta de interesse pelo tema, ou a falta de fomento, revelou que cerca de 21% dos autarcas portugueses, não chegou a conhecer a Agenda 21. Estes dados foram obtidos através de um inquérito planeado por Schimidt et al. (2006).

As conferências da ONU continuaram a marcar-se para implementar as novas medidas, mais abrangentes e com mais impacto que as anteriores. Em setembro de 2015, em Nova York, foram definidos dezassete objetivos pela comissão, para fomentar o desenvolvimento Sustentável e para zelar pelo bem-estar de todos, as medidas foram:

- 1| Erradicar a pobreza
- 2| Erradicar a fome
- 3| Saúde de qualidade
- 4| Educação de qualidade
- 5| Igualdade de género
- 6| Água potável e saneamento
- 7| Energias renováveis e acessíveis
- 8| Trabalho digno e crescimento económico
- 9| Indústria, inovação e infraestruturas
- 10| Reduzir as desigualdades
- 11| Cidades e comunidades sustentáveis
- 12| Produção e consumo sustentáveis
- 13| Ação climática
- 14| Proteger a vida marinha
- 15| Proteger a vida terrestre
- 16| Paz, justiça e instituições eficazes
- 17| Parcerias para a implantação dos objetivos

Estas dezassete medidas abrangem, segundo Resende (2018), mais de cento e cinquenta líderes mundiais, instituindo-lhes o dever de as cumprir.

A mais recente conferência, a Conferência das Nações Unidas-COP24, realizada pela ONU na Polónia (2018), teve como tema principal o aquecimento global. De forma a desacelerar o aumento da temperatura do planeta, foi acordado pelos países presentes, um limite máximo do aumento da temperatura em dois graus Celcius. Esta medida, é um progresso muito importante para o planeta, assim como para a ciência e para a tecnologia. A limitação de valores máximos do aumento da temperatura vai obrigar à mudança de técnicas atualmente usadas, surgindo assim novos métodos mais sustentáveis e mais inovadores. No encerramento da conferência, António Guterres, secretário-geral da ONU, deu destaque à palavra “ambição”. Guterres colocou cinco prioridades: ambição na mitigação; ambição adaptação; ambição nas finanças; ambição na cooperação técnica; e capacitação e ambição na inovação tecnológica.

Em 2010, a Comissão Europeia-CE, lançou também um programa, o “2020”, como forma de sensibilizar e criar metas até 2020. Em 2014, Portugal aderiu ao plano 2020, ficando assim comprometido a atingir objetivos propostos pela Comissão Europeia. Portugal responsabiliza-se deste modo, por garantir menos 20% de emissão de gases de efeito de estufa, mais 20% de energias renováveis e mais 20% de eficiência energética, até ao final do próximo ano. De forma a atingir os valores comprometidos com a CE, impõem-se prioridades, que segundo a Estratégia Europa 2020, (Web A) são:

crescimento sustentável - procura que a economia produza de forma mais eficiente, competitiva e mais ecológica.

crescimento Inteligente - procura que a economia seja sustentada na ciência e na inovação.

crescimento inclusivo - procura que a economia permita uma taxa de empregabilidade alta, com uma coesão social e territorial.

O Planeta sofre alterações prejudiciais por parte de todos os habitantes, de forma direta, ou indireta. Ainda são em reduzido número, aqueles que tomam medidas para reduzir o problema da insustentabilidade. As organizações como a ONU, ou outras que não foram aqui referidas, têm um papel fundamental na forma de sensibilizar e alertar, para que a desagradável realidade seja alterada.

2.2 Arquitetura Sustentável

A arquitetura sustentável não é um tema recente. Arquitetos como Vitruvius (séc. I a.C.) também a usavam. Vitruvius segundo Lima (2015), defendia uma arquitetura firmis (solidez), vetustas (beleza), utilitas (utilidade), uma arquitetura baseada na natureza, usufruindo daquilo que esta nos pode oferecer, como a ventilação natural ou a iluminação solar. Também hoje a definição de sustentabilidade, com mais de 20 séculos, é semelhante, embora pensemos mais no conceito financeiro e ecológico. Para Gaspar (2012):

“Uma arquitetura sustentável é aquela que representa em projeto determinada construção com características que reduzem significativamente o seu baixo impacto ambiental, através da saudável integração no meio ambiente circundante e na redução da quantidade de recursos naturais (água, energia e materiais) despendida tanto para a sua construção como para a sua ocupação e posterior desmantelamento e /ou reutilização” (p.3)

Para alcançar uma boa arquitetura sustentável é necessário ser responsável em primeiro lugar. A utilização de procedimentos responsáveis, de modo a combinar com o menor impacto possível, poderá ser a premissa para atingir a sustentabilidade. A Arquitetura responsável não se faz apenas tendo em consideração os impactos prejudiciais durante a fase de obra, mas também tendo em consideração o impacto que possa vir a ter no futuro, ou durante a sua utilização.

O betão, é um dos materiais que poderá ser considerado sustentável no desempenho do edifício, devido à sua alta capacidade de massa térmica. No entanto, o seu processo de produção é prejudicial à sustentabilidade. Para Gomes (2019), o betão, o material mais usado no mundo, é responsável globalmente por 41.5 mil milhões de toneladas de CO₂ por ano. O betão por si só não produz o CO₂, o que o produz é um dos elementos fundamentais para a produção do betão, o clínquer.

A Figura 2.1 representa o processo de produção de clínquer, o processo insustentável ocorre quando é introduzida a pedra calcária com argila em fornos rotativos. Estes reagentes aquecidos a mil e quatrocentos graus centígrados resultam no clínquer e em grandes quantidades de CO₂ libertadas para a atmosfera.

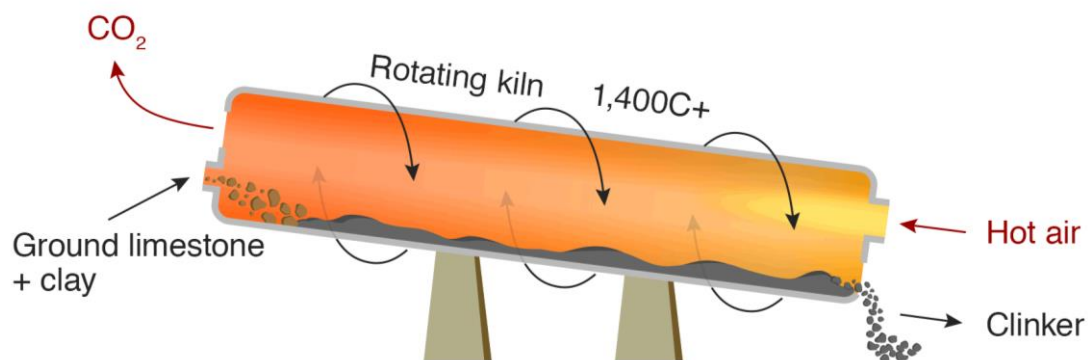


Figura 2.1 | Cimento, fonte de CO₂ (Fonte 1)

Para que um edifício seja considerado sustentável, o todo que o envolve deverá sempre ter um impacto positivo, ou pelo menos neutro na natureza. O arquiteto tem um papel fundamental durante a projeção do edifício. Segundo a União Internacional de Arquitetos (UIA) citado por Edwards (2008) o arquiteto possui um dever público de implementar métodos sustentáveis nos projetos. No entanto não deve ser apenas entendida arquitetura sustentável, um edifício que apenas usou um ou dois materiais, ou métodos sustentáveis, mas sim entendida a arquitetura sustentável na globalidade.

O arquiteto deverá, segundo Edwards (2008), “criar mais beleza com menor intervenção possível” (p.20), e posteriormente quem o habita também deverá respeitar o ambiente. Um projeto sustentável, para Edwards (2008) define-se por “três vértices do projeto sustentável” (p.11), está dividido em três grandes grupos: social, ambiental e tecnológico. O autor explica que atualmente, a sustentabilidade não é atingida, devido aos arquitetos habitualmente ignorarem um dos grupos, ou até mesmo os dois. Ainda assim autores como Oliveira (2005), consideram que a dimensão económica também deve pertencer ao léxico de Edwards, para que a arquitetura atinja o verdadeiro estado da sustentabilidade.

Assim, para uma arquitetura sustentável é necessário conjugar:

- Responsabilidade;
- Não comprometer o futuro;
- Comportamentos ecológicos desde a fase inicial do projeto;
- Projetos flexíveis (possibilidade de função diferente);
- Simplificação;
- Durabilidade;
- Economia;
- Cooperação
- Conforto;
- Saúde;
- Energia renovável;
- Aplicação de meios inteligentes

2.3 Arquitetura Vernacular

A arquitetura vernacular deve ser uma referência para a arquitetura sustentável. O conforto é a premissa de um edifício. Conforto num edifício significa os níveis corretos de temperatura ambiente, de humidade, ventilação e iluminação. A ausência de equipamentos mecânicos, que hoje estão à disposição de todos, originou no passado, numa necessidade de encontrar respostas pelos meios disponíveis da época, para Edwards (2008) “a orientação solar, a disposição em planta e a distribuição de portas, janelas e chaminés, tenham sido determinadas em função de questões energéticas” (p.168). A arquitetura vernacular era influenciada pelo contexto geográfico, sendo claras as diferenças entre casas do Norte e do Sul, do litoral e do interior de Portugal, ou de qualquer outro lugar do mundo.

Os materiais utilizados nos antepassados pelos construtores, eram segundo Edwards (2008), “materiais disponíveis no local, fontes de energia locais, em sua grande maioria renováveis, e adota métodos construtivos que incentivam a reciclagem e o respeito pela natureza” (p.167). Este tipo de arquitetura, para além de usar materiais extraídos diretamente da natureza, como a madeira ou a pedra, eram próximos das edificações, pois na altura o custo do transporte seria elevado. A reutilização na altura era fundamental, devido à dificuldade de

obtenção dos materiais, e por isso os estes eram aplicados de forma a que pudessem ser reutilizados posteriormente. Edwards (2008) dá-nos o exemplo das madeiras utilizadas nas edificações. Em vez de pregadas, estas eram encaixadas de modo a poderem ser reutilizadas posteriormente para um outro fim. O autor também nos diz que na altura, mais de 10% das edificações seriam construídas com materiais reutilizados.

A legislação não é um tópico novo na época contemporânea, esta existe para que sejam estabelecidas regras de modo a reduzir impactos prejudiciais ao ambiente. Os romanos em 200 A.C. já se preocupavam com a insolação mínima. De modo a economizar no consumo de madeira, decretaram o direito ao sol, segundo Moita (1987). Os métodos que atualmente a arquitetura procura para alcançar a construção sustentável, eram há 2200 anos já praticados pelos romanos nas casas-pátio. Segundo Fernandes (2012), os romanos atingiam níveis sustentáveis:

“aplicando soluções eficazes: o sol, de inverno e de verão, é doseado por janelas e sombreadores devidamente dimensionados; as funções mais privativas desenvolviam-se no edifício de dois pisos, recuado e protegido da rua, sem janelas a norte, e cuja fachada sul era revestida por trepadeiras de folha caduca, que regulavam sazonalmente, a radiação do edifício; as funções principais desenvolviam-se no edifício próximo da rua; o pátio apresentava vegetação abundante, impedindo grandes amplitudes térmicas, e um pequeno lago com repuxo assegurava, nos dias mais quentes, a refrigeração por evaporação” (p.8)

As técnicas praticadas pelos Romanos, tornavam a habitação confortável para climas frescos em épocas de inverno e para climas quentes em época de verão, sempre com técnicas naturais, a arquitetura praticada nesta época, deve servir de referência para a arquitetura praticada na atualidade.

2.4 Sustentabilidade na Contemporaneidade

O planeta terra nunca foi estável, desde a sua formação até aos dias de hoje. Contudo o século XX foi alvo de mudanças bruscas num curto espaço de tempo, dando assim início à época que comprometeu os dias de hoje e do futuro.

O século XX ficou marcado por vários aspetos, uns positivos, como os avanços tecnológicos ou da ciência, e outros negativos para a humanidade, entre eles, para Amado et al. (2015), “duas guerras mundiais, a crise económica de 1929, a explosão demográfica do pós-guerra, a grande concentração industrial e o conseqüente crescimento económico com base no carbono e consumo excessivo de recursos naturais” (p.14). Nesta época, o Planeta mudou de comportamentos e tomaram-se algumas medidas que comprometeram, e continuam a comprometer o futuro. A produção de CO₂, em escalas descontroladas, é um exemplo de uma má atitude, que surgiu a partir do século XX.

Na Figura 2.2 é notável a evolução do CO₂ libertado para a atmosfera. Uma curva exponencial, e que não apresenta inícios, para que possa parar de crescer.

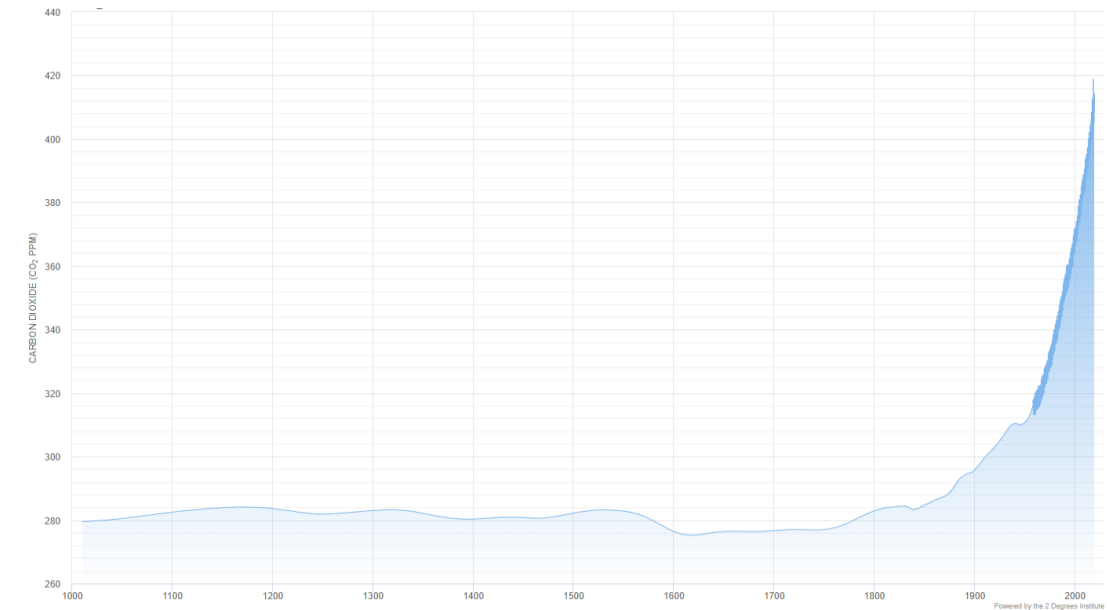


Figura 2.2| Nível de CO₂ Global (Fonte 2)

A arquitetura também mudou completamente de traços em relação à arquitetura praticada anteriormente. Arquitetos como Frank Lloyd Wright, Mies van der Rohe, Oscar Niemeyer, Frank Gehry, marcaram a era da arquitetura atual, uma arquitetura nova à base de betão, vidro e aço. Esta arquitetura moderna, segundo Fernandes (2015), surgiu de modo a contrapor as vivências da altura, nos bairros negros escuros e sujos. No entanto a resposta aos problemas que vinham a ser resolvidos, não carecia de responsabilidades sobre a natureza e sobre as gerações futuras. A nova arquitetura, segundo o mesmo autor, era “adaptável a qualquer geografia” (p.9), não havia por isso diferença de construção entre lugares frios ou quentes, montanhosos ou planos. Os materiais industrializados adaptavam-se a qualquer lugar e condição, ajustados pelos equipamentos mecânicos, de modo a assegurar o conforto no edifício.

Segundo Tostões (2015) “nenhum outro movimento na arquitetura foi tão delicado a uma rutura total com as tradições anteriores, a uma revisão completa de valores culturais, como foi o movimento moderno” (p.18). Este novo tipo de arquitetura, embora procure pequenos detalhes construtivos sustentáveis, ao serem utilizados os grandes volumes de betão acaba por se tornar um projeto insustentável. Para Gomes (2019) por cada metro cúbico produzido de betão, é libertado aproximadamente 410kg de CO₂.

A Casa da Música ilustrada na Figura 2.3, um ícone da arquitetura contemporânea, projetada pelo arquiteto Rem Koolhaas em 2005, na cidade do Porto, é exemplo de um projeto que poderá ser considerado insustentável, face à quantidade de betão utilizado. Segundo dados da Secil, Web B, o projeto usou 21 mil m³ de betão, o que originou uma libertação aproximada a 8610 toneladas de CO₂.



Figura 2.3 | Casa da Música (Fonte 3)

O Estádio Municipal de Braga ilustrado na Figura 2.4, um projeto premiado pela Secil, do arquiteto Souto de Moura, foi desenvolvido com a intenção de obter a luz natural sobre o relvado, oferecendo-lhe assim mais qualidade e mais sustentabilidade. No entanto, o material predominante no estádio é o betão. Neste caso, é ainda mais problemático que o projeto da Casa da Música, pois, segundo os dados fornecidos pela Secil, Web B, o estádio usou um volume de 100 mil m³ de betão, o correspondente a uma emissão aproximada a 41000 toneladas de CO₂.



Figura 2.4 | Estádio Municipal de Braga (Fonte 4)

2.5 Sustentabilidade no Futuro

À intensidade que o ser humano está a usar o planeta não concede tempo para se autorregenerar. Para que o Planeta continue habitável é fundamental que o homem se liberte da forma como esgota os recursos naturais, e procure outras soluções que não se sustentem apenas nos recursos naturais. Segundo Web C é necessário:

- Trocar as energias não renováveis pelas renováveis;
- Trocar os resíduos pela reciclagem e reutilização;
- Trocar os materiais baseados no preço por materiais duráveis.

Para um futuro mais equilibrado devemos adotar outros comportamentos e aprender o que de melhor cada época tem para oferecer. O cruzamento de conceitos vernaculares com a tecnologia, que surgiu no século XX, poderá ser uma parte da solução para a sustentabilidade no futuro.

2.6 Legislação

Como forma de travar as ambições egocêntricas que comprometem o meio ambiente, a legislação cumpre a sua função de zelar pelo bem-estar da população e das gerações futuras. A primeira legislação da união europeia, sobre construção sustentável, surgiu à alteração da Diretiva 93/76/CEE (Plano de ação para melhorar a eficiência energética na Comunidade Europeia) que visava: maior exigência do isolamento térmico, incentivar a remoção de caldeiras não eficientes e a proposta de uma certificação energética dos edifícios. Estas medidas propostas pela união europeia fizeram surgir, 9 anos depois, a primeira Legislação sobre eficiência energética dos edifícios em Portugal, na Diretiva nº 2002/91/CE ao qual aplicou:

- Metodologia de cálculo do desempenho energético integrado nos edifícios;
- Requisitos mínimos para desempenho energético dos novos edifícios ou grandes edifícios sujeitos a obras de remodelação;
- Certificação energética;
- Inspeção a caldeiras e ar condicionado em caldeiras com mais de 15 anos.

Desde aí, para complementar a Diretiva nº 2002/91/CE, surgiram novas medidas para atenuar a energia consumida pelos edifícios: redução das emissões dos Gases de Efeito de Estufa (GEE), incentivos à utilização de energias renováveis, implementação do sistema de Certificação energética, implementação do sistema de qualidade do ar interior nos edifícios, e por último a promoção de eficiência energética no consumo. Embora a construção sustentável ofereça notáveis vantagens para o utilizador e para o ambiente, a sustentabilidade não é posta

em prática, ficando assim os projetos de arquitetura limitados a cumprir os mínimos impostos pela legislação. Contudo a legislação ao longo do tempo tende a tornar-se cada vez mais rígida.

2.7 Certificados

Ao longo do tempo, vão surgindo inúmeros rótulos e certificados para a classificação de materiais ou edifícios. Autores como Kirchoff (2000), reconhecem que estes certificados valorizam o produto e são mais vantajosos para o consumidor final. Estes certificados, incentivam empresários ou projetistas, a procurar metodologias sustentáveis. Embora as obtenções destes certificados tragam vantagens ao produto, ou ao edifício, estes rótulos ainda não têm uma presença marcante. Uma das razões para esse facto, é a falta de dinamização, caindo assim no desconhecimento. Torgal e Jalali (2010) mencionam que em “alguns inquéritos realizados na União Europeia, apontam para um elevado desconhecimento acerca do rótulo ecológico Europeu” (p.450).

O rótulo não deve apenas classificar o produto na fase final, mas em todo o processo. Para Torgal e Jalali (2010) devem ser conhecidos “quais os impactos ambientais provocados pela extração das matérias-primas necessárias à sua produção” (p.29). Os autores referem ainda, que nem sempre um produto certificado tem um desempenho ambiental superior a um produto sem certificado. Conforme Torgal e Jalali (2010) “portadores de rotulagem ecológica, mas produzidos a milhares de quilómetros de distância, poderá eventualmente ser menos aconselhável do que a utilização de materiais ou produtos locais, ainda que sem o tal rótulo” (p.446).

2.7.1 BREEAM e LEED

Inúmeras ferramentas estão disponíveis para avaliação da sustentabilidade dos edifícios. As duas ferramentas de avaliação padrão internacionais mais utilizadas em todo mundo são a Building Research and Consultancy’s Environment Method (BREEAM) e a Leadership in Energy Environment Design (LEED).

O BREEAM é um sistema que surgiu em 1990, no Reino Unido, que se destina a cinco tipos de projetos: habitações, escritórios, indústria, comércio e uma área mais global, que inclui outros tipos de projetos. O BREEAM, segundo a Web D, com a atribuição de certificados, tem por objetivo a dinamização de uma redução do impacto ambiental, criado pelos edifícios durante e após a sua construção, assim como tornar os edifícios creditados pela certificação.

A escolha de materiais e equipamentos, faz toda a diferença para o resultado da certificação. Para um melhor resultado final, o BREEAM, possui a vantagem de comparar diferentes materiais ou equipamentos, de modo a uma melhor escolha no final.

A pontuação para a creditação, resulta do preenchimento de uma tabela. Este sistema tem em conta, nas suas cotações, diferentes fatores. Segundo Ascenso (2019) são:

| | |
|-------------------------------------|--------|
| - Energia | 19 % |
| - Saúde e bem-estar | 15 % |
| - Materiais | 12,5 % |
| - Gestão | 12 % |
| - Ocupação do solo e ecologia local | 10 % |
| - Poluição | 10 % |
| - Inovação | 10 % |
| - Transporte | 8 % |
| - Resíduos | 7,5 % |
| - Água | 6 % |

O certificado BREEAM classifica até cinco estrelas. Para atingir a classificação mínima, o edifício precisa de atingir o mínimo de 30% do total dos parâmetros da tabela, caso contrário não é creditado o certificado. Para possuir duas estrelas, a pontuação terá de ser compreendida entre 45% a 55%, para três estrelas entre 55% a 70%, para quatro estrelas entre 70% a 80% e para a melhor classificação, cinco estrelas, terá de ser superior a 85%. O certificado não é vitalício, obrigando assim o edifício a ter uma constante revisão. Segundo Amado et al. (2015) esta revalidação, tem como objetivo a evolução do edifício, obrigando-o assim a “acompanhar os avanços tecnológicos assim como as alterações de mercado e regulamentação de modo a garantir uma constante validação” (p.229). A Figura 2.5 mostra um exemplo de um certificado BREEAM em Vila do Conde.

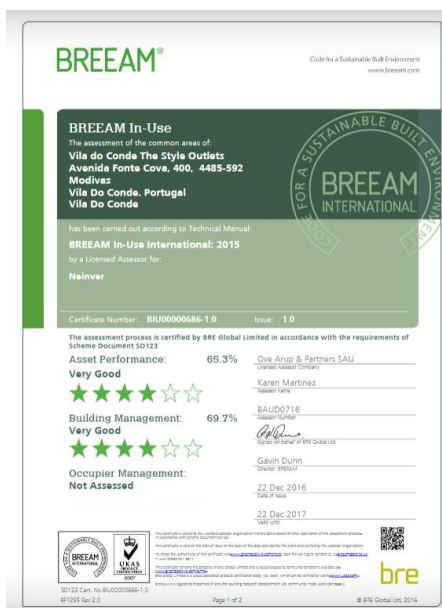


Figura 2.5 | Classificação BREEAM aplicado em Vila do Conde (Fonte 5)

O LEED é um sistema Americano, que surgiu em 1994, mais completo que o BREEAM. Esta ferramenta, incorpora habitações, edifícios existentes, escolas, edifícios comerciais, projetos de envolvente, a parte central de edifícios de utilização coletiva, novas construções, unidades de saúde, lojas e projetos de desenvolvimento de bairros. Este sistema tem como principal objetivo, segundo Ascenso (2019) “estabelecer um padrão comum de avaliação dos edifícios e servir como exemplo para a construção verde”. Em mais de 130 países, mas com representação apenas de 3% na Europa, o LEED classifica através de sete categorias. Segundo Ascenso (2019) estas são:

- Energia e atmosfera 35 pontos
- Implantação sustentável 26 pontos
- Qualidade do ambiente interior 15 pontos
- Materiais e recursos 14 pontos
- Utilização racional da água 10 pontos
- Inovação e processo de Design 6 pontos
- Prioridade Regional 4 pontos

O sistema LEED tem pré-estabelecida uma pontuação máxima para cada categoria, permitindo assim a atribuição de uma pontuação final ao edifício a avaliar, este com uma pontuação máxima total de 110 pontos. A classificação está dividida em quatro níveis. Para atingir a classificação mínima, o edifício deve atingir o mínimo de 40 pontos. O certificado “prata” varia com uma pontuação de 50 a 59 pontos, a classificação “ouro” varia entre 70 a 79 pontos e a melhor classificação, a “platina” varia entre 80 a 110 pontos. O certificado LEED também não é vitalício, cinco anos é a validade do certificado. A Figura 2.6 mostra um exemplo de um certificado LEED aplicado na Covilhã.

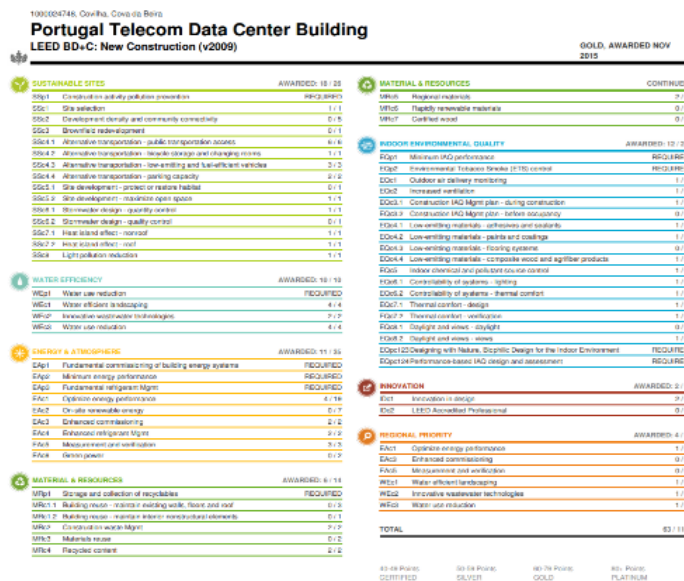


Figura 2.6 | Classificação LEED aplicado na Covilhã (Fonte 6)

2.7.1 SBTOOL e LiderA

Em Portugal destacam-se dois programas mais usados, para classificação do edifício, o SBToolpt e o LiderA.

O programa SBToolpt é uma adaptação lançada em 2009 do SBTool, criado no Canadá, que segundo Manuela Almeida da direção do international initiative for sustainable built environment (iiSBE), citada por Ascenso (2019), “o sistema de avaliação da sustentabilidade SBToolPT permite avaliar e certificar, de forma isenta e rigorosa, edifícios sustentáveis através de uma metodologia devidamente adaptada ao contexto português” (p.8). Refere ainda, que outras ferramentas como o LEED ou o BREEAM estão descontextualizadas em Portugal. Este programa, para além de se enquadrar preferencialmente nos parâmetros portugueses, está apto a nível internacional. A metodologia utilizada, segundo Mateus e Bragança (2011), pelo SBToolpt é dividida em três grandes dimensões, com pesos diferentes:

| | |
|----------------|------|
| - Ambiental | 50 % |
| - Social | 30 % |
| - Económica | 20 % |
| - Pontos extra | 5 % |

A pontuação varia entre 0.00, o valor mais desfavorável, e 1.00 o valor mais favorável, associado posteriormente a uma escala qualitativa que varia entre E a A. Para casos excecionais poderá ainda ser atribuída a cotação A+. A classificação E, a pior classificação, é atribuída a edifícios cuja pontuação seja inferior a 0.00. A classificação D, a prática convencional, varia entre 0.00 a 0.10. A classificação C varia entre 0.10 a 0.40, a B de 0.40 a 0.70 e a A varia entre 0.70 a 1.00. A Figura 2.7 mostra um exemplo de um certificado SBTool aplicado em Braga.

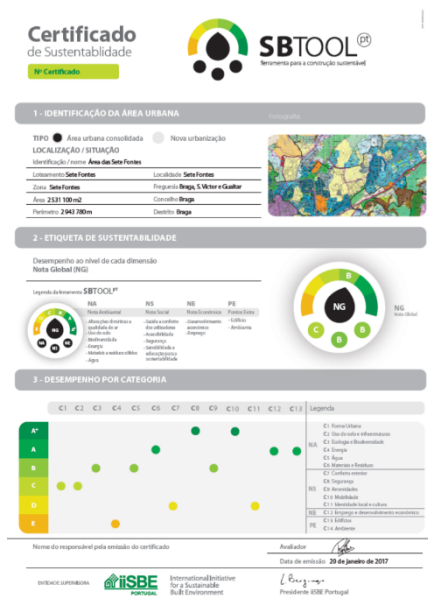


Figura 2.7| Classificação SBToolpt aplicado em Braga (Fonte 7)

O LiderA foi criado em 2005, baseado na certificação americana LEED e desenvolvido no Instituto Superior Técnico (IST), com a versão mais recente “2.0”. Programado em concreto para o enquadramento português, o certificado baseia-se, segundo Pinheiro (2006), no Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU) e em princípios da Agenda21. Segundo Pinheiro (2010) o objetivo deste sistema é apoiar uma construção sustentável, avaliar o desempenho sustentável, antes e durante a obra, e distinguir projetos certificados. Esta versão tem como premissa 6 pontos principais:

- Eficiência no uso de recursos; 32%
- Incentivar vivências socioeconómicas; 19%
- Conforto ambiental 15%
- Integração adequada 14%
- Reduzir cargas ambientais; 12%
- Uso sustentável 8%

Este sistema permite classificar desde o pior nível de classificação “G” ao melhor nível “A+++”. Para Miguel Pinheiro o nível “E” serve de referência para que seja possível a comparação entre eles. Assim o nível “A” representa uma valorização em relação a “E” de 50%, “A+” representa 75% e “A+++” uma valorização de 90%. O nível “A+++” é um nível excecional, apenas sendo aplicado a casos de projetos regenerativos. A Figura 2.8 mostra um exemplo de um certificado Lider A.

As ferramentas para a classificação dos projetos são inúmeras, Torgal e Jalali (2010) afirmam que, apesar das ferramentas serem muito úteis, ainda existe uma grande falta de conhecimento por parte dos intervenientes na construção.



Figura 2.8 | Classificação LiderA (Fonte 8)

Capítulo 3

Métodos e Materiais Sustentáveis

Na fase de projeto, o arquiteto deve considerar vários critérios para que a arquitetura resulte em mais sustentável e económica. Segundo Edwards (2008), os princípios para atingir uma construção sustentável dependem sempre da localização. Cada espaço deve ser pensado de forma individual, deve ser saudável para o utilizador e ter o mínimo de impacto ambiental possível na natureza. Mateus (2004) considera nove pontos principais para atingir uma construção sustentável: Economizar água e energia; Melhorar o conforto; Aumentar a durabilidade; Conservar; Materiais eco eficientes; Menos Construção; Menos resíduos; Mais economia e higiene e segurança em obra.

1. Economizar água e energia - Medidas simples na construção, e pós construção do edifício, podem reduzir o consumo de água e energia. O reaproveitamento das águas ou simplesmente redutores de caudal nas torneiras, tornam assim os recursos hídricos mais eficientes. A redução de energia por meio de equipamentos mais eficientes é um método que também reduz o consumo de energia e que poderá ser combinado com fontes de energia limpa. Segundo o Instituto Nacional de Estatística (2013) estima-se que Portugal, só no setor da construção, consuma 20% de energia elétrica e 6.7% de água potável.
2. Melhorar o conforto interior dos edifícios - O conforto interior é muito importante, não só para o bem-estar, como para a saúde. A ventilação natural, assim como a iluminação natural, são processos 100% naturais que podem substituir totalmente, ou parcialmente, processos mecânicos atualmente utilizados. Numa habitação “tipo” portuguesa, da fatura de eletricidade total, 13.6% representa a fatia necessária de energia para ventilação e para a eletricidade representa 10.7%, segundo dados do INE/DGEG (2010)
3. Aumentar a durabilidade dos edifícios - Os materiais usados estão a possuir uma durabilidade curta. Ou porque não são utilizados os mais indicados, ou porque a sua durabilidade está comprometida. Os efeitos da curta durabilidade estão a obrigar a recentes manutenções, implicando assim custos extra e mais impactos ambientais. Segundo os últimos dados dos INE (2011), das casas construídas recentemente, (após 2001) cerca de 5.38% estão a precisar de obras de reparação, das quais 549 encontram-se em estado muito degradado, necessitando urgentemente de reparação.
4. Conservar e manter os edifícios - Os edifícios precisam de um olhar atento ao longo do tempo. O alto investimento de recursos naturais, na fase inicial, deve ser cuidado e mantido. A manutenção é importante, esta pode dispensar avultosos investimentos no futuro. Esta prática ajuda ainda a aumentar a durabilidade dos materiais e a dispensar novos recursos ambientais.

5. Uso de materiais eco eficientes - a escolha dos materiais corretos, é dos parâmetros mais responsáveis, e que mais pesa para a construção sustentável. A escolha de materiais deve ter o menor impacto possível no ambiente, a aplicação de materiais isentos de transformações químicas são exemplo de uma arquitetura mais sustentável. Contudo não é a primeira escolha dos arquitetos, devido à ideia do baixo desempenho, face aos produtos transformados pelas indústrias.
6. Menor massa de construção - quanto mais se constrói, mais recursos naturais se usa, é por isso necessário reduzir a área de construção, apenas aos recursos existentes. Segundo Coelho e Fernandes (2018), Portugal é o segundo país da Europa com mais casas vazias.
7. Menos resíduos - um projeto deve ser pensado de modo a ter o mínimo de resíduos possíveis. Uma prática que pode ser facilmente alcançável, com uma melhor gestão de materiais em obra ou com a utilização de materiais pré-fabricados. Segundo Coelho e Brito (2010) cerca de 50% dos resíduos descartados provêm da indústria da construção.
8. Mais económica - um projeto sustentável deve ser económico desde a fase inicial de projeto até à fase de desconstrução do edifício. Este deve apresentar custos de produção moderados e períodos de construção curtos e deve apresentar um comportamento de utilização de água e energia ponderada.
9. Higiene e segurança em obra - a construção não deve ser projetada de forma a colocar os trabalhadores em risco. Outros autores defendem que a saúde dos utilizadores e dos vizinhos, em pós obra, deve estar igualmente assegurada.

A aplicação destas medidas acima descritas, e outras igualmente importantes defendidas por outros autores, que não foram aqui mencionadas, ajudam a atingir o conceito de sustentabilidade.

Como forma de alcançar uma construção sustentável, são apresentados alguns métodos construtivos que podem tornar o edifício mais sustentável, assim como diferentes possibilidades de fontes de energia limpa, que poderão substituir as energias insustentáveis. Do mesmo modo, são apresentadas ferramentas de apoio ao arquiteto, como forma assim de o auxiliar, segundo Gourgel (2012) “à orientação do edifício, sombreamento, dimensão de áreas de envidraçado, materiais de construção, ou regimes de ventilação” (p.29).

3.1 Água

A água é um dos quatro elementos do planeta terra, esta tem uma elevada importância na sobrevivência do homem. As alterações climáticas e a constante degradação ambiental tornam a água num recurso cada vez mais limitado e com custos associados gradualmente mais elevados.

Como forma de contribuição da preservação deste bem essencial, será necessário adotar medidas mais responsáveis para o uso mais eficiente desta. Exemplos como a restrição

de consumos, redução das perdas, aproveitamento de águas alternativas, filtragem da água, ou utilização de materiais em projeto dependentes de menos água na sua produção.

Existe uma elevada quantidade de água potável que é utilizada para rega do jardim, descargas dos autoclismos e nos cursos das máquinas de lavar roupa, que para estas utilizações não seria necessário o uso de água potável. Para Edwards (2008) “dos cento e cinquenta litros consumidos por uma pessoa diariamente em uma edificação padrão, apenas quatro litros são utilizados para beber” (p.100).

3.1.1 Desperdícios de Água

Todos os dias são desperdiçados litros de água potável por habitação, muitas das vezes de forma inconsciente. A água consumida em banhos representa o maior consumo numa habitação, representando 37% do consumo total, segundo Vieira et al. (2007). Parte deste consumo de água é desperdiçado, sempre que esperamos pela água quente para tomar banho, a água terá de circular nas tubagens desde a fonte de calor até à torneira do banho. Esta distância resulta num desperdício médio de 5 litros. Na Universidade de Aveiro, consoante a Web E foi desenvolvido um sistema mecânico, que desvia esta água fria para um reservatório, que pode mais tarde ser utilizada pelo utilizador numa outra torneira. Os autoclismos representam a segunda maior fatia, segundo Vieira et al. (2007), atualmente já existe grande oferta no mercado de sistemas para reduzir a quantidade de descarga, ou volumes para serem introduzidos dentro do depósito, como forma de ocupar o espaço que seria ocupado pela água. Medidas básicas como a instalação de arejadores nas torneiras também pode representar uma redução superior a 50% das mesmas, segundo Ferreira (2012). As perdas são fugas de água que surgem quer a nível de tubagens como de deficiências nos equipamentos instalados. As perdas representam, segundo Vieira et al (2007), 5% do consumo total de água nas habitações. As instalações das redes de abastecimento de água devem ser instaladas de forma cuidadosa, e com materiais de boa qualidade, de modo a prevenir eventuais problemas no futuro.

3.1.2 Águas Pluviais

O processo de reutilização das águas da chuva, sistema de aproveitamento de águas pluviais (SAAP), permite reduzir até 50% o consumo de água potável numa moradia, de forma simples. As águas pluviais são menos nobres que as águas potáveis, no entanto, possuem requisitos que permitem o seu uso para rega de zonas verdes, lavagens de espaços comuns, lavagem de roupa, ou descarga de autoclismo. O SAAP é um sistema que passa por captar, realizar o tratamento e o armazenamento das águas da chuva, com vista a permitir a sua reutilização em condições de total eficiência e segurança hidráulico-sanitária. É importante salientar que as primeiras chuvas não são utilizadas para o armazenamento, uma vez que as coberturas e tubos de queda e outras superfícies expostas ao ar livre encontram-se poluídos. Deste modo estas chuvas têm a função de limpeza, e são descartadas para a rede pública. O processo do SAAP tem as seguintes etapas: A primeira etapa consiste na recolha da chuva, é transportada por uma rede coletora (como por exemplo tubos de queda), de seguida passa por

um processo de filtração que permite a remoção de materiais sólidos tais como folhas. De seguida a água é encaminhada para um reservatório, muitas das vezes enterrado no solo de forma a que não seja visível, onde está aplicado um “freio de água” para que não seja provocada turbulência dentro do depósito. Por fim a água é bombeada para uso no edifício.

Embora a água não seja para consumo humano, esta deve ter qualidade para ser reutilizada para que não ponha em risco a saúde pública. Nos termos da legislação nacional e das Diretivas europeias aplicáveis (Decreto-Lei n.º 236/98, de 1/8, que transpõe a Diretiva n.º 76/160/CEE, do Conselho, de 8/12), apenas deve ser admitida quando a água respeite as normas de qualidade de águas balneares nas mínimas exigidas. Para além de aspetos estéticos, clara, sem cor e sem odor, também deve obedecer nomeadamente a qualidades físicas, químicas e microbiológicas, estas premissas podem limitar a aceitabilidade do recurso para a reutilização de água em edificações, sendo por isso águas que tem de ser controladas e corrigidas.

3.1.3 Métodos para filtração de água

As águas cinzentas provenientes dos banhos, lavatórios, máquinas de lavar a roupa, (...), também podem ser recicladas. O grande problema destas águas em relação às águas pluviais, é que estas são mais vulneráveis ao desenvolvimento de organismos patogênicos, entre eles, bactérias, vírus e parasitas. Embora que em concentrações menos elevadas que em esgotos domésticos convencionais, mas elevadas o suficiente para causar riscos à saúde. Este tipo de águas possui uma composição de sólidos, compostos quimicamente por: nitrogenados, fósforos, compostos de enxofre, entre outros, dependendo de onde estas águas provêm. A filtração sustentável deste tipo de águas pode ser garantida por espécies vegetais, como ilustra a Figura 3.1

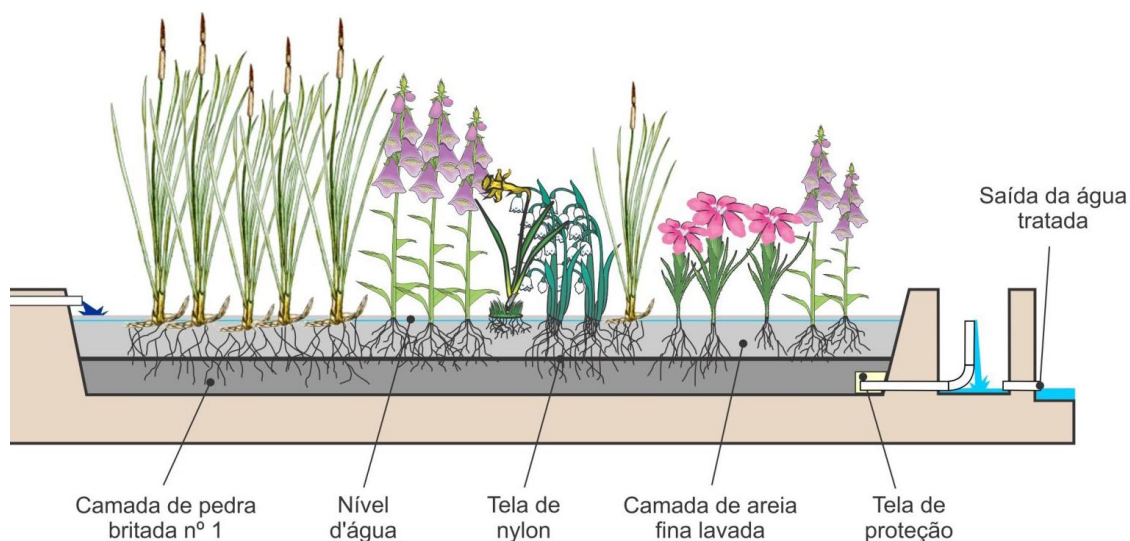


Figura 3.1 | Filtração de água (Fonte 9)

Para Edwards (2008) este tipo de filtração, passa pelo cultivo de juncos em lagos a céu aberto onde estas águas podem ser descarregadas, “as raízes dos juncos, assim como as de outras plantas, proporcionam oxigênio para as bactérias presentes de forma natural na água, digerindo qualquer agente patogênico presente” (p.106). Estes lagos além de ecológicos, contém água limpa rica em nutrientes, favoráveis a peixes ou outras espécies.

3.1.4 Materiais com menos água

A escolha dos materiais não deve apenas se resumir ao seu desempenho/custo, o consumo de água potável para a produção dos materiais também deve ser tido em consideração. A produção dos materiais para a construção implica grandes quantidades de água na sua produção. Segundo Mateus (2004), a produção de 1 Quilograma de lã de rocha utiliza da natureza cerca de 1360 litros de água, a mesma quantidade de água que o ser humano utiliza para beber durante mais de 11 meses.

3.1.5 Evaporação de água como forma de arrefecimento

A água tem a capacidade de arrefecimento de edifícios sem a utilização de processos mecânicos, um método muito eficaz em climas quentes. Nomeadamente a utilização da água em projetos, seja através de lagos, riachos, piscinas, fontes, localizados em pontos estratégicos, zonas com predominância de ventilação, contribui para o arrefecimento natural do edifício, segundo Romero e Vavallo (2015) reduz em 3.5° graus centígrados a temperatura da envolvente próxima da água. O arrefecimento resulta devido à evaporação da água, que posteriormente o vapor de água absorve o calor do ambiente, contribuindo assim para um espaço naturalmente mais fresco. O Data Center na Covilhã é exemplo de um projeto que utilizou a água como forma de arrefecimento do mesmo. Três mil metros quadrados aproveitam as águas das chuvas, para nos dias quentes através do método de evaporação de água de criar a temperatura e humidade ideal ao edifício, este espelho de água também cria um efeito estético agradável, e funciona como barreira ao edifício.

3.2 Ar

O ar é um elemento fundamental para o planeta, assim como a água, a terra ou o sol, este é composto por vapor de água, partículas e gases que são essenciais à vida no planeta. A força do ar é relevante para a arquitetura sustentável, assim, através da ação do vento é possível produzir energia limpa, ou apenas captar a ventilação que a natureza oferece para trocar o ar viciado do interior das habitações.

Também tem desvantagens, tal como serve de condutor do oxigênio para a vida humana, também serve de condutor para os males, como por exemplo os vírus, ou CO₂ que tanto hoje se fala dos efeitos prejudiciais que provoca na camada de ozono, que são arrastados pelo ar.

3.2.1 Ventilação

A ventilação é fundamental num edifício para que seja possível a renovação do ar interior, de forma que o ar que respiramos seja saudável, com a temperatura, humidade e oxigénio controlados. A ventilação dos recintos é obrigatória, desde 2009 que a legislação obriga a todas as habitações que cumpram mínimos estabelecidos na mesma para a renovação do ar interior. Valores que são diferentes consoante a utilização do espaço, a Figura 3.2 representa o caudal de ar mínimo exigido por espaço, em Portugal.

| Tipos de Espaço | Caudal m ³ / (h. pessoa) |
|--|-------------------------------------|
| Quartos | 16 |
| Salas de repouso Auditório Biblioteca | 20 |
| Escritórios Museus Salas de espetáculo | 24 |
| Sala de creche Jardim de infância | 28 |
| Atelier Café Sala de jogos | 35 |
| Pista de dança Sala de ballet | 49 |
| Sala de musculação Pavilhão desportivo | 98 |

Figura 3.2| Renovações de ar (Fonte 10)

A ventilação por fins obrigatórios ou de conforto térmico são normalmente garantidos por engenhos mecânicos. Também podem ser assegurados por métodos sustentáveis, através da ventilação natural. A ventilação natural é uma alternativa aos equipamentos mecânicos, ocorre devido à diferença de temperatura no interior do edifício, ou pela ação dos ventos presente na natureza é possível fazer a troca de ar de forma ecológica, como ilustra a Figura 3.3

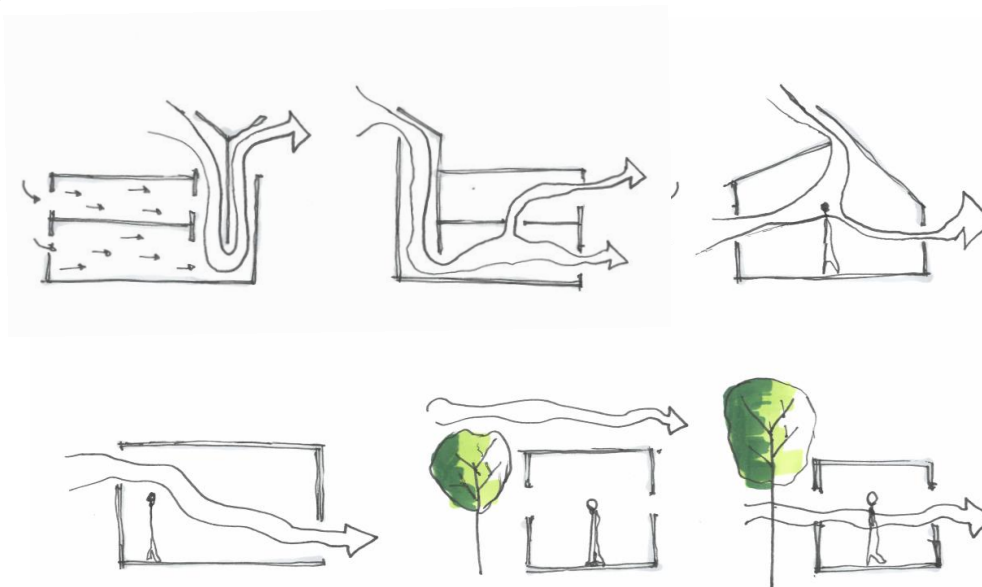


Figura 3.3| Ventilação Natural (Fonte 11)

3.2.2 Ventilação Natural

De um modo geral, as ventilações naturais funcionam a partir de duas aberturas com funções opostas, uma com a função de insuflação de ar, geralmente a cotas baixas e outra com função de extração, estas geralmente nas coberturas ou a cotas mais altas. A aplicação de ventilação natural, economiza segundo Edwards (2008) aproximadamente 25% de energia que seria utilizada por equipamentos mecânicos para o arrefecimento dos edifícios.

As torres de ventilação, são exemplo de um processo de ventilação natural, usado desde o século II A.C. Este tipo de chaminés projetados a cotas altas, poderão ser desenvolvidas de duas formas, com menos, ou mais complexidade. As torres de ventilação mais simples funcionam apenas com um orifício para insuflação de ar, enquanto as mais desenvolvidas com dois, um para insuflação voltado para os ventos predominantes, e outro para extração voltado para o lado oposto. No primeiro caso, as torres mais simples apenas com função de insuflação de ar, apresentam a entrada de ar voltada para os ventos predominantes, assim recebem o ar fresco do ambiente exterior e empurram-no para o interior do edifício, rejeitando-o depois por janelas, ou por portas abertas opostas aos ventos predominantes. O funcionamento da torre também pode funcionar em sentido inverso, o ar fresco é insuflado através de janelas a cotas baixas pelos ventos predominantes, assim a pressão do ar novo empurra o ar viciado até à torre e expulsa-o. As torres de ventilação mais complexas utilizam duas câmaras, uma para insuflação e outra para extração, sendo assim possível através da mesma torre fazer a troca de ar. As torres devem ser dimensionadas para obterem assim um desempenho ajustado ao edifício, o controlo do caudal de ar renovado pode ser controlado consoante as necessidades, com a aplicação de válvulas que controlem a entrada ou a saída de ar, mecânica ou manualmente. Ainda pode ser adicionado nestas torres, segundo Edwards (2008), espelhos refletos dentro da chaminé de modo a refletir os raios solares, ganhando assim mais iluminação natural o edifício.

A conceção de espaços com duplo pé direito é uma boa combinação com a ventilação natural, estes espaços altos facilitam ainda mais de forma natural a subida do ar quente, facilitando assim o arrefecimento do espaço.

3.2.3 Energia do Ar

A força do vento, que em tempos passados, foi aproveitada para mover os barcos à vela e as pás dos moinhos, atualmente é usada para transformar energia do vento em energia elétrica através de ventoinhas eólicas. O vento em Portugal oferece características ideais para a produção de energia, segundo dados da APREN, Web F, o país usa o vento como o maior produtor de energia, cerca de 29.4% da energia produzida em Portugal resulta do movimento do vento.

Por não ser rentável a instalação de ventoinhas eólicas em habitações, foram desenvolvidos “microgeradores eólicos”, para uma produção de energia mais adequada a uma habitação. Estes aerogeradores são capazes de produzir energia mesmo com vento fraco, e injetar a energia produzida na rede doméstica, como forma de baixar o consumo da rede

publica. As principais vantagens deste sistema enquadram-se na baixa necessidade de manutenção a que estão sujeitos e na constante produção de energia ao longo do ano, em relação a outros métodos de produção de energia renovável. As desvantagens aparecem quando à a necessidade de armazenar a energia, ficando assim dependente de baterias.

3.3 Sol

Sem a energia solar, uma fonte de calor inesgotável, a vida não existiria. Ela é a principal fonte de energia para plantas e para o aquecimento do planeta. De forma Ativa ou passiva, os raios solares têm muito a oferecer ao planeta assim como aos edifícios. Esta energia limpa, bem utilizada, poderá dispensar muitos equipamentos mecânicos, criando assim uma atitude mais sustentável, face aos tipos de energia fósseis que atualmente são muito explorados. Apenas a utilização de energias renováveis para aquecimento, iluminação e ventilação, segundo Edwards (2008) representaria uma redução de 50% do aquecimento global. Portugal é dos países da europa que mais radiação solar recebe com uma média anual segundo Cusa (1999) de 1750 KW/m², tornando assim o país com boas características para implementar métodos que usem a energia solar.

Por vezes os raios solares em excesso também podem ser prejudiciais à sustentabilidade do edifício. Porém, a falta de conhecimento poderá ser a única causa do problema, o conhecimento do percurso solar e a aprendizagem a controlar o sol é fundamental para que sejam minimizados os excessos.

3.3.1 Energia Ativa

A energia ativa, um sob tema da energia solar, significa que necessita apenas de um processo para converter as radiações solares na energia pretendida, como é exemplo dos coletores solares, ou dos painéis fotovoltaicos. Normalmente estes equipamentos são aplicados nas coberturas, por ser a área mais exposta ao longo do dia aos raios solares. A cobertura, à qual Thomas (2002) chama por “quinta fachada” (p.62), tem um papel fundamental no edifício para contribuir para a sustentabilidade.

Coletores Solares

Os coletores solares, segundo Amado et al. (2015) “são dispositivos que convertem a energia solar térmica em energia térmica” (p.152), em outros termos o sistema é composto por um painel negro que absorve o calor solar, e posteriormente o transfere para a água. A água, é assim, aquecida por uma fonte de energia praticamente inesgotável que evita a dependência de outro tipo de energias, que produzem CO₂. Para Karabuğa (março, 2019) este tipo de sistemas de energia renovável tem propensão a ter uma procura crescente no futuro.

Desta forma com a instalação deste tipo de equipamentos contribuimos para um ambiente menos poluído, além de do retorno rápido de investimento que é alcançado. O ângulo

de inclinação do painel é muito importante, este difere consoante a altura de maior consumo no edifício (Verão, Inverno ou misto).

Painéis fotovoltaicos

Os painéis fotovoltaicos convertem a energia solar, em energia elétrica. À medida que os anos passavam a procura crescia 10% ao ano devido à maior confiabilidade e à redução do custo inicial, segundo Edwards (2008). Para Cardoso (2018) as estatísticas de 2017 apontam para um decréscimo superior a 24% de novas instalações fotovoltaicas, o autor defende que este decréscimo resulta ainda do elevado investimento inicial, do desconhecimento das vantagens e da falta de disponibilidade dos técnicos. No entanto nos dias que correm para Karabuğa (março, 2019) “entre as fontes de energia renováveis, a evolução tecnológica e a aplicação de infraestruturas, a fonte mais adequada é a energia solar”.

Esta fonte de energia limpa e isenta de ruídos e emissões, apresenta ainda assim duas desvantagens que podem não contribuir para a aquisição do sistema, como o fraco rendimento dos painéis solares em temperaturas altas ou a produção descontínua. O rendimento está diretamente relacionado com a temperatura ambiente, quanto maior for a temperatura menor é a eficiência, um exemplo como o Alentejo que num dia de verão a cobertura de um edifício poderá atingir 100° Celcius, o rendimento dos painéis fica muito comprometido, no entanto poderão ser planeados ambientes microclimáticos que baixem a temperatura da envolvente, como por exemplo a implantação de uma cobertura ajardinada, ilustrado na Figura 3.4.



Figura 3.4| Painéis solares com cobertura ajardinada (Fonte 12)

Face à produção descontínua do sistema, surge a necessidade de armazenamento de energia em baterias durante o dia para compensar a falta de sol durante a noite, para Edwards (2008) para que este sistema se torne eficiente a solução será a venda da eletricidade gerada em excedente à rede nacional, para que nas alturas de insuficiência ou ausência de energia dos próprios painéis seja possível a compra de eletricidade nacional a baixo custo. Os painéis solares são uma boa combinação com os “microgeradores eólicos”, já que os picos de energia fornecida pelos painéis solares são inversos os picos fornecidos pelas ventoinhas eólicas, segundo o mesmo autor.

3.3.2 Eficiência de Energia

A poupança de energia é a forma mais direta de contribuir para a sustentabilidade. Todos os equipamentos elétricos, durante a sua utilização nos edifícios estão dependentes de energia, e por sua vez contribuem para o aumento de CO₂.

Equipamento

A escolha do equipamento deve ser sensata, o tamanho/potência deve corresponder ao pretendido assim como também deve ser eficiente.

Luz Artificial

A luz artificial é fundamental sempre que há débito de luz natural, no entanto as escolhas das lâmpadas nem sempre são as melhores. Muitas vezes devido ao preço das tradicionais ficarem mais em conta são rapidamente a primeira escolha. As lâmpadas económicas, são uma atitude simples que contribui para a diminuição do consumo energético dos edifícios, para Santos et al. (2015) uma lâmpada led consome 93.35% menos que uma lâmpada incandescente. O excesso de potência das mesmas também deve ser tido em conta, por motivos de conforto, mas também por motivos de eficiência, sendo desnecessário um excesso de Lux (unidade de iluminação).

3.3.3 Energia Passiva

A energia passiva, precisa de mais que uma etapa de transformação para que chegue ao resultado pretendido. Os edifícios são um bom exemplo da utilização de energia passiva, quando bem aplicada esta pode contribuir para o aquecimento ou para a iluminação do edifício.

A energia passiva para que não se torne indesejável, é necessário que seja tida em consideração na fase inicial do projeto consoante as exigências da sua utilização. Há projetos em que é desejado o aquecimento durante o ano todo, outros em que é pretendido apenas o arrefecimento, e ainda, os mais comuns, que é desejada uma combinação aquecimento/arrefecimento. Por isso cada projeto é excepcional. O Data Center, na Covilhã, é um exemplo, quer no verão, quer no inverno, o objetivo do edifício é o arrefecimento. Mas por

norma em Portugal o objetivo dos edifícios é que apresentem um comportamento de arrefecimento no verão e de aquecimento no inverno e para tal devemos atenuar os raios solares de verão e captar os de inverno.

Os raios solares projetados na terra e as suas intensidades, têm diferentes valores ao longo do dia e da época do ano, para uma melhor compreensão das rotas solares Gonçalves e Graça (2004) explicam:

Durante o inverno - A Norte não há raios solares diretos, a Sul é a orientação mais favorável ao aquecimento num edifício, a Este a incidência de raios solares é curta, apenas durante a manhã, e a Oeste a incidência de raios solares também é diminuta apenas algumas horas durante a tarde.

Durante o verão - A Norte existe uma ligeira incidência de raios solares durante a manhã e o fim de dia, a Sul os raios solares são muito intensos sobre o edifício, a Este as incidências os raios solares estão presentes perpendicularmente desde o amanhecer até ao meio dia, e a Oeste os raios solares acentuam-se sobre o edifício desde o meio dia ao pôr-do-sol.

Para uma utilização confortável do edifício a localização dos espaços interiores deve de ser definida em função da orientação solar. Amado et al. (2015) propõem à distribuição das zonas de serviço a Norte, as zonas comuns a Sul e as de permanência a Sudeste, conforme a Figura 3.5. Assim é possível conseguir a iluminação natural e o aquecimento natural controlados tanto de verão como de inverno.

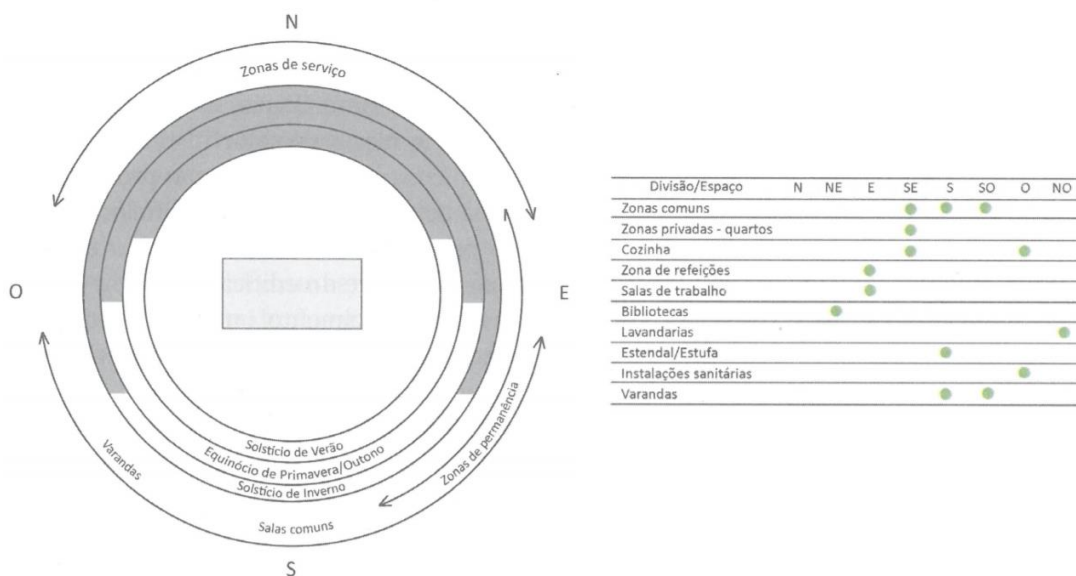


Figura 3.5| Distribuição e Organização espacial (Fonte 13)

Diagramas Solares

Para uma compreensão mais elaborada da incidência dos raios solares, os diagramas solares podem ajudar a calcular a localização solar exata. Para usar os diagramas é preciso conhecer a Latitude do local do projeto, pois as cartas variam consoante a latitude, e o azimute define o ângulo entre o Norte e a perpendicular da fachada a avaliar, no sentido horário. Com estes dados é possível conhecer a trajetória do sol consoante a hora e o dia pretendido.

Como forma de melhor compreensão, consideremos que é pretendido sombrear uma janela com as dimensões 100cm X 100cm orientada a Sul durante o Verão entre as 11 horas e as 15 horas de forma a não criar sobre aquecimento no edifício, sem prejudicar o aquecimento natural no inverno.

Para identificar os ângulos das projeções solares, utilizou-se o programa “SOL-AR 6.2”, onde foi lançado a latitude correspondente à Covilhã (40.2°), de seguida identificou-se a amarelo a área correspondente ao Verão (21 de junho | 23 de setembro) e a cinzento o horário entre as 11 horas e as 15 horas conforme a Figura 3.6. A sobreposição das duas tramas corresponde à região que é pretendido calcular os raios solares.

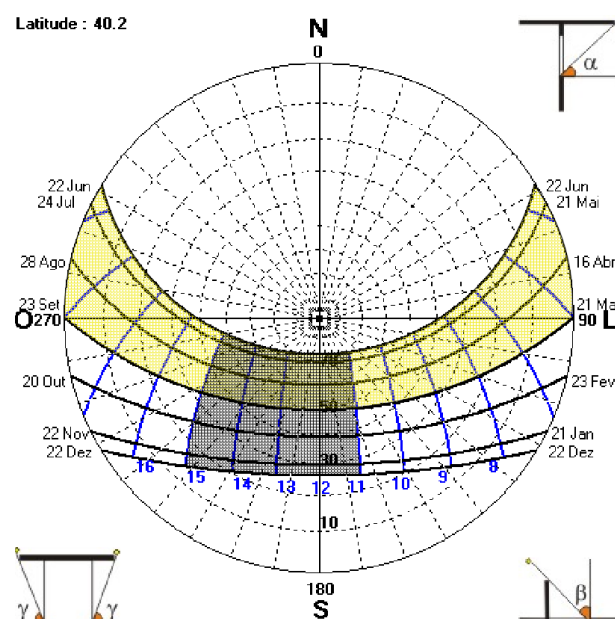


Figura 3.6 | Diagrama Solar ^{a)} (Fonte 14)

No passo seguinte representado na Figura 3.7 é aplicado o transferidor, a linhas vermelhas, como forma de auxílio à interpretação dos ângulos correspondentes, daí se conclui que o ângulo α (ângulo exterior entre a frente da pala e a perpendicular da janela) corresponde a 50° , o ângulo φ (ângulo exterior entre a lateral da pala e a perpendicular da janela) esquerdo e direito 35° e 70° respetivamente.

Assim conclui-se conforme o corte da Figura 3.8 que a pala precisa de um avanço de 71 centímetros, assim como um prolongamento lateral para a esquerda e direita de 0.31 centímetros e 143 centímetros respetivamente, como representa no alçado da Figura 3.9. Caso a pala seja construída com valores superiores ao resultado obtido, vai contribuir para um maior sombreamento, contudo contribui para uma menor eficiência durante o inverno.

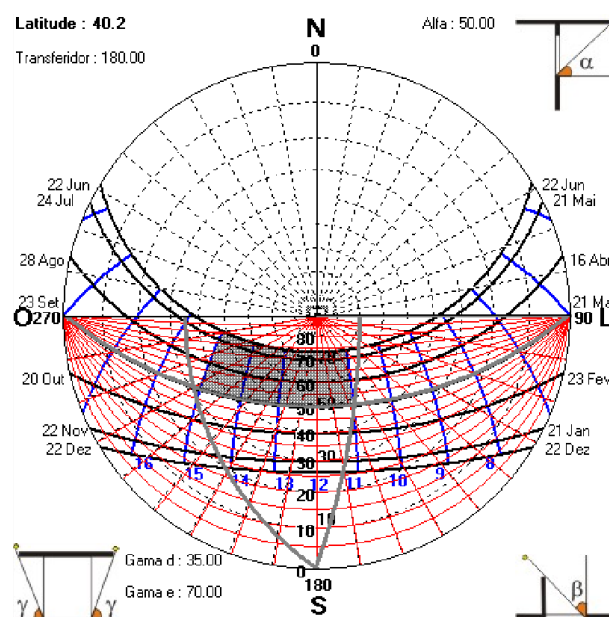


Figura 3.7| Diagrama Solar ^{b)} (Fonte 15)

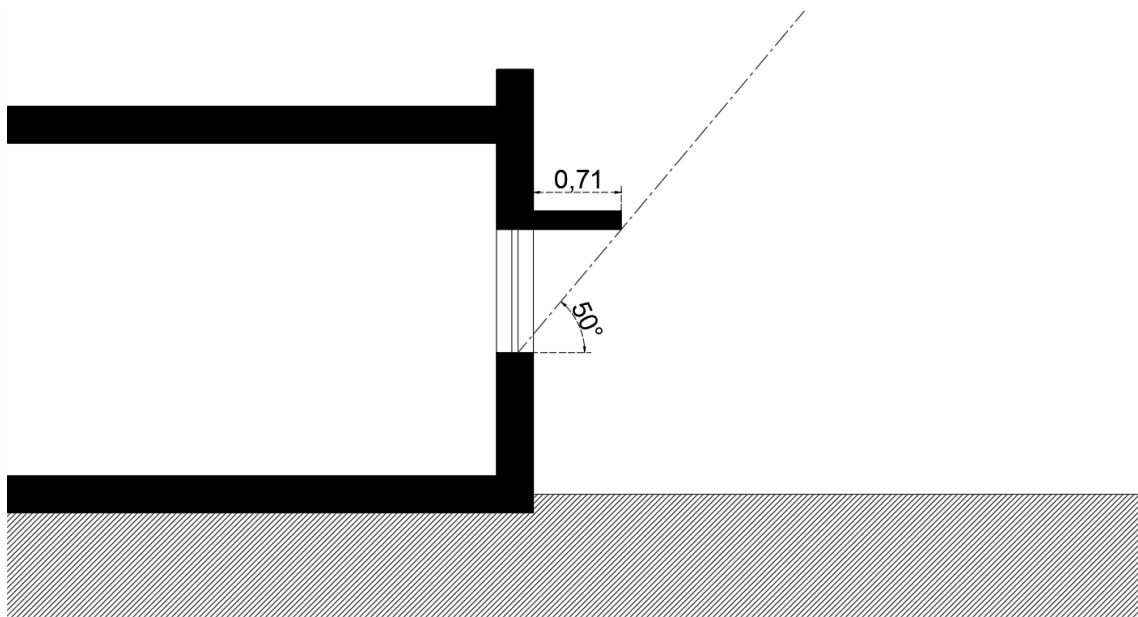


Figura 3.8| Diagrama Solar - Corte (Fonte 16)

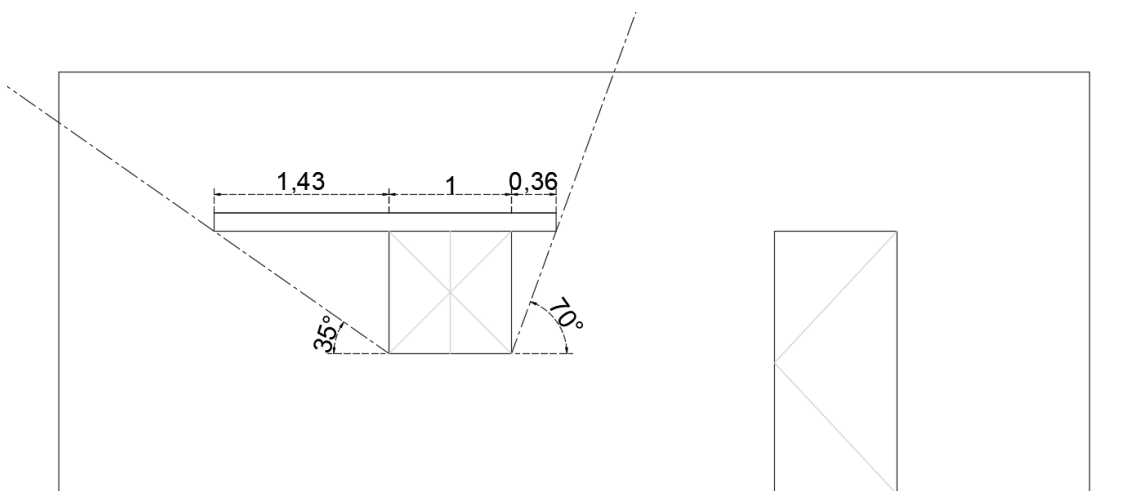


Figura 3.9| Diagrama Solar - Alçado (Fonte 17)

Aquecimento Natural

O aquecimento natural nos edifícios surge principalmente a partir de ganhos solares diretos. Estes ocorrem quando o sol incide diretamente no espaço a aquecer, ganhos indiretos, como por exemplo, a parede de trombe, ganhos por condução, através da incidência de sol nas paredes ou coberturas, ou por ganhos internos através do metabolismo humano ou equipamentos elétricos.

O método usado para o aquecimento deve ser combinado com boa capacidade de massa térmica dos materiais do edifício, para que ele seja capaz de armazenar o calor absorvido. A cor dos materiais também é um ponto importante a ter em consideração na escolha dos materiais.

Envidraçado

Como forma de aproveitar os raios solares durante o inverno, a orientação de envidraçados orientada para Sul, é a estratégia mais eficaz para assegurar o aquecimento natural do espaço interior, por ser o quadrante com mais horas diárias de radiação solar. Para que o envidraçado seja eficiente é necessário que este esteja desobstruído para que não se crie uma barreira reduzindo assim a incidência de radiação solar. Segundo um estudo prático de Sirgado (2010), conclui-se que quanto maior a área envidraçada orientada a sul menor a dependência de equipamentos mecânicos, sendo que áreas superiores a 30% da área de envidraçado em relação à fachada dispensam praticamente na totalidade o uso de outro tipo de energias.

É importante prever barreiras a Sul para barrar o excesso solar em época de Verão.

Parede de Trombe

A parede de trombe poderá ser entendida da mesma forma que o efeito estufa formado nas marquises das habitações, no entanto mais vantajosa, devido à menor área que ocupa. É uma técnica de aquecimento constituída segundo Amado et al. (2015) por “uma parede interior com boa capacidade de armazenamento térmico (betão, pedra, terra compacta ou material cerâmico) e por uma parede exterior de vidro, orientada a sul” (p.139), os autores ainda defendem que a caixa de ar entre as duas paredes deva variar entre 5 a 20 centímetros.

A parede de trombe poderá ser construída de duas formas: com a caixa de ar ventilada, ou não. A técnica mais simples, a parede de trombe não ventilada, tem como princípio a captação dos raios solares e a seu armazenamento na parede interior, e posteriormente a sua libertação gradual da energia absorvida para o interior da habitação. Segundo Rocheta e Farinha (2007) esta parede apresenta mais vantagens em climas frios ou com baixa irradiação solar.

A parede de trombe ventilada ilustrada na Figura 3.10, diferencia-se por conter aberturas no alto e no plano da parede e do envidraçado. Este método é mais eficaz, no entanto é necessário a ação humana ou mecanizada de forma a combinar as aberturas presentes. Para

esta técnica caso não seja utilizado equipamentos inteligentes, o utilizador deve possuir conhecimento da utilização e disponibilidade para controlar as aberturas. A combinação das aberturas, segundo Rocheta e Farinha (2007), no vidro devem sempre estar fechadas de forma a não penetrar ar frio para o interior da caixa de ar, as aberturas na parede, estas devem estar abertas sempre que exista radiação solar, e fechadas assim que a radiação deixe de ser emitida no envidraçado, de modo a que não resultem percas durante a noite.

A parede de trombe ventilada também pode funcionar como técnica de arrefecimento no edifício. Tal como para o aquecimento, para o arrefecimento também é necessário a intervenção do utilizador ou de equipamentos inteligentes. Para que a parede tenha um desempenho de arrefecimento durante o Verão, a parede de trombe deve de ser auxiliada com proteções de sombreamento e a combinação de aberturas tanto exteriores no envidraçado como as aberturas interiores na parede de trombe. Para Rocheta e Farinha (2007) é necessário que durante o dia as aberturas inferiores no envidraçado estejam fechadas e as superiores abertas, de forma a libertar o a massa de ar quente para o exterior, a parede interior deve de ter as aberturas inferiores abertas e as superiores fechadas, para que apenas o ar fresco seja introduzido no edifício. Durante a noite os autores aconselham a abrir as duas aberturas do envidraçado de forma a arrefecer a parede interior.

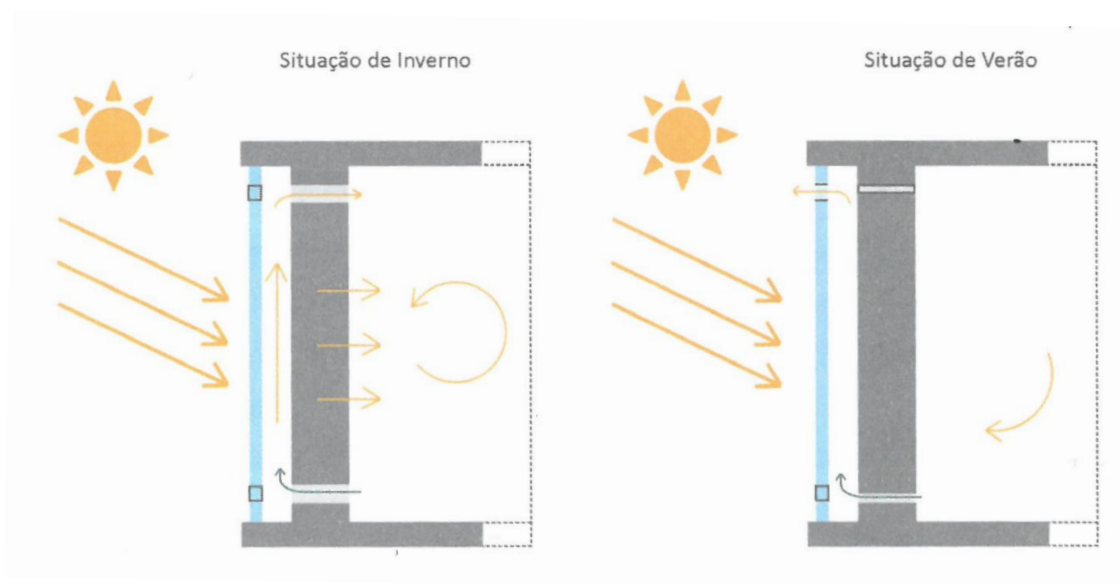


Figura 3.10| Parede de Trombe (Fonte 18)

3.3.4 Iluminação Natural

A iluminação solar é uma forma sustentável de substituir a iluminação artificial, ultimamente fortemente implementada. Os autores Hopkinson et al. (1980) lembram que o homem apenas aprende a valorizar a luz natural depois de deixar de a usar, substituída por fontes de iluminação artificial. Os autores alertam ainda que estes tipos de luzes criam um mal-estar aos seres humanos, por implicar-lhes uma adaptação à luz artificial. A luz natural deve ser mais utilizada nos projetos, contudo há cuidados a ter. A iluminação deve ser distribuída por todo o espaço com a intensidade correta e para isso é necessário ter em conta aspetos como a área envidraçada, cor e dimensões do espaço, localização e orientação do envidraçado, obstruções e reflexões exteriores. Os feixes de luz podem ser ampliados e direcionados para as zonas pretendidas através de brise-soleils refletivos.

3.3.1 Sombreamento

Há épocas do ano em que o sol não é desejado, para que não se crie ambientes desconfortáveis. Por excesso de iluminação ou sobreaquecimento, surge então a necessidade de barrar os raios solares. A dificuldade da escolha do sombreamento correto surge com a necessidade de diferentes respostas nas diferentes alturas do ano, pelo motivo que em épocas de inverno o sombreamento é indesejado e em épocas de Verão é desejado.

As soluções mais correntes em Portugal segundo Amado et al. (2015) são métodos não fixos que o utilizador pode regular, como os estores que conseguem uma reflexão de 80%, as telas com uma filtração na ordem de 94% ou as precianas.

Contudo é possível usar métodos fixos e eficientes nas épocas de verão e de inverno, como as palas sobre os vãos, ou as lamelas. Estas construções são fixas por isso devem ser projetadas de forma exata para que barrem os raios de verão e deixem passar os de inverno, como demonstrado no tópico dos diagramas solares.

O sombreamento com espécies arbóreas de folhas caducas, é uma alternativa que se adapta ao longo do ano as exigências da sustentabilidade do edifício. Esta escolha torna-se vantajosa devido às espécies arbóreas brotarem na época que a exposição solar é indesejada, e por isso criam sombras e mirram durante o inverno, deixando assim os arbustos despidos e deixando passar os raios solares, que contribuem para o aquecimento do edifício.

3.4 Terra

A Terra é a base da sobrevivência do homem, dependemos dela para a produção da nossa alimentação, assim como através dela extraímos matéria para a produção de materiais que se destinam ao nosso abrigo. O solo é formado por várias composições químicas, que no estado natural encontram-se equilibradas com a natureza, todavia quando extraídas para formar novos materiais, resultam em novas composições químicas, assim criam-se

desequilíbrios na natureza que muitas vezes são prejudiciais. O solo no seu estado original possui características favoráveis que permitem a sua utilização natural, sem transformações na construção. A construção em terra é uma das opções, durante toda a fase útil desde a extração à desconstrução não altera as propriedades originais nem produz resíduos ao contrário de outros materiais, como o cimento, a cerâmica ou o aço que resultam em grandes amontoados de escombros de matéria inútil. A terra também trás benefícios há saúde, pois esta detém uma capacidade de absorção de humidade muito alta, sendo mesmo dispensados equipamentos mecânicos para a remoção de humidade. O Hospital de Feldkirch, representado na Figura 3.11, segundo Berge (2009), tem uma parede construída em terra com mais de mil metros quadrados e dispensa a ação mecânica para a estabilização da humidade do ar. Segundo Minke (2000) ao fim de um dia, a terra absorve mais de 200 gramas por metro quadrado de água, enquanto que se a opção fosse um betão leve absorvia menos de 50 gramas por metro quadrado. As construções em terra são exemplo de uma prática sustentável, dependem de baixos consumos de energia e de emissões de carbono. Torgal e Jalali (2010) referem que estas construções aparecem principalmente na Ásia ou na Europa, onde a temperatura não é muito elevada e onde existe elevada precipitação. Segundo Minke (2006) estas construções surgiram há mais de 9000 anos, no atual Turquemenistão. Ainda hoje existem cidades erguidas em terra, que comprovam a durabilidade do material. É exemplo disso, a cidade de Shibam do Iémen, com edifícios com alturas a variar entre os 5 e os 11 andares.

Em Portugal também existem exemplos de construções em terra, que se podem encontrar por toda a região do país.



Figura 3.11| Hospital de Feldkirch (Fonte 19)

Existem várias técnicas de trabalhar a terra, como por exemplo o adobe ou a taipa.

O adobe é uma técnica durável que foi muito utilizada em Portugal, mais propriamente no Sul. A produção de Adobe possui uma técnica simples, a terra (solo argiloso e plástico) é estendido em moldes de madeira e depois deixado secar à temperatura ambiente para posteriormente depois de seco ser utilizado em obra. Embora estas técnicas tenham sido substituídas atualmente pelo tijolo de barro furado, para Correia (2000), a nova solução apresenta um comportamento pior que o adobe.

A taipa foi um método construtivo muito utilizado em Portugal até aos anos 50. A construção consiste na compactação de terra húmida num taipal de madeira. Ao longo dos anos a forma de compactação e de cofragem modernizou, substituída pela compactação pneumática, e as cofragens de madeira trocadas por contraplacados ou taipais de metal.

A desvantagem deste material é a debilidade à água, que surge devido à elevação da humidade do solo, ou a partir da precipitação. Para barrar a elevação de humidade que reduzindo a durabilidade do projeto, Torgal e Jalali (2010) explicam que as novas construções são construídas com as fundações em betão armado ou em pedra. Esta técnica permite criar uma barreira entre o solo húmido e as paredes interiores. A precipitação direta sobre a terra provoca erosão da mesma, no entanto Ogunye e Boussabaine (2002) defendem que a precipitação apenas é prejudicial quando apresenta uma intensidade superior a 25 milímetros por metro quadrado. No caso de precipitação superior a 25 milímetros por metro quadrado, a solução passa pela combinação intercalada de terra e pedra saliente ao prumo da parede vertical, a erosão provocada na paredes soltam os sedimentos e fazem-nos escorrem até à pedra saliente, esta funciona como amortizadora dos sedimentos que escorrem, a uma velocidade mais lenta os sedimentos voltam a escorrer pela terra provocando assim a sedimentação da mesma. Este sistema pode ser considerado um ciclo regenerativo.

3.4.1 Geotermia

O processo de geotermia consiste na transferência da temperatura do subsolo para o interior do projeto. A temperatura, mesmo a poucos metros de profundidade, apresenta-se constante ao longo de todo o ano, com variações entre 1°C e 2°C, de acordo com Neto e Voltami, citados por Fonseca et al. (2014). Esta técnica contribui para uma temperatura constante no interior do edifício durante todo o ano. Existem dois principais métodos para transferir a energia térmica do solo para o projeto, através de ar ou de fluido. Cada método apresenta as suas vantagens e desvantagens, e por isso devem ser avaliados em função do local a aplicar.

O primeiro método, a transferência de energia térmica a partir do ar, consiste na perfuração de um poço, desde a superfície até ao subsolo. O objetivo é que o ar da atmosfera desça ao poço. Como a temperatura do subsolo é constante, no caso do verão, o ar vai arrefecer e no caso do inverno este vai aquecer. Quanto maior a profundidade menor será a variação

térmica e maior será a temperatura. Uma vantagem deste método será a simplicidade de execução e o baixo custo, a desvantagem irá depender sempre da temperatura exterior. Chinellato citado por Fonseca et al. (2014) registou reduções de temperatura que atingiram os 4°C.

O sistema à base de fluídos utiliza o mesmo conceito, embora o método seja um pouco diferente. Para Fonseca et al. (2014) “É um sistema termodinâmico, que promove a circulação do fluido refrigerante pelos tubos proporcionando a climatização e após circular pelo sistema, o fluido retorna á base e o sistema volta a trabalhar” (p.540). Este método, ao contrário do primeiro apresentado, não depende da temperatura do ar exterior, apenas da temperatura do subsolo. A desvantagem prende-se ao elevado custo de instalação, mas em contrapartida, para Neto e Voltami citado por Fonseca et al. (2014), este método contribui para uma redução de 30% do consumo energético. Existem duas formas de aplicar as tubagens no terreno, de forma vertical ocupando uma menor área ou horizontal ocupando uma área muito superior à apresentada anteriormente, mas com custos de aplicação mais reduzidos.

Num caso de estudo elaborado por Cruz et al. (2018) expuseram duas caixas de isopor com água congelada no terreno. A primeira caixa tinha um tubo que fazia circular a água por uma mangueira, enterrada a 30 centímetros do solo, e a segunda caixa estava dependente apenas da temperatura do ar exterior. Como podemos verificar na Figura 3.12 depois de 2 horas, a primeira caixa atingiu uma temperatura de 24° Celcius, enquanto a segunda caixa atingiu apenas 10° Celcius. Os autores Cruz et al. (2018) concluíram que a primeira caixa teve uma variação de 17° Celsius, enquanto a segunda teve uma variação apenas de 3° Celsius.

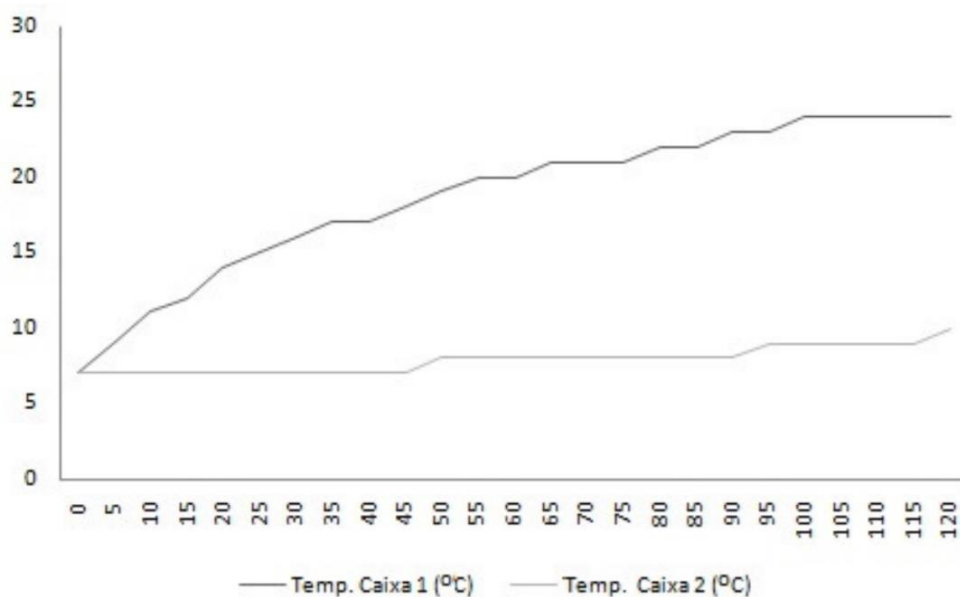


Figura 3.12 | Relação de temperatura ambiente e do solo em caso de estudo (Fonte 20)

3.4.2 Cobertura Ajardinada

As coberturas ajardinadas surgiram na Mesopotâmia, há mais de 2700 anos, elas desempenham um papel fundamental para a sustentabilidade do edifício. Para Castelo-Branco “os benefícios são múltiplos, abrangendo diversas vertentes, como a qualidade do ar, a poluição sonora, a biodiversidade, entre outros” (p.20).

Cada vez mais a construção impermeabiliza o solo. Os problemas surgem com as chuvas que sobrecarregam as condutas artificiais, podendo mesmo provocar cheias. As coberturas ajardinadas podem ser a resolução deste problema. Segundo Edwards (2008) estas atuam como um efeito de uma esponja, absorvem a água pluvial e libertam-na lentamente. As qualidades destas águas libertadas são superiores e os solos das coberturas funcionam como filtro das chuvas ácidas ou poluentes. Em termos térmicos, as vantagens também estão presentes, pois apresentam comportamentos favoráveis tanto no inverno, como no verão. As coberturas ajardinadas funcionam como um isolante térmico para o edifício. Para Castelo-Branco (2008) as implementações das coberturas ajardinadas resultam numa redução de 60% de percas de calor no inverno e de 75% de redução de consumo de ar-condicionado. Como a implantação de edificado impede o desenvolvimento da fauna e flora, as coberturas ajardinadas são um exemplo da reposição dos mesmos espaços, que ajudam a manter a biodiversidade original.

3.4.3 Barreira Ecológica

As barreiras de vegetação são uma forma bioclimática que ajuda a reduzir a força do vento no inverno, os excessos de temperatura no verão, e ainda como barreira acústica. O tipo de implantação de barreiras arbóreas depende da função que esta visa ter, assim como o local a ser implantado. O conhecimento de espécies vegetais é importante, para o enquadramento ideal à função pretendida.

3.4.4 Árvores

As árvores são uma espécie vegetal muito importante para sustentabilidade do Planeta Terra. A espécie arbórea tem um papel fundamental no equilíbrio da natureza, ela é responsável pela grande parte de transformação do dióxido de carbono em oxigénio. Para Marques (2008), um metro cúbico de madeira absorve mais de 200 quilogramas de CO₂. A madeira é um material derivado das árvores que pode ser utilizado na construção sem ter que ser sujeito a alguma transformação. Segundo Amado et al. (2015) “o processo produtivo de certos produtos de madeira não exige elevados consumos de energia e não emite grandes quantidades de CO₂” (p.104). A madeira apresenta características que permitem a sua aplicação na construção, em diferentes locais, com diferentes funções. Esta apresenta bons desempenhos tanto para estruturas, como para revestimentos finais.

3.5 Isolamento

Um dos objetivos na construção sustentável é, conservar pelo maior tempo possível o calor no inverno e o fresco no verão, e para isso, é importante a escolha dos materiais certos. Um edifício sem conforto térmico, para além de prejudicial à saúde, altera a boa disposição e reduz o rendimento dos usuários na ordem dos 25% a 30%, segundo Paia (1999).

A resistência térmica dos materiais ajuda a manter o conforto térmico, diminuindo assim a dependência excessiva de equipamentos mecânicos. Isto significa uma redução significativa do consumo energético, segundo Edwards (2008):

“A colocação de isolamento nas superfícies externas dos edifícios existentes pode reduzir o consumo de energia em 60%. O aumento de isolamento nas coberturas para 50 milímetros pode diminuir o gasto com energia elétrica em 20%. A combinação de todas as medidas de isolamento, como colocação de isolante nas câmaras de ar, reforço do isolamento da cobertura, instalação de janelas com vidro duplo e com revestimento de baixa emissividade (vidro com propriedades isolantes) e proteção contra infiltrações de ar, pode, inclusive, eliminar a necessidade de caldeiras para aquecimento” (p.216).

Para que os materiais possam ser considerados isolantes, segundo Santos e Matias (2006) a condutividade dos mesmos tem de ter valores inferiores a $0.065 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$, assim como uma resistência térmica com valores superiores a $0.30(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{W}$. A grande parte dos materiais utilizados para isolamento térmico, como Poliestireno expandido moldado (EPS), Poliestireno extrudido (XPS) Lã mineral-rocha, Lã mineral- vidro, (...), apresentam valores com bons desempenhos, no entanto apresentam graus de toxicidade elevados. Em contrapartida, a casca do sobreiro é um material 100% natural, do qual é produzido o aglomerado de cortiça, com um coeficiente de condutividade térmica de $0.032 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$. Desde o início do processo de fabrico que o aglomerado de cortiça, conforme Torgal e Jalali (2010), apresenta uma redução de energia para a produção de mais de 93% em relação a outros materiais tóxicos, para além de ser totalmente renovável e reciclável. De acordo com Paia (1999), o aglomerado de cortiça apresenta vantagens muito diversificadas, tratando-se de um material, que para além, de boas propriedades térmicas, também possui boas propriedades acústicas, é leve, elástico e com uma combustão muito lenta.

Semelhante ao aglomerado de cortiça em termos sustentáveis, a fibra de celulose também é um material 100% reciclado e reciclável, no entanto produzido a partir fibras têxteis desperdiçadas. Segundo Web G o catálogo da empresa MANIFATTURAMAIANO a produção é muito ecológica, “as matérias primas, após terem sido esterilizadas a 180° , são processadas sem o uso de água, produtos químicos ou aglutinantes” (p.20). O material apresenta propriedades isolantes térmicas e acústicas, segundo a mesma Fonte, com um coeficiente de condutividade térmica de $0.036\text{-}0.038 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$. Dados da Agência Portuguesa do Ambiente, Web H apontam para 200 756 toneladas de resíduos têxteis recolhidos durante o ano 2017.

3.6 Nanotecnologia

A nanotecnologia é estudada à escala do nanometro. A sua origem, segundo Gago (2008), surgiu em 1959 no instituto de tecnologia da Califórnia-CalTech, num encontro da Sociedade Americana de Física. Esta ciência tem como base a alteração do estado original dos átomos. O uso da nanotecnologia ainda é recente no setor da construção, mas poderá vir a ser uma revolução no futuro. Para Zhu et al. (2004) a nanotecnologia tem grandes potencialidades de desenvolver materiais mais sustentáveis para a construção civil, como:

- Compósitos cimentícios com mais durabilidade, resistência e menor poluição;
- Aços resistentes à corrosão de baixo custo;
- Isolamentos dez vezes mais eficientes que os atuais;
- Revestimentos com propriedades de autolimpeza.

O TiO_2 (Dióxido de Titânio), é um exemplo de uma nano-estrutura que em reação com a luz, combina resultados qualitativos, tanto para o edifício como para o ambiente. Segundo Benedix et al. (2007) a nano-estrutura possui, capacidade auto-limpante, redução da poluição do ar, tratamento da água, efeito anti embaciador, ou a ação bacteriana.

A igreja *Dives in Misericordia* do arquiteto Richard Meier foi o primeiro edifício a usar betão fotocatalítico, um betão com partículas TiO_2 adicionadas. A igreja é caracterizada pelas suas paredes brancas isentas de fungos. Os autores Scrivener e Kirkpartrick (2008) referem que, o TiO_2 quando absorve raios ultravioleta e H_2O (Água), resulta numa remoção dos compostos orgânicos e inorgânicos (sujidade), tornando assim a superfície do material hidrofílica, ou seja, auto-limpante. Ilustrado na Figura 3.13.



Figura 3.13| TiO_2 Igreja Dives in Misericordia (Fonte 21)

O TiO_2 presente em ligantes cimentícios, segundo Torgal e Jalali (2010), tem a capacidade da “reação de oxidação fotocatalítica de poluentes atmosféricos, que resultam como subprodutos, água e dióxido de carbono” (p.419). Um estudo desenvolvido em 2006 por Photo-catalytic innovative coverings for applications for de-pollution assessment-(PICADA), avaliaram a redução de NO_x (Número de oxidação) segundo Maggos et al. (2008) entre 36.7% a 42% para uma área de 93.24 m² revestida de argamassa com TiO_2 .

3.7 Resíduos

Os resíduos para Oliveira (2011) são “tudo aquilo que resta ou sobra após uma ação, atividade ou processo” (p.17). Por vezes a quantidade de resíduos que resulta durante o processo de extração é superior à quantidade de produto final, segundo Torgal e Jalali (2010), para a obtenção de Zinco implica 99.95% de resíduos da matéria extraída.

A construção de um edifício implica resíduos: durante a extração e preparação de materiais para obra, durante a construção da obra e manutenção da mesma, e em fim de vida do edifício na sua demolição. A fase de projeto é muito importante para ajudar à redução de resíduos. Opções como decisão de dimensões dos edifícios em função dos materiais destinados ao edifício, é uma forma de redução significativa de resíduos e de material necessário para obra.

A utilização de materiais pré-fabricados contribui para a redução de resíduos, praticamente a nulo. A prática surgiu na revolução industrial, devido à necessidade de rápida resposta, por causa da carência existente na altura, segundo Amado et al. (2015). Atualmente os materiais pré-fabricados são vistos de outra forma, com vantagens para a construção sustentável, Stallen et al. (1994) apontam a construção pré-fabricada com uma redução de 52% de resíduos desperdiçados, menos 50% de água utilizada e energia, construção 35% mais rápida e 30% mais barata.

Os resíduos não são uma matéria inútil no planeta sem possibilidade de outro fim. Os resíduos de madeira das florestas são exemplo de uma vantagem que deve ser mais usufruída, não só por a madeira ser um ótimo material para aquecer os edifícios, mas também por ser neutra em emissões CO_2 . Segundo Edwards (2008) “a madeira lança na atmosfera o dióxido de carbono que absorveu durante a sua fase de crescimento” (p.85).

3.7.1 ECO₂BLOCKS

As escórias provenientes da produção de aço, trata-se de um outro exemplo em que os resíduos podem ser benéficos para a indústria civil. Segundo Gomes (março, 2019):

“a indústria da construção consome uma enorme quantidade de recursos naturais, a acumulação de resíduos industriais, como por exemplo os resíduos/subprodutos da Siderurgia Nacional, além de ser um problema ambiental grave tem também um elevado custo de mitigação de risco e efeitos nocivos para o ambiente e populações. Atualmente, estima-se que são produzidas cerca de 400 a 500 milhões de toneladas de escória de ferro e aço por ano, em termos globais.”

Soma-se ainda a preocupação demonstrada por Gomes (março, 2019) no inquérito, para a necessidade da substituição do cimento Portland por outro material com as mesmas características que o cimento Portland desempenha, mas que reduzisse o consumo de água, os recursos naturais e as altas taxas de CO₂ libertadas para o meio ambiente.

Estes dois problemas originaram, na UBI, o desenvolvimento do projeto eCO₂blocks, um produto inovador que tem como matéria prima as escorias e a saturação de CO₂, orientado por João Gomes, e que substitui o cimento Portland.

A eCO₂blocks ilustrado na Figura 3.14, segundo Gomes (março,2019) é um produto que resulta da ativação química de resíduos minerais em ambientes alcalinos ou ácidos com CO₂, que o torna assim rígido.

O material desenvolvido, segundo Gomes (março, 2019), apresenta características que permitem a sua aplicação “para finalidades estruturais, seja para elementos construtivos pré-fabricados ou estruturas de betão normal ou de alta resistência, moldadas in-situ.”



Figura 3.14| eCO₂blocks (Fonte 22)

As vantagens associadas ao eCO₂blocks, segundo Gomes (março, 2019) tornam-no num material incomparável ao cimento Portland, devido:

- Produção 10 vezes mais rápida;
- Reutilização de 100% de escórias;
- Captura de CO₂;
- Custo de produção 35% mais baixo;
- Não é necessário utilizar água potável;
- Resistência mecânica e ao fogo superior;
- Menos 10Kg de CO₂ emitido por bloco;
- Produto Reciclável;
- Facilidade de produção;
- Impacto nulo.

Capítulo 4

Tecnologia

A tecnologia atualmente está aplicada em praticamente tudo que nos rodeia, cada vez mais sofisticada, e interativa com o utilizador. A ciência tecnológica também vai ocupando o espaço na habitação e tornam-na cada vez mais interativa e autónoma, facilitando os utilizadores.

A tecnologia, ainda assim está pouco aprofundada na arquitetura, tanto para auxílio do utilizador como em fase de projeto e construção. A tecnologia inteligente pode ser utilizada para auxiliar, ou substituir o ser humano na habitação, sendo capaz de lhe oferecer assim uma maior economia, tempo ou conforto. Para Bolzani (2010) esta tecnologia garante “os meios necessários para que seus moradores possam desempenhar suas atividades diárias com aumento da qualidade de vida” (p.21).

Durante a fase de uma projeção é fundamental a troca permanente de informação entre as várias entidades que fazem parte do projeto. Programas como o BIM são uma ótima ferramenta tecnológica que permite o cruzamento de informação de uma forma mais clara e rápida.

4.1 Arquitetura Inteligente

A aplicação de equipamentos nos edifícios, que desempenham determinadas funções que relacionam o comportamento do homem com a casa, denomina-se por domótica. A palavra deriva do latim *domus* que significa casa. Atualmente encontramos presente nas habitações a domótica com funções simples, que permitem o controlo de iluminação, temperatura, conexão à internet, televisão(...). Todavia as formas de intervenção na grande maioria são através de controlo manual, ou remoto, daí não podermos chamar à domótica de inteligente. Para Gwiaździński (julho,2019) a domótica é:

“sistema que só pode ser criado uma vez, mas pode ser programado ao teu próprio critério. Isso significa que o sistema está aberto. O usuário de tal sistema, geralmente o proprietário de uma casa inteligente, tem a possibilidade de expandir livremente o sistema e tem controle total sobre tudo o que acontece no sistema. O sistema pode ser programado em três áreas principais: gestão do aquecimento, ar condicionado e ventilação, controle de iluminação do prédio e do ambiente, proteção contra incêndios e controle de acesso. Alterações no sistema podem ser feitas remotamente. O usuário não precisa de estar na casa para alterá-lo.”

Para que a domótica atinja o termo inteligente, Segundo Bolzani (2010) a casa tem de ser capaz de compreender, aprender, planejar, conhecer, interpretar e decidir de forma autónoma. Segundo Gwiazdziński (julho,2019) a arquitetura inteligente ganhou força muito recentemente, em 2017, muito influenciado pelo crescimento da “internet das coisas”. Para o mesmo autor, na arquitetura inteligente, “existe uma comunicação bidirecional entre cada objeto/elemento da rede. Um edifício inteligente funciona através de câmaras e sensores que armazenam diariamente a informação dos atos dos usuários e aprendem posteriormente a dar a melhor resposta, ao mesmo. Bolzani (2010) dá-nos um exemplo da diferença entre domótica e arquitetura inteligente. No caso da domótica o controlo da iluminação apenas por sensores de movimento não é suficiente, pois sempre que há movimento, as luzes acendem e apagam ao fim de um determinado tempo. Por exemplo se o usuário se sentar a ler, a luz não se deve apagar. A arquitetura inteligente é capaz de entender, através da rotina e da tarefa, o que o usuário está a fazer, e atuar assim de forma mais correta, consoante o que aprendeu. Para Bolzani (2010) a arquitetura inteligente:

“deve ajudar seus habitantes a viverem de forma saudável, feliz e segura; deve executar varias tarefas automaticamente para aliviar o trabalho gerado pelos cuidados rotineiros de uma casa; deve prover um maior nível de autonomia pessoal e vida independente; deve integrar atividades de trabalho, aprendizado e diversão; deve utilizar eficazmente e minimizar o uso de recursos naturais e energéticos; e por fim, não perturbar as pessoas com detalhes tecnológicos de como ela funciona”(p.33)

4.1.1 Arquitetura Inteligente/Sustentabilidade

O cruzamento da arquitetura inteligente com a sustentabilidade, pode resultar num avanço significativo, e, por conseguinte, num impacto positivo para o planeta. Gwiazdziński (julho, 2019), considera que a arquitetura inteligente poderá ser a base da arquitetura sustentável. O mesmo autor refere ainda que a arquitetura inteligente será desenvolvida com prioridades sobre a capacidade de reduzir as emissões CO₂, a poluição ou o desperdício de energia. Este desenvolvimento nasce da necessidade de diminuir as agressões que estão a afetar o planeta, principalmente pelas empresas, e que procuram alternativas. Para Gwiazdziński (julho, 2019):

“O pensamento atual sobre negócios em termos da Responsabilidade Social das Empresas é o futuro, e tais aspetos são assumidos pela arquitetura sustentável. Proteção dos recursos naturais, redução das emissões de CO₂, pequeno impacto no ambiente, a utilização de materiais de origem locais, contendo materiais recicláveis, são apenas alguns dos pressupostos da Responsabilidade Social das Empresas e da arquitetura sustentável. E a nova tendência que é a arquitetura inteligente no futuro, certamente será a base para a implementação dessas ideias.”

4.1.2 Arquitetura Inteligente/Utilizador

A função da arquitetura não é apenas dar soluções ao meio ambiente, mas também que corresponda aos interesses do utilizador. Gwiaździński (julho, 2019) repara nos utilizadores “a primeira coisa que observam é o design”, isto obriga a uma a uma atenção também dedicada “como o tipo e a qualidade do acabamento, a tecnologia usada ou, então, à procura de respostas sobre como isto afeta o meio ambiente”. Contudo o autor refere ainda que o utilizador cada vez mais deixa de prestar atenção apenas a pormenores estéticos e abre espaço também para impactos ambientais, segundo Gwiaździński (julho, 2019), “Vivemos numa época em que, além do consumismo, estamos a começar a pensar em responsabilidade social. E os usuários cada vez mais prestam atenção especial a esse aspeto”.

4.1.3 Arquitetura Inteligente/Iluminação-Térmica

O controlo de iluminação e o controlo térmico são conteúdos que a arquitetura inteligente pode pilotar autonomamente, sem a interferência do usuário. Assim esta tecnologia aumenta o conforto do usuário, e ao mesmo tempo a eficiência do edifício, contribuindo assim para uma melhor sustentabilidade do edifício. Segundo Gwiaździński (julho, 2019), estes sistemas reduzem o uso desnecessário, “o planeamento e a gestão sustentáveis do sistema de iluminação contribuem, entre outras coisas, para a otimização dos custos de energia”.

O sistema funciona através de sensores presentes no edifício que transmitem toda a informação que recebem à inteligência artificial. Esta interpreta os dados em tempo real e toma a decisão mais correta. Gwiaździński (julho, 2019), explica “os sistemas são capazes de detetar quanto e por quanto tempo a iluminação é necessária numa determinada área ou sala num edifício, com a ajuda de sensores”.

Da mesma forma o controlo térmico funciona de feição semelhante ao controlo luminoso. Segundo Gwiaździński (julho, 2019), “a racionalidade e o controle responsável da emissão de calor na atmosfera contribuem para reduzir o aquecimento excessivo de edifícios, o que também se reflete na economia”.

A arquitetura inteligente é uma área em crescimento que tem vindo a crescer ao longo dos dois últimos anos. Segundo Gwiaździński (julho, 2019) as tendências apontam que “certamente crescerá no futuro a tal ponto que se tornará um padrão comum”.

4.2 BIM

O Building Information Modeling (BIM), para Martins (2017) é uma ferramenta tecnológica que permite a interação em simultâneo entre todos os intervenientes do projeto desde a fase do programa à fase de demolição.

Este sistema obriga a que o projeto se desenvolva em cooperação com todas as diferentes equipas que interagem no projeto na mesma base de dados a tempo real, assim para Martins (2017) o projeto torna-se “mais transparente para todos os intervenientes” (p.9), representado na Figura 4.1. O sistema também oferece a possibilidade de sobrepor várias especialidades, evitando assim incompatibilidades entre elas, que geram custos adicionais desnecessários.

O modelo BIM é mais completo que outros softwares mais comuns, que apenas usam o modelo bidimensional, ou tridimensional. O BIM permite mais quatro dimensões, segundo Venâncio (2015) inclui a dimensão do planeamento, do orçamento, da sustentabilidade, e gestão e manutenção do edificado. A dimensão que inclui a sustentabilidade possibilita, segundo Venâncio (2015) analisar áreas como “o consumo de energia, emissões associadas e a certificação de edifícios verdes” (p.10).

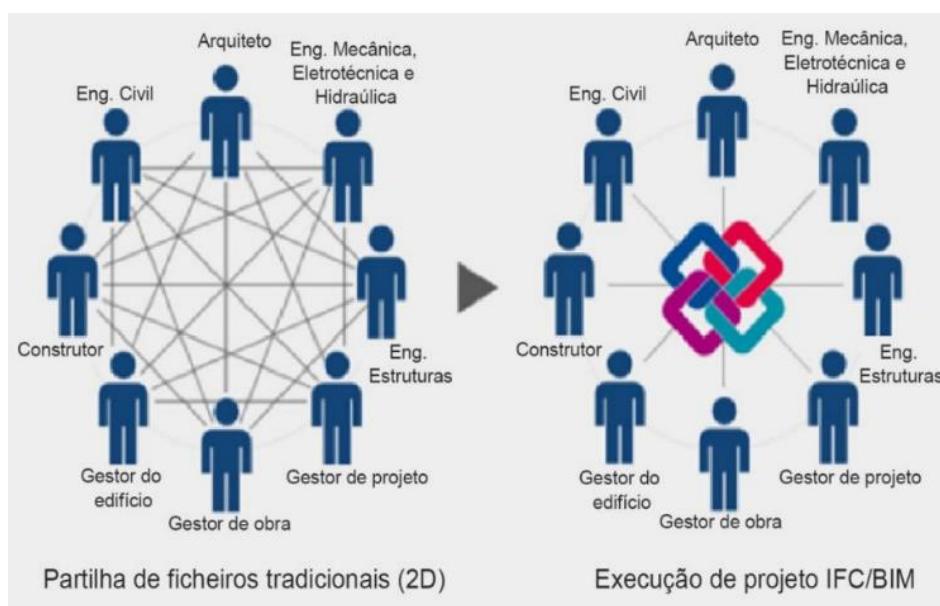


Figura 4.1 | Rede BIM (Fonte 23)

Capítulo 5

Utilização da habitação e conclusões

O arquiteto tem o dever fundamental de contribuir para a sustentabilidade do edifício como denotado no capítulo anterior. Contudo o utilizador tem um papel igualmente importante na sustentabilidade do edifício, durante a utilização do mesmo, que normalmente segundo Amado et al. (2015) supera os 100 anos. Como forma de entender o comportamento do utilizador na habitação, foi realizado um inquérito pelo autor de forma aleatória via google a cerca de 35 pessoas, para uma compreensão mais próxima da situação real.

5.1 Enquadramento

As respostas foram distribuídas de modo semelhante por género e com uma idade média juvenil, conforme as Figuras 5.1 e 5.2 respetivamente.



Figura 5.1 | Género (Fonte 24)

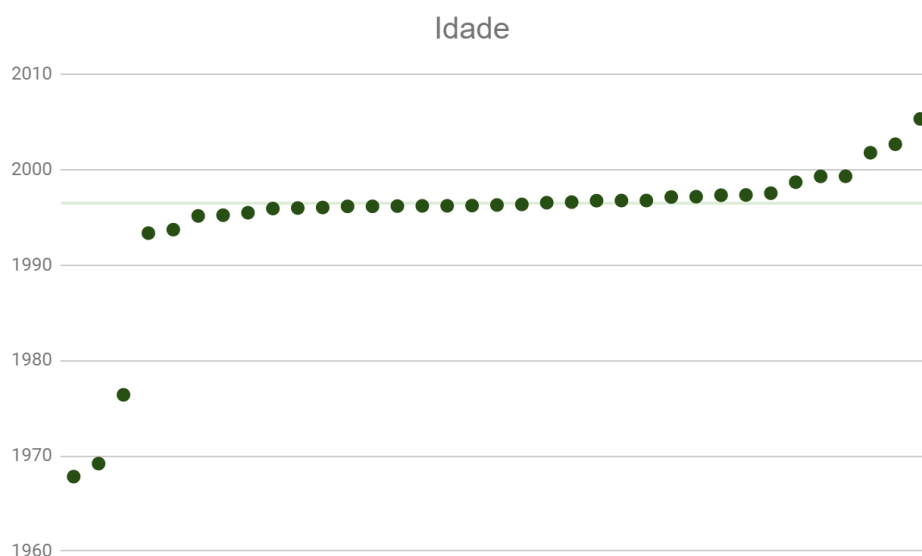


Figura 5.2 | Idade (Fonte 25)

Através do questionário nota-se que a maior parte dos inquiridos (77.2%), durante 1 dia da semana encontram-se fora da habitação, durante mais de metade do dia, representado na Figura 5.3. Esta atitude implica indisponibilidade para ajudar o edifício a desempenhar um papel sustentável, como por exemplo, no caso da parede de trombe, abordada no capítulo anterior que necessita de intervenção diária.

Quanto tempo passa em sua Casa aproximadamente durante 1 dia à semana?

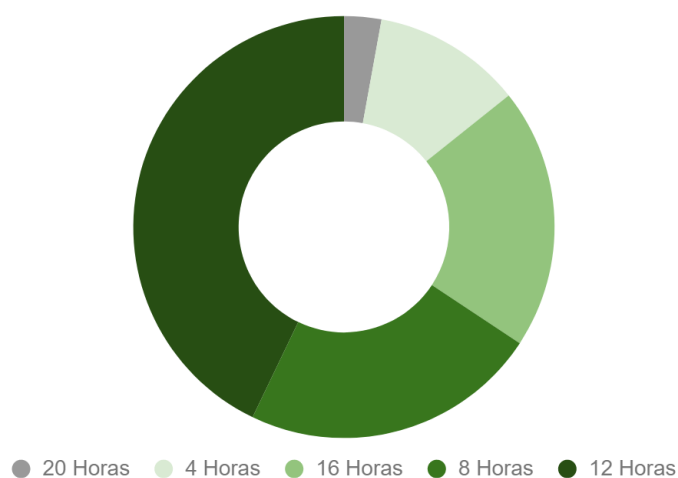


Figura 5.3 | Tempo passado em casa (Fonte 26)

Das habitações em estudo, 48.6% corresponde a habitações com idades compreendidas entre 5 a 15 anos, 42.9% com mais de 15 anos, 5.7% reabilitada recentemente e 2.9% com menos de 5 anos, conforme a Figura 5.4.

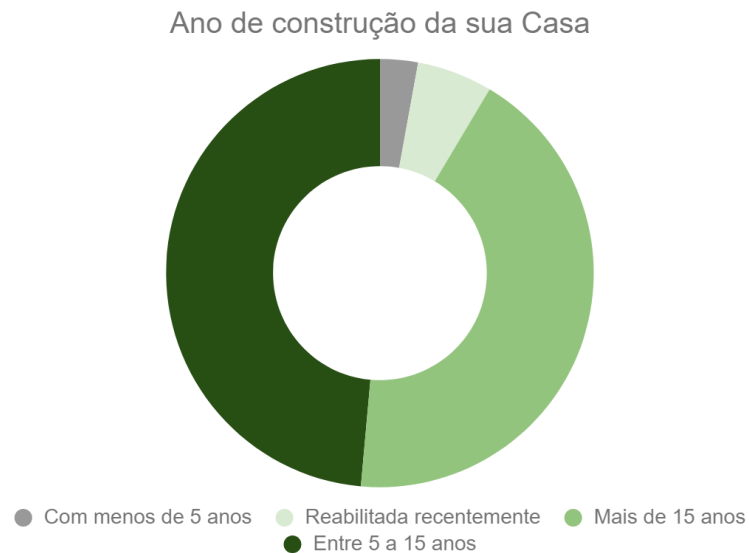


Figura 5.4| Ano de Construção (Fonte 27)

5.2 Desempenho e atitude

Observa-se que dos inquiridos que conhecem o desempenho do isolamento na própria habitação (97.1%), apenas metade alega que o mesmo tem um bom desempenho, conforme a Figura 5.5. Estas más eficiências das habitações implicam desconforto nas mesmas, assim como gasto extra para corrigir a temperatura, quer de verão como de inverno.



Figura 5.5| Isolamento da habitação (Fonte 28)

No verão, 42.9% dos utilizadores queixam-se que a casa sofra de sobreaquecimento. As ventoinhas são o método mais usado para aumentar a circulação de ar, representando 51.4%, seguido dos equipamentos mecânicos, como o ar-condicionado que representa 34.3%. Apenas 2.9% diz não precisar de processos para arrefecimento da habitação, e 11.4% utiliza métodos de ventilação natural. Conforme a Figuras 5.6 e a Figura 5.7 respetivamente.

No verão a sua casa aquece muito?



Figura 5.6 | Sobreaquecimento na habitação em verão (Fonte 29)

Quais os métodos que usa para arrefecer a sua casa?

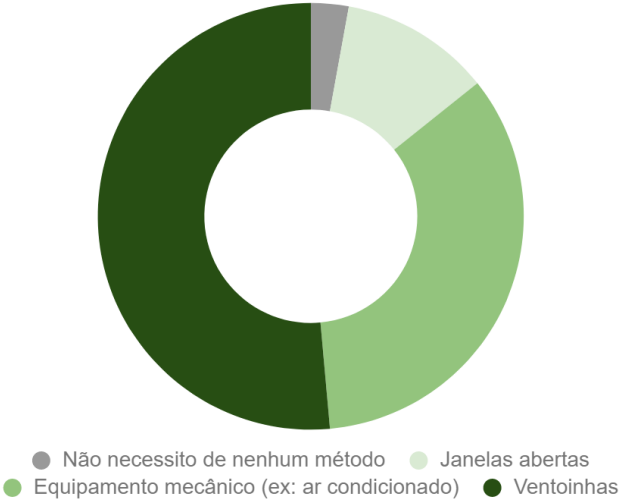


Figura 5.7 | Métodos usados para arrefecimento na habitação (Fonte 30)

No inverno, 54.3% mostram que a casa apresenta mau comportamento térmico com temperaturas baixas. Para o aquecimento da habitação, os inquiridos usam o aquecimento: a lenha, que representa a maior fatia com 65.7%, a eletricidade 20%, a pellets 5.7%. O aquecimento a gás, gasóleo, e combinação de lenha com equipamentos mecânicos representam 2.9% cada um. Conforme a Figura 5.8 e a Figura 5.9 respetivamente.

No inverno a sua casa arrefece muito?



Figura 5.8| Arrefecimento na habitação em inverno (Fonte 31)

Quais os métodos que usa para aquecer a sua casa?

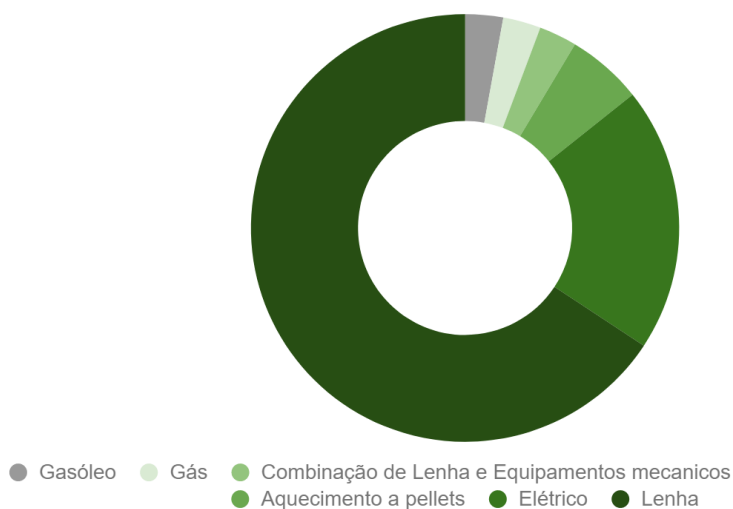


Figura 5.9| Métodos usados para arrefecimento na habitação (Fonte 32)

5.3 Conhecimento

Os resultados do inquérito mostram que o termo sustentabilidade é conhecido por 80% dos inquiridos, estes têm uma noção básica sobre sustentabilidade, já que as três palavras mais referidas foram: Económico, Ambiental e Ecológico. Conforme a Figura 5.10 e a Figura 5.11 respetivamente.

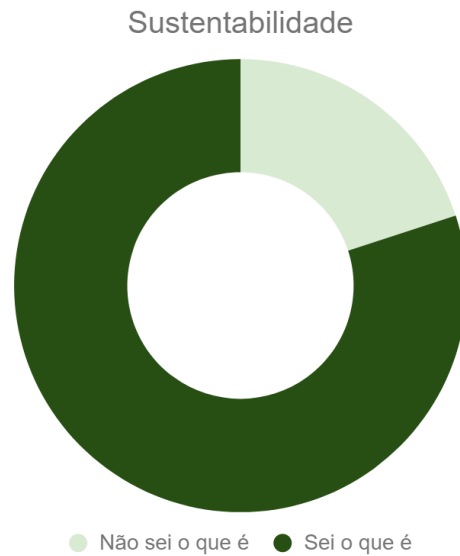


Figura 5.10 | Sustentabilidade (Fonte 33)

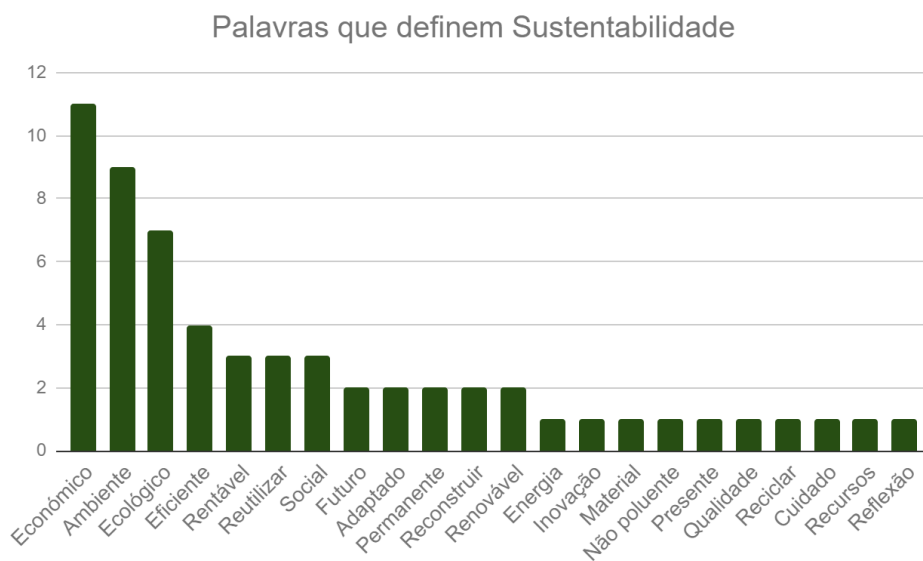


Figura 5.11 | Definição de Sustentabilidade (Fonte 34)

Conhecer a orientação solar é importante para o desempenho eficiente do edifício, contudo apenas 40% dos inquiridos a conhecem, conforme a Figura 5.12.



Figura 5.12 | Orientação Solar (Fonte 35)

As formas como se arrefece ou aquece a habitação devem ser uma responsabilidade do utilizador, no entanto 51.4% admitem não conhecer métodos sustentáveis para arrefecer, assim como 31.4% não conhecem para aquecer. Conforme a Figura 5.13 e a Figura 5.14 respetivamente.

Conhece métodos sustentáveis para arrefecer a sua casa?



Figura 5.13 | Métodos sustentáveis usados para arrefecer a habitação (Fonte 36)

Conhece métodos sustentáveis para aquecer a sua casa ?



Figura 5.14 | Métodos sustentáveis usados para aquecer a habitação (Fonte 37)

Cerca de 62.9% não considera as próprias habitações sustentáveis. Conforme a Figura 5.15.

Para 33.3% dos inquiridos com casas com menos de 5 anos ou recentemente

A sua casa é Sustentável?

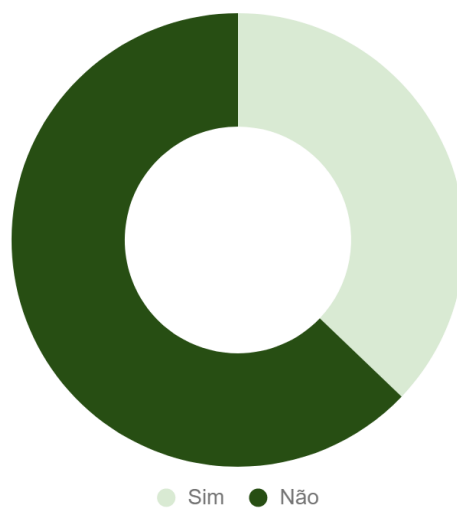


Figura 5.15 | Sustentabilidade das habitações (Fonte 38)
reabilitadas, não consideram que a mesma seja sustentável. Conforme a Figura 5.16.

Sustentabilidade nas casas, com menos de 5 anos ou recentemente reabilitadas

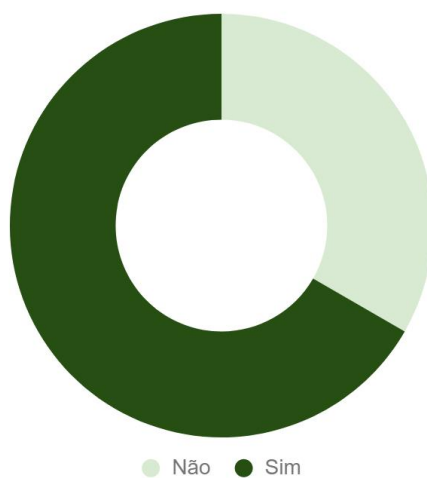


Figura 5.16 | Sustentabilidade das habitações recentes (Fonte 39)

5.4 Domótica

A domótica ainda só é conhecida por 22.9% dos inquiridos, demonstrada na Figura 5.17. Quando se pergunta se gostavam de ser substituídos pela arquitetura inteligente, como forma de libertação de tempo e trabalho em tarefas (os estores fecharem automaticamente, para que a casa não sobre aqueça, contribuindo assim para uma melhor eficiência energética do edifício), cerca de 94.3% dizem preferir ser substituídos por estas tecnologias, conforme a Figura 5.18.

Conhece o que é Domótica?



Figura 5.17 | Domótica (Fonte 40)

Gostava que sua casa automaticamente contribuísse para uma maior eficiência? Casa inteligente (ex: no verão os estores fechassem automaticamente para não aquecer a casa)

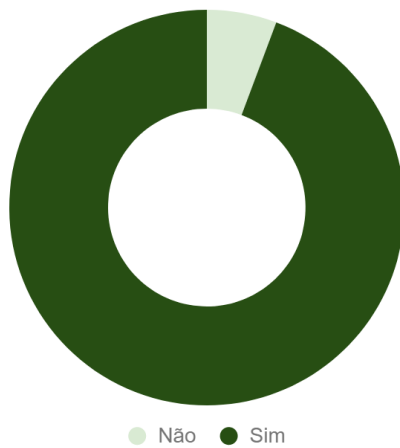


Figura 5.18 | Casa Inteligente (Fonte 41)

Capítulo 6

Proposta de Projeto

São inúmeras as soluções construtivas atualmente presentes no mercado que podem ser aplicadas em projeto, contudo umas são mais vantajosas que outras. Por isso é da responsabilidade do arquiteto estudar individualmente cada solução, de forma a poder aplicar a mais benéfica ao contexto, tendo sempre em conta todo o ciclo da mesma.

A arquitetura sustentável deverá ser pensada como um todo, e por isso, um conjunto de detalhes aplicados no edifício, deve ser realizado de uma forma responsável. Edwards (2008) refere que “nem todas as características gerais específicas podem ser reunidas em um só projeto” (p.173).

No presente capítulo, o autor desenvolve uma proposta de arquitetura, ilustrada na Figura 6.1, direcionada ao turismo, no qual são aplicadas soluções estudadas anteriormente e aplicadas as que melhor se enquadram à proposta.



Figura 6.1 | Proposta de Projeto (Fonte 42)

6.1 Enquadramento Territorial

A proposta de projeto situa-se na União das Freguesias de Pico de Regalados, Gondíães e Mós, no concelho de Vila Verde. O lote enquadra-se num ambiente calmo, nas bordas do Património Natural de Vila Verde (Monte da Cheira), com trilhos pedonais, bicicleta, mota, pick-up, pista de motocross, e com património arqueológico, segundo a agenda cultural de Vila Verde (2017) datadas entre o “V e o II milénios antes de cristo” (p.6). Na linha de horizonte, a Poente do terreno em estudo, pode observar-se o Parque Nacional Peneda-Gerês. O local pode ainda ser considerado privilegiado pela centralidade do lote em relação às várias atrações turísticas presentes na região do Minho.

O lote, a 102 metros de altitude, com um declive superior a 20%, uma área total de 382.16m², e com apenas 98.99m² de área desbloqueada para urbanização, tornou-se num desafio interessante para a conceção da proposta arquitetónica.

O terreno confina ainda a Nordeste e a Este com uma via pública.

6.2 Conceito

A proposta teve como principal função albergar turistas, proporcionar uma relação com a natureza e oferecer conforto para o utilizador de forma sustentável.

A ideia desenvolveu-se a partir de três diretrizes principais: os espigueiros característicos do Minho, a arquitetura inteligente a par da sustentabilidade e como referência organizativa a “Closet House - Consexto”.

É com referência nos espigueiros tradicionais da região do Minho que a proposta arquitetónica ganha forma e se eleva do terreno sobre pilares, permitindo assim manter praticamente o terreno intocável. Ilustrado na Figura 6.2.

A sustentabilidade é regra geral na proposta de arquitetura apresentada. Esta não só é procurada na proposta através da escolha de materiais sustentáveis, como também através de uma utilização do espaço pelo utilizador de forma sustentável, cómoda e confortável. Neste sentido a arquitetura inteligente encarrega-se de assumir um papel fundamental na proposta, assumindo assim o controlo térmico, ventilação e luminoso de forma eficaz e sustentável.

A área reduzida para implantação, e a necessidade de albergar uma família até quatro pessoas de forma confortável, obrigou a uma forma de organizar o espaço diferente da tradicional. A “Closet House” da empresa Consexto surgiu então como uma referência fundamental para a proposta. Ilustrado na Figura 6.3.1 | 6.3.2 | 6.3.2

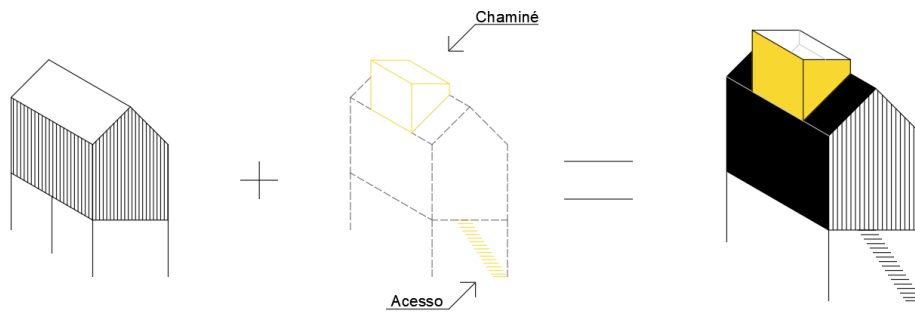


Figura 6.2| Conceito (Fonte 43)



Figura 6.3.1|6.3.2|6.3.3| Closet House (Fonte 44,45,46 respetivamente)

6.3 Enquadramento Legal

Para elaboração da proposta apresentada foram consultadas normas aplicáveis ao local e contexto. Quanto ao Plano Diretor Municipal de Vila Verde, a área de intervenção está abrangida por “Solo Urbanizado-Espaço Residencial”, consultado a 9 de abril de 2019. A proposta procura ainda conformidade com o Regulamento Municipal de Urbanização e Edificação, pelo decreto-lei n.º 555/99, de 16 de dezembro; regime jurídico de segurança contra incêndios, pelo decreto-lei n.º 220/2008, de 12 de novembro; regime jurídico de Requisitos Acústicos dos Edifícios, pelo decreto-lei n.º 129/2002, de 11 de maio; Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios, pelo decreto-lei n.º 80/2006, de 4 de abril.

6.4 Memória Descritiva

A proposta conta com um albergue localizado no centro do lote com uma área bruta de 56.25m², incluindo uma piscina de repouso e um solário. A envolvente do albergue é um espaço verde delimitado por um muro pré-existente, envolvido com vegetação arbórea, que oferece privacidade ao lote. Ilustrado na Figura 6.4.



Figura 6.4| Perspetiva Nordeste (Fonte 47)

6.4.1 Orientação

A orientação e a organização da habitação são ditadas por duas razões base. Por um lado, pela necessidade de usufruir dos raios solares provenientes do alçado Sul para aumentar assim a eficiência do edifício de forma sustentável, e por outro lado a linha de horizonte presente a Nascente embebida por um skyline de montanhas. Devido a algumas habitações frontais ao terreno em estudo impedirem a visibilidade da montanha, surgiu a necessidade de rodar ligeiramente 14° para norte a habitação. Ilustrado na Figura 6.5.

Na parte tardoz do terreno, o alçado poente fica nivelado com o terreno e o alçado nascente destacado do mesmo com um pé direito entre o solo e o ponto mais desfavorável da laje de 2.85m, permitindo assim que o acesso ao albergue se efetue pela parte inferior do mesmo através de uma escada em madeira. Sobram ainda dimensões favoráveis para um estacionamento coberto na parte inferior da habitação. Estas fachadas são revestidas por brisas solares em alumínio lacado a madeira que lembram as ripas dos típicos espigueiros minhotos.

O Alçado orientado a Sul ganha dois painéis fotovoltaicos transparentes que funcionam também como “Parede de Trombe”.

A habitação veste uma capa vegetal de folha caduca “*Parthenocissus tricuspidata*” que cresce pela parede do alçado Sul. Esta tem como principal função impedir os raios solares de verão e deixar penetrar os de inverno, contribuindo assim para a eficiência da habitação.

No exterior podemos ainda observar uma grande chaminé de cor Ocre, que faz lembrar a cor das espigas maduras, que esconde pequenas chaminés e o coletor solar. Ilustrado na Figura 6.6.

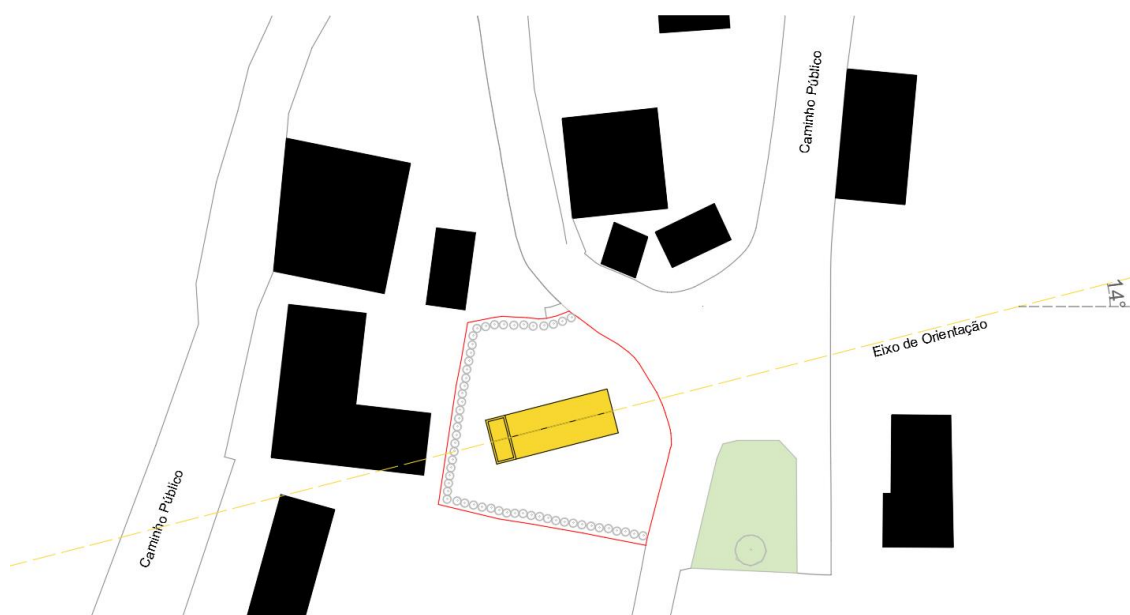


Figura 6.5| Orientação (Fonte 48)



Figura 6.6 | Perspetiva Sudeste (Fonte 49)

Da área total de implantação subtraem-se 9m² correspondentes a uma área exterior, um pequeno solário e uma pequena piscina natural de dimensões reduzidas 2x2x1m. Uma piscina natural com água recolhida da cobertura e armazenada na parte inferior do solário. A água é filtrada através de processos biológicos. Ilustrado na Figura 6.7.



Figura 6.7 | Perspetiva Poente (Fonte 50)

6.4.2 Espaço Interior

O albergue é dividido em três principais áreas: uma área pública a Poente, uma área semiprivada central, e uma área privada a Nascente.

A entrada para habitação faz-se pelas escadas que aparecem sob o albergue e convidam o hóspede à entrada, estas encaminham-no para uma área pública. Este espaço é facilmente alterado consoante as necessidades dos utilizadores, um painel na parede central em ripas aplainadas 20x100mm de pinho automatizado recolhe e surge uma cozinha minimalista com um fogão incorporado na própria pedra da “FORESTSTONE”, os armários superiores à bancada também são automatizados para oferecer maior conforto ao utilizador. A mesa de refeições é do “tipo alemão” recolhida debaixo do LCD e da zona elétrica indispensável ao albergue.

A possibilidade de recolher a mesa, camuflar a cozinha e o sofá se transformar em cama, transforma o albergue numa capacidade para dois quartos. Existe ainda possibilidade de estender a sala ao exterior, unindo-a assim à piscina e ao solário, através das janelas e brisas solares totalmente recolhíveis. Ilustrado na Figura 6.8.

A área central com 2.2m de pé direito é ocupada pelas instalações sanitárias. O espaço da sanita e chuveiros são separados do lavatório, assim permite uma maior fluidez para os utilizadores da habitação. O armário é estrategicamente colocado nesta área, próximo do quarto principal e do quarto secundário (caso desejado) e ao mesmo tempo próximo da casa de banho. O rebaixamento do pé direito permitiu criar uma espécie de sótão alinhado com a grande chaminé onde é possível armazenar as águas recolhidas da chuva para utilizar posteriormente em descargas da sanita, e um espaço para um termo acumulador das águas quentes sanitárias. Ilustrado na Figura 6.9.



Figura 6.8 | Perspetiva espaço Público (Fonte 51)



Figura 6.9| Perspetiva Instalações Sanitárias (Fonte 52)

A área privada, remete para o quarto principal da habitação, que é equipado com uma cama de grandes dimensões, onde o utilizador é convidado a entrar para a cama de forma díspar da feição tradicional, por duas poltronas e uma varanda com pavimento em rede de tecido. Ilustrado na Figura 6.10.

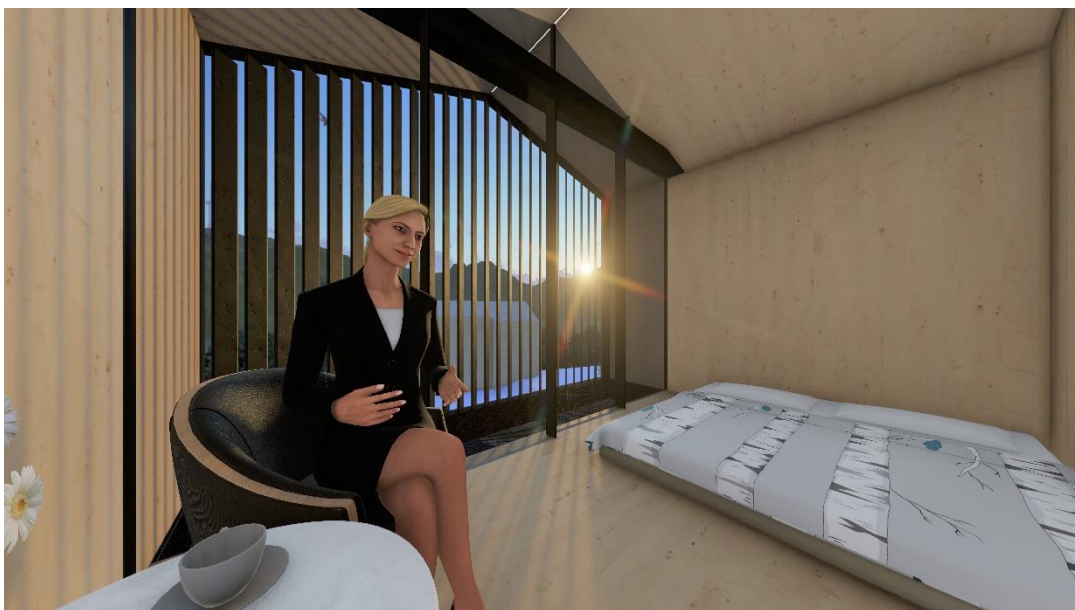


Figura 6.10| Perspetiva Espaço Privado (Fonte 53)

6.4.3 Arranjos Exteriores

Todo o terreno é mantido praticamente com a forma original, apenas existiu a necessidade de nivelar o terreno desde a cota da estrada pública até a entrada da habitação, para que o acesso à habitação seja possível de forma cómoda e segura. A zona da piscina também é alvo de remoção de pequenas quantidades de solo, para que seja possível a instalação da mesma. As terras movidas são imobilizadas por gabiões.

Toda a área do lote sobranete à construção é revestida por relva, tornando assim o terreno permeável e equilibrando o ecossistema.

6.4.4 Áreas

A figura 6.11 Representa as áreas remetentes à proposta de arquitetura desenvolvida pelo autor.

| | | Área m ² | Σ Área m ² |
|--------------------|------------------------|---|----------------------------|
| Área Pública | Sala | 8.71 m ² | |
| | Cozinha | 1.17 m ² | |
| | Armário | 1.73 m ² | |
| | | | 11.61 m ² |
| Área Central | Instalações Sanitárias | 3.02 m ² | |
| | Armário | 0.63 m ² | |
| | Lavatório | 0.48 m ² | |
| | Acessos | 5.65 m ² | |
| | Área Técnica | (6.65 m ²)* | |
| | | | 9.77 m ² |
| Área Privada | Quarto | 10.46 m ² | |
| | Varanda | 3.44 m ² | |
| | | | 13.94 m ² |
| Área Exterior | Piscina | 3.28 m ² | |
| | Espaço de repouso | 5.72 m ² | |
| | | | 9.00 m ² |
| Acessos | Escadas | 3.70 m ² (1.24 m ²)* | |
| | Patamar | 1.00 m ² | |
| | | | 4.70 m ² |
| Área não útil | | 7.26 m ² | |
| | | | 7.26 m ² |
| | | Total | 56.25 m² |
| Estacionamento | | (15.25 m ²)* | ----- |
| Acessos exteriores | | 38.94 m ² | |
| | | | 38.94 m ² |
| Espaço verde | | 286.97 m ² | |
| | | | 286.97 m ² |
| | | Total | 382.16m² |

* Área sobreposta não somada

Figura 6.11| Áreas (Fonte 54)

6.5 Soluções Construtivas

Durante a elaboração da proposta de projeto o autor procurou adotar soluções construtivas sustentáveis, de fácil interpretação, de fácil e rápida montagem, e preferencialmente sempre que possível, soluções pré-fabricadas.

6.5.1 Estrutura

A proposta foi estruturada com a eCO₂blocks para as fundações, pilares, laje e cobertura.

A montagem das diferentes peças é assegurada através de encaixe e espigões de aço.

Todas as peças foram desenhadas de forma individual para que fosse possível o transporte das peças pré-fabricadas desde o local de fabrico ao local de obra, sendo que a peça de maior dimensão corresponde à parte da laje com dimensões de 10.2x2.35x0.2m.

Correspondente à estrutura das paredes exteriores, esta é assegurada por pilares em aço IPE300, e nas paredes interiores por perfis em aço T30.

6.5.2 Paredes Exteriores

As paredes exteriores orientadas a Norte e a Sul são constituídas por painel 100mm de eCO₂blocks entre pilares IPE300, Isolamento 50mm de fibra de celulose, ripa 30x50mm de pinho e acabamento em ripa aplainada 20x100mm de pinho, do exterior para o interior respetivamente.

Quanto à fachada orientada a Nascente, a habitação é protegida por brisas solares automatizadas rotativas, em alumínio. A fachada orientada a Poente é também protegida por brisas solares automatizadas em alumínio, rotativas e recolhíveis.

As paredes da piscina são formadas do interior para o exterior por ripa aplainada 20x100mm de pinho, perfil metálico em inox, 2mm de tela impermeabilizante, painel 100mm de eCO₂blocks entre perfis metálicos, perfil metálico em inox e ripa aplainada 20x100mm de pinho.

6.5.3 Paredes Interiores

As paredes interiores de zonas secas são constituídas por ripa aplainada 20x100 de pinho, ripa 30x50mm de pinho, painel 30mm de eCO₂blocks entre perfis em T30, ripa 30x50mm de pinho e por ripa aplainada 20x100 de pinho.

As paredes interiores nas zonas húmidas são semelhantes às paredes de zonas secas, sendo substituída a ripa aplainada 20x100 de pinho por marmorite branco.

6.5.4 Paredes de Trombe

As Paredes de trombe são compostas por painel fotovoltaico de 10mm, caixa de ar de 50mm, painel 74mm de eCO₂blocks entre pilares, ripa 30x50mm de pinho e acabamento em ripa aplainada 20x100mm de pinho, do exterior para o interior respetivamente. A ventilação é assegurada por equipamentos eletrónicos programados.

6.5.5 Pavimento

O pavimento interior é formado por painel 200mm de eCO₂blocks, Isolamento 50mm de fibra de celulose, ripa 30x50mm de pinho e acabamento em ripa aplainada 20x100mm de pinho, do exterior para o interior respetivamente.

O pavimento exterior no solário é de fácil remoção composto por um painel de ripa aplainada 20x100mm de pinho fixo num perfil metálico em L 50x50mm.

6.5.6 Cobertura

A cobertura é constituída por painel 100mm de eCO₂blocks impermeabilizado e desenhado de forma que no encaixe dos vários painéis não surjam infiltrações, Isolamento 50mm de fibra de celulose, ripa 30x50mm de pinho e acabamento em ripa aplainada 20x100mm de pinho, do exterior para o interior respetivamente.

6.5.7 Escada

A escada é estruturada por uma viga de madeira com degraus em madeira sem espelho.

A fixação da viga na parte superior é através de um perfil metálico que liga por parafusos a viga de madeira ao eCO₂blocks do pavimento, assim como na parte inferior que liga a viga de madeira as fundações.

6.5.8 Chaminé

A chaminé é montada com painel 30mm de eCO₂blocks, pintado com cor Ocre entre perfis em T30.

6.6 Impactos Esperados

Durante a conceção do projeto houve especial atenção sobre os impactos ambientais e adotaram-se medidas que não comprometessem o futuro e ao mesmo tempo que oferecessem o máximo de conforto aos utilizadores.

A solução passou pela opção de materiais que muitas vezes foram desenvolvidos e melhorados a partir de técnicas vernaculares. O ponto negativo destes materiais/equipamentos

passa pela dificuldade que o utilizador tem sobre o domínio dos mesmos. Este problema intensificasse ainda mais em habitações direcionadas ao turismo, como esta proposta, em que o utilizador é efémero. Por esta razão é proposto que o albergue seja equipado por uma inteligência artificial, arquitetura inteligente, que tem como principal função compreender e substituir a ação humana em tarefas que comprometam a eficiência da habitação. Assim dispensa de tempo e conhecimento por parte do utilizador. Espera-se que esta implementação represente alta eficiência no edifício.

Espera-se ainda uma grande economia em energia elétrica, pela escolha não só de equipamentos eficientes assim como pela capacidade que a inteligência artificial tem de conhecer os hábitos dos utilizadores e por conseguinte economizar energia desnecessária. Para complementar esta economia de energia soma-se ainda 9.5m² de painéis fotovoltaicos transparentes que serão ligados diretamente à rede de energia pública, dispensando assim baterias caras e poluentes.

Os painéis fotovoltaicos transparentes têm uma segunda função. Os mesmos painéis que servem para produzir energia elétrica também fazem parte do pormenor construtivo da Parede de Trombe. Um detalhe simples capaz de economizar muita energia na climatização da habitação. A parede de trombe também ela é controlada pela arquitetura inteligente dispensando assim da atenção e conhecimento por parte do utilizador fátuo.

A escolha do eCO₂blocks, é uma escolha responsável por ser um material reciclado, pré-fabricado e rico em CO₂. A proposta apresenta aproximadamente 28.8m³ de eCO₂blocks, o que equivale a uma redução de 7.87 toneladas de CO₂, 2/3 menos comparando com a mesma quantidade de betão.

A pensar nas toneladas de desperdícios têxteis que são descartados todos os anos, a aplicação da fibra de celulose como isolante entende-se como uma medida sustentável e eficiente para a proposta de projeto.

A escolha de madeira como material de revestimento interior, oriunda de explorações certificadas, entende-se que seja também uma atitude positiva. A madeira é um material renovável, natural, reciclável, e com a capacidade de absorção de CO₂ naturalmente durante o processo de crescimento. A cera de abelha, complementa-se com esta madeira, substitui vernizes sintéticos com altas taxas de toxicidade. A cera de abelha é um produto natural, orgânico e sem químicos nem taxas de toxicidade, a sua função é proteger e nutrir a madeira.

Acredita-se que a escolha de cores que provenham de pigmentos naturais seja a opção mais correta, por esse modo optou-se pela cor Ocre para tingir a chaminé, por ser um pigmento natural que deriva de óxido de ferro.

A Ventilação na habitação é assegurada por métodos naturais controlados pela arquitetura inteligente, representando assim um impacto muito positivo no meio ambiente. A ventilação é garantida pela parede de trombe, ou através da ventilação cruzada entre os alçados Poente/Nascente. A piscina tangente ao vão do alçado Poente permite ainda uma estabilidade de maior de temperatura na habitação.

Com a implementação das brisas solares espera-se que haja maior controlo sobre a iluminação, tanto pelo défice como pelo excesso. A rotatividade das mesmas permite barrar os raios solares, ou refletir, consoante as necessidades do utilizador.

A água é um recurso natural cada vez mais escasso no nosso planeta. Atualmente utiliza-se a água potável em qualquer situação, muitas vezes sem esta ser necessária. Para resolver esse problema o albergue possui duas lonas de armazenamento de águas pluviais, uma que servirá a piscina e outra as descargas de água da sanita.

Capítulo 7

Conclusão

Com a presente dissertação, podemos concluir que existem soluções para os problemas insustentáveis que estamos a vivenciar. No entanto, para alcançar um resultado positivo, uma mudança de atitude do ser humano é necessária. É importante que toda a população esteja consciente das ações realizadas anteriormente, assim como as suas consequências que atualmente nos prejudicam. Assim, deve existir uma inversão da situação, adotando-se medidas sustentáveis, de forma a não afetar a nossa e as próximas gerações.

Ao longo desta dissertação, percebemos que a área da construção civil é uma das áreas que mais provoca a destabilização do planeta, contudo a mesma possui as ferramentas e métodos necessários para colocar a sustentabilidade em prática. A arquitetura deve ter em atenção estes problemas e deve utilizar os meios mais corretos, de modo a não só contribuir para um mundo mais ecológico, mas também para um mundo mais regenerativo.

Atualmente entende-se que a arquitetura ainda não se consciencializou dos graves problemas que tem provocado. Segundo os dados recolhidos do inquérito referido no Capítulo 5, das casas reabilitadas ou construídas há menos de 5 anos, para os utilizadores 33.3% são consideradas insustentáveis. Todavia a sustentabilidade não se deve definir apenas à escala de construção da habitação, mas a todo o seu ciclo de vida. Durante a utilização da habitação, para que a mesma disponha de um comportamento sustentável, é necessário que os utilizadores tenham tempo disponível, assim como formação para pôr em prática as técnicas sustentáveis, que o arquiteto incorporou no projeto. Atualmente, segundo o gráfico da Figura 5.3, nota-se que os utilizadores passam muito pouco tempo em casa. Segundo Bolzani (2010) “o panorama socioeconómico que leva a mulher e o homem a trabalharem o dia todo fora de casa” (p.35).

Em termos de conhecimentos, que também influenciam a sustentabilidade do edifício, constata-se que os usuários possuem igualmente um défice do mesmo, observado nas Figuras 5.12, 5.13 e 5.14, que revelam falta de saber. Então a arquitetura inteligente surgiu para apoiar, ou substituir os usuários nas habitações, resultando assim num edifício mais eficiente. Verifica-se na Figura 5.18 que grande parte dos inquiridos se mostra interessado na incorporação do sistema inteligente nas próprias habitações.

Em Suma, a solução mais responsável para que a arquitetura possa ser conduzida à sustentabilidade, estará no cruzamento entre a arquitetura vernacular e a tecnologia, que se tem vindo a desenvolver de dia para dia. Para Edwards (2008) a fusão da tecnologia com a ecologia permite reduzir em todos os níveis o impacto ambiental. Segundo o mesmo autor:

“somente por meio de usos de tecnologias mais inteligentes, de um maior respeito aos recursos naturais e da substituição da exploração de recursos não renováveis por práticas renováveis e autossuficientes, poderemos reduzir a pressão sobre o meio ambiente” (p.5).

Por isso o arquiteto como responsável pelo setor da construção e pela boa sustentabilidade do edifício, pode encontrar ao longo da presente dissertação recomendações que apresentam propostas criativas através do uso de métodos e tecnologias inovadoras e que ajudam a compreender as necessidades dos clientes, sem comprometer o futuro.

Revisão Bibliográfica

Amado, M., Pinto, A., Alcaface, A., Ramalhete, I., (2015) “Construção Sustentável conceito e prática”, caleidoscópio, Casal de Cambra.

Ascenso, R., (2019), “Um triângulo virtuoso?”, Edifícios e Energia, p.6-16.

Benedix, R., Dehn, F., Quaas, J., Orgass, M. (2000) Application of titanium dioxide photocatalysis to create self-cleaning building materials. Lacer, N°5.

Berge, B., (2009) “The ecology of building materials”, 2º Edition, Architectural Press, ISBN 978-1-85617-537-1, Elsevier Science.

Bolzani, C., (2010), “Análise de Arquiteturas e Desenvolvimento de uma Plataforma para Residências Inteligentes”, Escola Politécnica da Universidade São Paulo, São Paulo.

Brundtland, G., (1987), “Report of the commission on environment and development, UN, Norway.

Cardoso, F., (2018), “Sustentabilidade a dois ritmos”, Edifícios e Energia, p.52-56.

Castelo-Branco, M., (2012), “Coberturas Ajardinadas: Influência dos Substratos na Gestão de Águas Pluviais”, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

CMMAD, (1991), “Nosso Futuro Comum”, Editora Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro.

Coelho, A., Brito, j., (2010), “Análise da viabilidade de implantação de centrais de reciclagem de resíduos de construção e demolição em Portugal: Parte I - Estimativa da geração de resíduos de construção e demolição.”, Relatório ICIST. DTC n.º 04/2010. Instituto Superior Técnico, Lisboa.

Coelho, B., Fernandes, R., (2018), “Portugal é o segundo país europeu com mais casas vazias”, Jornal.

Correia, M., (2000) Le pisé d'alentejo, Portugal. Dissertação de mestrado sob a orientação de Hubert Cuchi, A., Lopez, F., Sagrera, A., Wadel, G., (2005) "Ecomateriais, estratégias para a melhoria ambiental da construção." Exponor, Porto.

Cruz, J., Silva, A., Leite, E., Ferreira, V., (2018)., "Desenvolvimento de uma bomba de calor geotérmica para aquecimento de água doméstica", Jornada de Iniciação Científica e Extensão.

Cusa, J., (1999) "Energia Solar para Vivendas", Plátano-Edições Técnicas, Santa Marta de Corroios.

Decreto-Lei nº236/98 (1998) Diário da República nº176- I Série-A, Ministério do Ambiente, Lisboa

Diretiva 76/160/CEE, (1975) "Qualidade das águas balneares", Comunidades Europeias.

Diretiva 93/76/CEE, (1993) "Limitação das emissões de dióxido de carbono através do aumento da eficácia energética", Comunidades Europeias.

Diretiva 2002/91/CE, (1993) "Desempenho energético dos edifícios", Comunidades Europeias

Edwards, B., (2008) "O guia básico para a sustentabilidade" Gustavo Gili, Barcelona.

Fernandes, J., (2012) "O contributo da arquitetura vernacular portuguesa para a sustentabilidade dos edifícios", Universidade do Minho, Guimarães.

Ferreira, F., (2012), "Referenciais para os níveis de consumo de água sustentáveis em edifícios de habitação" Universidade do porto, Porto.

Fonseca, I., Casalini, T., Tucci, F., Battisti, A., (2014) "O estado da arte sobre o uso da geotermia na arquitetura", ENTAC, Maceió.

Gago, J., (2008) Intervenção do MCTES na cerimónia da fundação do INL. MCTES.

Gaspar, A., (2012) "Arquitetura Sustentável no mercado imobiliário: Contributo para a definição das mais-valias", Universidade técnica de lisboa, Lisboa.

Gomes, J., (2019), "Resíduos industriais e dióxido de carbono, como matérias primas para materiais" Movimenta, Universidade da Beira Interior.

Gonçalves, H., Graça, J., (2004), “Conceitos Bioclimáticos para edifícios em Portugal”, INETI, Lisboa.

Gourgel, M., (2012) “A importância da arquitetura sustentável nos países de clima tropical”, Universidade técnica de Lisboa, Lisboa.

Guillaud, DPEA-Terre, École d'Architecture de Grenoble, França.

Hopkinson, R., Petherbridge, P., Longmore, J., (1980) “Iluminação natural”, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Instituto Nacional de Estatística, (2013)., “Estatísticas da construção e habitação 2012”

INE, (2011) “Nº de edifícios por estado de conservação”.

INE/DGEG (2010)., “Inquérito ao consumo de energia no setor doméstico”.

Lima, C., (2015) “Ratio Venustatis: razões da beleza nos livros I e III do De Architectura de Vitruvius”, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, São Paulo.

Maggos, T., Plassais, A., Bartzis, J., Vasilakos, C., Moussiopoulos, N., Bonafous, L. (2008) Photocatalytic of NOX in a pilot Street configuration using TiO_2 -mortar panels. Environment Monitoring Assessment, Vol.136.

Martins, M., (2017), “Aplicação do BIM a uma infraestrutura técnica: Sistema de Climatização”, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa.

Marques, L., (2008), “O papel da madeira na sustentabilidade da construção”, Faculdade da Universidade do Porto, Porto.

Mateus R., (2004)., “Tecnologias construtivas para a sustentabilidade da construção”, Universidade do Minho, Porto.

Mateus, R., Bragança, L., (2011), “Sustainability assessment and rating of buildings: developing the methodology SBTTool PT-H. In Building and Environment. Volume 46” Taylor and Francis.

Minke, G., (2000)., Earth Construction HandBook. The building material earth in the modern Architecture. WIT Press, Southampton, U.K.

Minke, G., (2006)., Building with earth, design and technology of a sustainable architecture. Birkhäuser.

Moita, F., (1987), “Energia Solar Passiva”, Imprensa Nacional, Casa da Moeda, Lisboa.

Oliveira, M., (2011), “Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde - entre o discurso e a prática - estudo de caso e pesquisa - ação no Acre” Universidade de São Paulo Faculdade de Saúde Pública, São Paulo.

Paia, M., (1999), “Isolamento térmico e acústico”, Plátano edições técnicas, Lisboa.

Pinheiro, M. (2010). Incluir a sustentabilidade no projeto de licenciamento - sistema LiderA.

Ogunye, O. Boussabaine, H., (2002) Diagnosis of assessment methods for weatherability of stabilized compressed soil blocks. Construction and Building Materials 16.

Resende, R., (2018) “A agenda 2030 e os objetivos de desenvolvimento sustentável nas grandes opções do plano 2017 - uma avaliação no contexto de políticas públicas” Faculdade de ciências e tecnologias, Universidade nova de Lisboa, Lisboa.

Rocheta, V., Farinha, F., (2007) “Praticas de projeto e construtivas para a construção sustentável” Congresso de construção 2007 - 3º Congresso Nacional, Universidade de Coimbra, Coimbra.

Romero, M., e Vavallo, H., (2015), “O microclima Criado por Espelhos D’água: Estudo de caso do Espelho D’água do Congresso Nacional”, Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo. 10.18830/issn.1679-0944.n14.2015.16927.

Santos, C., Matias, L., (2006), “Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios”, Versão atualizada, ICT Informação técnica, Edifícios-ITE 50, LNEC, Lisboa.

Santos, T., Batista, M., Pozza, S., Rossi, L., (2015),” Análise da eficiência energética, ambiental e econômica entre lâmpadas de LED e convencionais”.

Scrivener, K., Kirkpatrick, J., (2008) “Inovation in the use and research on cementitious material. Cemente and Concrete Research, Vol.38.

Sirgado, F., (2010)“Análise do impacte dos vãos envidraçados no desempenho térmico dos edifícios”, Instituto Superior Técnico de Lisboa, Lisboa

Summary of a state-of-the-art report. Rilem TC 197-NCM. Materials and Structures, Vol.37.

Stallen, M., Chabannes, Y., Steinberg, F., (1994), “Potentials of prefabrication for self help and mutual-aid housing in developing countries.” Habitat International.

Thomas, R., (2002), RIBA jornal.

Torgal, F., Jalali, S., (2010) “A Sustentabilidade dos materiais de construção”, Gráfica Vilaverdense, Vila Verde

Tostões, A., (2015), “Património Moderno: a conservação e a reutilização como um recurso sustentável”, A questão do Património, p.16-24

Tramontano, M., (1993) “Espaços domésticos flexíveis; notas sobre a produção da primeira geração de modernistas brasileiros.” São Paulo: Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos.

Venâncio, M., (2015), “Avaliação da implementação de BIM - building information modeling em Portugal”, Faculdade de engenharia universidade do Porto, Porto.

Vieira, P., M. C. Almeida, et al. (2007). Household water use: a Portuguese field study. 4th Specialist Conference on Efficient Use and Management of Urban Water Supply, Jeju, Korea.

Vila Verde, (2017), “Agenda Cultural”, Vila Verde, p.4-17

Zhu, W., Bartos, P., Porro, A., (2004) “Application of nanotechnology in construction.

Web A | https://www.eapn.pt/iefp/docs/Estrategia_Europa_2020.pdf; acedido a 7/05/19

Web B | <https://secilpro.com/>; acedido a 27/02/19

Web C | http://www.hms.civil.uminho.pt/events/paredes2011/67_82.pdf; acedido a 14/04/19

Web D | <https://www.breeam.com/>; acedido a 25/02/19

Web E | <https://www.ua.pt/uatec/ReadObject.aspx?obj=22839>; acedido a 27/02/19

Web F | <https://www.apren.pt/contents/publicationsreportcarditems/01-boletimenergiasrenovaveis-vf.pdf?fbclid=IwAR2hg8J5qSk5ghAY-Px5ZJnyKR3SJy71ZytlkAyTkesSCeR0SHon99L2K-E>; acedido a 27/02/19

Web G | http://cdn.flipsnack.com/iframehtml5/embed.html?hash=ft9ezyqs&fullscreen=1&startIndex=0&previous_page=true&startPage=1&t=1383188437&bwd=1&v=4.8; acedido a 20/09/19

Web H | <https://apambiente.pt/>; acedido a 20/09/19

Anexos

Anexo I

Inquérito ao Sr. Arif Karabuğa

Pergunta:

Arquitetura Inteligente, um passo para a Sustentabilidade

Eu, José Filipe Costa, sou aluno da Universidade da Beira Interior e estou a fazer uma dissertação sobre Sustentabilidade, orientada pelo professor doutor Moreira Pinto.

Durante conversas com o professor para a elaboração da dissertação, foi-me sugerido que falasse com o Sr. Arif Karabuğa para obter mais informações sobre o tema de energias.

1. As energias renováveis poderão ser a base da arquitetura sustentável?
2. Qual a energia mais adequada para um edifício de habitação?
3. O que poderemos esperar no futuro das energias renováveis?
4. Para o exemplo de uma arquitetura modular, se esta se encontrar longe da rede elétrica, qual a energia mais sustentável a utilizar (tendo em conta que o fabrico de baterias para o armazenamento de energia é muito poluente)?

Obrigado pela disponibilidade.

Cumprimentos.

Resposta:

Olá José Filipe Costa, tentei responder às suas perguntas, espero que tenha sido bastante compreensível. Você pode sempre fazer-me perguntas. Estou tão feliz em conhecê-lo. Endereço de e-mail: arif.karabuga@gedik.edu.tr

1. As energias renováveis poderão ser a base da arquitetura sustentável?

Em edifícios, o consumo total de energia é em média 30%, este valor é muito elevado. Na arquitetura, especialmente na arquitetura sustentável ou arquitetura moderna, a sustentabilidade dos edifícios, significa manter um ambiente interno seguro, saudável, confortável e ao mesmo tempo controlar a diminuição dos recursos naturais existentes na terra. As fontes de energia devem ser de energia renovável, sustentável e econômica. Hoje em dia, o uso de fontes de energia renovável tornou-se uma política governamental nos países como Portugal, Alemanha, Turquia, China, Holanda e Canadá, etc., para que no futuro seja usada como principal fonte de energia.

2. Qual a energia mais adequada para um edifício de habitação?

Entre as fontes de energia renováveis, a evolução tecnológica e a aplicação de infraestruturas, a fonte mais adequada é a energia solar. Além dessa, os sistemas de bomba de calor, especialmente os sistemas de bomba de calor térmicos, são uma solução muito importante. Aparte destes, os sistemas de armazenamento de energia térmica com base na energia solar serão uma tendência que irá crescer no futuro.

3. O que poderemos esperar no futuro das energias renováveis?

Para lidar com a mudança climática global, a comunidade internacional chegou a um consenso de que a dependência por combustíveis fósseis deve ser irreversivelmente deslocada e a transição para um futuro de alta energia renovável é definitivamente viável para realizar os dois patamares alvos até o final deste século. As principais vantagens das energias renováveis, em comparação aos combustíveis fósseis, é que são livres de emissões de carbono e de direta poluição ambiental, podendo assim ajudar a descarbonizar o setor de energia. No entanto, devido à natureza intrínseca, as energias renováveis são mais propensas a apresentar o problema para os operadores da rede de geração de energia do que para os recursos convencionais. Entre as possíveis soluções, o armazenamento de energia elétrica é relativamente o mais atrativo.

4. Para o exemplo de uma arquitetura modular, se esta se encontrar longe da rede elétrica, qual a energia mais sustentável a utilizar (tendo em conta que o fabrico de baterias para o armazenamento de energia é muito poluente)?

Se não queres um sistema de baterias como o solar e a eólica para produção de eletricidade, podes utilizar sistemas de energia hidrogenado.

Anexo II

Inquérito ao Sr. Emílian Gwiazdziński

Pergunta:

Arquitetura Inteligente, um passo para a Sustentabilidade

Eu, José Filipe Costa, sou aluno da Universidade da Beira Interior e estou a fazer uma dissertação sobre Sustentabilidade aliada à Arquitetura Inteligente, orientada pelo professor doutor Moreira Pinto.

Durante conversas com o professor para a elaboração da dissertação, foi-me sugerido que falasse com o Sr. Emilian Gwiaździński para obter mais informações sobre o tema.

1. Qual a diferença entre domótica e arquitetura inteligente?
2. A arquitetura inteligente poderá ser a base da arquitetura sustentável?
3. O que poderemos esperar no futuro da arquitetura inteligente?
4. Qual o ponto de vista dos utilizadores face à interação com a arquitetura inteligente?
5. Como o controlo inteligente da iluminação contribui para a sustentabilidade?
6. Como o controlo térmico inteligente contribui para a sustentabilidade?

Obrigado pela disponibilidade.

Cumprimentos.

Resposta:

1. Qual é a diferença entre arquitetura inteligente e domótica?

Domótica é um sistema instalado em casas. Este tipo de sistema só pode ser criado uma vez, mas pode ser programado ao teu próprio critério. Isso significa que o sistema está aberto. O usuário de tal sistema, geralmente o proprietário de uma casa inteligente, tem a possibilidade de expandir livremente o sistema e tem controle total sobre tudo o que acontece no sistema. O sistema pode ser programado em três áreas principais: gestão do aquecimento, ar condicionado e ventilação, controle de iluminação do prédio e do ambiente, proteção contra incêndios e controle de acesso. Alterações no sistema podem ser feitas remotamente. O usuário não precisa de estar na casa para alterá-lo.

A arquitetura inteligente é uma tendência desde 2017 e uma questão ampla. O desenvolvimento da Internet das coisas teve um impacto significativo sobre esse fenómeno. A arquitetura inteligente combina as necessidades do cliente, tecnologia inteligente e design eficiente. A Arquitetura inteligente também é considerada como um sistema de rede inteligente, no qual vários objetos, também chamados de inteligentes nesse ecossistema, interagem. Existe uma comunicação bidirecional entre cada objeto / elemento da rede.

2. A arquitetura inteligente pode ser a base da arquitetura sustentável?

Acho que sim. O pensamento atual sobre negócios em termos de RSE é o futuro, e tais aspetos são assumidos pela arquitetura sustentável. Proteção dos recursos naturais, redução das emissões de CO₂, pequeno impacto no ambiente, a utilização de materiais de origem locais, contendo materiais recicláveis, são apenas alguns dos pressupostos da RSE e da arquitetura sustentável. E a nova tendência que é a arquitetura inteligente no futuro, certamente será a base para a implementação dessas ideias.

3. O que podemos esperar no futuro da arquitetura inteligente?

Como eu mencionei na pergunta anterior. Certamente, uma tecnologia que cuidará da proteção ambiental e ajudará a melhorar a redução de CO₂ ou da poluição. O desperdício de energia é tratado como uma prioridade para ser eliminado. A arquitetura inteligente cria uma oportunidade para reduzir o consumo de energia.

4. Qual é o ponto de vista dos usuários quando interagem com a arquitetura inteligente?

Eu acho que a primeira coisa que observam é o design. Este é o primeiro aspeto que podemos perceber. Nos contatos subsequentes neste tipo de arquitetura, estamos apenas a começar a concentrar-nos noutros detalhes, como o tipo e a qualidade do acabamento, a tecnologia usada ou, então, à procura de respostas sobre como isto afeta o meio ambiente. Isto ajuda na luta contra substâncias nocivas no ar? Emite algum composto ou metal pesado? Vivemos numa época em que, além do consumismo, estamos a começar a pensar em responsabilidade social. E os usuários cada vez mais prestam atenção especial a esse aspeto.

5. Como é que o controle inteligente da iluminação ajuda na Sustentabilidade?

Se queres dizer o controle de iluminação, esses sistemas reduzem desnecessariamente o uso do tempo. O planeamento e a gestão sustentáveis do sistema de iluminação contribuem, entre outras coisas, para a otimização dos custos de energia. Os sistemas inteligentes são capazes de detetar quando e por quanto tempo a iluminação é necessária numa determinada área ou sala num edifício, com a ajuda de sensores. Essas redes são usadas para implementar conceitos de cidades inteligentes nas cidades. Isso permite que a cidade gire os seus recursos energéticos de maneira racional e reduza o uso desnecessário de energia. Isto, naturalmente, traduz-se numa poupança e mais dinheiro permanece no orçamento da cidade.

6. Como o controle térmico inteligente contribui para a sustentabilidade?

Eu acho que, como no aspeto anterior, é sobre gestão, planeamento e controle. No controle térmico inteligente, no entanto, o tipo de recurso muda e falamos de energia térmica em vez de energia luminosa. A racionalidade e o controle responsável da emissão de calor na atmosfera contribuem para reduzir o aquecimento excessivo de edifícios, o que também se reflete na economia. A arquitetura de sustentabilidade certamente crescerá no futuro a tal ponto que se tornará um padrão comum. Como resultado, a conscientização global sobre responsabilidade social e gestão racional e sustentável de tais sistemas aumentará.

Anexo III

Inquérito Professor João Castro Gomes

Pergunta:

Arquitetura Inteligente, um passo para a Sustentabilidade

Eu, José Filipe Costa, sou aluno da Universidade da Beira Interior e estou a fazer uma dissertação sobre Sustentabilidade aliada à Arquitetura Inteligente, orientada pelo professor doutor Moreira Pinto.

Durante a elaboração da dissertação, surgiu o interesse de abordar sobre o tema da eCO₂Block, para obter mais informações sobre isso gostaria de fazer algumas perguntas ao Professor Investigador João Castro Gomes.

- 1| Quais foram os autores da invenção dos blocos que absorvem CO₂?
- 2| Porque surgiu a necessidade de criar blocos, para a construção civil, a partir de escórias?
- 3| Quais as vantagens do novo bloco em relação aos tradicionais?
- 4| Como é produzido?
- 5| Qual o impacto ambiental desde a fase de extração, produção, aplicação, uso e demolição?
- 6| Por 1m³ de betão, qual a quantidade de CO₂ libertado?

Obrigado

Resposta:

1 | Quais foram os autores da invenção dos blocos que absorvem CO₂?

O atual projeto ECO₂BLOCKS é desenvolvido por Pedro Humbert (aluno de doutoramento de engenharia civil) e João Castro Gomes (orientador). Este resultado é fruto de anteriores investigações em que utilizaram como matéria prima a reutilização de resíduos.

2 | Porque surgiu a necessidade de criar blocos, para a construção civil, a partir de escórias?

Por cada tonelada de cimento Portland produzido é libertado para a atmosfera cerca de 1 tonelada de CO₂. E, por cada metro cúbico de betão, em média, são gastos cerca de 150 litros de água potável, para além de grandes quantidades de recursos minerais, como, por exemplo, areias dos rios que ao serem removidas agravam a erosão costeira.

A transformação do clínquer em cimento é um processo produtivo de elevado consumo de energia e com emissões avolumadas de gases com efeito de estufa, o que contribui para o aquecimento global, aumentando desta forma a Pegada Ecológica desta indústria. Nos últimos anos o Planeta tem registado níveis recordes de concentração de dióxido de carbono na atmosfera, produção de resíduos e diminuição acentuada das reservas de água potável, tudo isto, com grandes implicações no aquecimento global, nos ecossistemas e na saúde e sobrevivência da espécie humana.

A indústria da construção consome uma enorme quantidade de recursos naturais, a acumulação de resíduos industriais, como por exemplo os resíduos/subprodutos da Siderurgia Nacional, além de ser um problema ambiental grave tem também um elevado custo de mitigação de risco e efeitos nocivos para o ambiente e populações. Atualmente, estima-se que são produzidas cerca de 400 a 500 milhões de toneladas de escória de ferro e aço por ano, em termos globais. Como tal, conseguir concretizar no Setor da indústria, da construção, a Economia Circular e a construção sustentável é uma necessidade e um desafio que só será possível resolver com uma visão diferente e disruptiva das atuais soluções tecnológicas.

Dos trabalhos de investigação anteriores, surgiu então a ideia de ativar quimicamente resíduos minerais (minas, de pedreiras, de diferentes indústrias), um processo químico no qual os resíduos (subprodutos industriais) reagem num ambiente químico alcalino ou ácido e aglomeram (endurecem), tal como com o cimento Portland, mas a reação química é diferente, neste caso chama-se geopolimerização (ou ativação química).

Assim se criou a ideia de desenvolver aplicações com materiais de construção, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável.

ESCÓRIAS + CO₂ = MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Com a tecnologia de carbonatação acelerada, as escórias finamente moídas e/ou combinadas com outros resíduos, para otimizar a absorção de CO₂, podem ser reutilizadas como matérias-primas para produzir materiais de construção, em substituição do cimento Portland e outros ligantes tradicionais.

Os resultados obtidos, evidenciam o potencial das escórias carbonatadas como substituto do cimento Portland para finalidades estruturais, seja para elementos construtivos pré-fabricados ou estruturas de betão normal ou de alta resistência, moldadas in-situ.

3 | Quais as vantagens do novo bloco em relação aos tradicionais?

A utilização de escórias em vez de cimento Portland tem enormes vantagens, como:

- Produção dez vezes mais rápida,
- A reutilização de 100% de resíduos (escórias e outros tipos de resíduos que podem ser aglomerados com as escórias),
- A captura de CO₂,
- Um custo de produção mais baixo que os produtos obtidos com cimento Portland,

-Não é necessário utilizar água potável como na obtenção de produtos com cimento Portland (onde ocorre hidratação) e, por sua vez, a água a utilizar pode ser reutilizada no próprio processo de fabrico,

-Os ligantes e produtos obtidos com esta tecnologia têm resistência mecânica e resistência ao fogo superior a produtos de construção equivalentes obtidos com cimento Portland,

-Tecnologia, que pode ser utilizada na produção de todo e qualquer tipo de produto de construção para aplicações estruturais e não estruturais,

-Cada bloco ECO₂BLOCKS representa uma redução em menos 10kg de CO₂ por bloco face aos tradicionais,

-Pode ser implementada em qualquer indústria que produz produtos pré-fabricados de construção.

Assim, eCO₂block é um projeto ambiciona transformar de modo disruptivo a indústria da construção civil, visando a concretização da Economia Circular e Desenvolvimento Sustentável.

4| Como é produzido?

O processo de produção de blocos ECO₂BLOCKS, fabricados com 100% de escórias é semelhante ao fabrico dos blocos tradicionais.

As escórias são previamente moídas em diferentes granulometrias para substituir o cimento Portland, areias e britas, respetivamente e, misturadas com uma pequena quantidade de água (não é necessário ser água potável) para permitir a moldagem dos blocos.

Num passo seguinte são moldados e prensados por equipamentos de vibro-compactação, os mesmos que são usados para produzir os blocos tradicionais.

Numa última fase os blocos ECO₂BLOCKS são endurecidos numa autoclave em ambiente saturado com CO₂, por um período de 24 horas /48, horas, atingido resistências superiores aos blocos de cimento.

5|Qual o impacto ambiental desde a fase de extração, produção, aplicação, uso e demolição?

Os blocos ECO₂BLOCKS utilizam como matéria prima 100% de resíduos acumulados em escombreliras desde há muitos anos, contribuindo assim de forma favorável para com o planeta.

Durante a produção também é notável o impacto positivo para o planeta, a ECO₂BLOCKS absorve cerca de 4kg de CO₂ por cada bloco produzido. Custo de produção 35% mais baixo que os produtos obtidos com cimento Portland.

A aplicação do ECO₂BLOCKS é semelhante á tradicional, por isso com impacto nulo, assim como durante a fase útil do material.

Mais uma vez o ECO₂BLOCKS tornasse vantajoso em relação aos blocos tradicionais também em fase de demolição. Os ECO₂BLOCKS uma vez demolidos podem voltar a ser reciclados para o mesmo fim, ou semelhantes.

6| Por 1m³ de betão, qual a quantidade de CO₂ libertado?

Por cada metro cubico produzido de betão é libertado cerca de 410 kg de dióxido de carbono.

Anexo IV

Inquérito via Google

Pergunta:

12/03/2019

Arquitetura Inteligente, um passo para a Sustentabilidade

Arquitetura Inteligente, um passo para a Sustentabilidade

Este inquérito vai ajudar a completar a Dissertação em Arquitetura na UBI - José Costa. Obrigado

*Obrigatório

1. Idade *

Exemplo: 15 de dezembro 2012

2. Género *

Marcar apenas uma oval.

- Masculino
 Feminino

3. Ano de construção da sua Casa *

Marcar apenas uma oval.

- Com menos de 5 anos
 Entre 5 a 15 anos
 Mais de 15 anos
 Reabilitada recentemente

4. Orientação solar da sua Casa *

Marcar apenas uma oval.

- Sei
 Não sei

5. A sua casa tem bom isolamento? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não
 Não Sei

6. No verão a sua casa aquece muito? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

7. Quais os métodos que usa para arrefecer a sua casa? *

Marcar apenas uma oval.

- Equipamento mecânico (ex: ar condicionado)
 Ventoinhas
 Outra: _____

https://docs.google.com/forms/d/17HVBKxirm_5ckZY7yTUoRjZ2HIHWmp7CDHWEDcPH04/edit

1/3

8. Conhece métodos sustentáveis para arrefecer a sua casa? **Marcar apenas uma oval.*

- Sim
 Não

9. No inverno a sua casa arrefece muito? **Marcar apenas uma oval.*

- Sim
 Não

10. Quais os métodos que usa para aquecer a sua casa? **Marcar apenas uma oval.*

- Elétrico
 Lenha
 Gasóleo
 Gás
 Outra: _____

11. Conhece métodos sustentáveis para aquecer a sua casa? **Marcar apenas uma oval.*

- Sim
 Não

12. Quanto tempo passa em sua Casa aproximadamente durante 1 dia à semana? **Marcar apenas uma oval.*

- 4 Horas
 8 Horas
 12 Horas
 16 Horas
 20 Horas
 24 Horas

13. Sustentabilidade **Marcar apenas uma oval.*

- Sei o que é
 Não sei o que é

14. Três palavras que definam Sustentabilidade para Si

15. A sua casa é Sustentável? **Marcar apenas uma oval.*

- Sim
 Não

16. **Conhece o que é Domótica?** *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

17. **Gostava que sua casa automaticamente contribuísse para uma maior eficiência? Casa inteligente (ex: no verão os estores fechassem automaticamente para não aquecer a casa)** *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

Resposta:

| Carimbo de data/hora | Idade | Género | Ano de construção da sua Casa |
|----------------------|------------|-----------|-------------------------------|
| 2019/02/19 11:04:08 | 1997/02/11 | Feminino | Mais de 15 anos |
| 2019/02/19 11:07:40 | 1996/09/24 | Feminino | Reabilitada recentemente |
| 2019/02/19 11:23:24 | 1995/03/19 | Masculino | Entre 5 a 15 anos |
| 2019/02/19 11:25:00 | 1996/03/20 | Feminino | Entre 5 a 15 anos |
| 2019/02/19 12:10:43 | 1997/07/08 | Masculino | Entre 5 a 15 anos |
| 2019/02/19 13:55:08 | 1995/02/19 | Masculino | Mais de 15 anos |
| 2019/02/19 13:59:05 | 1996/01/07 | Feminino | Mais de 15 anos |
| 2019/02/19 14:38:30 | 1993/05/02 | Masculino | Entre 5 a 15 anos |
| 2019/02/19 16:08:04 | 1999/04/13 | Feminino | Entre 5 a 15 anos |
| 2019/02/19 18:21:25 | 1967/10/29 | Feminino | Entre 5 a 15 anos |
| 2019/02/19 19:37:35 | 1997/04/30 | Feminino | Entre 5 a 15 anos |
| 2019/02/19 19:56:07 | 1997/02/24 | Feminino | Mais de 15 anos |
| 2019/02/20 02:02:02 | 1995/06/22 | Feminino | Mais de 15 anos |
| 2019/02/20 21:17:53 | 1996/09/30 | Masculino | Entre 5 a 15 anos |
| 2019/02/20 21:20:14 | 1998/09/02 | Masculino | Mais de 15 anos |
| 2019/02/20 21:39:07 | 1995/11/29 | Masculino | Mais de 15 anos |
| 2019/02/20 22:32:02 | 1996/02/20 | Feminino | Mais de 15 anos |
| 2019/02/20 22:38:21 | 2002/08/23 | Feminino | Mais de 15 anos |
| 2019/02/20 22:46:36 | 1996/03/10 | Masculino | Mais de 15 anos |
| 2019/02/20 22:52:04 | 1997/04/21 | Masculino | Entre 5 a 15 anos |
| 2019/02/20 22:57:59 | 1999/04/16 | Masculino | Entre 5 a 15 anos |
| 2019/02/20 23:27:54 | 1996/02/21 | Feminino | Entre 5 a 15 anos |
| 2019/02/20 23:28:35 | 1996/05/04 | Feminino | Entre 5 a 15 anos |
| 2019/02/21 05:06:00 | 1996/04/12 | Masculino | Entre 5 a 15 anos |
| 2019/02/21 08:15:18 | 2001/10/02 | Feminino | Entre 5 a 15 anos |
| 2019/02/21 13:00:52 | 1993/09/12 | Feminino | Mais de 15 anos |
| 2019/02/21 13:41:45 | 1996/08/01 | Masculino | Entre 5 a 15 anos |
| 2019/02/21 14:57:48 | 1995/12/18 | Feminino | Mais de 15 anos |
| 2019/02/21 18:57:59 | 1996/07/10 | Feminino | Entre 5 a 15 anos |
| 2019/02/21 22:07:11 | 1969/03/10 | Feminino | Mais de 15 anos |
| 2019/02/22 12:34:09 | 1996/09/29 | Masculino | Reabilitada recentemente |
| 2019/02/22 23:08:26 | 1996/03/11 | Masculino | Com menos de 5 anos |
| 2019/02/26 18:06:28 | 2005/04/18 | Feminino | Entre 5 a 15 anos |
| 2019/02/28 19:56:00 | 1996/03/01 | Masculino | Mais de 15 anos |
| 2019/03/12 18:54:19 | 1976/05/24 | Masculino | Mais de 15 anos |

| Orientação solar da sua Casa | A sua casa tem bom isolamento? | No verão a sua casa aquece muito? | Quais os métodos que usa para arrefecer a sua casa? |
|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---|
| Sei | Sim | Não | Janelas abertas |
| Não sei | Sim | Sim | Equipamento mecânico (ex: ar condicionado) |
| Sei | Não Sei | Sim | Ventoinhas |
| Não sei | Sim | Não | Ventoinhas |
| Sei | Não | Não | Não necessito de nenhum método |
| Sei | Sim | Não | Equipamento mecânico (ex: ar condicionado) |
| Não sei | Não | Não | Ventoinhas |
| Sei | Não | Sim | Equipamento mecânico (ex: ar condicionado) |
| Sei | Não | Sim | Ventoinhas |
| Sei | Sim | Não | Equipamento mecânico (ex: ar condicionado) |
| Sei | Sim | Não | Ventoinhas |
| Não sei | Não | Sim | Equipamento mecânico (ex: ar condicionado) |
| Sei | Não | Sim | Ventoinhas |
| Não sei | Sim | Não | Equipamento mecânico (ex: ar condicionado) |
| Não sei | Não | Sim | Ventoinhas |
| Não sei | Não | Sim | Ventoinhas |
| Não sei | Não | Não | Janelas abertas |
| Não sei | Não | Não | Janelas abertas |
| Não sei | Sim | Não | Equipamento mecânico (ex: ar condicionado) |
| Sei | Sim | Não | Equipamento mecânico (ex: ar condicionado) |
| Não sei | Sim | Não | Equipamento mecânico (ex: ar condicionado) |
| Não sei | Não | Sim | Ventoinhas |
| Não sei | Sim | Não | Janelas abertas |
| Não sei | Sim | Sim | Equipamento mecânico (ex: ar condicionado) |
| Não sei | Não | Sim | Ventoinhas |
| Não sei | Sim | Não | Ventoinhas |
| Não sei | Não | Não | Ventoinhas |
| Sei | Sim | Não | Ventoinhas |
| Sei | Sim | Não | Equipamento mecânico (ex: ar condicionado) |
| Não sei | Sim | Sim | Equipamento mecânico (ex: ar condicionado) |
| Não sei | Não | Sim | Ventoinhas |
| Sei | Sim | Não | Ventoinhas |
| Sei | Não | Sim | Ventoinhas |
| Não sei | Não | Sim | Ventoinhas |

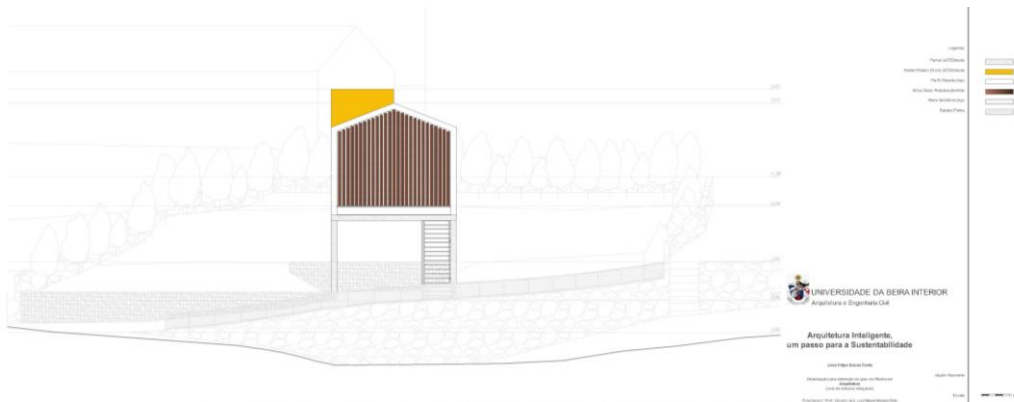
| Conhece métodos sustentáveis para arrefecer a sua casa? | No inverno a sua casa arrefece muito? | Quais os métodos que usa para aquecer a sua casa? | Conhece métodos sustentáveis para aquecer a sua casa? |
|---|---------------------------------------|---|---|
| Não | Não | Lenha | Não |
| Não | Sim | Elétrico | Não |
| Sim | Não | Lenha | Sim |
| Não | Sim | Lenha | Não |
| Sim | Sim | Lenha | Sim |
| Sim | Sim | Lenha | Sim |
| Não | Sim | Lenha | Não |
| Sim | Sim | Lenha | Sim |
| Não | Não | Aquecimento a pellets | Sim |
| Sim | Não | Lenha | Sim |
| Sim | Não | Lenha | Sim |
| Não | Sim | Elétrico | Não |
| Não | Sim | Elétrico | Sim |
| Sim | Não | Lenha | Sim |
| Não | Sim | Lenha | Não |
| Não | Sim | Lenha | Sim |
| Sim | Sim | Lenha | Sim |
| Sim | Não | Lenha | Sim |
| Sim | Sim | Lenha | Sim |
| Não | Não | Combinação de Lenha e Equipamentos mecanicos | Não |
| Não | Não | Lenha | Não |
| Sim | Não | Gasóleo | Sim |
| Sim | Sim | Lenha | Sim |
| Não | Sim | Lenha | Sim |
| Sim | Sim | Elétrico | Sim |
| Sim | Sim | Lenha | Sim |
| Não | Não | Lenha | Sim |
| Não | Sim | Elétrico | Não |
| Não | Não | Lenha | Sim |
| Sim | Não | Elétrico | Sim |
| Não | Não | Lenha | Sim |
| Não | Sim | Aquecimento a pellets | Não |
| Sim | Não | Lenha | Sim |
| Sim | Não | Elétrico | Sim |
| Não | Sim | Gás | Não |

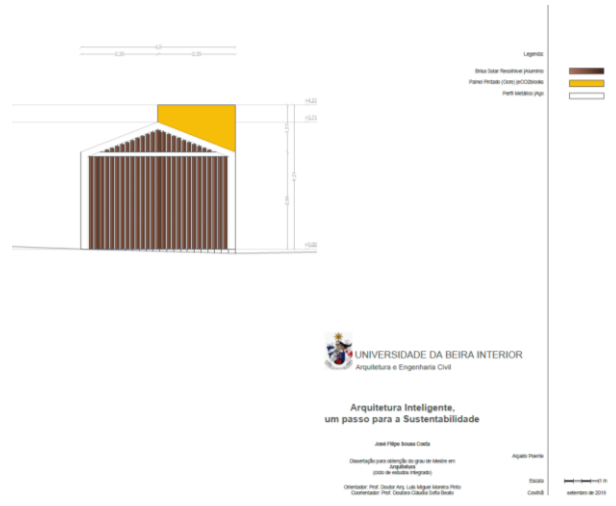
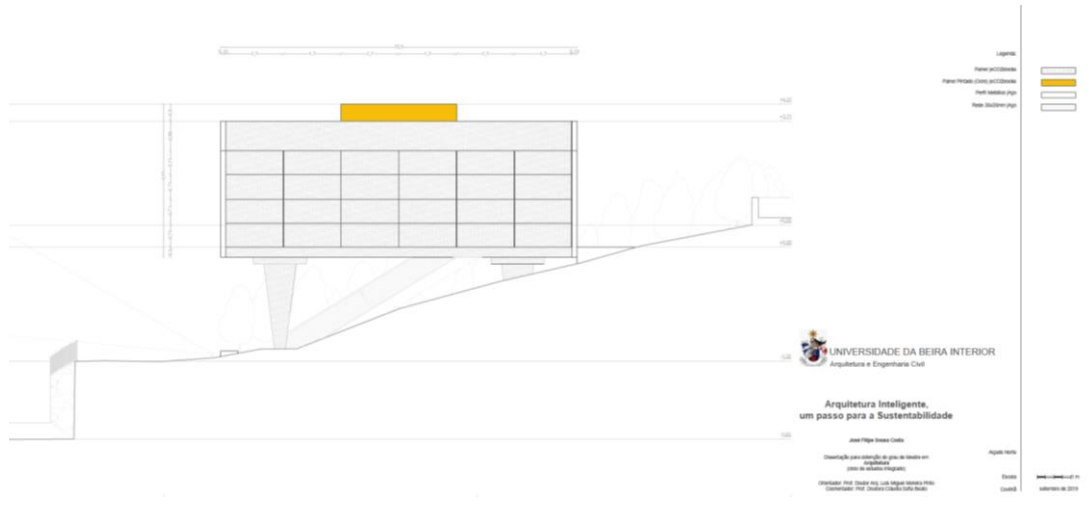
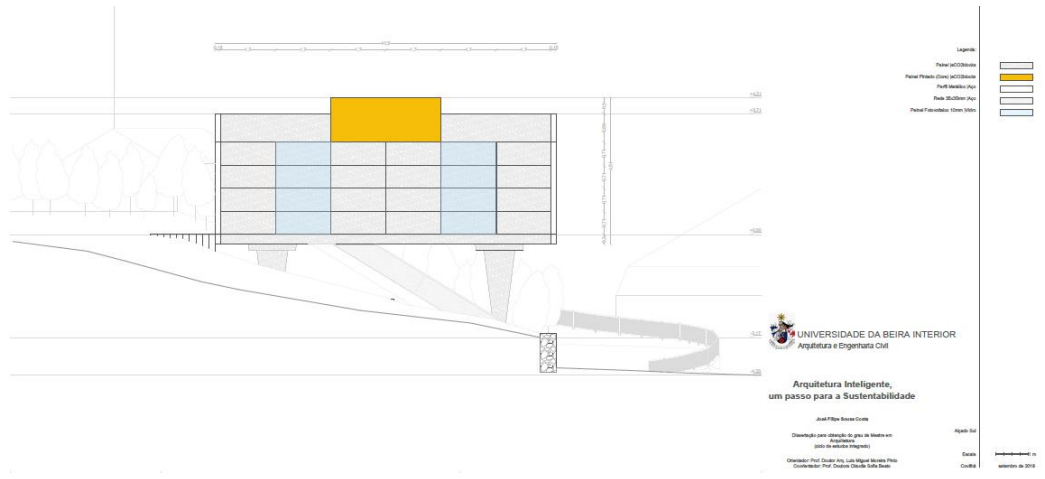
| Quanto tempo passa em sua Casa aproximadamente durante 1 dia à semana? | Sustentabilidade | Três palavras que definam Sustentabilidade para Si |
|--|------------------|---|
| 12 Horas | Sei o que é | Rentável, económico e eficiente |
| 8 Horas | Sei o que é | ecológico, económico, renovável |
| 4 Horas | Sei o que é | Rentável económico permanente |
| 8 Horas | Não sei o que é | Sustentável, Caro |
| 8 Horas | Sei o que é | Reabilitação, Energias renováveis, Inovação |
| 16 Horas | Sei o que é | Reciclar, reutilizar, reconstruir |
| 12 Horas | Sei o que é | Ecologia; conservar o ambiente; qualidade |
| 16 Horas | Sei o que é | Energia, Futuro, Ambiente |
| 12 Horas | Sei o que é | económico, adaptado, adequado |
| 16 Horas | Sei o que é | desenvolvimento económico, material, meio ambiente |
| 12 Horas | Sei o que é | ecológico, social e económico |
| 8 Horas | Não sei o que é | |
| 20 Horas | Sei o que é | |
| 12 Horas | Sei o que é | |
| 16 Horas | Não sei o que é | |
| 8 Horas | Não sei o que é | |
| 12 Horas | Sei o que é | |
| 8 Horas | Sei o que é | Poupar o ambiente |
| 4 Horas | Sei o que é | |
| 12 Horas | Sei o que é | Amiga do Ambiente, Otimização, Redução de custos |
| 12 Horas | Sei o que é | Ambiente, Ecologia, Social |
| 4 Horas | Sei o que é | Ecológico, Ambiente, Reutilizar |
| 12 Horas | Sei o que é | |
| 16 Horas | Sei o que é | Permanência, poupança, ecológica |
| 12 Horas | Sei o que é | Ecológico |
| 8 Horas | Não sei o que é | |
| 8 Horas | Sei o que é | Reutilizável, não poluente |
| 12 Horas | Sei o que é | Barato, ambiente, cuidado |
| 12 Horas | Sei o que é | Eficiência, reflexão e rentabilidade |
| 12 Horas | Sei o que é | sustentabilidade economica, sustentabilidade social, sustentabilidade e |
| 12 Horas | Não sei o que é | |
| 4 Horas | Sei o que é | Recursos naturais, necessidades presentes, necessidades futuras |
| 16 Horas | Sei o que é | Não gastar muito dinheiro, nem energia |
| 16 Horas | Sei o que é | |
| 12 Horas | Não sei o que é | |

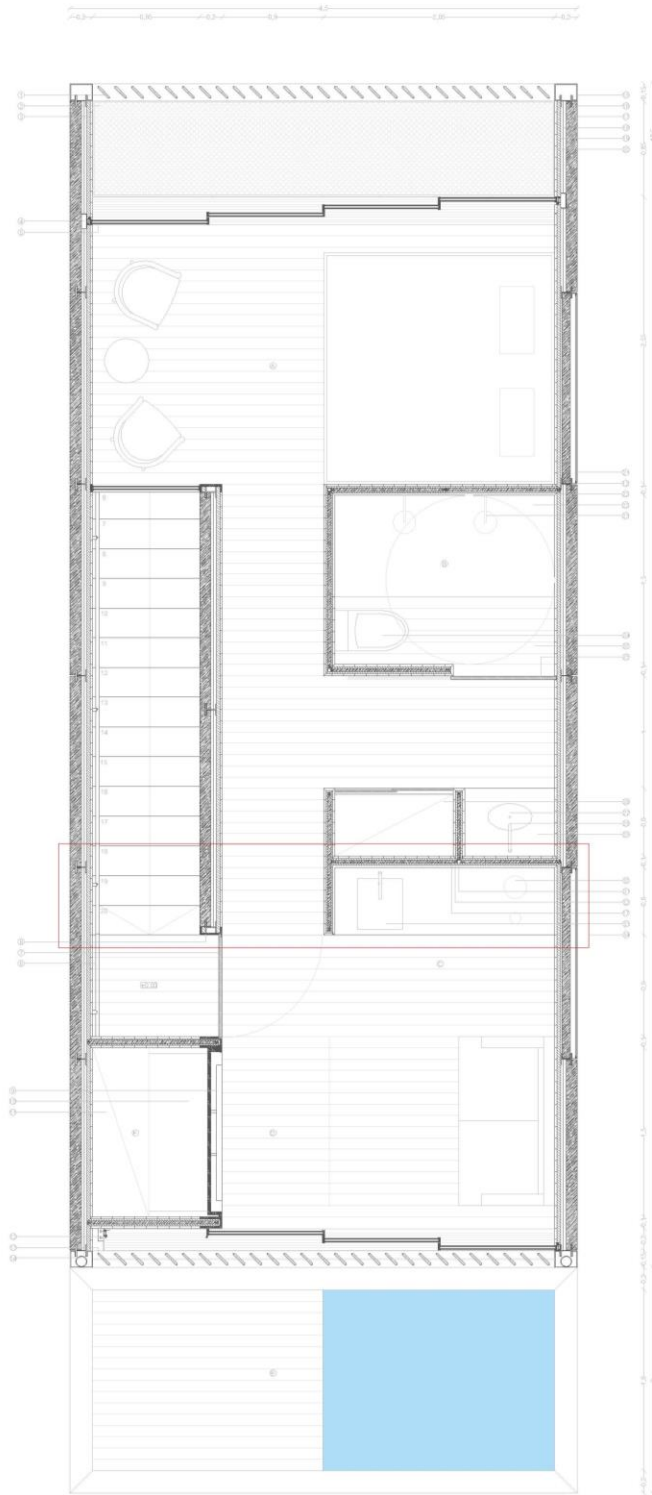
| A sua casa é Sustentável? | Conhece o que é Domótica? | Gostava que sua casa automaticamente contribuísse para uma maior eficiência? Casa inteligente (ex: no estores fechassem automaticamente para não aquecer a casa) |
|---------------------------|---------------------------|--|
| Sim | Não | Não |
| Não | Não | Sim |
| Não | Não | Sim |
| Não | Não | Sim |
| Não | Sim | Sim |
| Não | Não | Sim |
| Não | Não | Sim |
| Não | Sim | Sim |
| Sim | Não | Sim |
| Sim | Não | Sim |
| Sim | Sim | Sim |
| Não | Não | Sim |
| Não | Não | Sim |
| Sim | Sim | Sim |
| Não | Não | Sim |
| Não | Sim | Sim |
| Não | Não | Sim |
| Não | Não | Sim |
| Não | Sim | Sim |
| Sim | Não | Sim |
| Não | Não | Sim |
| Não | Não | Sim |
| Sim | Não | Não |
| Sim | Não | Sim |
| Sim | Não | Sim |
| Não | Não | Sim |
| Sim | Não | Sim |
| Não | Sim | Sim |
| Não | Não | Sim |
| Não | Sim | Sim |
| Sim | Não | Sim |
| Sim | Não | Sim |
| Sim | Não | Sim |
| Não | Não | Sim |
| Não | Não | Sim |

Anexo V

Peças Desenhadas







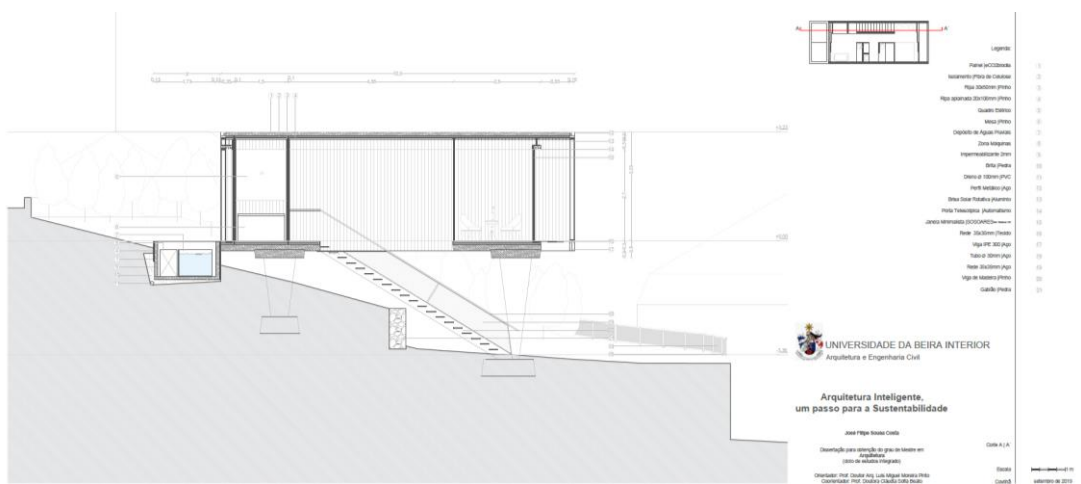
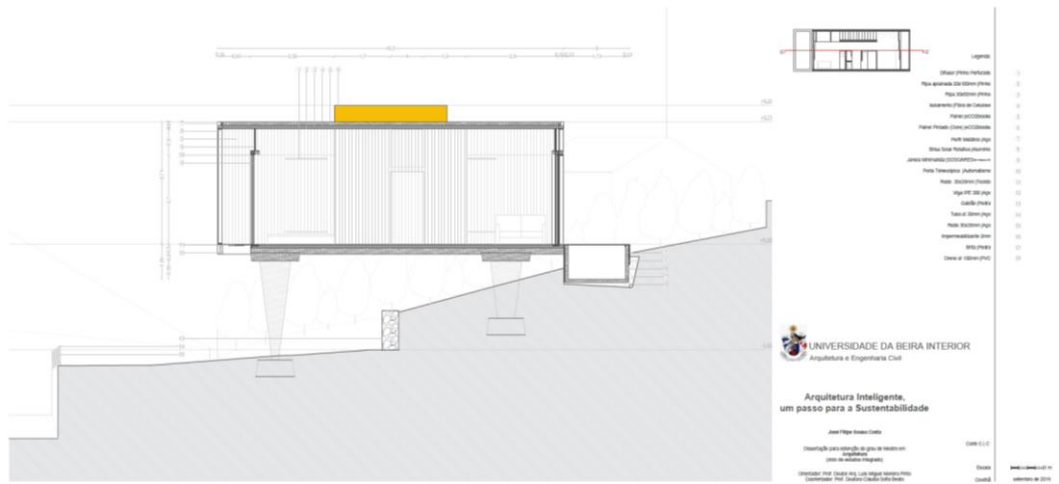
- Legenda
- Quarto Principal
 - Instalações Sanitárias
 - Cocina (Quarto)
 - Sala (Quarto)
 - Pisante
 - Área Técnica
 - Brisa Solar Horizontal (Janelas)
 - Roda 25x25mm (Tubo)
 - Vanilo 0 30mm (App)
 - Tubo 1 50x20mm (App)
 - Janela Minimalista (200x240) (vitr)
 - Paraf (P/Re)
 - Porta 80x210mm (P/Re)
 - Tubo 0 30mm (P/Re)
 - LCD
 - Mesa (P/Re)
 - Quarto Branco
 - Paraf 1 50x20mm (P/Re)
 - Brisa Solar Horizontal (Janelas)
 - Dreno 0 100mm (PVC)
 - Paraf 1 50x20mm (App)
 - Viga PE 30 (App)
 - Paraf 1 50x20mm (App)
 - Isolamento 50mm (P/Re) de Celulose
 - Ripa 20x20mm (P/Re)
 - Ripa 20x20mm (P/Re)
 - Panel 100x100mm (10mm) (P/Re)
 - Panel 100x100mm (10mm) (P/Re)
 - Chuveiro (P/Re)
 - Saneta (P/Re)
 - Porta 80x210mm (P/Re)
 - Arqueto (P/Re)
 - Luminária (P/Re)
 - Torneira (P/Re)
 - Madeira (P/Re)
 - Fogão Minimalista (FORSTSTONE) (vitr)
 - Tubo 30x20mm (App)
 - Paraf 1 50mm (App)
 - Torneira (P/Re)
 - Pompeiro

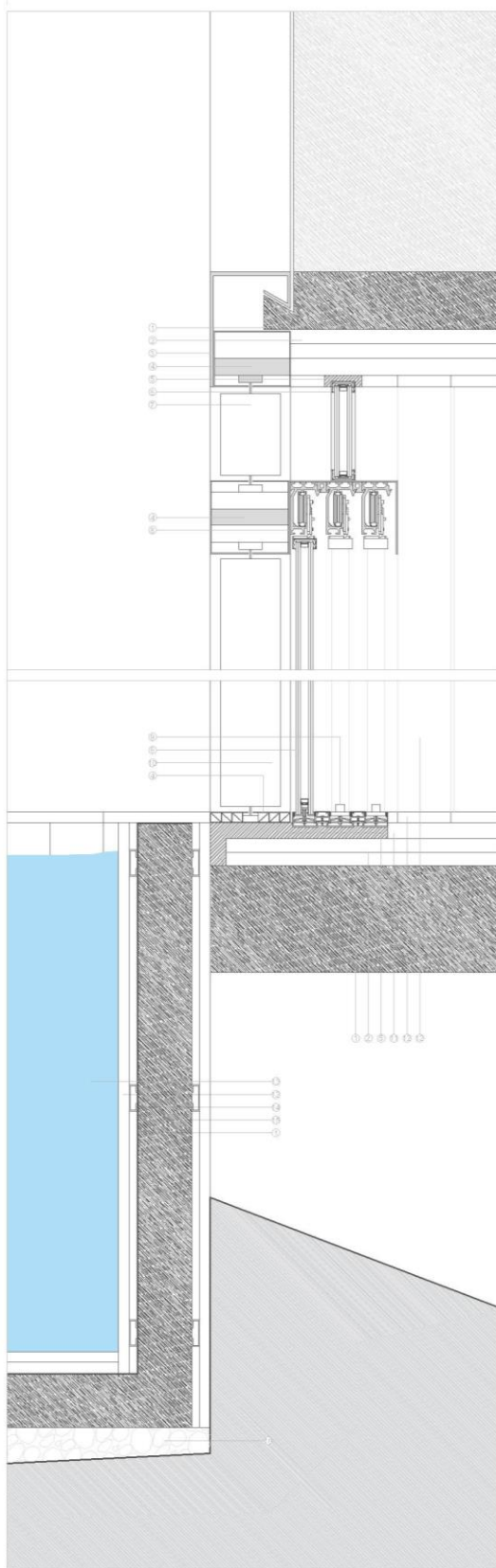


**Arquitetura Inteligente,
um passo para a Sustentabilidade**

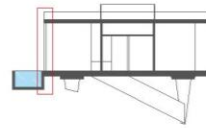
Jose Filipe Sousa Costa
 Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em
 Arquitetura
 (2016/16) em articulação com
 Engenharia de Arquitetura
 Orientador: Prof. Doutor Arq. Luis Miguel Moreira Pires
 Coordenador: Prof. Doutora Graça Saraiva

Plano
 Norte
 Escala 1:100
 Outubro de 2019





- Legenda:
- 1 Painel iCO2boda
 - 2 Isolamento (Fibra de Celulose)
 - 3 Perfil Metálico (Aço)
 - 4 Britea Solar (Automatizado)
 - 5 Perfil (Pinto)
 - 6 Janela Minimalista (SOSGAPES)
 - 7 Britea Solar Rotativa (Alumínio)
 - 8 Porta Telescópica (Automatizado)
 - 9 Calha Janela Minimalista (SOSGAPES)
 - 10 Britea Solar Resolvinel (Alumínio)
 - 11 Ripa 30x50mm (Pinto)
 - 12 Ripa aplanada 20x100mm (Pinto)
 - 13 Água
 - 14 Perfil Metálico (Aço)
 - 15 Impermeabilizante 2mm
 - 16 Britea Poda




UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
 Arquitetura e Engenharia Civil

**Arquitetura Inteligente,
um passo para a Sustentabilidade**

José Filipe Sousa Costa

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

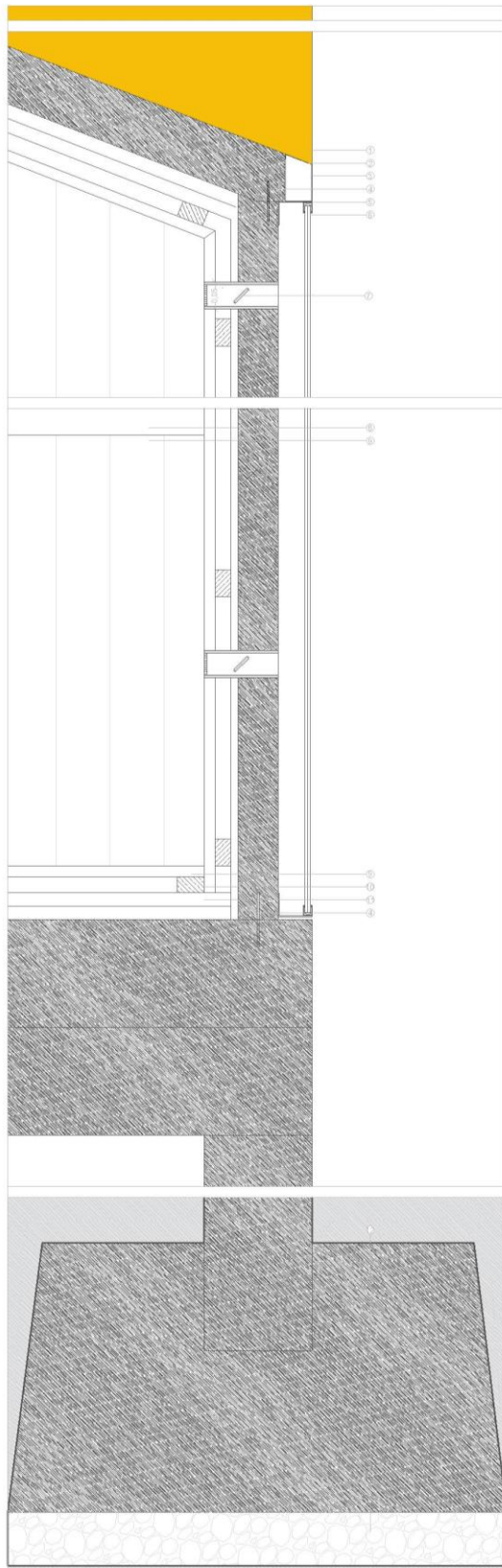
Pormenor A

Escala

Orientador: Prof. Doutor Eng. Luís Miguel Moreira Pinto
Coorientador: Prof. Doutora Cláudia Sofia Beato

Covilhã

setembro de 2019



- Legenda
- 1 Painel Pintado (Cores) ACC2000
 - 2 Perfil Perfurado 0.5mm/Alumínio
 - 3 Calafino 0.5mm/Alumínio
 - 4 Vazão 0.3mm/Aço
 - 5 Perfil L50x50mm/Aço
 - 6 Painel Fotovoltaico 10mm/Vidro
 - 7 Controle de Ventilação Automático
 - 8 Marmoritei Po de Mármore
 - 9 Ripa apalmeada 25x100mm/Pinho
 - 10 Ripa 30x50mm/Pinho
 - 11 Isolamento (Fibra de Calveo)
 - 12 Brita (Pedra)




UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
 Arquitetura e Engenharia Civil

**Arquitetura Inteligente,
um passo para a Sustentabilidade**

José Filipe Sousa Costa

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em
Arquitetura
(Ciclo de estudos integrado)

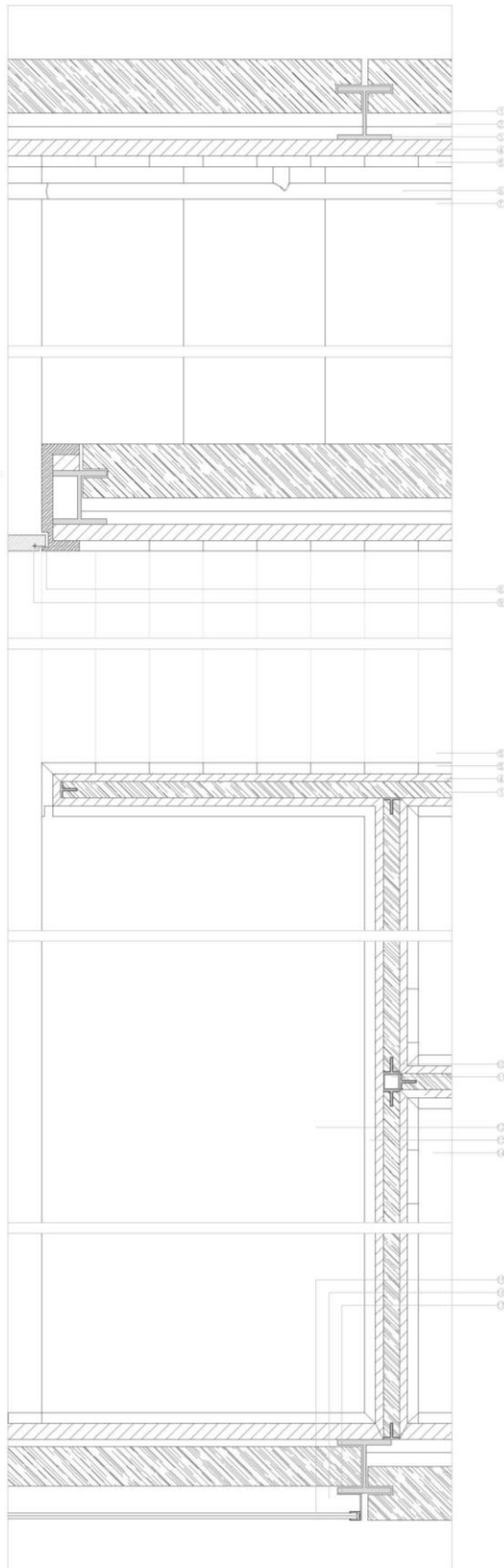
Orientador: Prof. Doutor Arg. Luís Miguel Moreira Pinho
Coorientador: Prof. Doutora Cláudia Sofia Brato

Pormenor B

Escala

Civil18

setembro de 2019



- Legenda
- 1) Painel [cCO2]glacia
 - 2) Isolamento Fibra de Celulose
 - 3) Viga IPE 300 (Aço)
 - 4) Ripa 30x50mm (Pinho)
 - 5) Ripa esplanada 20x100mm (Pinho)
 - 6) Tubo Ø 50mm (Aço)
 - 7) Taboa esplanada 25x287mm (Pinho)
 - 8) Perfil (Pinho)
 - 9) Porta 100x2150mm (Pinho)
 - 10) Perfil T 30mm (Aço)
 - 11) Tubo 30x30mm (Aço)
 - 12) Fojão Minimalista (FORBESTONE)
 - 13) Marmolejo Rio de Matoscos
 - 14) Madeira (Pinho)
 - 15) Painel Fotovoltaico 10mm (Silício)
 - 16) Caixa de Ar 50mm
 - 17) Perfil L50x50mm (Aço)




UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
 Arquitetura e Engenharia Civil

**Arquitetura Inteligente,
um passo para a Sustentabilidade**

José Filipe Sousa Costa
 Dissertação para obtenção do grau de Mestre em
 Arquitetura
 (ciclo de estudos integrado)
 Orientador: Prof. Doutor António Miguel Moreira Pinho
 Coordenador: Prof. Doutora Cláudia Sofia Soares

Pormenor C
 Escola
 Covilhã
 Setembro de 2019

