

# **A Evolução da Arquitetura Vernacular Passado, Presente e Futuro**

Vitor Hugo Morais Baptista

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Arquitetura**  
(Mestrado Integrado)

Orientador: Prof. Doutor João Carlos Gonçalves Lanzinha

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Doutora Inês Daniel Campos

outubro de 2021



## Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradecer aos meus pais. Um obrigado nunca será suficiente para agradecer todo o esforço e sacrifício demonstrado durante estes anos, sempre me apoiaram e estiveram presentes durante todo o meu percurso académico. A única forma de conseguir agradecer por todo o sacrifício é concluindo esta jornada, encerrando assim um dos mais bonitos capítulos da minha vida. Se hoje sou a pessoa que sou, a vocês o devo. Por isso Pai, Mãe, um muito Obrigado!

Ao meu irmão, que apesar de estarmos longe não existe distância que separe o amor de irmão. Obrigado por seres o meu braço direito e por estares sempre ao meu lado quando mais preciso de ti.

A toda a minha família, em especial ao meu tio Rui Soqueiro que desde sempre me ajudou imenso e que sempre acreditou em mim e me apoiou, um muito obrigado.

Ao meu orientador, Prof. Doutor João Carlos Gonçalves Lanzinha, que sempre demonstrou prontidão em me auxiliar no desenvolvimento desta dissertação, mesmo quando por muitas vezes eu não demonstrava o interesse ou trabalho necessário, o professor sempre insistiu e percebeu como guiar-me nesta longa e difícil jornada. Um muito obrigado por tudo.

À minha coorientadora, Prof.<sup>a</sup> Doutora Inês Daniel Campos, professora já de longa data e com quem sempre mantive uma muito boa relação e que, apesar de já mais tarde ter aceite coorientar-me e me auxiliar na elaboração desta dissertação, sempre demonstrou disponibilidade e prontidão em auxiliar-me sempre que solicitado, a si um muito obrigado.

À Desertuna, escola da vida que me acolheu durante o meu percurso académico e que me transmitiu muitos ensinamentos que irei levar comigo para toda a vida. A todos os irmãos que com ela ganhei, a todos vos levo no coração.

A todos os meus companheiros de casa um muito obrigado por me aturarem ao longo do meu percurso, em dias bons, dias maus, mas sempre de braços abertos e com um sorriso na cara. De todos eles, de destacar o Renato, companheiro desde o primeiro dia de Universidade e que sei que a nossa amizade irá perdurar por muitos e longos anos.

Ao Papa Nicolau, grupo de amigos de longa data que sempre me soube receber, em que mesmo após longas jornadas afastado tinham sempre os braços abertos no regresso a casa,

sempre com uma palavra amiga e um bom conselho nos momentos mais complicados. A todos vocês um muito obrigado.

Por último, mas não menos importante, a pessoa que fez com que isto fosse possível. Que esteve sempre ao meu lado, pronta para me ajudar, corrigir, chatear, pressionar.... A ti Carolina Moura, muito obrigado. Obrigado pelo amor e paciência ao longo destes tempos que sei que não foram fáceis, mas que, contudo, valeram a pena. Obrigado por estares sempre lá, e por sempre acreditares em mim, mesmo quando eu próprio não acreditava... Por tudo isso e muito mais, Obrigado.

## Resumo

As primeiras expressões Arquitetónicas surgem a partir do momento em que o homem primitivo sente a necessidade de abandonar as cavernas e desenvolver um novo estilo de vida. Definida como “*a ciência nativa da construção*”, a Arquitetura Vernacular distingue-se pela forma como responde às necessidades do homem atendendo a fatores como o clima, a cultura, as técnicas de construção, os materiais disponíveis e a economia local. A forma com a Arquitetura Vernacular atende a todos estes fatores faz com que a mesma se distinga das restantes vertentes Arquitetónicas, pela forma característica das suas construções, sempre enquadrada e integrada nos valores locais e ambientais de onde esta se insere. A sua evolução ao longo do tempo é apresentada nesta dissertação, demonstrando de que forma a mesma influencia outras Vertentes Arquitetónicas.

O objetivo desta dissertação é demonstrar de que forma a Arquitetura Vernacular evoluiu ao longo dos tempos. Através de uma análise que permita explicar a sua origem, quais os seus ideais e de que forma a mesma foi trabalhada ao longo do tempo, pretende-se com esta dissertação reunir informação credível, direta e simples, que permita uma análise fluida e sequencial da evolução da Arquitetura Vernacular. Para isso, serão analisadas as diferentes características da Arquitetura Vernacular, em especial o tipo de material de construção e a forma como ela responde aos diferentes climas a que se encontra exposta. Pretende-se compreender de que forma a mesma pode ter influenciado outros movimentos Arquitetónicos e, analisar de acordo com a evolução global, como a Arquitetura Vernacular se irá adaptar ao novo mundo tecnológico.

Com esta dissertação pretende-se ainda consciencializar o mundo académico da Arquitetura para os problemas ambientais, causados pelo processo de construção e pelo uso abusivo de materiais de construção industriais, que estão a causar um impacto drástico no nosso meio ambiente.

## Palavras-chave

Arquitetura Vernacular; Clima; Evolução; Forma; Sustentabilidade;



## **Abstract**

The first architectural expressions arise from the moment that the primitive man feels the need to leave the caves and develop a new lifestyle. Defined as “*the native science of construction*”, Vernacular Architecture is distinguished by the way it responds to the needs of man, taking into account factors such as climate, culture, construction techniques, available materials and the local economy. The way Vernacular Architecture meets all these factors makes it stand out from the other architectural trends, by the characteristic shape of its buildings, always framed and integrated in the local and environmental values of where it is inserted. Its evolution over time is presented in this dissertation, demonstrating how it influences other Architectural Strands.

The aim of this dissertation is to demonstrate how Vernacular Architecture has evolved over time. Through an analysis that explains its origin, its ideals and how it was worked on over time, this dissertation aims to gather credible, direct and simple information that allows a fluid and sequential analysis of the evolution of Vernacular Architecture. To this end, the different characteristics of Vernacular Architecture will be analyzed, especially the type of building material and the way it responds to the different climates to which it is exposed. The aim is to understand how it may have influenced other architectural movements, and to analyze, in accordance with global evolution, how Vernacular Architecture will adapt to the new technological world.

This dissertation also aims to raise awareness in the academic world of Architecture for environmental problems, caused by the construction process and the abusive use of industrial building materials, which are causing a drastic impact on our environment.

## **Keywords**

Vernacular Architecture; Climate; Evolution; Form; Sustainability;



# Índice

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 JUSTIFICAÇÃO DA PROPOSTA .....	1
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.3 METODOLOGIA.....	3
1.4 ESTRUTURA .....	3
<b>2. PASSADO.....</b>	<b>5</b>
2.1 O ABRIGO COMO PRIMEIRA EXPRESSÃO ARQUITETÓNICA .....	5
2.2 CONCEITO DE ARQUITETURA VERNACULAR .....	7
2.3 A INFLUÊNCIA DO CLIMA NA ARQUITETURA VERNACULAR.....	8
2.3.1 Fatores climáticos .....	9
2.3.2 Classificação Climática .....	10
2.3.3 A influência do clima na Forma .....	11
2.4 OS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO VERNACULAR .....	36
2.4.1 Terra.....	37
2.4.2 Pedra .....	51
2.4.3 Madeira .....	57
2.4.4 Bambu .....	62
<b>3. PRESENTE .....</b>	<b>67</b>
3.1 SUSTENTABILIDADE NA ARQUITETURA VERNACULAR.....	67
3.1.1 Conceito de Sustentabilidade.....	67
3.1.2 Conceito de Construção Sustentável.....	68
3.1.3 A influência da Arquitetura Vernacular na Arquitetura Sustentável.....	69
3.2 SISTEMAS PASSIVOS NAS CONSTRUÇÕES .....	72
3.2.1 Sistemas de aquecimento passivos .....	73
3.2.2 Sistemas de arrefecimento passivos.....	79
3.3 A ARQUITETURA VERNACULAR NO SÉCULO XXI .....	85
3.3.1 Primary School Complex, Burkina Faso .....	86
3.3.2 Wind and Water Bar, Vietname .....	89
3.3.3 Jianamani Visitor Centre, China.....	91
<b>4. FUTURO .....</b>	<b>95</b>
4.1 QUAL O FUTURO DA ARQUITETURA VERNACULAR? .....	95
4.2 ARQUITETURA VERNACULAR E O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO .....	97

<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>103</b>
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105

## Lista de Figuras

Figura 1: Mapa mundial da classificação climática de Köppen – Geiger (Peel, Finlayson, MacMahon [sem data]).	11
Figura 2: Mapa climático Grupo A, classificação climática Köppen-Geijer (Peel, Finlayson, MacMahon [sem data]).	12
Figura 3: Diagrama explicativo, organização aleatória de forma a permitir a passagem dos ventos predominantes (Autor).	13
Figura 4: “A forma quase perfeita da casa, apropriada ao clima local”, adaptado de (Bezemer 2008).	14
Figura 5: Casa típica da Malásia onde são visíveis as adaptações ao clima ( <i>Architectural Design Of Traditional Malay House</i> [sem data]).	15
Figura 6: Exemplo de uma cabana de fazenda em Sri Ksetra Pyu, Myanmar, construída com troncos de árvores, esteiras de bambu, ripas e palha (Piesik 2017, p. 123).	15
Figura 7: Mapa climático Grupo B, classificação climática Köppen-Geijer (Peel, Finlayson, MacMahon [sem data]).	16
Figura 8: Vista aérea da velha Ghardaia (Steinmetz [sem data]).	17
Figura 9: Vista aérea de Beni Isguen (Steinmetz [sem data]).	17
Figura 10: Ilustração da convergência de ventos frescos provenientes de becos e ruas estreitas numa grande praça central (Autor).	18
Figura 11: Ilustração da utilização de pátios no interior das habitações como meio de arrefecimento e filtração de poeiras (Autor).	19
Figura 12: Diagrama representativo das construções aglomeradas, típicas de climas quentes e secos, adaptado de (Rapoport 1969, p. 89).	20
Figura 13: “ <i>Vardzia dwellings</i> ”, Georgia ( <i>Vardzia dwelling</i> [sem data]).	20
Figura 14: <i>Kandovan dwellings</i> , Irão ( <i>Kandovan dwelling</i> [sem data]).	21
Figura 15: Vista em corte de uma habitação em Matmata, adaptado de (Rapoport 1969, p. 91).	21
Figura 16: Cidade subterrânea, China (Rudofsky 1964, p. 16).	21
Figura 17: Mapa climático Grupo C, classificação climática Köppen-Geijer (Beck et al. [sem data]).	22
Figura 18: Esquerda – Rua de Évora; Direita. Diagrama que demonstra o fluxo de ar em diferentes períodos do dia (tarde/noite; madrugada/início da manhã) (Fernandes, Mateus, Bragança, Correia da Silva 2015).	23
Figura 19: Planeamento urbano compacto. Esquerda – Évora, Portugal. Direita – Tirana, Albânia (Fernandes et al. 2017).	23

Figura 20: Persianas e grades de ventilação. Em cima–Portugal. Em baixo–Albânia (Fernandes et al. 2017).....	24
Figura 21: Uso de vegetação para sombreamento. Em cima – Portugal. Em baixo – Albânia (Fernandes et al. 2017). .....	25
Figura 22: <i>Neowa</i> , casa tradicionais da Coreia so Sul (Yun 2015). .....	26
Figura 23: Telhado de uma casa <i>Neowa</i> , construído em telhas de madeira (Piesik 2017, p. 351). .....	26
Figura 24: Mapa climático Grupo D, classificação climática Köppen-Geijer (Beck et al. [sem data]). .....	27
Figura 25: <i>Goahti</i> ( <i>Goahti</i> [sem data]); .....	28
Figura 26: <i>Gamme</i> norueguês (Piesik, 2017, p. 377). .....	28
Figura 27: <i>Kata</i> (Cook 1996, p. 283). .....	29
Figura 28: Uma família indígena em frente ao seu <i>goahti</i> , uma tenda mais larga e alongada, e o <i>lavvu</i> em segundo plano (Bergmo [sem data]). .....	29
Figura 29: Habitação tradicional dos povos nómadas do Cazaquistão, <i>Kiiz ui</i> (Piesik 2017, p. 399). .....	30
Figura 30: Secção de um <i>Kiiz ui</i> , onde mostra a sua estrutura interior em madeira ( <i>Print of Kazakh yurt in cross section, Kazakhstan</i> [sem data]). .....	30
Figura 31: Mapa climático Grupo E, classificação climática Köppen-Geijer (Beck et al. [sem data]). .....	31
Figura 32: Esquemas da compacidade dos volumes (Olgyay 2015, p. 93). .....	31
Figura 33: Localização de uma vila de Esquimós, adaptado de (Rapoport 1969, p. 98). ....	32
Figura 34: Forma ideal para menor resistência ao vento (Rapoport 1969, p. 98). .....	32
Figura 35: Construção de um Iglu, definição do diâmetro e técnica de espiral continua e inclinada (Cook 1996) .....	33
Figura 36: Diagrama esquemático, corte transversal de um Iglu, adaptado de (Rapoport 1969, p. 99). .....	33
Figura 37: Variação da temperatura consoante a altura do Iglu, adaptado de (Cook 1996). .....	34
Figura 38: Desenho de um Iglu (Interior/Exterior) (Fitch, Branch 1960). .....	34
Figura 39: Corte e revestimento da construção em turfa (Piesik 2017, p. 422). .....	35
Figura 40: Habitação construída em turfa, típica da ilha de Islândia (Hronn [sem data]).	35
Figura 41: <i>Ramesseum</i> em Tebas, Egipto (Jenrich [sem data]). .....	38
Figura 42: As 12 principais técnicas de construção em terra ( <i>The 12 main earth techniques</i> [sem data]). .....	39
Figura 43: Construções subterrâneas na região de Nxiang, China ( <i>Earth Dug Out</i> [sem data]). .....	40

Figura 44: Escola de <i>Fenghuo</i> na região de Nxiang, China ( <i>Earth Dug Out</i> [sem data]) ..	40
Figura 45: Processo de corte de blocos de terra em Orissa, Índia ( <i>Cut Blocks</i> [sem data]).	41
Figura 46: Processo de empilhamento de sacos de terra em Califórnia, USA ( <i>Earth Filled In</i> [sem data]).	42
Figura 47: Cobertura de Salão em Porto Santo, Portugal (Figueira 2016, p. 133).	42
Figura 48: Cobertura ajardinada numa construção contemporânea, Guimarães (Obra Atelier [sem data]).	43
Figura 49: Técnica de construção em Taipa, Marrocos ( <i>Traditional Rammed Earth</i> [sem data]).	44
Figura 50: CINVARAM - A primeira prensa para blocos de terra comprimidos ( <i>Compressed Earth Blocks</i> [sem data]).	44
Figura 51: Bloco de terra comprimida (BTC) ( <i>BTC, compressed earth block</i> [sem data]).	44
Figura 52: Esquerda - Construção de um silo em terra moldada em Jos, Nigéria. Direita - Silo em terra moldada, Nigéria. ( <i>Shaped Earth</i> [sem data])	45
Figura 53: Ninho de térmitas em Toussiana, Burkina-Faso ( <i>Termite Wonders</i> [sem data]).	46
Figura 54; Técnica de empilhamento de terra, Burkina-Faso ( <i>Stacked Earth (cob)</i> [sem data]).	46
Figura 55: Moldagem de blocos de Adobe em Ladakh, Índia ( <i>Adobe Moulding</i> [sem data]).	47
Figura 56: Processo de secagem dos blocos de Adobe (Pulido [sem data]).	48
Figura 57: Processo de criação de tijolos de terra extrudidos ( <i>Extruded Earth</i> [sem data]).	48
Figura 58: Manutenção de uma casa construída em turfa, Islândia (Bjarnason [sem data]).	49
Figura 59: Aspeto final após junção da terra com palha ( <i>Formed Earth (straw clay)</i> [sem data]).	50
Figura 60 Aplicação da terra em blocos moldados “ <i>In situ</i> ”, Nova Zelândia ( <i>Poured Earth</i> [sem data]).	50
Figura 61: Escavações arqueológicas das muralhas de Jericó (Case [sem data]).	51
Figura 62: Pirâmide de Djoser, Egipto (Desconhecido [sem data]).	52
Figura 63: Pártenon, Grécia (Georgescu [sem data]).	52
Figura 64: Coliseu de Roma, Itália (FeaturedPics [sem data]).	53
Figura 65: Parede de pedra em cantaria ( <i>Mamposteria de la piedra</i> [sem data]).	54
Figura 66: Parede de alvenaria de pedra com junta argamassada ( <i>Alvenaria com junta argamassada</i> [sem data]).	54
Figura 67: Alvenaria de pedra com junta seca, adaptado de (Azevedo 2010, p. 24).	55

Figura 68: Detalhe de elevação de uma parede de pedra aparelhada (Azevedo 2010, p. 26). .....	56
Figura 69: Pormenor de parede de alvenaria de pedra ordinária (Freire 2011, p. 26)......	56
Figura 70: Parede de alvenaria mista (Colin [sem data]). .....	57
Figura 71: Corte transversal de um tronco de uma árvore (Gomes 2015). .....	58
Figura 72: Abrigo aborígine (Monteiro 2013, p. 17)......	58
Figura 73: Construções subterrâneas (Torres 2010). .....	59
Figura 74: Casa de troncos (Torres 2010)......	60
Figura 75: a) Sistema Porticado; b) Sistema Entramado (Torres 2010). .....	60
Figura 76: À esquerda - <i>Himis</i> ; À direita - “ <i>Timber Frame</i> ” (Güneş [sem data]). .....	61
Figura 77: “ <i>Ballon frame</i> ” e “ <i>Plataform frame</i> ” (Monteiro 2013). .....	61
Figura 78: a) Telhado em meias canas de bambu; b) Telhado com telha em lanceta (Correia 2014). .....	63
Figura 79: Casa Tana Toraja, Indonesia ( <i>Travel in Indonesia: fascinating Tana Toraja culture of Central Sulawesi</i> [sem data]).....	63
Figura 80: Diversidade de paredes, adaptação (Jain [sem data]). .....	64
Figura 81: Esquerda - Achatamento dos colmos para fazer o revestimento das habitações; Direita - Aplicação dos colmos achatados (Parsons 1991). .....	65
Figura 82: Em cima: Colmos inteiros, metades de colmos e placas de bambu desenrolado; Em baixo: padrões de esteiras de bambu (Correia 2014). .....	65
Figura 83: Energia incorporada e Potencial de Aquecimento Global (Mateus et al. 2015, p. 46). .....	71
Figura 84: Sistema de ganhos diretos (Gonçalves, Graça 2004, p. 34). .....	74
Figura 85: Edifício do Instituto das Comunicações de Portugal, ICP, no Porto (João Álvaro Rocha, Arquitectos, S.A. [sem data]). .....	75
Figura 86: Esquema de funcionamento de uma parede de Trombe (Gonçalves, Graça 2004, p. 35). .....	76
Figura 87: Casa <i>Shäffer</i> , Porto Santo (sistema de parede de Trombe) (Gonçalves, Graça 2004, p. 36). .....	77
Figura 88: Exemplo de sistema de ganho combinado (Estufa) (Gonçalves, Graça 2004, p. 38). .....	77
Figura 89: Moradia unifamiliar com sistema de Estufa em altura de Verão e Inverno, Vale do Rosal (Sousa 2018). .....	78
Figura 90: Agrupamento de escolas do Crato, exemplo da aplicação do sistema de coletores de ar (Gonçalves, Graça 2004, p. 39). .....	79
Figura 91: Esquema de ventilação transversal (Gonçalves, Graça 2004, p. 40). .....	80
Figura 92: Casa Solar, Porto Santo (Gonçalves, Graça 2004, p. 44). .....	81

Figura 93: Entrada exterior e interior dos tubos enterrados da Casa Solar, Porto Santo (Gonçalves, Graça 2004, p. 44). .....	81
Figura 94: Esquema de funcionamento do arrefecimento evaporativo (Gonçalves, Graça 2004, p. 45). .....	82
Figura 95: Esquema de funcionamento do arrefecimento radiativo (Gonçalves, Graça 2004, p. 45). .....	83
Figura 96: Exemplo do desempenho solar de palas horizontais em situações de Verão e Inverno (Pinto et al. 2015, p. 149). .....	84
Figura 97: Exemplo da utilização de palas mistas e lamelas (Pinto et al. 2015, p. 149). ....	85
Figura 98: Alçado frontal do <i>Primary School Complex</i> (Duchoud [sem data]). .....	87
Figura 99: Interior de uma sala de aula (Duchoud [sem data]). .....	87
Figura 100: Alçado lateral do edifício, onde é possível observar a forma da cobertura (Duchoud [sem data]). .....	88
Figura 101: Estrutura de treliças feita através da utilização de barras de aço, onde assenta um telhado em chapa metálica (Duchoud [sem data]). .....	88
Figura 102: Zona exterior do <i>Wind and Water Bar</i> , rodeada pelo lago artificial (Oki, Quang [sem data]). .....	89
Figura 103: Estrutura em arco, feita de canas de bambu (Oki, Quang [sem data]). .....	90
Figura 104: Interior do <i>Wind and Water Bar</i> (Oki, Quang [sem data]). .....	90
Figura 105: Esquema demonstrativo do sistema de arrefecimento passivo incorporado no edifício (Oki, Quang [sem data]). .....	91
Figura 106: Em forma de ofertas aos espíritos dos locais, as pedras <i>Mani</i> são colocadas ao longo das estradas e rios ou empilhadas, formando memoriais ( <i>Jianamani Visitor Centre by Atelier TeamMinus, Tibet</i> [sem data]). .....	92
Figura 107: <i>Jianamani Visitor Center</i> ( <i>Jianamani Visitor Center</i> [sem data]). .....	93
Figura 108: Praça central do edifício em forma quadrangular ( <i>Jianamani Visitor Center</i> [sem data]). .....	93
Figura 109: Planta de cobertura do edifício, onde é possível observar as onze plataformas de observação, todas elas orientadas em direções diferentes ( <i>Jianamani Visitor Center / TeamMinus</i> [sem data]). .....	93
Figura 110: Diagrama de <i>Stefan Behling</i> (Fernandes, Mateus, Bragança, Correia da Silva 2015). .....	96
Figura 111: Centro Pompidou de Paris (Guillot [sem data]). .....	97
Figura 112: Lloyd's Bank de Londres ( <i>Lloyd's Bank</i> [sem data]). .....	98
Figura 113: Protótipo de construções em Timbuktu (Kothapuram et al. 2012). .....	99
Figura 114: Casa "TECLA", Massa Lombardia, Itália. ....	100

Figura 115: Processo de construção da casa “TECLA” com recurso a uma impressora 3D.  
..... 100

Figura 116: *Cerâmica performativa* (Codesignlab [sem data]). ..... 101

Figura 117: *Cerâmica performativa* (Codesignlab [sem data])..... 101

Figura 118: “*Augmented Bricklaying*” (*Augmented Bricklaying* 2019). .....102

# 1. Introdução

Cada dia que passa, a necessidade de adotarmos comportamentos sustentáveis é fundamental. Assistimos nos dias de hoje a um aumento descontrolado dos níveis de poluição ambiental, sendo que a construção e a arquitetura representam grande parte do consumo de energia mundialmente e são responsáveis por cerca de um terço das emissões de carbono. É urgente a preservação do nosso planeta, sendo que é necessário adotarmos comportamentos sustentáveis e a arquitetura é um dos caminhos a seguir.

Através da Arquitetura Vernacular é possível adotar estratégias de construção que ajudem a diminuir estes números de poluição ambiental. A adoção de técnicas de construção Vernacular em nada prejudica a funcionalidade de uma construção, pelo contrário, pode ainda possibilitar que a mesma, além de ser tornar ecologicamente mais sustentável, se torne também mais economicamente sustentável. O uso de materiais locais, mão de obra local, técnicas de construção tradicionais, sistemas passivos, entre outras técnicas Vernaculares, ajuda a tornar as construções mais sustentáveis melhorando assim a pegada ecológica do setor da construção e da Arquitetura.

Mas para conseguir obter resultados positivos é necessário estudar a essência da Arquitetura Vernacular, aprender de onde vêm as suas origens, perceber os seus valores e a sua fundamentação. É necessário estudar a evolução que ela teve ao longo dos tempos, perceber a adaptabilidade que ela teve ao longo das diferentes gerações. Compreender como apesar de tantos anos passarem os valores se mantêm os mesmos.

O objetivo não pode ser querer atingir metas sem primeiro analisar o seu percurso e toda a sua história, e foi a necessidade de demonstrar a evolução que a Arquitetura Vernacular teve ao longo do tempo que motivou a composição desta dissertação.

## 1.1 Justificação da Proposta

Compreender a história e perceber como, e de que forma, evoluímos até aos dias de hoje em geral, sempre foi um interesse pessoal. Acrescentar a isso a paixão pela arquitetura, fez com que o interesse em compreender de que forma certos tipos de arquitetura se desenvolveram, levasse a decidir como tema de dissertação elaborar uma investigação e pesquisa baseada na aprendizagem dos conceitos da Arquitetura Vernacular.

Por se tratar de um tema que não tem uma exposição mediática muito acentuada e do qual existe ainda alguma falta de informação, este chega a passar despercebido até por

aqueles que estudam a Arquitetura e que muitas das vezes não compreendem o verdadeiro significado de Vernáculo ou de Arquitetura Vernacular.

Foi essa mesma falta de informação e curiosidade em compreender a origem destes termos e toda a sua caracterização, que levou à realização desta dissertação. Assim, com esta dissertação pretendo dar o meu contributo para colmatar aquilo que eu acho uma falha, a falta de interesse, conhecimento e divulgação da Arquitetura Vernacular.

Juntando a isto a necessidade que temos nos dias de hoje de pensar em formas de reduzir o impacto ambiental produzido pela Arquitetura e pela construção, desenvolver conhecimento num tipo de Arquitetura Sustentável e Ecológico como a Arquitetura Vernacular, faz na minha opinião todo o sentido, sendo que foi também uma das razões pelas quais decidi escolher esta proposta.

## **1.2 Objetivos**

O objetivo da elaboração desta dissertação passa por conseguir redigir um estudo sobre a Arquitetura Vernacular que consiga, de uma forma sucinta, explicar a evolução da Arquitetura Vernacular ao longo dos tempos. Por se tratar de uma temática que por vezes se encontra esquecida, ignorada e sem que as pessoas lhe atribuam o devido valor, com esta dissertação pretende-se reunir informação credível e dar a conhecer de uma forma resumida toda a evolução da Arquitetura Vernacular ao longo dos tempos. Para que este tipo de conhecimentos e técnicas não se percam na história, é importante que se desenvolvam estudos e pesquisas sobre esses mesmos conhecimentos, quer sejam eles sobre técnicas de construção, sistemas construtivos ou até mesmo a forma de projetar.

Pensar o futuro sem que o passado caia no esquecimento é um dos objetivos desta dissertação. Na procura de informação sobre a Arquitetura Vernacular e ao aprofundar a investigação sobre este tema, é que conseguimos perceber a sua riqueza e importância. Dar a conhecer uma forma de pensar a Arquitetura com características específicas em que o principal propósito é atender às necessidades do seu utilizador, acomodando valores, economia, cultura e o modo de vida são objetivos essenciais a considerar.

Com esta dissertação pretende-se contribuir para explicar as características fundamentais da Arquitetura Vernacular e mostrar de que forma as mesmas evoluíram ao longo do tempo e são aplicadas mesmo nos tempos atuais. Com a necessidade existente nos dias de hoje de adotarmos cada vez mais medidas ecológicas, com esta dissertação pretende-se demonstrar que a Arquitetura Vernacular é uma ótima forma de projetar pensando no meio ambiente de uma forma sustentável e ecológica.

### **1.3 Metodologia**

A metodologia utilizada na realização desta dissertação passa pela pesquisa, recolha, análise e tratamento de informação.

Numa primeira fase procede-se a pesquisa e recolha de elementos bibliográficos sobre os temas que irão ser abordados ao longo desta dissertação. Procurando através de livros e artigos previamente publicados recolher o maior número de referências bibliográficas com credibilidade de forma a enriquecer ao máximo a dissertação.

Após a pesquisa e recolha de elementos bibliográficos é necessário, numa segunda fase, proceder a uma análise e seleção da informação recolhida de forma a conseguir retirar o máximo de informação possível sem que a mesma se sobreponha e se repita.

Numa última fase, após a análise e seleção da informação, avança-se para o desenvolvimento e redação da dissertação.

### **1.4 Estrutura**

A presente dissertação encontra-se dividida em três partes que pretendem descrever a evolução da Arquitetura Vernacular.

Numa primeira parte, com o título de Passado, pretende-se explorar o passado da Arquitetura Vernacular e perceber a sua origem. Perceber de que forma o abrigo construído pelo homem, depois de ter abandonados as cavernas, pode ser considerado como uma das primeiras formas de expressão arquitetónica e perceber os motivos que o levaram a esse abandono. Explicar a origem do termo Arquitetura Vernacular, perceber todo o seu conceito, quais as suas fundamentações e as suas origens. Pretende-se também durante este capítulo apresentar de que forma as construções vernaculares se distinguem consoante o tipo de clima local, quais os tipos de materiais utilizados nas construções vernaculares e a forma como os mesmos são aplicados.

Na segunda parte desta dissertação, que tem como título, Presente, irá ser abordada a arquitetura vernacular nos contextos dos dias em que vivemos. Com a necessidade de adotarmos cada vez mais práticas sustentáveis, neste capítulo vamos analisar a ligação entre a Arquitetura Sustentável e a Arquitetura Vernacular, e perceber de que forma a Arquitetura Vernacular pode desempenhar um fundamental em termos de sustentabilidade. Ainda neste capítulo vão ser apresentados alguns sistemas passivos que ajudam as construções a melhorar as condições de habitabilidade dos espaços,

melhorando o conforto térmico. Para finalizar iremos analisar exemplos da Arquitetura Vernacular no século XXI.

Com a terceira e última parte, denominada de Futuro, pretende-se tentar perceber qual o futuro que a Arquitetura Vernacular irá seguir, procurando analisar alguns estudos que estão a ser realizados sobre potenciais desenvolvimentos tecnológicos que complementem a arquitetura vernacular no futuro tornando-a assim mais eficaz.

Como conclusão desta dissertação após a análise de todas os capítulos de desenvolvimento da mesma, é feita uma reflexão sobre a temática desenvolvida, de forma a conseguir chegar a uma conclusão sobre o tema principal desta dissertação, a evolução da Arquitetura Vernacular.

## 2. Passado

### 2.1 O abrigo como primeira expressão Arquitetónica

A procura de alimentos e abrigo constituíram as principais necessidades do homem primitivo. No início, incapaz de construir o seu próprio abrigo, o homem primitivo foi obrigado a depender daquilo que a natureza lhe fornecia. A caverna era, ao mesmo tempo, a mais conveniente e segura maneira de sobreviver e o seu uso universal nos tempos primitivos é atestado pelo grande número de vestígios e relíquias encontradas no interior das mesmas ao longo dos anos (Ferree 1889, p. 25–28).

À medida que o homem se acostumava com o que o rodeava e à medida que as suas ideias se tornavam mais fortes e definidas, ele começou a pensar na construção do seu próprio abrigo. Inicialmente, este abrigo era constituído por uma mera pilha de folhas e galhos. Se sujeito a um vento constante, procurava fazer um semicírculo de galhos cravados no solo e usava uma lareira como fonte de aquecimento. Já numa fase mais avançada, o homem primitivo constrói um círculo de galhos, junta as suas pontas e amarra-as com uma tira de casca de árvore. Apesar da evolução a sua cabana ainda não estava completa, mas a sua técnica permaneceu assim por uns tempos até lhe adicionar uma estrutura de ramos cruzados e galhos de forma a conseguir controlar melhor o vento (Ferree 1889, p. 25–28).

As primeiras formas de construção de abrigos foram formas circulares e retangulares, onde a diferença entre estas duas formas poderá ser explicada pela sua utilização. A utilização de formas redondas seria feita por famílias singulares, já as formas de construção retangulares seriam utilizadas por mais que uma família ou por famílias muito numerosas (Ferree 1889, p. 25–28).

A verdade é que o abandono das casas retangulares e circulares é apenas um simples caso de desenvolvimento natural. Primeiro, temos um quebra-vento simples, uma única faixa de casca de árvore, e de seguida através da adição de novos elementos, as formas como os abrigos eram construídos foram evoluindo (Ferree 1889, p. 25–28).

O modo de vida do homem primitivo era um elemento essencial para determinar a forma e o carácter das suas construções. Nos primeiros tempos, o homem estava sempre em constantes movimentos em busca de novos abrigos, novos locais de descanso, novos alimentos. Como a sua vida passava por andar de um lado para o outro, ele não podia carregar nada consigo. Mais tarde, quando aprendeu a utilizar algumas ferramentas simples, começou a esfolar animais, e assim, a preparar as suas peles de forma a construir

uma cabana com um pouco mais de cuidado, passando a transportar os utensílios consigo (Ferree 1889, p. 25–28).

Ao deixar de andar de um lado para o outro e a partir do momento em que o homem primitivo procura um lugar para habitar, o mesmo passa a desenvolver técnicas de construção para melhorar os seus abrigos. A partir deste momento, o homem primitivo começa o desenvolvimento das suas construções, voltado sempre para as necessidades que o mesmo enfrenta. O seu abrigo adapta-se não só às necessidades climatéricas, mas também aos dilemas sociais e culturais.

A necessidade de lidar com fatores extremos como o clima fez com que o homem primitivo desenvolvesse uma grande capacidade de projetar os seus abrigos. Adaptando-se às condições climatéricas existentes e através da utilização de materiais locais, o homem primitivo desenvolveu técnicas de construção que possibilitaram a sua sobrevivência (Fitch, Branch 1960).

Assim, com a necessidade de construir abrigos que permitissem alcançar uma proteção que respondesse de forma eficaz aos fatores climatéricos, sociais e culturais, surgem então as primeiras formas de Arquitetura. Desenvolvidas ao longo dos tempos, sempre através da necessidade de responder a alguma dificuldade, o abrigo surge assim como primeira expressão de Arquitetura, uma *Arquitetura por não Arquitetos*.

Desta forma, e em termos arquitetónicos, os designs indígenas tradicionais são o paralelo construtivo à *evolução darwiniana* da adequação ambiental no mundo biológico. Assim, os tipos de vegetação e sistemas biológicos que surgiram em resposta aos seus regimes climáticos únicos podem ter uma analogia arquitetónica. O projeto arquitetónico indígena, por definição, é baseado em materiais locais. É restrito aos recursos locais e surgiu como um conhecimento íntimo das necessidades climáticas, desenvolvido por meio do desenvolvimento humano contínuo e consistente. As flores, as folhas, os caules das plantas e os insetos são usados nos telhados, nas varandas e nas cozinhas da arquitetura indígena. Especialmente em condições altamente stressantes ou exageradas de climas extremos, tanto a vegetação indígena como a arquitetura indígena podem ser ricas em informações. Para todos, exceto o Esquimó ou o Inuit nativo, o Ártico e o Subártico representam uma das expressões mais criativas de climas extremos para os humanos (Cook 1996).

## 2.2 Conceito de Arquitetura Vernacular

Juntamente com a evolução da espécie humana também a arquitetura evoluiu ao longo do tempo. Como foi referido anteriormente, após o abandono das grutas por parte do Homem e a procura pelo desenvolvimento de novas formas de habitar, surge então a Arquitetura Vernacular.

De forma a compreender o significado do termo Arquitetura Vernacular devemos recuar até ao significado primordial da palavra “Arquiteto”. “Arquiteto” de origem grega *arkhi-* e *tektion*, significa “construtor-chefe”, por outro lado, a palavra “Arquitetura” é definida como a “*Ciência da Construção*”. Juntando, assim, a primeira metade do termo, “Arquitetura”, à palavra “Vernacular”, esta derivada do latim *vernaculus*, que significa “nativo, indígena, doméstico”, obtemos a definição de “*ciência nativa da construção*” (Oliver 2006, p. 4).

Podendo ser definida etimologicamente como “*ciência nativa da construção*”, a Arquitetura Vernacular significa bastante mais do que a sua tradução etimológica. Paul Oliver, um conceituado historiador da Arquitetura Vernacular por todo o mundo, definiu o termo de Arquitetura Vernacular no seu livro, “*The Encyclopedia of Vernacular Architecture of the World*”, como “*compreendendo as habitações e todos os outros edifícios do povo. Relacionados com o contexto ambiental e com os recursos disponíveis, são habitualmente construídos pelo proprietário ou pela comunidade, utilizando técnicas tradicionais. Todas as formas de Arquitetura Vernacular são construídas para atender a necessidades específicas, acomodando os valores, economias e o modo de vida das culturas que os produzem.*” (Oliver 2007, p. 14–15).

Durabilidade e versatilidade são também algumas das características da Arquitetura Vernacular e são visíveis na sua adaptação a diversos fatores como o clima, o tipo de materiais disponíveis, as diferentes técnicas de construção, o modo de habitar o espaço e até a própria economia do local. Sem passar por ciclos de modas, a Arquitetura Vernacular tem como um dos principais propósitos servir as necessidades básicas dos diversos fatores anteriormente mencionados (Rudofsky 1964, p. 1, 13).

Utilizada como resposta às necessidades de um lugar específico, a Arquitetura Vernacular pode ser considerada “*a linguagem arquitetónica do povo*” com os seus “*dialetos*” étnicos, regionais e locais (Oliver 2006, p. 17).

A disponibilidade de materiais locais para a construção e o conhecimento adquirido com o passar do tempo das técnicas mais eficientes, torna este tipo de construções ricas em

sustentabilidade. Através da aplicação de materiais naturais em técnicas de aquecimento e arrefecimento é possível obter uma maior eficiência térmica e de uma forma muito mais económica, adaptando assim a própria construção ao local onde ela está inserida (Oliver 2006, p. 15).

Assim, sendo a Arquitetura Vernacular moldada pelo clima, cultura, economia local, tipos de recursos naturais e localização geográfica, é possível fazer uma divisão dos diferentes tipos de arquitetura vernacular, baseando-se na combinação destes fatores.

### **2.3 A influência do clima na Arquitetura Vernacular**

Desde que o homem primitivo decidiu abandonar as áreas que não necessitavam de construção (cavernas), que ele procurou formas de desenvolver e construir abrigos com o objetivo de proteger a si próprio, quer do clima quer de inimigos animais ou outros Homens, e com o objetivo de guardar os seus bens. Aquando das construções, as populações sabiam que nada podia ser desperdiçado, desprezado ou ignorado, pois as comunidades sabiam por experiência própria que o seu bem-estar dependia da manutenção da harmonia com o ambiente em redor (Fernandes et al., 2015).

Sendo o clima um dos fatores mais importantes na construção de um abrigo, *“construtores e artesãos aprenderam a resolver os seus problemas em colaboração com a natureza. Como qualquer falha significava ter de enfrentar pessoalmente as duras forças da natureza, os seus edifícios eram projetados como conchas naturais para os proteger e ajudar no modo de vida”* (Rapoport 1969, p. 84). Assim, o impacto do clima desempenhava um papel essencial na forma como construía os seus abrigos, pois era necessário que estes suportassem as exigências climáticas (Rapoport 1969, p. 84).

Essa necessidade de construir algo que o protegesse levou a que desenvolvesse uma capacidade de adaptar as suas construções aos diferentes condicionantes a que estava exposto, incluindo diferentes tipos de clima com que se deparava, *“em condições de fraca tecnologia e limitados sistemas de controle ambiental, onde o homem não pode dominar a natureza, mas deve se adaptar a ela”* (Rapoport 1969, p. 83).

Muita da influência na Arquitetura Vernacular tem como determinante o fator cultural onde esta se inseria, deixando por vezes o fator climático para segundo plano. Apesar de tudo, existem muitas culturas, pré-históricas, históricas e contemporâneas, que nos fornecem informações e recursos ricamente informativos sobre como projetar de uma forma eficaz e protegendo as construções das intempéries climatéricas (Cook 1996).

Cada tipo de clima permite encontrar soluções diferentes para combater os diversos fatores climáticos, sendo que, “*Quanto mais severas as restrições climáticas, mais a forma será limitada e fixa*”, levando a que em regiões onde o clima é mais agressivo existam menos possibilidades de criar formas diferentes. É também nessas mesmas regiões que é possível encontrar soluções mais fortes e esclarecedoras dado o ambiente físico mais difícil e o clima mais severo (Rapoport 1969, p. 83–87).

Estas adaptações no método de construção, ajustadas às condições climáticas locais, desenvolvem conceitos bioclimáticos na Arquitetura Vernacular que são hoje cientificamente válidos. A combinação da aplicação de técnicas e soluções culturais, embora rudimentares, com a falta de recursos e a utilização de materiais locais faz com que os edifícios assumam uma identidade local que caracteriza a imagem arquitetônica de uma determinada região (Ferreira et al. 2013, p. 639).

Soluções primitivas e vernaculares mostram uma variedade de designs que se relacionam com as condições dominantes numa determinada região, bem como as interpretações culturais e simbólicas que uma população adquire relativamente às condições a que está sujeita e à sua definição de conforto. Estes tipos de construções mostram não só soluções individuais, mas também soluções em grupo com características relativas à cultura onde se inserem, o clima e o microclima, materiais típicos e topografia local. É através da interação de fatores como os mencionados anteriormente, que conseguimos justificar e explicar a semelhança entre soluções separadas por milhares de anos e quilómetros e as diferenças entre soluções em condições e áreas semelhantes (Rapoport 1969, p. 83–87).

### **2.3.1 Fatores climáticos**

De forma a compreender a relação entre o clima e a Arquitetura Vernacular, devemos em primeiro lugar perceber quais os fatores em que o mesmo a influencia e compreender os diferentes tipos de climas existentes no nosso planeta e a forma como são classificados. Sendo o clima, variável de acordo com as regiões geográficas, um fator determinante na Arquitetura Vernacular, o estudo e a recolha de informações sobre o mesmo é um passo extremamente importante para uma melhor adaptação das construções.

O sistema climático de uma região possui cinco componentes principais: a atmosfera, a hidrosfera, a criosfera, a superfície terrestre e a biosfera. Qualquer variação num destes cinco componentes do sistema climático faz com que o mesmo se modifique de região para região, criando assim diferentes tipos de climas. Além disso, todos os climas resultam de inúmeros outros fatores que incluem: latitude, elevação, topografia, distância do oceano e a sua localização num continente. Contudo, apesar de ser possível

determinar o clima de uma região através dos fatores anteriormente mencionados, nenhum clima é totalmente uniforme. Existem em todas as regiões climáticas, pequenas variações, denominadas de microclimas, que alteram o clima dessas mesmas regiões. *“Esses microclimas são amplamente influenciados por características topográficas, como lagos, vegetação e cidades”* (National Geographic Society [sem data]).

### **2.3.2 Classificação Climática**

Existem diversos sistemas de classificação de climas, isto porque os mesmos resultam da combinação de vários fatores que dão origem a uma divisão de categorias climáticas. Entre os diversos sistemas de classificação climática existentes, o sistema chamado de Köppen-Geiger, desenvolvido pelo climatologista Russo-Alemão Wladimir Köppen com a colaboração de Rudolf Geiger, é aceito como o método mais preciso para mapear os climas mundiais (Zhai, Previtali 2010).

Wladimir Köppen observou que o tipo de vegetação de uma região estava intrinsecamente ligado ao clima a que a mesma estava exposta. Através da análise de variáveis como a temperatura, precipitação e vegetação de uma região, juntamente com outros cientistas, Köppen desenvolveu um sistema capaz de nomear regiões climáticas. No sistema climático de Wladimir Köppen (Figura 1: Mapa mundial da classificação climática de Köppen – Geiger) existem cinco tipos de grupos climáticos (tropical, seco, temperado, continental e polar), sendo que estes grupos climáticos são depois divididos em tipos de clima (Chen, Chen 2013; National Geographic Society [sem data]). A seguinte lista mostra os diferentes grupos climáticos e os tipos de clima:

Grupo A - Clima Tropical:

- Floresta tropical;
- Monção tropical;
- Savana tropical húmida e seca.

Grupo B - Clima Seco:

- Deserto (árido);
- Estepe (semiárido).

Grupo C - Clima Temperado:

- Mediterrâneo;
- Subtropical húmido;
- Oceânico.

**Grupo D - Clima Continental:**

- Continental de verão quente;
- Continental de verão fresco;
- Subártico.

**Grupo E - Clima Polar:**

- Tundra;
- Calota de gelo.

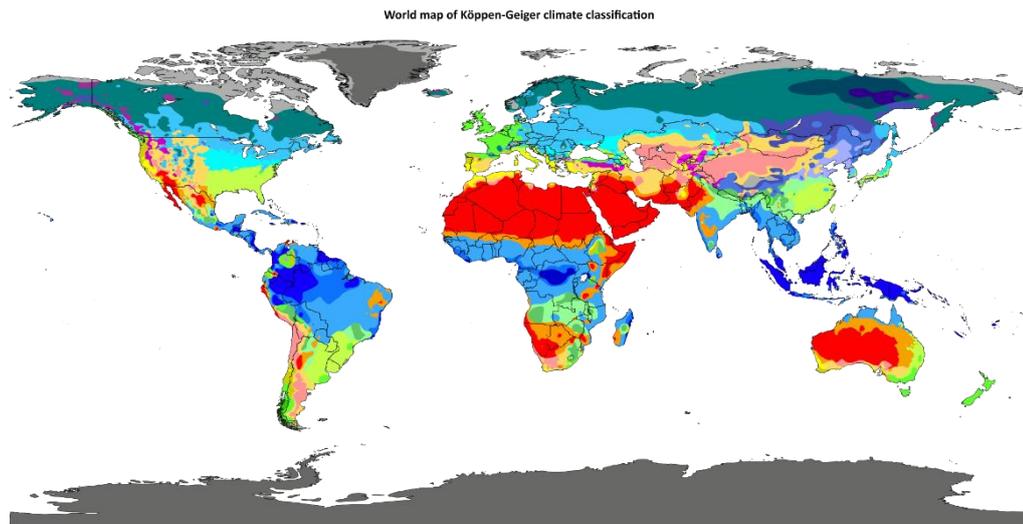


Figura 1: Mapa mundial da classificação climática de Köppen – Geiger (Peel, Finlayson, MacMahon [sem data]).

### **2.3.3 A influência do clima na Forma**

**Grupo A - Clima Tropical**

Localizados maioritariamente ao longo da linha do equador, os climas quentes e húmidos (Figura 2) são caracterizados por uma temperatura anual média alta, geralmente superior a 18°C ao longo do ano com variações sazonais derivadas das chuvas (Amasuo, Baird 2016). Altos níveis de humidade, temperatura e radiação solar, fazem com que as regiões abrangidas por este clima tenham a necessidade de, através das suas construções, tentar controlar as ações climáticas (Bezemer 2008).

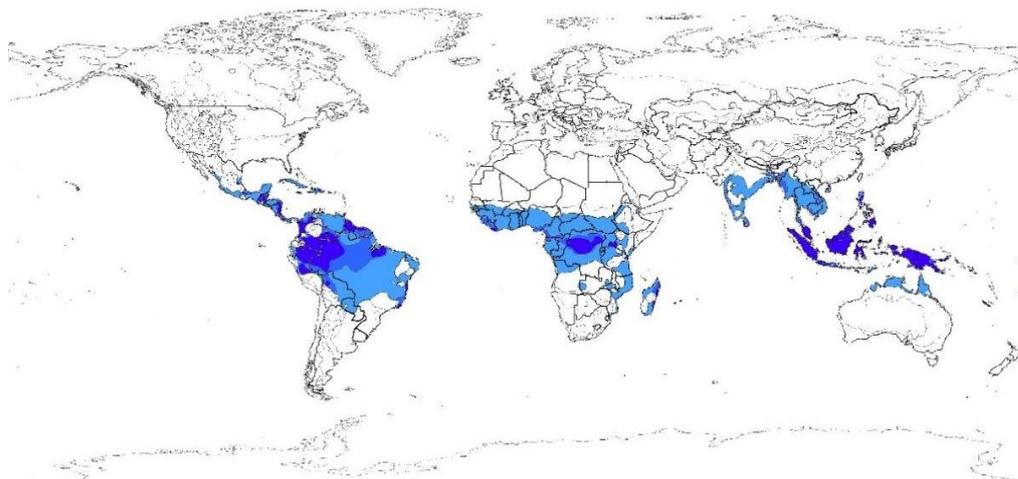


Figura 2: Mapa climático Grupo A, classificação climática Köppen-Geiger (Peel, Finlayson, MacMahon [sem data]).

Para um controlo do clima mais eficaz é necessário ter em conta os diversos fatores climáticos que desempenham um fator determinante nos climas quentes e húmidos. Assim, a temperatura, a humidade, a pressão atmosférica, o vento e a precipitação são aspetos muito importantes a ter em conta na forma como as construções combatem o clima (Riley, Cotgrave, Farragher 2017, p. 38).

De forma a obter uma construção que seja eficazmente adaptável ao clima, existem determinados aspetos a ter em conta numa construção, são eles (Ossen, Majid, Ahmad 2008):

- Minimização do ganho de calor no interior durante as estações quentes;
- Controlo do ganho de calor no interior, minimizando o ganho de calor durante o dia e maximizando a perda de calor durante a noite;
- Escolha do local de acordo com critérios microclimáticos;
- Controlo da radiação solar;
- Regulação da circulação de ar.

A utilização de materiais locais faz com que as construções necessitem de menos tempo para serem concluídas, diminuindo assim a pegada ecológica dos edifícios. Nestas regiões os materiais mais utilizados são a palha, as folhas de árvores, o bambu, a madeira e a argila, pois são aqueles que se encontram em maior abundância (Zune, Rodrigues, Gillott 2019).

A localização é um dos primeiros aspetos a ter em conta numa construção. As regiões com vegetação densa e com árvores de folha permanente eram as mais indicadas para

construir, pois era possível aproveitar o sombreamento proveniente da vegetação de forma a controlar a exposição solar. Além de procurar um local com boa proteção solar, outra das preocupações prendia-se com a sua orientação. Situando-se um pouco aleatoriamente em relação umas às outras (Figura 3), procurava-se, sempre que possível, aproveitar os ventos predominantes de forma a obter uma ventilação mais eficaz (Bezemer 2008).

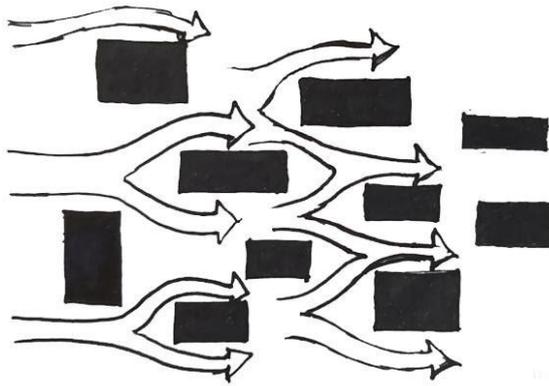


Figura 3: Diagrama explicativo, organização aleatória de forma a permitir a passagem dos ventos predominantes (Autor).

O controlo da exposição solar representa uma grande preocupação nas construções vernaculares em climas tropicais. A utilização de telhados com grandes saliências permite proteger o edifício do ganho de calor direto da exposição solar (Zune et al. 2020). Além de proteger as zonas inferiores das habitações reduzindo a exposição solar, as grandes saliências dos telhados, típicas das construções vernaculares, permitiam também ventilar o interior das construções em tempo de chuva (Bezemer 2008).

Aliado à utilização de telhados inclinados com grandes beirais, eram utilizados também tetos elevados no interior das construções, típico das construções vernaculares nestes climas. O uso de tetos elevados era normalmente entendido como um método de arrefecimento interior, através do efeito de chaminé. Como o ar quente é mais leve do que o ar frio, o mesmo era empurrado para o exterior das habitações por pequenas aberturas localizadas no topo dos tetos elevados (Bezemer 2008) (Figura 4).

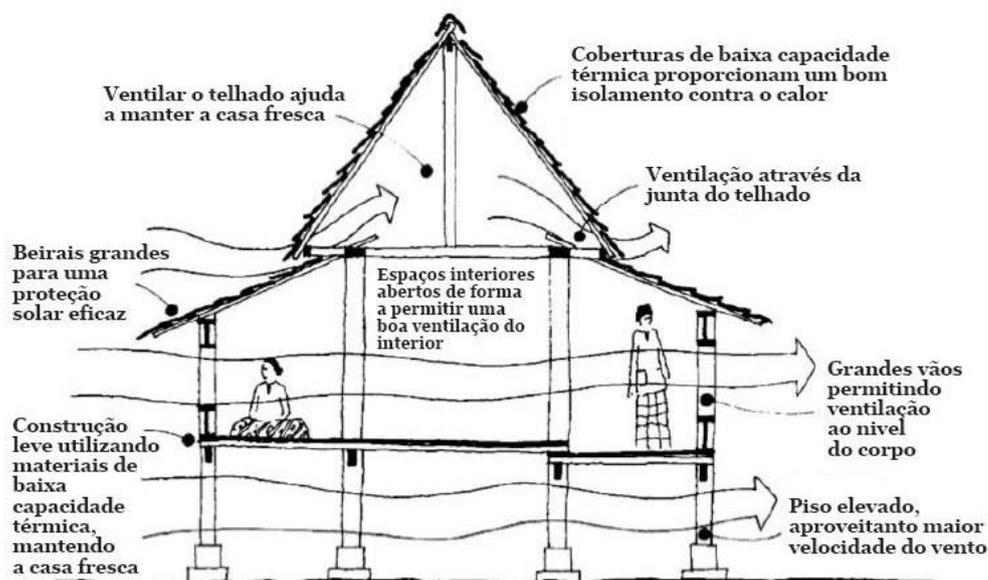


Figura 4: “A forma quase perfeita da casa, apropriada ao clima local”, adaptado de (Bezemer 2008).

Uma outra característica das construções típicas de regiões de clima quente e húmido, é a elevação do piso térreo. Apesar de não ser um clima caracterizado por longos períodos de chuvas fortes, apresenta uma precipitação considerável em alturas de chuva, sendo que uma das razões pela qual muitas das construções típicas destas regiões apresentam o piso elevado do solo, é com o objetivo de proteger as construções contra inundações e impedir a penetração de humidade proveniente do solo (Zune, Rodrigues, Gillott 2019) (Figura 5). Outra das razões pela qual eram utilizados os pisos elevados, era para permitir uma maior livre circulação do vento tanto pela parte inferior do edifício como pelo interior, criando assim uma ventilação mais eficaz (Riley, Cotgrave, Farragher 2017, p. 57).

No interior dos edifícios, eram criadas as mínimas subdivisões possíveis, de forma a criar uma planta mais alongada sem obstáculos que dificultassem a ventilação interior e promovessem a ventilação cruzada natural (Riley, Cotgrave, Farragher 2017, p. 57). As janelas eram colocadas no maior número de locais possíveis da habitação de forma a possibilitar uma maior entrada de ar. Uma forma de fazer a entrada de ar sem a criação de grandes vãos de janela era a colocação de pequenas aberturas junto à parte superior dos telhados de duas águas, protegendo assim essas pequenas aberturas da entrada de chuva (Zune et al. 2020).



Figura 5: Casa típica da Malásia onde são visíveis as adaptações ao clima (*Architectural Design Of Traditional Malay House* [sem data]).

Um exemplo de construção adaptada ao clima tropical, é a casa tradicional de Myanmar. A típica cabana das fazendas de Myanmar é um belo exemplo do uso do espaço, do clima, da orientação e do conhecimento do uso dos materiais (Piesik 2017, p. 122–123).

O seu telhado em forma de chapéu foi projetado de forma a proteger o interior da habitação do calor extremo (Figura 6). O edifício é erguido sobre palafitas o que faz com que seja criada uma abertura na parte inferior do edifício, criando assim um canal que potencia a brisa como sistema de arrefecimento passivo. As paredes da cabana são baixas o que reduz as áreas verticais expostas ao sol quente, que juntamente com as grandes saliências do telhado, proporciona um microclima mais fresco no interior e ao redor do edifício (Piesik 2017, p. 122–123).



Figura 6: Exemplo de uma cabana de fazenda em Sri Ksetra Pyu, Myanmar, construída com troncos de árvores, esteiras de bambu, ripas e palha (Piesik 2017, p. 123).

## Grupo B - Clima Seco

Caracterizado pelas elevadas temperaturas, o clima quente e seco (Figura 7) apresenta alterações extremas da temperatura da noite para o dia (Molinar-Ruiz 2017). Apesar das chuvas serem raras, devido à baixa percentagem de humidade, as regiões de clima quente e seco enfrentam outro tipo de problemas. Os ventos fortes são um dos fatores condicionantes, dando origem a tempestades de areia que, em conjunto com as elevadas temperaturas, tornam estes locais difíceis de habitar (Dabaieh 2011, p. 171).

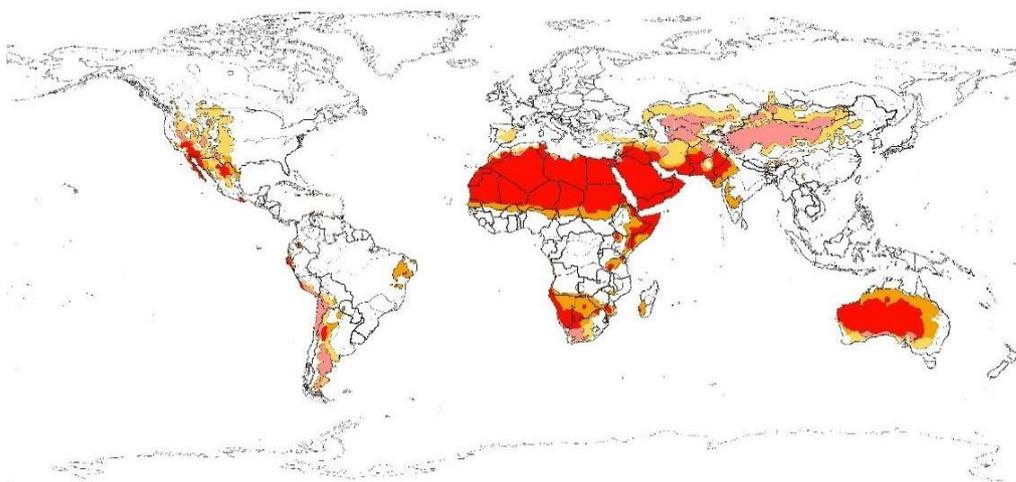


Figura 7: Mapa climático Grupo B, classificação climática Köppen-Geijer (Peel, Finlayson, MacMahon [sem data]).

De forma a conseguir tornar estas regiões habitáveis, existe a necessidade de adaptar as construções, com recurso a técnicas de construção vernaculares desenvolvidas e aperfeiçoadas ao longo dos tempos, oferecendo assim uma melhor qualidade de vida.

A escolha dos materiais de construção é também um fator muito importante, pois a utilização de materiais locais representa uma diminuição de custos, tanto a nível de fabrico como de transporte, criando assim uma construção mais ecológica e com menos exigência energética (Dabaieh 2011, p. 49).

Para conseguir uma melhor habitabilidade das construções, os habitantes destas regiões foram aperfeiçoando as suas técnicas de construção através de um processo de experiências tendo por base o conceito de “tentativa-erro”. Esse processo de aperfeiçoamento é visível nos diferentes tipos de construções que é possível encontrar nas regiões de clima seco, como por exemplo a cidade de Ghardaia na Argélia (Figura 8 e Figura 9) (Dabaieh 2011, p. 49).



Figura 8: Vista aérea da velha Ghardaia (Steinmetz [sem data]).



Figura 9: Vista aérea de Beni Isguen (Steinmetz [sem data]).

Ao analisarmos regiões onde o clima quente e seco representa um papel preponderante no modo de vida da sociedade, conseguimos constatar que além de existir uma preocupação em desenvolver formas e técnicas de construção que consigam contornar os efeitos do clima, existe também uma adaptação do planeamento urbano. De forma a tirar o máximo de aproveitamento do fluxo de vento, quando possível, as estradas, as ruas ou os becos são alinhados ao longo do mar transferindo, assim, a brisa fresca para o interior da malha urbana. A orientação das casas está também relacionada com a direção dos ventos regionais, conseguindo tirar um melhor aproveitamento das correntes de vento para uma melhor ventilação (Motealleh, Zolfaghari, Parsaee 2016).

Os espaços urbanos são criados com formas e tamanhos diferentes. As ruas e becos estreitos são, por vezes, cobertos, o que permite criar zonas de correntes de ar fresco que convergem em praças amplas abertas, onde o ar mais leve e quente é renovado por ar fresco (Dabaieh 2011, p. 119) (Figura 10).

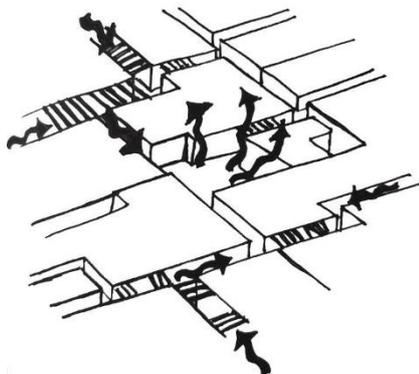


Figura 10: Ilustração da convergência de ventos frescos provenientes de becos e ruas estreitas numa grande praça central (Autor).

Outro fator a ter em conta no planeamento de espaços urbanos é a proteção contra tempestades de areia e a proteção contra as grandes inundações provenientes das chuvas nos picos de colinas e montanhas. Uma forma de conseguir proteger as construções destes fenómenos, é através da edificação em terrenos altos, aglomerando as construções e criando zonas mais compactas que protegem as cidades tanto contra as tempestades de areia como contra as inundações (Mahdy 2018). As habitações tendem a ser construídas da forma mais compacta possível com o objetivo de apresentarem a menor exposição solar, através de uma baixa relação superfície-volume (Guedes, Cantuaria 2019, p. 33–34).

A forma das construções ao longo dos tempos sofreu diversas alterações e, consoante as necessidades, esta vai sendo adaptada na tentativa de obter a máxima resistência ao impacto do clima. Nas regiões de clima quente e seco, a maior dificuldade é conseguir obter uma maior resistência ao ganho de calor no interior das habitações, maximizando as perdas de calor e controlando a remoção do excesso de calor, com recurso a circulação do ar, de modo a arrefecer o interior das habitações (Dabaieh 2011, p. 49).

Reduzir a entrada de calor no interior das habitações começa por ser o primeiro desafio. Para tal são utilizadas paredes maciças de forma a conseguir proteger o interior das habitações do calor extremo que se faz sentir no exterior, além de criar um excelente sistema de aquecimento/arrefecimento, graças à sua inércia térmica e às suas propriedades isolantes. A utilização de paredes com grande espessura, faz com que as mesmas funcionem como grandes reservatórios de calor, protegendo as habitações

durante o dia ao impedir o calor de atravessar do exterior para o interior. Por outro lado, nas horas mais frias e durante a noite, o calor acumulado no interior das paredes é libertado para os espaços internos (Vefik Alp 1991).

Uma das soluções que permite arrefecer de forma natural o interior das habitações é a utilização de pátios interiores (Figura 11). Ao criar estes pátios no interior das habitações, é possível armazenar ar fresco e ao mesmo tempo através da utilização de vegetação, filtrar poeiras, areias e ruídos provenientes do exterior (Vefik Alp 1991). Estes locais não eram apenas utilizados como estratégias de arrefecimento das habitações, um dos benefícios da construção de pátios no interior das habitações era permitir a criação de um lugar onde a família pudesse estar reunida com toda a privacidade e o conforto necessários.

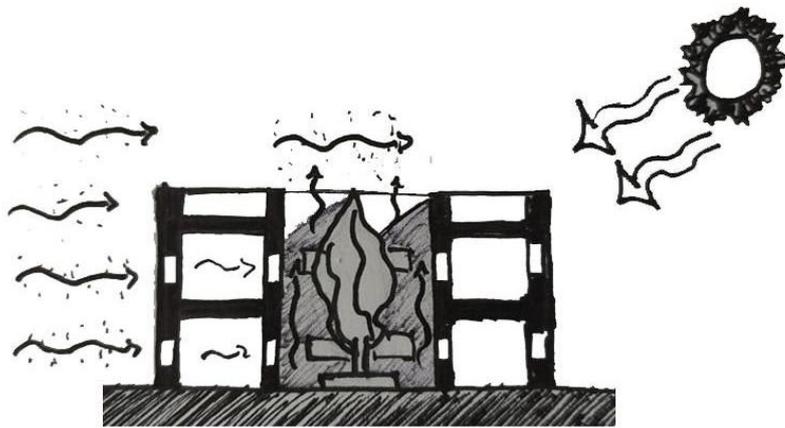


Figura 11: Ilustração da utilização de pátios no interior das habitações como meio de arrefecimento e filtração de poeiras (Autor).

De forma a tentar resolver os problemas climáticos das regiões de clima quente e seco, muitos foram os sistemas e as técnicas de construção desenvolvidos para conseguir uma melhor qualidade de vida no interior das habitações. Uma das técnicas que melhor se destaca é chamada de torres de vento ou captadores de vento. Esta técnica foi desenvolvida com o intuito de captar o vento fresco para o interior das habitações, de forma a conseguir renovar o ar ao empurrar o ar quente para fora da habitação, substituindo-o por ar fresco.

As habitações começaram a assumir formas retangulares compactas, de forma a garantir o mínimo de área de exposição possível. A configuração dos espaços internos varia de acordo com a sua função, tendo em conta a necessidade de ventilação e exposição solar (Guedes, Cantuaria 2019) (Figura 12). A altura pode variar consoante as necessidades existentes, pelo que pode alternar entre um só piso até uma aglomeração de vários pisos. Utilizando maioritariamente adobe ou terra nas suas construções, por vezes são

adicionadas algumas pedras na estrutura das paredes e tetos de forma com o objetivo de a reforçar (Molinar-Ruiz 2017).

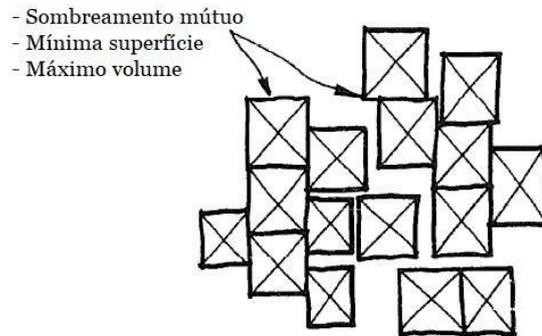


Figura 12: Diagrama representativo das construções aglomeradas, típicas de climas quentes e secos, adaptado de (Rapoport 1969, p. 89).

Apesar de menos utilizadas, existem outras formas capazes de tornar as construções eficientes e que permitam a criação de boas condições climáticas no seu interior, como por exemplo a utilização da terra, mas desta vez criando formas no seu interior. Temos o exemplo das casas edificadas nas encostas, utilizando as mesmas como fachadas e escavando as habitações no seu interior. Este tipo de construções é possível de ser encontrado no sudoeste dos Estados Unidos, sul da Tunísia, Georgia e Irão (Figura 13 e Figura 14). Outro exemplo são as casas edificadas no subsolo. Aproveitando o poder isolador da terra, as habitações eram contruídas no subsolo de forma a proteger-se contra o calor durante o dia. Já durante a noite com o baixar das temperaturas, o calor armazenado na terra durante o dia era libertado proporcionando um ambiente confortável tanto durante o dia como durante a noite. Este tipo de construção é possível ser encontrado em Matmata no deserto do Saara, Shansi na China ou até em Israel, onde conseguimos observar muitas aldeias construídas no subsolo (Figura 15 e Figura 16) (Rapoport 1969, p. 89–93).



Figura 13: “Vardzia dwellings”, Georgia (*Vardzia dwelling* [sem data]).



Figura 14: *Kandovan dwellings*, Irão (*Kandovan dwelling* [sem data]).

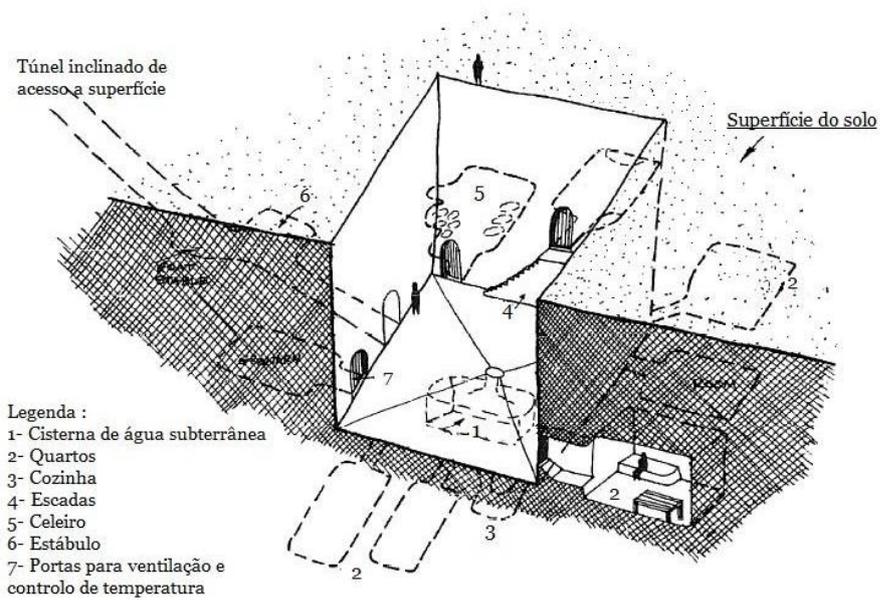


Figura 15: Vista em corte de uma habitação em Matmata, adaptado de (Rapoport 1969, p. 91).

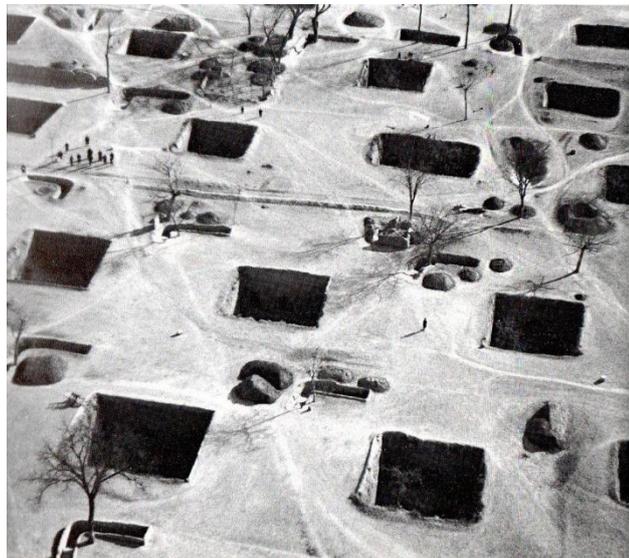


Figura 16: Cidade subterrânea, China (Rudofsky 1964, p. 16).

## Grupo C - Clima Temperado

O clima temperado (Figura 17) tem como característica principal a sua variabilidade climática diária e anual, pelo que se tornou essencial a criação de mecanismos que permitissem a estabilização das temperaturas no interior das construções. Contudo, é de referir que ao contrário do Grupo D – Clima Continental a médias das temperaturas no mês mais frio não é inferior a 0 °C (*Clasificación climática de Köppen* [sem data]; Desogus, Felice Cannas, Sanna 2016). Os diferentes tipos de clima podem ser encontrados em países como Portugal e Albânia (Mediterrâneo), Savannah e Shangai (Subtropical húmido) e Seattle e Wellington (Oceânico) (National Geographic Society [sem data]).

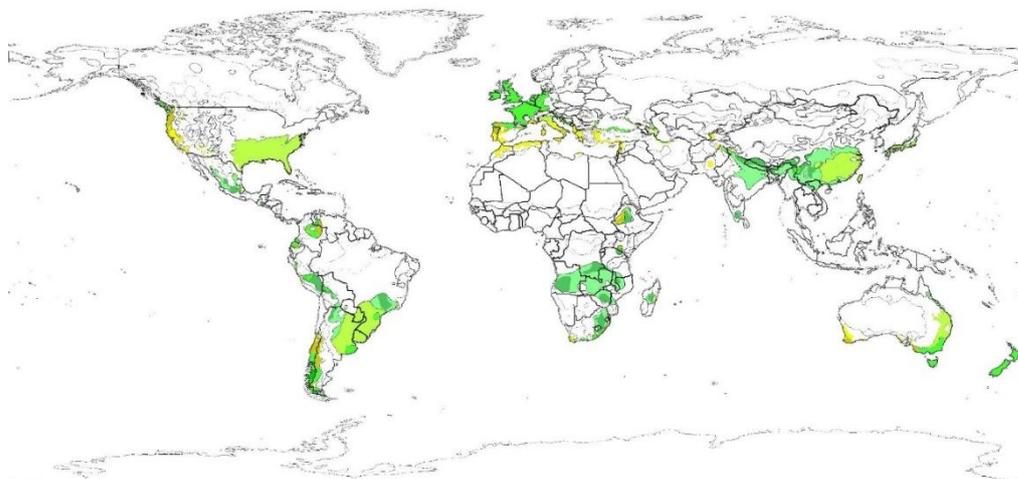


Figura 17: Mapa climático Grupo C, classificação climática Köppen-Geijer (Beck et al. [sem data]).

A Arquitetura Vernacular evidenciada neste clima pode ser caracterizada como um excelente exemplo arquitetónico, pois incorpora uma série de métodos de arrefecimento passivo que, regra geral, consistem no fornecimento de arrefecimento no verão e de massa térmica no inverno (Michael, Demosthenous, Philokyrou 2017; Piesik 2017, p. 303).

Na escolha do local de construção, a intenção passava pela escolha de um local que reduzisse o ganho solar e diminuísse as perdas de calor internas no inverno (Fernandes et al. 2017). Pelo que as localidades apresentam um planeamento urbano caracterizado por galerias cobertas e uma miríade de estreitas ruas sinuosas cuja configuração forma pátios urbanos, armazenando o ar fresco durante a noite e permitindo que durante as manhãs as paredes e pavimentos das ruas permaneçam mais frescos que o ar ambiente (Figura 18) (Fernandes et al. 2017; 2014). Este planeamento urbano compacto (Figura 19) com as ruas estreitas, reduz o número de superfícies expostas aos raios solares e

permite que os edifícios forneçam sombra uns aos outros (Fernandes, Mateus, Bragança, Correia da Silva 2015).

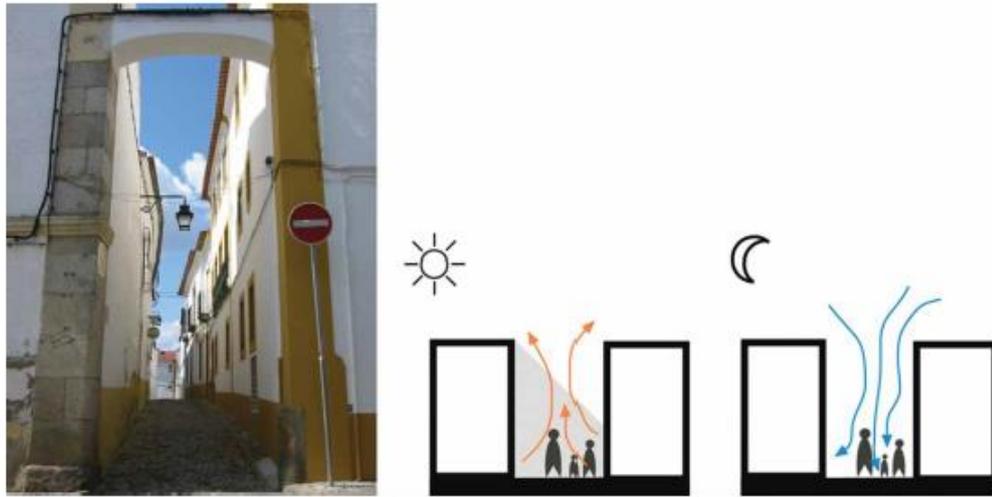


Figura 18: Esquerda – Rua de Évora; Direita. Diagrama que demonstra o fluxo de ar em diferentes períodos do dia (tarde/noite; madrugada/início da manhã) (Fernandes, Mateus, Bragança, Correia da Silva 2015).



Figura 19: Planeamento urbano compacto. Esquerda – Évora, Portugal. Direita – Tirana, Albânia (Fernandes et al. 2017).

Relativamente à orientação dos edifícios, estes devem estar direcionados para sul para maximizar os ganhos solares no inverno e reduzi-los durante o verão (Desogus, Felice Cannas, Sanna 2016; Fernandes et al. 2017). Ao mesmo tempo, as fachadas orientadas para este e oeste apresentavam uma menor área exposta, minimizando os ganhos de calor diretos (Fernandes et al. 2017).

Principalmente na região mediterrânica, as estratégias de arrefecimento passivas estão intrinsecamente relacionadas com a presença das culturas romana e árabe. Era frequente a existência de vegetação e elementos aquáticos nos pátios pelo seu efeito de evapotranspiração e sombra das plantas que permitem o arrefecimento do fluxo de ar antes da entrada nos edifícios (Fernandes et al. 2017).

As construções eram, na sua maioria, configuradas em formato de U ou L, alongadas, com quartos individuais criados à volta de espaços semiabertos, como pátios ou alpendres. Esta configuração, aliada à presença de pequenas aberturas nas extremidades das construções, permitia a iluminação dos espaços e a ventilação natural cruzada, sendo esta última mais útil no período noturno (Desogus, Felice Cannas, Sanna 2016; Michael, Demosthenous, Philokyprou 2017). A percentagem de janelas em relação à área útil é frequentemente inferior a 10%. (Michael, Demosthenous, Philokyprou 2017). As aberturas que possuíam grelhas forneciam, simultaneamente, ventilação e sombra da radiação e luz intensa sem comprometer a privacidade e segurança e podiam recorrer ao uso de vegetação para aumentar ainda mais o efeito da sombra (Figura 20 **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** e Figura 21) (Fernandes et al. 2017).

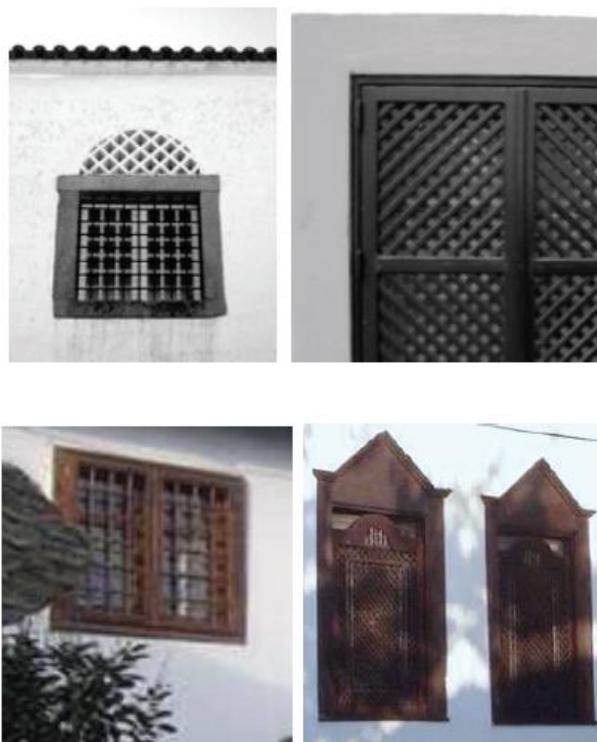


Figura 20: Persianas e grades de ventilação. Em cima—Portugal. Em baixo—Albânia (Fernandes et al. 2017).



Figura 21: Uso de vegetação para sombreamento. Em cima – Portugal. Em baixo – Albânia (Fernandes et al. 2017).

A estratégia mais comum para estabilizar o ambiente no interior passava por uma construção que desse particular atenção ao uso de cores claras nas superfícies exteriores, que permite uma reflexão de cerca de 90% de toda a radiação recebida, e às paredes exteriores, as quais deveriam ser mais espessas e com recurso aos materiais mais comuns nestas regiões, o que, por sua vez, conduzia a uma maior restrição nas variações térmicas entre as superfícies interiores e exteriores (Desogus, Felice Cannas, Sanna 2016; Fernandes et al. 2017; Michael, Demosthenous, Philokyprou 2017).

Para compensar os períodos de menor temperatura exterior, as construções beneficiavam da adição de uma fonte de calor suplementar, tal como uma lareira ou o forno na cozinha (Desogus, Felice Cannas, Sanna 2016).

Localizadas junto do planalto de Gaema e também das regiões montanhosas de Hamgyoung e Pyoungan, as casas Coreanas *Neowa* (que significa, com telhado de telhas) representam a Arquitetura Vernacular local (Figura 22). Apesar de muitas destas habitações terem sido abandonadas, ainda existem alguns exemplares deste tipo de construção, que atualmente são preservados como exemplos de Construções Vernaculares (Piesik 2017, p. 350,353).



Figura 22: *Neowa*, casa tradicionais da Coreia so Sul (Yun 2015).

Os seus telhados distintos, construídos com telhas feitas de cascas de árvores (Figura 23), fazem com que estas habitações estejam intimamente conectadas com o ambiente circundante. As paredes das casas são construídas com troncos e preenchidas com uma mistura de argila e feno nas suas aberturas (Piesik 2017, p. 350,353).

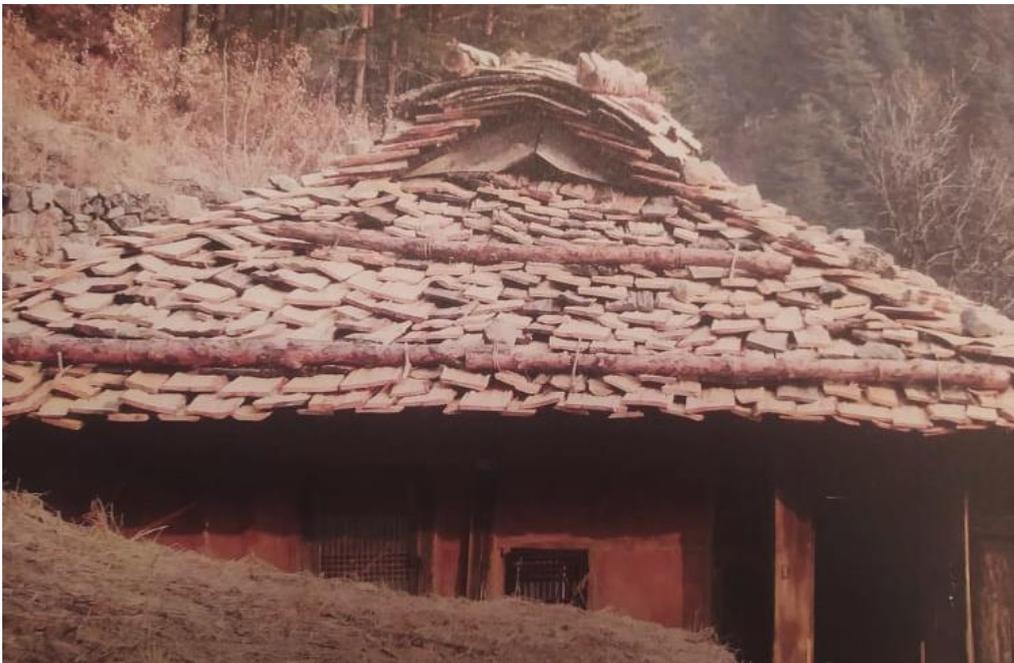


Figura 23: Telhado de uma casa *Neowa*, construído em telhas de madeira (Piesik 2017, p. 351).

Na construção das casas *Neowa* apenas são utilizados machados em vez de serras, evitando assim que as fibras da casca se partam. Consequentemente pode haver algumas lacunas nos telhados, no entanto, isso permite que exista uma ventilação natural, permitindo a entrada de ar fresco no verão e a saída do fumo proveniente das fogueiras

internas no inverno. Durante as estações chuvosas a madeira das casas *Neowa* expande devido aos níveis de humidade interna evitando assim que a água da chuva vaze para o interior da habitação (Piesik 2017, p. 350,353).

### Grupo D - Clima Continental

A temperatura média do mês mais frio no clima tipo D (Figura 24) é inferior a 0 °C e a do mês mais quente é superior a 10°C, tratando-se assim de um clima com uma grande amplitude térmica e bastante propício a fenómenos climatéricos (National Geographic Society [sem data]). As estações intermédias, outono e primavera, tendem a ser muito curtas e com calor suficiente para suportar o crescimento das árvores e, por outro lado, tendem a ter invernos mais longos e frios, com neve mais duradoura, sendo comum a existência de precipitação ao longo de todo o ano (*Clasificación climática de Köppen* [sem data]; Piesik 2017, p. 363).

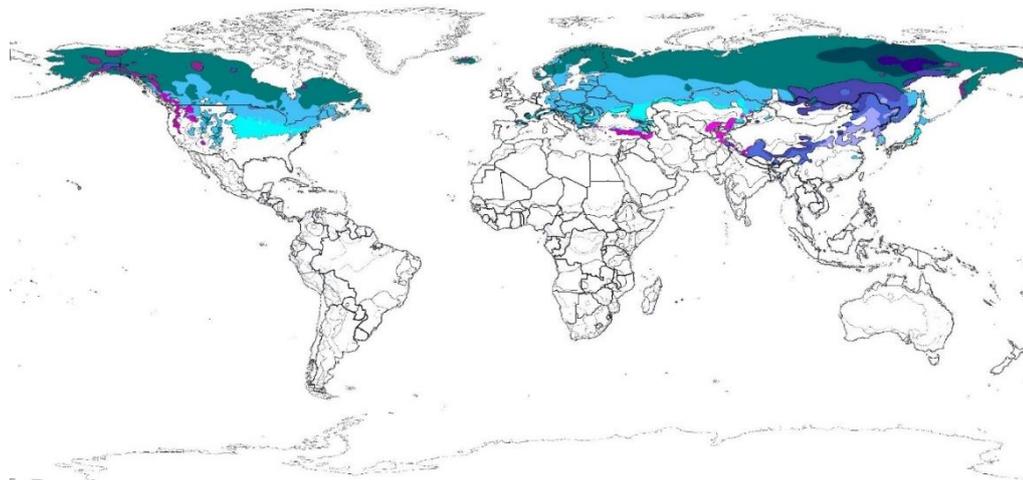


Figura 24: Mapa climático Grupo D, classificação climática Köppen-Geijer (Beck et al. [sem data]).

As regiões com clima continental apresentam grandes massas de território continental e localizam-se, quase que exclusivamente, no hemisfério norte (Piesik 2017, p. 636). Nestas regiões é possível observar a formação da grande maioria das tempestades, pelo que é do maior interesse dos habitantes locais a construção de abrigo no meio das florestas, com o objetivo de beneficiar da proteção fornecida pelas árvores em relação aos ventos fortes (National Geographic Society [sem data]; Piesik 2017, p. 365).

Relativamente ao tipo de clima subártico (ou *Taiga* ou *Clima boreal*) este inclui zonas, como a Escandinávia e a Sibéria, em que a escassez de alimentos era comum e o clima rigoroso em determinadas alturas do ano motivava a constante mobilidade. Desta forma, existe um incentivo intrínseco para que as populações não se fixem permanentemente, mas que, pelo contrário, optem por abrigos móveis (Piesik 2017, p. 369).

Estas estruturas denominam-se, consoante a sua geolocalização, de *goathi* ou *gamme* ou *kata* (*Goathi* [sem data]) (Figura 25, Figura 26 e Figura 27). A sua construção tinha por base o posicionamento de vários pedaços curvos de madeira alongados com o objetivo de formar uma estrutura de formato cónico ou de domo/cúpula, mas com a extremidade superior aberta. O solo era isolado com uma espessa camada de vegetação e a estrutura era revestida por tecidos/peles, vegetação diversa ou madeira (Cook 1996; Piesik 2017, p. 369, 377). Também podemos encontrar os *lavvu* que diferem dos *goathi* quanto à extremidade superior, que se encontra fechada por união dos polos no caso do *lavvu*, e quanto à altura, o *lavvu* tende a ser mais baixo (Figura 28) (Bergmo [sem data]; *Goathi* [sem data]).



Figura 25: *Goathi* (*Goathi* [sem data]);



Figura 26: *Gamme* norueguês (Piesik, 2017, p. 377).



Figura 27: *Kata* (Cook 1996, p. 283).



Figura 28: Uma família indígena em frente ao seu *goahti*, uma tenda mais larga e alongada, e o *lavvu* em segundo plano (Bergmo [sem data]).

Estas construções eram feitas em grupo e o seu formato característico permitia uma maior absorção de radiação solar, comparativamente a tetos diretos, mas ao mesmo tempo as frestas existentes entre os diversos “pilares” serviam de ponto de fuga de calor. Contudo, era necessário que a fonte de calor interna (fogo) permanecesse sempre acesa para manter o microclima no interior da estrutura (Cook 1996; Piesik 2017, p. 368).

O *Kiiz Ui* tradicional (Figura 29), que significa lar, sustenta um estilo de vida em sintonia com o clima severo do Cazaquistão, com verões quentes e áridos e invernos extremamente frios. Com uma estrutura circular de abóbada cônica, composta por um esqueleto de madeira forrado a feltro (Figura 30), o *Kiiz Ui* é leve e modular, podendo ser rapidamente montado e desmontado, possibilitando ser utilizado em frequentes migrações (Piesik 2017, p. 398–399).



Figura 29: Habitação tradicional dos povos nómadas do Cazaquistão, *Kiiz ui* (Piesik 2017, p. 399).

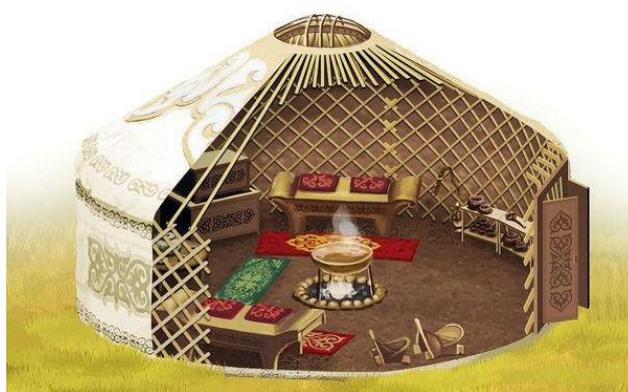


Figura 30: Secção de um *Kiiz ui*, onde mostra a sua estrutura interior em madeira (*Print of Kazakh yurt in cross section, Kazakhstan* [sem data]).

Com uma estrutura de madeiras flexíveis, as mesmas são amarradas com tiras de couro de camelo, de forma a criar painéis de treliça dobráveis. As ovelhas e camelos dos próprios nómadas, raças acostumadas ao clima local, mudam todas as primaveras, produzindo lã para formar feltros de pressão isolantes e resistentes à água. A madeira e a lã são fibras orgânicas que têm a capacidade de absorver e libertar a humidade em equilíbrio com o meio ambiente. Essa pele em camadas de madeira e feltro permite que o *Kiiz ui* ventile durante o Verão e se isole durante o Inverno, atingindo assim uma boa eficácia térmica (Piesik 2017, p. 398–399).

### **Grupo E - Clima polar**

Nas regiões polares, onde a temperatura atinge valores negativos muito extremos (Figura 31), um dos fatores mais importantes para a habitabilidade das construções é conseguir reter o calor no seu interior. Para conseguir reter o calor no interior das construções é necessário criar, de preferência, formas compactas com poucas superfícies expostas para o exterior, para que assim seja possível reduzir ao máximo as perdas de calor. Nos casos mais extremos, as formas arquitetónicas começam a ser cada vez mais limitadas

tornando-se semiesféricas. Desta forma conseguimos obter o máximo volume na menor superfície possível, tornando as construções uma espécie de concha protetora (Coch 1998).

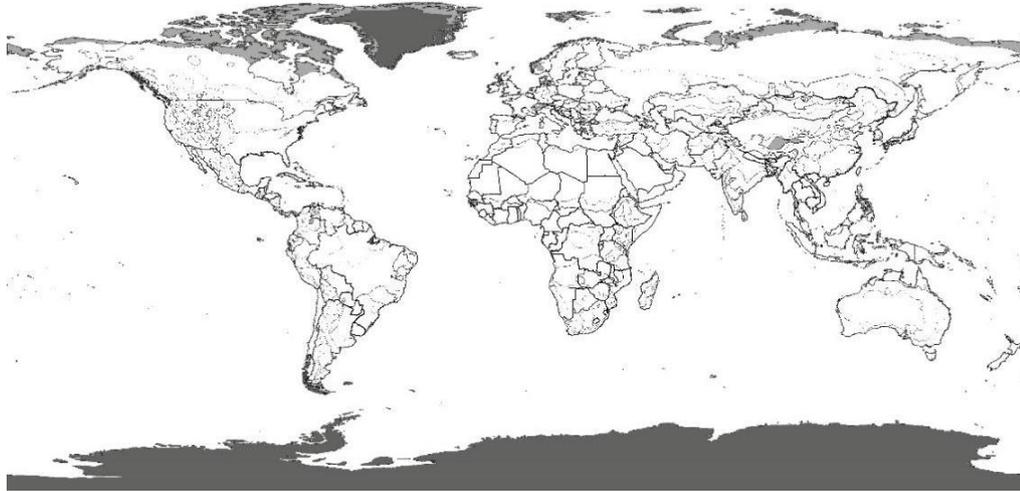


Figura 31: Mapa climático Grupo E, classificação climática Köppen-Geijer (Beck et al. [sem data]).

As construções tendem a ser o mais compactas possíveis, minimizando assim a área exposta ao exterior (Figura 32), aproximando-se assim o mais possível umas das outras para se protegerem do vento, mas ao mesmo tempo com distanciamento suficiente para conseguirem absorver o máximo de exposição solar possível (Olgay 2015, p. 91). As civilizações Esquimós aproveitavam para construir as suas vilas perto do mar, sendo que era de lá que retiravam a sua fonte de alimentação, protegendo-se do vento junto das falésias (Figura 33). Para além da proteção contra o vento, a implantação das construções abaixo do nível térreo faz com que as mesmas consigam reter mais calor no seu interior, evitando assim perdas de calor essenciais (Rapoport 1969, p. 98).

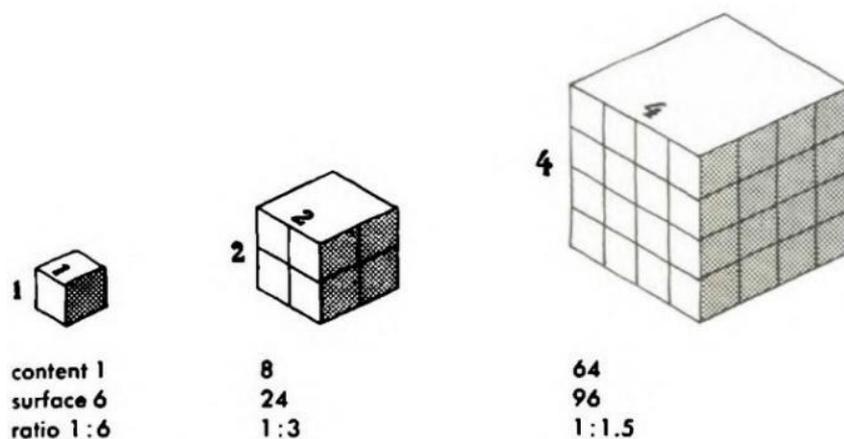


Figura 32: Esquemas da compacidade dos volumes (Olgay 2015, p. 93).

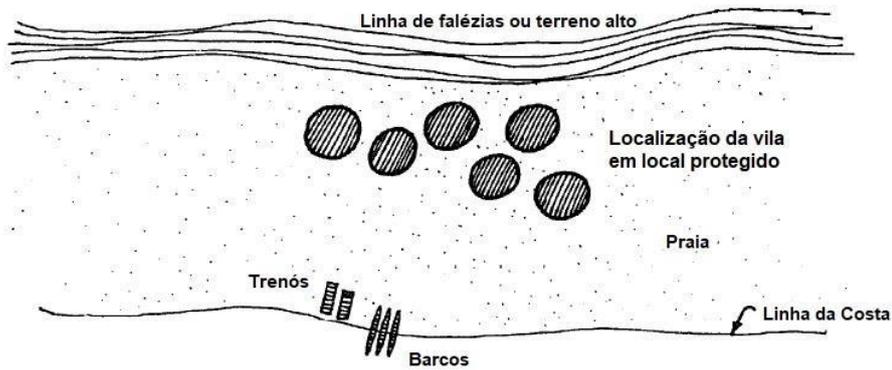


Figura 33: Localização de uma vila de Esquimós, adaptado de (Rapoport 1969, p. 98).

Devido à impossibilidade de encontrar nas tecnologias primitivas recursos e materiais isolantes, as construções destas zonas tendem a ter poucas e pequenas aberturas, para que seja possível reter o máximo de calor no interior da construção e ao mesmo tempo ventilar e renovar o ar dentro da mesma (Coch 1998).

Um dos melhores exemplos de como a forma das construções se adapta ao clima polar, é o exemplo do iglu, construído pelos Esquimós. Este tipo de construção mostra como os habitantes das regiões polares conseguem sobreviver neste tipo de clima, adaptando as suas construções para resistir às baixas temperaturas e ventos fortes. O seu excelente desempenho é o resultado da sua forma e materialidade. Através de uma cúpula hemisférica é possível obter o máximo de resistência com o mínimo de obstrução aos ventos fortes de inverno, criando assim uma forma protetora onde é utilizada a menor superfície possível (Figura 34) (Fitch, Branch 1960).

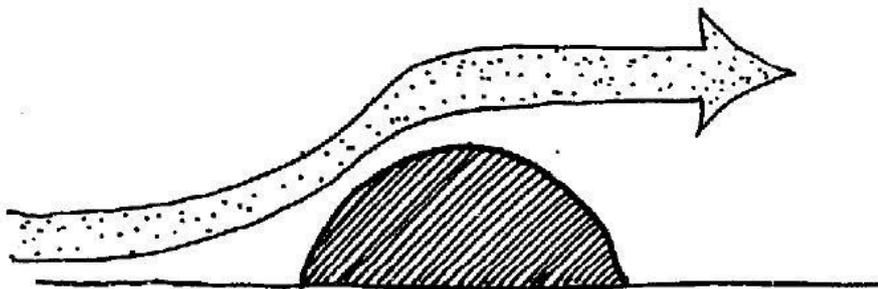


Figura 34: Forma ideal para menor resistência ao vento (Rapoport 1969, p. 98)

De forma a combater a transmissão de calor, através das paredes, do exterior para o interior do iglu, os Esquimós utilizam blocos de neve seca como material de construção, para conseguir construir uma cúpula protetora bastante forte, desenvolvendo assim, um método excelente composto de blocos de neve dispostos em espiral contínua e inclinada (Figura 35). No interior do iglu é criada uma película de gelo isolante que sela as fendas

entre os blocos de neve seca, criando assim um material refletor do calor radiante. Esta película isolante resulta do calor produzido no interior do iglu, criado pela utilização de velas a óleo para aquecer o interior do mesmo e pelo calor produzido pelos corpos das pessoas ocupantes. Para finalizar o isolamento do iglu os Esquimós cobrem o interior com peles para evitar que existam perdas de calor radiante, resultando num ambiente térmico quase perfeito (Fitch, Branch 1960, p. 136).

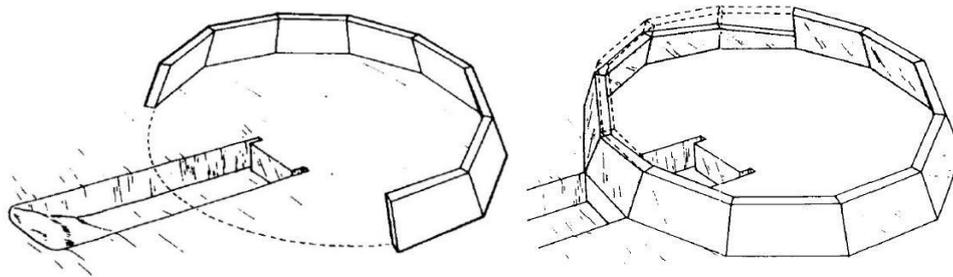


Figura 35: Construção de um Iglu, definição do diâmetro e técnica de espiral contínua e inclinada (Cook 1996)

Para evitar que o vento entre no interior do iglu, as entradas são normalmente escavadas criando túneis de acesso ao interior e a sua abertura paralela à direção predominante do vento, evitando assim que os ventos frios consigam entrar diretamente no interior do iglu (Figura 36). Junto à entrada é também construída uma pequena parede que serve de barreira contra o vento (Rapoport 1969, p. 97–98). No seu interior, o piso é elevado para conseguir um melhor aproveitamento térmico, sendo que a altura no interior não pode ser demasiado exagerada pois quanto maior a altura no interior, maior a diferença térmica entre o topo do iglu e o piso (Figura 37).

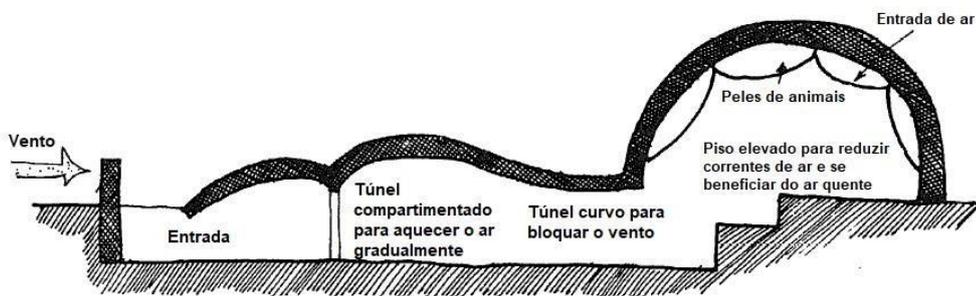


Figura 36: Diagrama esquemático, corte transversal de um Iglu, adaptado de (Rapoport 1969, p. 99).

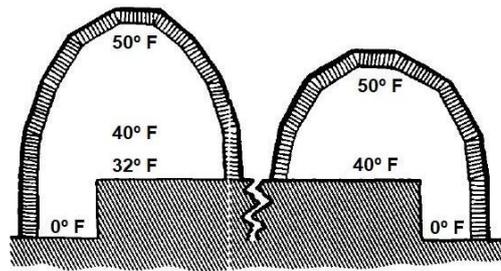


Figura 37: Variação da temperatura consoante a altura do Iglu, adaptado de (Cook 1996).

Apesar da sua excelente performance o iglu não consegue resistir a mudança de clima e com o aumento da temperatura acaba mesmo por derreter. Como a maior parte das arquiteturas primitivas, o iglu é uma estrutura temporária, sendo que a sua principal função é responder as necessidades climáticas protegendo assim os seus utilizadores durante o tempo necessário (Fitch, Branch 1960).

Durante as diferentes estações do ano, o Esquimó altera o tipo de habitação, consoante a disponibilidade de materiais e as condições climáticas (Rapoport 1969, p. 87). Durante o verão, que também é frio, existe a necessidade de adaptar as construções, mantendo a essência da forma. A neve seca é substituída por pedras e terra até um metro de altura, sendo depois criada uma estrutura com troncos de árvores em forma radial, deixando uma abertura central para que o fumo possa sair. Apesar das alterações climatéricas e da disponibilidade de diferentes materiais, existem princípios construtivos que se mantêm, como, a entrada subterrânea para evitar a entrada dos ventos frios, o piso elevado para uma melhor sensação térmica interior e a utilização de peles de animais para reter o calor no interior (Figura 38) (Coch 1998).

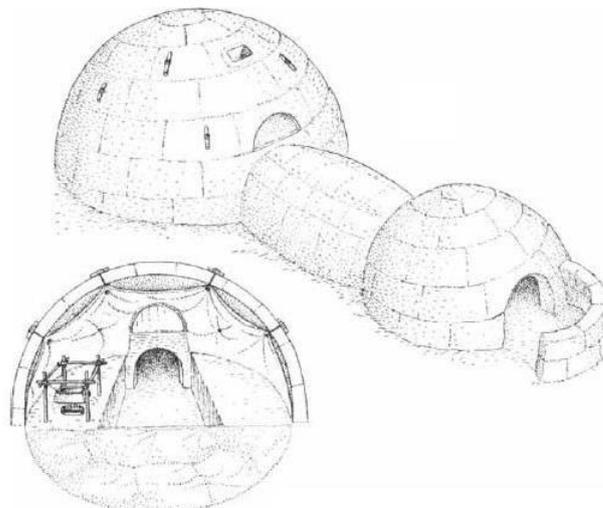


Figura 38: Desenho de um Iglu (Interior/Exterior) (Fitch, Branch 1960).

Localizadas no Oceano Atlântico Norte, as casas típicas da ilha da Islândia, construídas em turfa, representam um bom exemplo do combate a este clima extremo. Com uma construção complexa que desmente a aparência inicial das estruturas feitas em turfa (Figura 39). A turfa é um material que é extraído da parte superior de um pântano e, depois de seco, o mesmo torna-se um material de construção leve, flexível e durável (Piesik 2017, p. 420–422).



Figura 39: Corte e revestimento da construção em turfa (Piesik 2017, p. 422).

As casas de turfa são uma adaptação a este clima severo, onde a escassez de madeira e pedra adequada à construção, faz com que este seja um material abundante e que seja adequado às características das construções Vernaculares locais. Com boas propriedades isolantes, várias camadas de turfa são adicionadas umas em cima das outras, de forma a obter o nível de isolamento ideal. As construções feitas de turfa são suportadas por uma estrutura de madeira no seu interior e, assim que a estrutura esteja concluída, cobertas deixando apenas o alçado da entrada descoberto. (Figura 40) (Piesik 2017, p. 420,422).



Figura 40: Habitação construída em turfa, típica da ilha de Islândia (Hronn [sem data]).

## 2.4 Os materiais de construção Vernacular

Os materiais de construção Vernaculares são um dos aspetos mais caraterísticos da Arquitetura Vernacular. Provenientes de matéria-prima local, os materiais de construção vernaculares como a madeira, pedra, terra, vegetação, entre outros, eram escolhidos consoante a sua disponibilidade local e o tipo de clima existente no local. Com o objetivo de obter uma construção resistente e que oferecesse uma boa qualidade de vida. Com a utilização de materiais locais as construções assumiam formas caraterizadoras dos lugares onde se inseriam, assimilando “*o contexto dos homens e dos sítios*” (Fernandes, Mateus 2011).

No princípio, a utilização de materiais locais resultava, em parte, da dificuldade em transportar materiais de um lugar para o outro, o que fazia com que as construções fossem feitas apenas com os materiais existentes na área circundante ao local onde se iria construir.

Uma das principais caraterísticas da utilização de materiais naturais é a possibilidade de, terminado o fim do ciclo de vida de um material, o mesmo poder ser reciclado e reutilizado novamente sem que exista desperdício de materiais e consequentemente impactos negativos no meio ambiente (Pinto 2011).

Até ao início do século XX, a utilização de materiais naturais na Europa representava cerca de 60% a 70% dos materiais de construção, sendo que os restantes 30% a 40% eram materiais de origem vegetal. Atualmente os números são completamente o oposto do que eram no início do século XX, sendo que 80% a 90% dos materiais de construção são industrializados ou então sintéticos e apenas 10% a 20% dos materiais utilizados para a construção são de origem natural ou vegetal (Oliveira, Pinto 2011).

Com a industrialização dos materiais de construção, a utilização de materiais locais para construir caiu em desuso sendo cada vez mais utilizados materiais produzidos industrialmente, havendo uma rutura com as tradições (Fernandes, Mateus, Bragança, Pimenta 2015; Fernandes, Mateus 2011, p. 207).

Apesar do uso de materiais vernaculares ter caído em desuso, com a industrialização e com o avanço da tecnologia, a retoma da sua utilização poderá ser uma das formas de combater a poluição ambiental, através de sistemas de construção sustentáveis e ecológicos. Visto que o setor da construção representa cerca de 30% das emissões de carbono (Fernandes, Mateus 2011), é necessário que sejam adotadas medidas mais sustentáveis de forma a diminuir o impacto das construções no meio ambiente.

A utilização de materiais vernaculares, não só torna os edifícios mais sustentáveis, como também apresenta diversas vantagens, tanto ao nível ambiental como ao nível socioeconómico. A nível ambiental, a utilização de materiais locais traduz-se numa redução da utilização de energia no processo de produção, diminuindo assim as emissões de CO<sub>2</sub>. Por se tratar de materiais muitas das vezes orgânicos, é possível renovar e reutilizar esses materiais, reduzindo o impacto ambiental. Quanto aos fatores socioeconómicos, o uso de materiais locais permite uma maior adaptação e uma maior durabilidade, pelo facto de os mesmos já se encontrarem sujeitos às mesmas condições climáticas do local onde irão ser aplicados (Fernandes, Mateus, Bragança, Pimenta 2015).

Entre os mais diversos materiais de construção vernacular iremos apresentar alguns dos mais utilizados, dando a conhecer exemplos sobre a sua aplicação, as suas características, e quais as vantagens e desvantagens da sua utilização.

#### **2.4.1 Terra**

Formada por um conjunto de componentes sólidos, água e ar, a terra pode ser definida como, *“uma mistura de partículas solidas de granulometrias diversas originadas por transformações de rochas sob a influência de processos físicos, químicos ou biológicos”* (González 2006, p. 59).

Quando a terra entra em contacto com o ar endurece, podendo voltar novamente ao estado plástico através da adição de água. Esta sua versatilidade permite que este processo possa ser realizado repetidamente sem que a terra perca as suas propriedades, o que torna este material excelente em termos de sustentabilidade (González 2006, p. 59).

Material característico de construções em zonas de clima quente e seco, a sua forte inércia térmica responde de forma apropriada ao calor intenso dessas regiões (Fernandes, Mateus, Bragança, Pimenta 2015).

Com excelentes propriedades construtivas, a terra é um dos materiais de construção mais antigos, a sua utilização muito provavelmente terá sido originada pela saída do homem primitivo das cavernas. Com a necessidade de construir um abrigo que o protegesse, a terra terá sido então um dos materiais utilizados, através da escavação de forma a criar uma gruta, ou até mesmo com a utilização de terra moldada à mão, técnica esta já utilizada na agricultura (González 2006, p. 59).

Não é possível datar o início da utilização da terra como material de construção. Por se tratar de um material com propriedades que lhe permitem auto reciclar-se, muitas das construções produzidas neste material, por não serem mantidas nas melhores condições ou pela ausência de uma devida manutenção, acabaram por se auto reciclar degradando-se até voltarem a fazer parte da mãe natureza (González 2006, p. 82). Por este motivo não existe uma data consensual juntos dos historiadores, mas estima-se que a construção em terra tenha sido iniciada entre 12.000 e 7.000 a.c. juntamente com as primeiras sociedades agrícolas (Torgal, Eires, Jalali 2009, p. 10). Uma das construções em terra mais antiga e que ainda sobrevive até aos dias localiza-se em Tebas, no Egito, e data de 1.300 a.C. (Figura 41) (González 2006, p. 82).



Figura 41: *Ramesseum* em Tebas, Egito (Jenrich [sem data]).

Com a industrialização dos materiais de construção a terra foi também um dos materiais que caiu em desuso. Atualmente existe de novo um renascer da utilização da terra como material de construção, a preocupação mundial com a sustentabilidade ambiental e desenvolvimento sustentável fizeram com que voltassem a dar novamente atenção a este material.

Existem diversas técnicas de construção em terra, sendo que as mesmas foram desenvolvidas de forma a conseguir melhores resultados quanto à forma e à eficiência das construções. A sua classificação pode ser feita através de diversos critérios, o que origina uma multiplicidade de classificações e subclassificações das técnicas construtivas. O *Auroville Earth Institute* desenvolveu um quadro classificativo que categoriza doze diferentes tipos de técnicas construtivas (Figura 42), de acordo com estado físico em que o material é trabalhado, desde o estado seco ou solido, húmido, plástico e líquido (González 2006, p. 79).

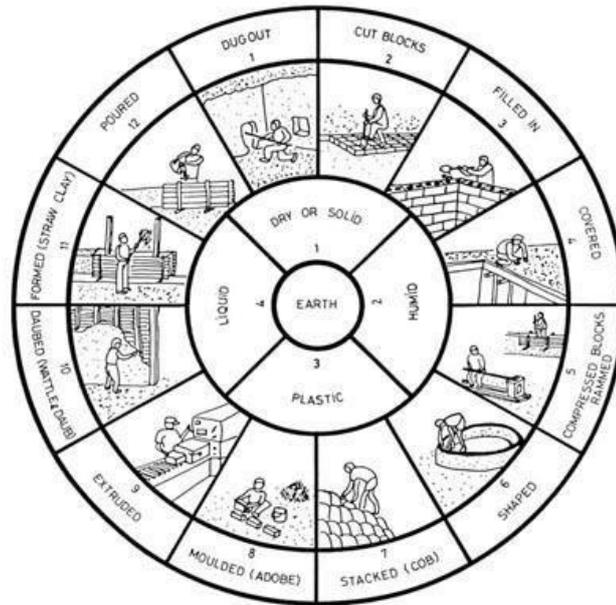


Figura 42: As 12 principais técnicas de construção em terra (*The 12 main earth techniques* [sem data]).

De forma a compreender melhor a aplicação das técnicas construtivas em questão, iremos abordar, de seguida, de que forma as mesmas são aplicadas e mostrar alguns exemplos de construções realizadas com essas técnicas.

### **Terra Escavada**

A técnica de terra escavada deverá ter sido uma das primeiras técnicas de construção a ser aplicadas pelo homem. Baseada na escavação de terra de forma a criar um abrigo, este tipo de construção tinha muitas parecenças com as cavernas naturais. Podendo ser executada de três formas diferentes, escavação de terrenos inclinados, escavação de terrenos nivelados ou escavação completa (interior e exterior). Este tipo de técnica construtiva diferencia-se das técnicas de construção mais comuns, pelo facto da sua base ser desenvolvida sob forma de extração de materiais/elementos, ao contrário das técnicas mais comuns que funcionam com a adição de elementos construtivos.

A técnica de escavação em terrenos inclinados surge, naturalmente, na sequência do estereótipo da gruta. Utilizando o declive natural do terreno através da escavação na horizontal era possível a criação de uma nova gruta (González 2006, p. 86).

Sempre que o terreno disponível seja plano, a utilização da técnica de escavação tem que ser adaptada, desta forma, em vez de se escavar na horizontal, primeiramente tem que se escavar na vertical, criando uma espécie de pátio e só depois escavar na horizontal (González 2006, p. 86). Este tipo de técnica é possível ser encontrada nas construções subterrâneas da região de Nxiang, China. (Figura 43).



Figura 43: Construções subterrâneas na região de Nxiang, China (*Earth Dug Out* [sem data]).

A escavação completa é uma técnica que se aplica em situações de grandes dimensões, onde a volumetria tanto exterior como interior é moldada a partir da subtração de volumes. Naturalmente nestes casos a escavação partia de fora para dentro, começando primeiro por moldar o aspeto exterior da construção e de seguida o interior da mesma (Figura 44).

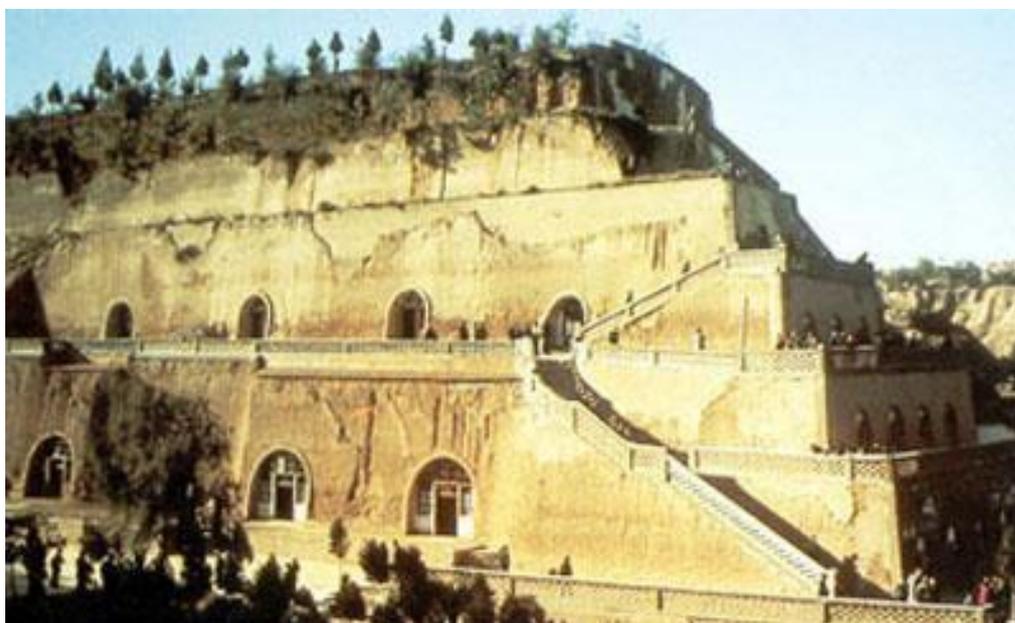


Figura 44: Escola de *Fenghuo* na região de Nxiang, China (*Earth Dug Out* [sem data])

## **Blocos Cortados**

O processo de construção em blocos cortados resulta da utilização da terra no seu estado natural, sempre que a mesma garanta as condições necessárias para a sua boa aplicação. Para isso é necessário que os solos a utilizar sejam ricos em carbonatos solidificados, de forma a garantir uma estrutura ligada e rígida (González 2006, p. 111).

A técnica de extração da terra passa por, com recurso a ferramentas de corte, extrair blocos de terra compactos, com dimensões de cerca de 7 a 10 centímetros de altura, 30 a 45 centímetros de largura e comprimento nunca superior a 1 metro (Figura 45). Após o corte dos blocos de terra, os mesmos eram aplicados com a face de relva voltada para baixo (Figueira 2016).



Figura 45: Processo de corte de blocos de terra em Orissa, Índia (*Cut Blocks* [sem data]).

Atualmente existem processos mecânicos de extração de blocos de terra com recurso a máquinas de corte industriais (González 2006, p. 112).

## **Terra de Enchimento**

O método de construção com terra de enchimento é uma técnica que recorre a um molde que ajuda a fazer a cofragem da terra no estado líquido. Este é um processo que utiliza a madeira ou o aço com o objetivo de obter uma construção mais estável e adicionando a terra com o objetivo de obter os ganhos térmicos que a terra proporciona (González 2006, p. 114).

Atualmente este sistema é utilizado de forma diferente. Com recurso a sacos de fibras plásticas ou tubos de PVC (policloreto de vinil), os mesmos são preenchidos com terra no seu interior e de seguida empilhados em fiadas e amarrados com arame de forma a garantir uma maior fixação (Figueira 2016). (Figura 46)



Figura 46: Processo de empilhamento de sacos de terra em Califórnia, USA (*Earth Filled In* [sem data]).

A sua boa resistência mecânica à água permite a este sistema ser utilizado na construção de diques e barragens. Rapidez na forma de construir e a possibilidade de ser utilizado em qualquer lugar são algumas das vantagens desta técnica de construção em terra crua.

### **Terra de Cobertura**

A utilização desta técnica de construção em terra crua requer uma pré-estrutura existente, sendo que a mesma é aplicada como material de revestimento da cobertura. Esta técnica evidencia-se pela sua eficácia em termos de isolamento acústico e térmico (González 2006, p. 125).

Em Portugal a utilização deste tipo de técnica construtiva pode ser vista na ilha de Porto Santo, sendo esta técnica conhecida como, coberturas de salão. Esta técnica implica a aplicação de terra numa estrutura de madeira e pedra, que expande durante as épocas chuvosas formando uma camada isolante e que retrai durante a épocas de maior calor permitindo a circulação de ar no interior das fendas que se abrem (Figueira 2016) (Figura 47).



Figura 47: Cobertura de Salão em Porto Santo, Portugal (Figueira 2016, p. 133).

Atualmente, esta técnica de construção é bastante utilizada nas coberturas de construções contemporâneas, integrando assim as construções no meio ambiente e aproveitando também as boas propriedades isolantes que a terra oferece. (Figura 48)



Figura 48: Cobertura ajardinada numa construção contemporânea, Guimarães (Obra Atelier [sem data]).

### **Blocos Comprimidos e Taipa**

A técnica de construção conhecida por Taipa é, uma das que mais utilizadas em construções com terra por todo mundo. O seu nome deriva da utilização de taipais para moldar a terra. Este sistema de construção foi um dos que mais se adaptou às evoluções dos sistemas construtivos e com a mecanização dos sistemas construtivos, atualmente existem dois tipos de processos de construção: um através de taipais colocados manualmente, onde a terra é comprimida através de um pilão manualmente, denominado de taipa tradicional e o outro, onde os taipais são de aço ou madeira próprios para cofragem, em que a compressão é realizada por um pilão pneumático, denominada de taipa mecanizada (González 2006, p. 106).

Este sistema construtivo estende a sua utilização a nível mundial, sendo um dos sistemas de construção em terra mais utilizados, pelo que a taipa é considerada um técnica de construção de utilização global e culturalmente transversal, em que apesar de existirem pequenas diferenças no uso de utensílios e de moldes a essência desta técnica construtiva permanece inalterada (Figura 49) (González 2006, p. 107).



Figura 49: Técnica de construção em Taipa, Marrocos (*Traditional Rammed Earth* [sem data]).

Por sua vez, os blocos comprimidos, ou BTC (blocos de terra comprimida), foram uma técnica desenvolvida por *François Cointeraux* em França nos finais do século XVIII, que consiste nos mesmos princípios da taipa, mas em que são aplicados em pequenos moldes em formas paralelepípedicas com aparência semelhante à de tijolos de barro. Posteriormente, foram criadas formas mecânicas de moldar os blocos de terra comprimida, através da criação da primeira CINVARAM (Figura 50), uma máquina de comprimir blocos de terra que, através de forças de compressão, moldava os blocos em formas idênticas à de um tijolo de barro maciço (Figura 51) (González 2006, p. 116).



Figura 50: CINVARAM - A primeira prensa para blocos de terra comprimidos (*Compressed Earth Blocks* [sem data]).



Figura 51: Bloco de terra comprimida (BTC) (*BTC, compressed earth block* [sem data]).

## Terra Modelada

Este processo de construção consiste na aplicação da terra de uma forma escultórica, muito idêntica as técnicas da olaria, onde o processo construtivo passa pela moldagem da terra com as mãos, exercendo pressão entre as mesmas, ao mesmo tempo que se molda a construção a partir do chão (Figura 52).

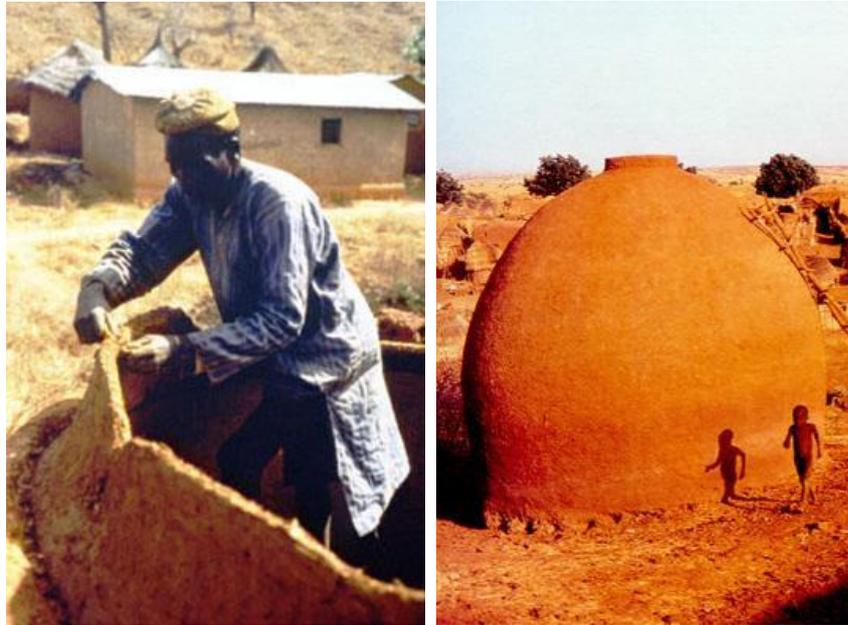


Figura 52: Esquerda - Construção de um silo em terra moldada em Jos, Nigéria. Direita - Silo em terra moldada, Nigéria. (*Shaped Earth* [sem data])

Utilizada no seu estado plástico, a terra é moldada à fiada formando paredes. Caracterizada por instrumentos muitos rudimentares e uma mão-de-obra diminuta, é característica deste tipo de técnica de construção a beleza das formas arquitetônicas na sua maioria extremamente decoradas.

Este tipo de técnica é possível ser encontrada majoritariamente em regiões indígenas onde o recurso a este tipo de técnica é baseado na observação de casos presentes na natureza e no reino animal. Muito idêntico com os ninhos de térmitas (Figura 53), este processo tem como base a acumulação de pedaços de terra que, comprimidos com as mãos dão origem a diferentes tipos de construções. A forma pode ser moldada consoante as necessidades existentes, dada a liberdade que este tipo de técnica oferece não existem muitas restrições quanto à forma que a construção terá (González 2006, p. 92).



Figura 53: Ninho de térmitas em Toussiana, Burkina-Faso (*Termite Wonders* [sem data]).

### **Terra Empilhada**

A utilização desta técnica de construção consiste na sobreposição de camadas de terra no estado sólido, com um certo nível de plasticidade e sem recurso a molde ou taipais, sendo essas camadas, após a sua sobreposição, comprimidas entre si dando origem a um único volume. Este tipo de técnica dá origem a construções livres, sem limitações na forma da construção, pelo facto de não existirem condicionamentos tanto no formato como nas dimensões dos moldes ou no método de aplicação (González 2006, p. 96).

Depois de empilhadas as primeiras camadas de terra, as mesmas são pressionadas ligeiramente de maneira a unirem-se numa só camada, sendo depois cortado o excedente, dando origem a uma forma plana na qual, de seguida, deverá ser assentada uma nova camada. (Figura 54) Este processo era repetido várias vezes até que a construção obtivesse a altura necessária.



Figura 54; Técnica de empilhamento de terra, Burkina-Faso (*Stacked Earth (cob)* [sem data]).

## Adobe

O Adobe é uma técnica de utilização de terra no estado líquido ou plástico, através da modulação da terra crua na forma de um bloco (Figura 55). A matéria-prima normalmente utilizada para a produção destes blocos é encontrada junto de rios ou ribeiras pelas suas propriedades argilosas que fazem com que o material em questão já seja naturalmente aditivado com fibras vegetais (González 2006, p. 117).



Figura 55: Moldagem de blocos de Adobe em Ladakh, Índia (*Adobe Moulding* [sem data]).

Com uma simplicidade na forma de fabricar e edificar, a técnica de construção em Adobe é uma das mais utilizadas representando também a maioria das construções feitas em terra. A sua forma de construir é relativamente semelhante à construção em tijolo convencional, através do empilhamento de blocos em fiada, assentados numa argamassa feita também a base de terra.

Após a recolha do solo que irá ser utilizado, é colocado o molde na superfície onde os blocos de adobe iram ficar a secar posteriormente e é preenchido o molde com a terra. Depois de encher o molde, é retirado o excedente sendo depois retirado o molde, deixando o bloco no local onde irá secar. O tempo de secagem dos blocos de adobe pode variar consoante o clima local, sendo normalmente aplicado um período de secagem de 4 semanas, passado metade desse tempo os blocos são invertidos para que a secagem seja uniforme. (Figura 56) Após o tempo de secagem é aconselhado que os blocos sejam guardados num local que lhes possibilite algum tempo de cura sendo empilhados de forma a possibilitar a maior exposição ao ar (Figueira 2016).



Figura 56: Processo de secagem dos blocos de Adobe (Pulido [sem data]).

### **Terra Extrudida**

O método de construção através da extrusão de terra crua surgiu no final da segunda guerra mundial, com a crise e escassez de materiais industrializados que criou a necessidade de criar alternativas aos tijolos de barro (Figueira 2016).

A produção de blocos de terra extrudidos é realizada da mesma forma que os tijolos de barro convencionais. Esta técnica consiste em pressionar a terra em estado plástico, forçando-a a sair por um orifício com a forma pretendida. (Figura 57) Através desta técnica, cria-se uma extensão do mesmo material que posteriormente será seccionada com o comprimento pretendido.



Figura 57: Processo de criação de tijolos de terra extrudidos (*Extruded Earth* [sem data]).

## Terra de Recobrimento

A utilização da técnica de terra de recobrimento consiste em revestir uma estrutura com terra crua, em estado líquido ou plástico. A utilização desta técnica tem como finalidade preservar os elementos de suporte e melhorar as características isolantes, térmico-acústicas e ignífugas. Este tipo de técnica pode ser encontrado em diversos países, assumindo formas e finalidades diferentes consoantes as necessidades (González 2006, p. 122).

Nos países nórdicos, a utilização desta técnica é utilizada sob a forma de turfa (Figura 58). A terra é cortada do solo e é colocada juntamente à estrutura existente, criando assim uma segunda cobertura da construção. Este tipo de construções pode ser encontrado desde os países escandinavos à Islândia ou até mesmo no Canadá.



Figura 58: Manutenção de uma casa construída em turfa, Islândia (Bjarnason [sem data]).

Outro tipo de aplicação desta técnica de recobrimento pode ser encontrado no Níger, onde a estrutura da construção (armadura em cana ou outro elemento vegetal) é revestida com terra. Esta aplicação faz com que a estrutura melhore as suas capacidades de resistência à tração.

## Terra Palha

Esta técnica construtiva, como o próprio nome indica, junta terra e palha na construção de um material de características de baixa densidade e fraca resistência à compressão (Figura 59), o que por sua vez transmite o motivo pelo qual este material não deve ser aplicado com finalidades estruturais. O solo mais favorável para este tipo de construções é o solo argiloso de origem mineral calcária. Apesar destas características, este tipo de material oferece várias vantagens como o baixo custo, o baixo peso, o bom material isolante e a rapidez na produção (González 2006, p. 101).



Figura 59: Aspeto final após junção da terra com palha (*Formed Earth (straw clay)*) [sem data].

A aplicação desta técnica é feita no estado líquido após ser realizada a mistura da terra com a palha. Essa mistura é então aplicada em cofragem no estado líquido, sendo que as mesmas têm a particularidade de serem furadas, de modo a que o material possa drenar a água, proveniente da mistura, e permitindo assim uma secagem mais rápida melhorando a densidade do material (González 2006, p. 101).

### **Terra Derramada**

Esta técnica consiste na aplicação da terra no seu estado líquido ou plástico, sendo moldada com recurso a uma cofragem. Este tipo de aplicação, graças à necessidade da utilização de uma cofragem para a sua aplicação, torna o processo de construção mais rápido. A sua aplicação é *in situ*, sendo que a mesma pode ser feita por camadas ou em blocos (Figueira 2016) (Figura 60).



Figura 60 Aplicação da terra em blocos moldados “*In situ*”, Nova Zelândia (*Poured Earth* [sem data]).

Caso a sua aplicação seja feita em blocos, com recurso a um molde, a mesma deve ser feita seccionada devido ao estado físico em que o material é utilizado, fazendo com que a construção assuma uma aparência de parede de blocos. Caso a aplicação da terra seja no estado plástico, a mesma pode ser trabalhada sob a forma de terra empilhada, sendo que não existe a necessidade de a mesma ser acertada, pois esta já é proveniente de um molde que lhe confere faces lisas e retas (González 2006, p. 103).

### **2.4.2 Pedra**

A pedra como material de construção começou a ser utilizada há milhares de anos atrás, por possuir características de elevada durabilidade e resistência, fazendo com que a mesma se tornasse um dos materiais de construção mais utilizados.

É possível observar a utilização da pedra como material de construção em algumas das mais antigas construções megalíticas bem como em diversos monumentos e esculturas produzidos há milhares de anos. Um dos mais antigos vestígios da utilização da pedra como material de construção, são as muralhas de Jericó que se acredita datarem de 8.000 a.C. (Figura 61).



Figura 61: Escavações arqueológicas das muralhas de Jericó (Case [sem data]).

Foram vários os diferentes estilos arquitetônicos que utilizavam a pedra como material base da construção. Desde a arquitetura egípcia, grega, romana até muitas outras, todos estes estilos apresentam exemplares possíveis de serem observados na atualidade, alguns deles com milhares de anos.

Na arquitetura egípcia temos o exemplo das pirâmides, onde o exemplar mais antigo remonta a cerca de 2.700 anos a.C., Pirâmide de Djoser ou também denominada de

Pirâmide Sacará. (Figura 62) As construções destes monumentos/templos apresentavam uma materialidade distinta das habitações, por assumirem uma importância sagrada. Eram considerados “*a casa de pedra eterna*”, já as habitações por apresentarem um caráter transitório eram construídas em terra (Caramelo 2016).



Figura 62: Pirâmide de Djoser, Egípto (Desconhecido [sem data]).

A arquitetura grega apesar de também utilizar a pedra como principal material de construção, assume um estilo completamente diferente, onde a simetria e a proporção dos elementos eram duas das principais características das construções, onde objetivo consistia em encontrar a perfeição estética. Um dos melhores exemplos desse estilo arquitetônico é o Pártenon em Atenas, cuja construção teve início em 447 a.C. (Figura 63) (Azevedo 2010).



Figura 63: Pártenon, Grécia (Georgescu [sem data]).

Por outro lado, a arquitetura romana, mais recente que as anteriores, apesar de também utilizar a pedra como principal material de construção, desenvolveu técnicas de construção onde a pedra era utilizada à face sendo que o seu interior era preenchido com betão (*opus cementicium* – betão romano), que aumentava a resistência das construções e ao mesmo tempo permitia que as mesmas fossem realizadas mais rapidamente. A utilização de arcos e abóbadas nas suas construções permitiu que este estilo se

diferenciasse dos restantes assumindo formas mais curvas. Um dos grandes exemplos é o Coliseu em Roma, do ano 80 d.C. (Azevedo 2010) (Figura 64).



Figura 64: Coliseu de Roma, Itália (FeaturedPics [sem data]).

Na Arquitetura Vernacular a pedra era mais utilizada de forma estrutural, aproveitando essencialmente a sua resistência tanto para a construção de paredes como para revestimentos, variando de país para país na forma como era aplicada.

A utilização da pedra como material de construção sofreu também um grande impacto com a industrialização dos materiais de construção. Tal como a utilização de terra como material de construção, após a Segunda Guerra Mundial, a pedra devido ao seu custo elevado e dificuldade em transportar e extrair, começou a cair em desuso passando a ser utilizada mais como material de revestimento do que como material estrutural (Caramelo 2016).

As técnicas de construção em pedra variam dependendo não só da cultura e tradição local, mas também dos tipos de pedras existentes, das suas características e do tipo de utilização (Caramelo 2016). No início, a técnica de construir com pedra passava pelo amontoamento de pedras de diferentes tamanhos e formatos. A este amontoamento podia ainda ser acrescida a utilização de terra como forma de união das pedras através da sua aplicação nas juntas como forma de argamassa que preenchesse os vazios existentes entre elas (Azevedo 2010).

A diferentes técnicas de construção de alvenarias de paredes, podem ser identificadas através do tipo de funções que desempenham e as características dos materiais ligantes utilizados. Mediante a utilização de pedras de diferentes tamanhos com recurso ou não a argamassas, é possível dividir as técnicas de construção de alvenaria de pedra em: paredes de cantaria, alvenaria de pedra aparelhada, alvenaria ordinária, alvenaria de

pedra com junta argamassada, alvenaria de pedra com junta seca e alvenaria de paredes mistas (Azevedo 2010).

### **Paredes de cantaria**

A técnica de construção de paredes de cantaria tem como base a escolha da pedra e o desbaste/corte das mesmas. As faces expostas das pedras, de modo a obter faces planas, eram talhadas para que assumissem formas retas, normalmente de paralelepípedos, com dimensões aproximadamente iguais umas das outras (Figura 65). Já as faces de assentamento mantinham-se naturalmente rugosas de forma a conseguir melhor aderência à argamassa de assentamento (Azevedo 2010).



Figura 65: Paredes de pedra em cantaria (*Mamposteria de la piedra* [sem data]).

### **Alvenaria de pedra com junta argamassada**

Este tipo de construção consiste na sobreposição de pedras com ligação entre si através de argamassas podendo essas ser hidráulicas ou refratárias (Figura 66). A utilização de argamassas nas ligações das pedras permite melhor estanquidade das paredes, evitando infiltrações (Azevedo 2010).



Figura 66: Paredes de alvenaria de pedra com junta argamassada (*Alvenaria com junta argamassada* [sem data]).

### Alvenaria de pedra com junta seca

Para a construção deste tipo de paredes eram utilizadas pedras de diferentes formatos e tamanhos, sendo que as pedras maiores eram empilhadas umas em cima das outras formando fiadas minimamente niveladas. De modo a preencher os vazios resultantes do empilhamento de pedras com diferentes formatos e tamanhos, eram colocadas entre as pedras, lascas de pedras ou pedras de pequenas dimensões (Figura 67) (Azevedo 2010). Este tipo de construção era típico de zonas onde a cal não existia em abundância, sendo que em certas regiões, de forma a isolar estas paredes para melhor resistência ao frio e à água, era utilizada terra ou palha para vedar as juntas (Caramelo 2016).

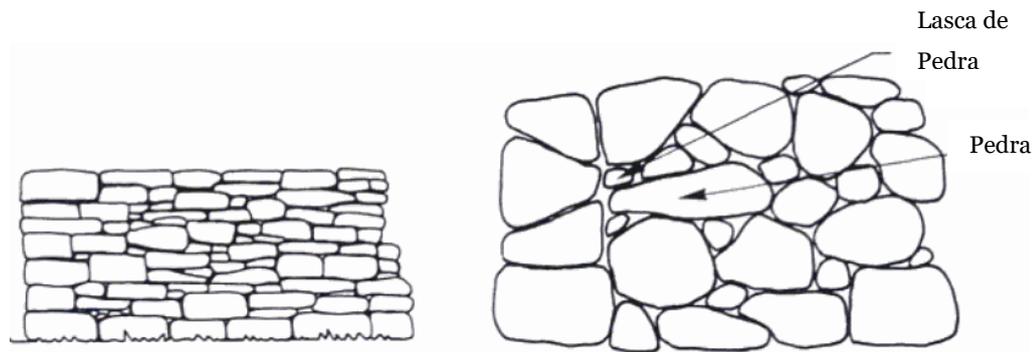


Figura 67: Alvenaria de pedra com junta seca, adaptado de (Azevedo 2010, p. 24).

### Alvenaria de pedra aparelhada

A construção de paredes de alvenaria de pedra aparelhada consiste no assentamento de pedras irregulares com diferentes formas e tamanhos, ligadas entre si por uma argamassa ordinária (Figura 68) (Azevedo 2010). As pedras mais rijas e com melhor aparência eram colocadas junto à face, sendo que de forma a obter uma construção mais regular podia-se aparar as arestas das pedras. A forma irregular das pedras utilizadas confere a designação de “*aparelho rústico*” a esta técnica, podendo ser observada em muros, embasamentos e construções rurais (Caramelo 2016).

A técnica de aparelhamento é utilizada quando se pretende um acabamento final melhorado, desbastando as pedras de forma a garantir que seu acabamento final seja o mais plano possível. Quando as pedras utilizadas têm a sua dimensão coincidente com a espessura da parede, são designadas de pedra aparelhada em perpianho, caso a dimensão seja diferente as mesmas designam-se por silharia (Azevedo 2010).

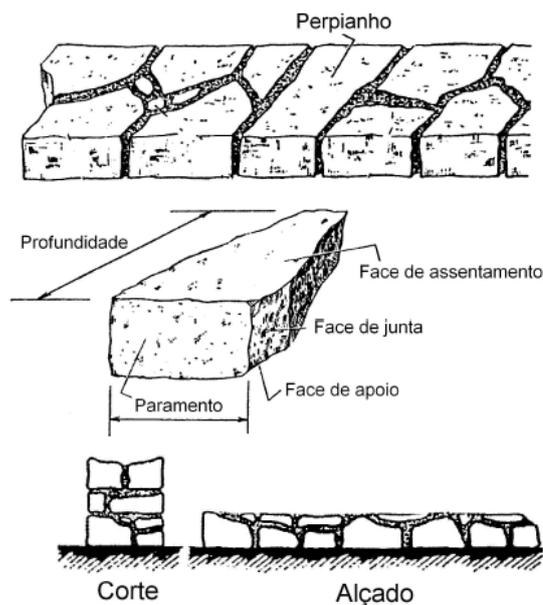


Figura 68: Detalhe de elevação de uma parede de pedra aparelhada (Azevedo 2010, p. 26).

### Alvenaria de pedra ordinária

Este tipo de construção é muito semelhante ao da alvenaria de pedra aparelhada. A diferença entre ambas as técnicas é que esta acaba por consistir num trabalho menos cuidado, sendo uma técnica de maior rapidez na execução, isto porque na maioria das vezes com a utilização desta técnica é também utilizada a técnica de rebocar as paredes (Figura 69). O reboco utilizado é normalmente constituído por diversos materiais existentes no local. Tal como na técnica de alvenaria de pedra aparelhada, são utilizadas mais pedras ordinárias de diferentes formas e dimensões, calçadas com pequenas pedras ou lascas de pedras, de forma a fixar melhor as pedras (Caramelo 2016).



Figura 69: Pormenor de parede de alvenaria de pedra ordinária (Freire 2011, p. 26).

### **Alvenaria de paredes mistas**

Por último, este tipo de construção consiste na junção de mais do que um material na mesma construção, como a pedra e a madeira ou a pedra e o tijolo (Figura 70). Este tipo de técnica era utilizado de forma a dar características e capacidades a uma construção, que a utilização de um só material não conseguiria oferecer (Azevedo 2010).

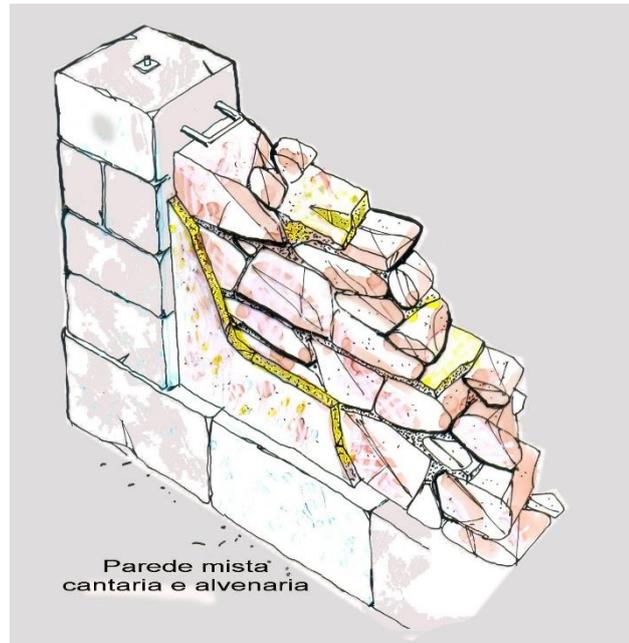


Figura 70: Parede de alvenaria mista (Colin [sem data]).

### **2.4.3 Madeira**

A madeira é retratada ao longo de toda a história como um elemento essencial, pois é através deste material que o Homem retira alimento, proteção e materiais de construção (Monteiro, 2013). As árvores são constituídas pela raiz, tronco (parte útil para a produção de madeira) e copa. O tronco, mais concretamente o lenho, é definido por duas zonas bem definidas: o borne, que é a camada externa em que se visualizam os anéis de crescimento que refletem as condições de desenvolvimento da árvore; e o cerne, que é camada interna, dotada de maior densidade, resistência mecânica e durabilidade (Gomes 2015). (Figura 71)

Relativamente à produção da madeira, e apesar da época de abate não ter influência na resistência mecânica da madeira, constatou-se que o corte deve ocorrer no inverno, evitando o aparecimento de fendas e rachas e aumentando a sua durabilidade (Gomes 2015).

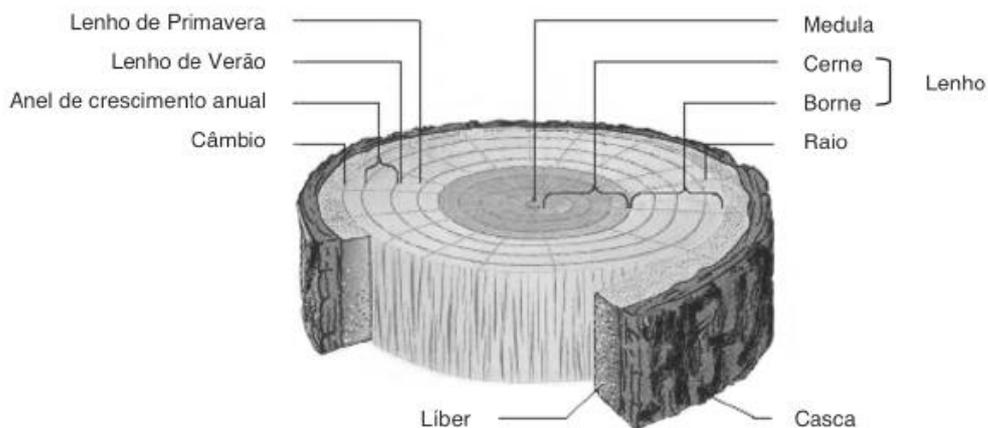


Figura 71: Corte transversal de um tronco de uma árvore (Gomes 2015).

A construção com madeira é uma das mais antigas técnicas de construção, sendo que o seu uso é inicialmente observado nos abrigos indígenas e posteriormente, conforme as necessidades e aspirações do Homem, evolui para estruturas mais complexas. As primeiras habitações em madeira são as construções subterrâneas ou *pit-house*, que consistiam na escavação de um terreno até perfazer a altura necessária, sendo as paredes de terra, e o telhado ficava apoiado em troncos sustentados desde as paredes até um conjunto de troncos dispostos perpendicularmente às paredes, deixando uma abertura onde se colocava a escada de acesso ao interior (Monteiro 2013; Silva 2014; Torres 2010). (Figura 72 e Figura 73) As estruturas e a respetiva matéria prima variam consoante a sua localização geográfica, as espécies florestais mais predominantes e a diversidade de ferramentas disponíveis (Monteiro 2013). A madeira podia ser usada tanto na construção da estrutura como no piso, telhado, janelas e portas (Ivanović-Šekularac, Čikić-Tovarović e Šekularac, 2016).



Figura 72: Abrigo aborígene (Monteiro 2013, p. 17).

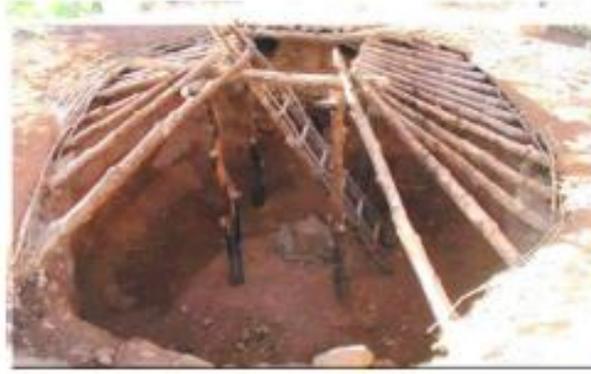


Figura 73: Construções subterrâneas (Torres 2010).

O uso da madeira é acompanhado por várias vantagens como a sua capacidade renovável, sempre que associada a reposição florestal, o bom comportamento perante a flexão, a facilidade de corrigir defeitos durante a execução e as boas propriedades de isolamento térmico e acústico. Contudo é um material de fácil deterioração por agentes biológicos, como a humidade, fungos e insetos, e que requer tratamentos de manutenção (Gomes 2015; Monteiro 2013; Silva 2014; Wrubleski 2015).

As construções de madeira podem ser classificadas em três grandes tipos: casas de Troncos; casas com estruturas em madeira pesada; e casas com estrutura em madeira leve (Torres 2010).

### **Casas de troncos**

As casas de Troncos, também denominadas de *Log Construction*, *Blockbau*, *Construction en Rodins*, *Construction en Bois Empilés* ou *Lafte*, podem ser encontradas em diversas localizações e há registos que identificam este tipo de construção no período Neolítico, cerca de 5000 a.C., e no período romano. Graças à sua capacidade de isolamento térmico pode ser encontrada nos países escandinavos ou Rússia (Monteiro 2013) (Figura 74).

Este método consiste na sobreposição, mais comumente na horizontal, de diversos troncos de árvores conforme os planos verticais das paredes, em que a ligação entrecruzada fornece estabilidade e é reforçada pelo prolongamento dos toros em relação ao plano da parede (Gomes 2015; Monteiro 2013; Silva 2014). Esta técnica de construção é a única que dispensa qualquer tipo de revestimento ou acabamento (Torres 2010).



Figura 74: Casa de troncos (Torres 2010).

### Casas com estrutura em madeira pesada – “*Heavy timber*”

Este tipo de construção surge pela necessidade de potencializar as características resistentes da madeira com a utilização de grandes elementos de madeira com elevado peso próprio, permitindo aberturas maiores e edifícios até 6 andares. A principal particularidade neste método consiste na separação física entre a estrutura, envoltivo e revestimentos (Torres 2010). Existem 2 grandes tipos de estruturas associados à madeira pesada (Figura 75):



Figura 75: a) Sistema Porticado; b) Sistema Entramado (Torres 2010).

- o sistema porticado ou de treliças (“*Post&Beam*”): As vigas e os pilares têm grandes dimensões, permitindo obter vãos com significado suficiente para ficarem aparentes. Os espaços são amplos, sendo definidos de forma moderadamente versátil através dos revestimentos (placagens facilmente amovíveis). A rigidez do pórtico é obtida através de elementos diagonais que funcionam como escoras na direção em que estão dispostos (Torres 2010).
- o sistema entramado (“*Timber Frame*”): difere do anterior pela introdução de elementos portantes diagonais, ao contrário dos elementos sem grande expressão física da solução anterior. Assim, nesta solução, a definição dos espaços fica

obrigatoriamente condicionada pela presença destes elementos (definição de planos verticais). Se as áreas vazias nas paredes forem preenchidas por pedra, adobe ou tijolo passa a intitular-se de *Himis* (Güneş [sem data]; Torres 2010). (Figura 76).



Figura 76: À esquerda - *Himis*; À direita - “*Timber Frame*” (Güneş [sem data]).

### Casas com estrutura em madeira leve

A construção com estruturas em madeira leve surgiu no século XIX na América do Norte, aliada à necessidade de construir de forma rápida e à existência de grandes quantidades de madeira de dimensões reduzidas e facilmente transportável, e consistia na união de peças verticais e horizontais através de encaixes de carpintaria (Monteiro 2013; Silva 2014; Torres 2010). Esta estrutura pode englobar (Figura 77):

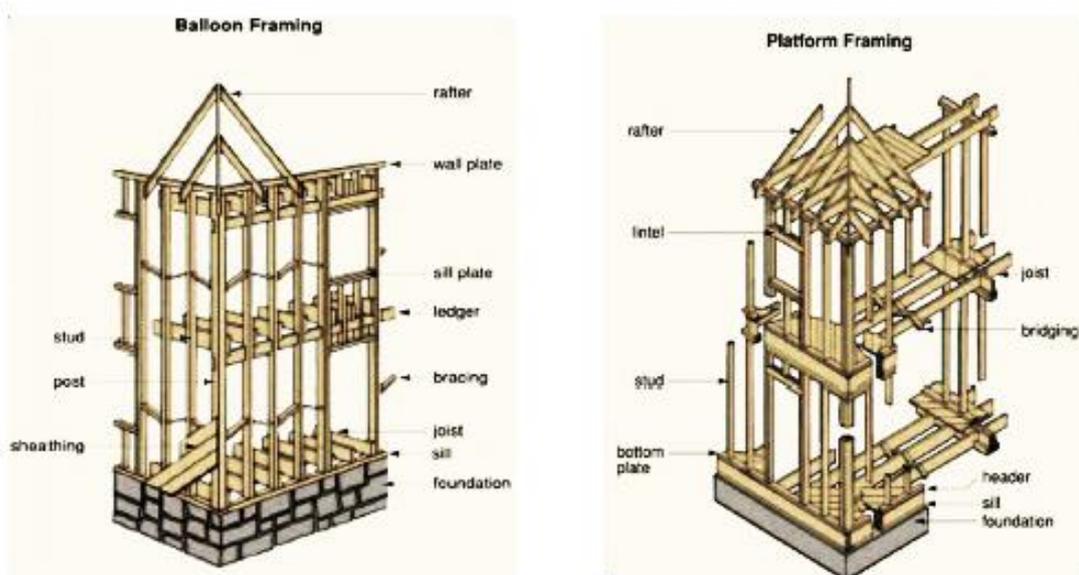


Figura 77: “*Ballon frame*” e “*Plataform frame*” (Monteiro 2013).

- Estrutura em Balão (“*Balloon Frame*”): caracterizada por fachadas com montantes contínuos de um andar para o outro, ou seja, os montantes verticais e batentes das paredes externas e de algumas divisórias internas são contínuos,

com pé-direito duplo, desde a fundação até às peças horizontais superiores, que ficam abaixo da estrutura do telhado (Berriel 2009; Silva 2014; Torres 2010).

- Estrutura em Plataforma (“*Platform* ou *Western Frame*”): esta utiliza elementos contínuos, com comprimentos iguais ao pé-direito de um pavimento apenas, no qual se apoiam soleiras estruturais. Assim esta divisão física dos pisos permite uma montagem mais acessível, uma redução dos riscos do fogo entre pisos e aumento da estabilidade (Berriel 2009; Torres 2010).

#### **2.4.4 Bambu**

O bambu é considerado a erva mais alta do mundo, sendo que em 4 anos é capaz de crescer mais de 30 metros e qualquer parte da planta pode ser aproveitada. Este material tem sido usado ao longo de milhares de anos para satisfazer as necessidades mais básicas da humanidade, estando o seu uso atribuído à alimentação, à construção de abrigos, à criação de ferramentas e a muitas outras utilidades (Garcia-Saenz 2012; Platt 2018).

A utilização de bambu na construção era mais visível nas populações nativas da América Central e Sul, da Ásia e África e, durante muito tempo, o seu uso foi atribuído aos estratos demográficos mais inferiores da sociedade, tendo sido apelidado de “*madeira dos pobres*” (Das, Mukhopadhyay 2017; Platt 2018; Garcia-Saenz 2012).

Na atualidade, o bambu é considerado como “*green gold*” pelas suas vantagens perante a madeira. Ao nível ambiental é considerado bom para a reflorestação, para o controlo da erosão dos solos e para a estabilização das margens dos rios (Garcia-Saenz 2012). Além disso, o bambu tem sido frequentemente apelidado de “*green steel - aço verde*” graças às suas propriedades mecânicas, com grande resistência à tração e elasticidade (Habibi 2019; Jain [sem data]).

Contudo, este material também apresenta desvantagens tais como a necessidade de preservação, o comportamento extremamente variável de acordo com cada espécie e a sensibilidade a fungos e insetos (Correia 2014; Jain [sem data]).

Ao ser um material de vasta utilidade, de seguida exemplificam-se alguns dos diversos usos que o bambu pode ter, e respetivos métodos.

#### **Cobertura**

O mais simples tipo de cobertura consiste na sobreposição de varas de bambu, tão longas quanto as vigas de sustentação da cobertura, e que são mantidas na sua posição apenas

com recurso ao próprio peso e sem um sistema de fixação. As telhas podem adquirir o formato de lanceta, através do corte dos colmos em forma de língua, o que impede o deslizamento das partes, ao invés da cobertura mais simples (Correia 2014; Padovan 2010) (Figura 78).

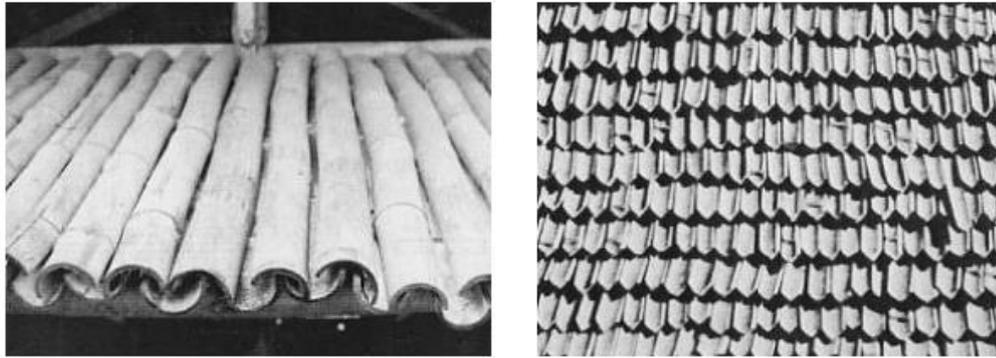


Figura 78: a) Telhado em meias canas de bambu; b) Telhado com telha em lanceta (Correia 2014).

Existem certas variações que se prendem com as tradições de cada região, como o caso da Indonésia, que apresenta influência das tradições navais (Figura 79) (Padovan 2010).



Figura 79: Casa Tana Toraja, Indonésia (*Travel in Indonésia: fascinating Tana Toraja culture of Central Sulawesi* [sem data])

## Parede

O revestimento para as habitações pode ser efetuado de diversas formas, consoante a melhor maneira de resistir às forças da natureza (Figura 80).

Originalmente eram formadas a partir de colmos verdes, dispostos verticalmente, de bambu inteiros ou divididos longitudinalmente com um machado em vários pontos em cada nó e achatados em pranchas inacabadas em forma de tábua que permitem proteção contra animais e chuvas e fornecem uma boa ventilação. Com o passar do tempo surgiram outras técnicas como as paredes *Quincha*, que se caracterizam pelo entrelaçado de bambu e posterior aplicação de barro e fibras vegetais e é mais comum no Peru e Chile.

O tipo de parede *Bahareque* consiste em colmos cortados ao meio dispostos horizontalmente envolvendo a estrutura de sustentação que são depois preenchidos e revestidos com barro e fibras vegetais (Jain [sem data]; Padovan 2010).

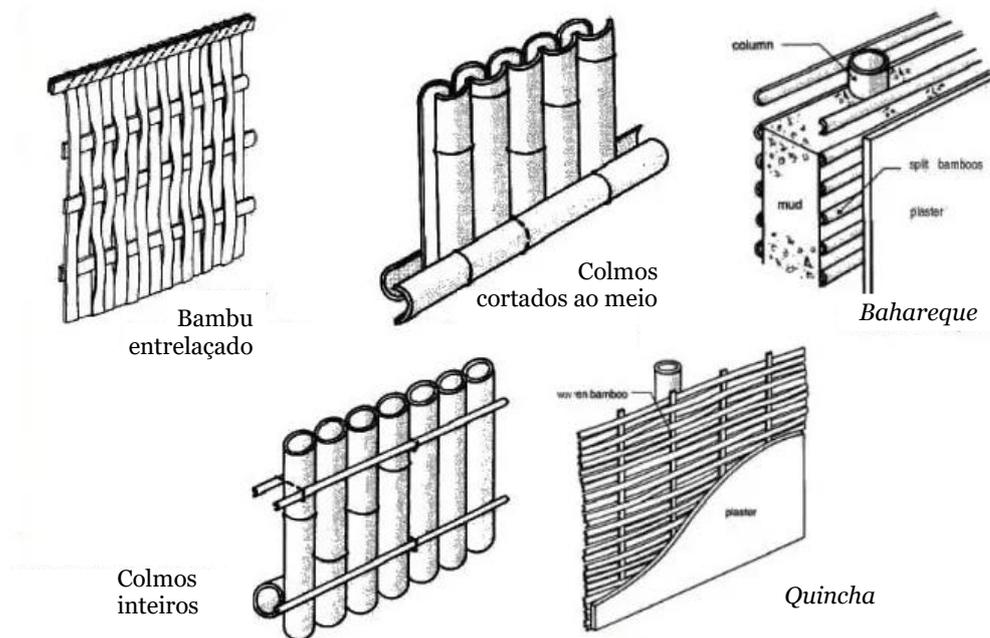


Figura 80: Diversidade de paredes, adaptação (Jain [sem data]).

No caso do Equador, as paredes era feitas com os colmos achatados e sobrepostos e, sendo uma região muito propensa a inundações, as habitações eram construídas até três metros acima do chão, com os pilares em bambu e de acesso por escadas (Parsons 1991) (Figura 81).

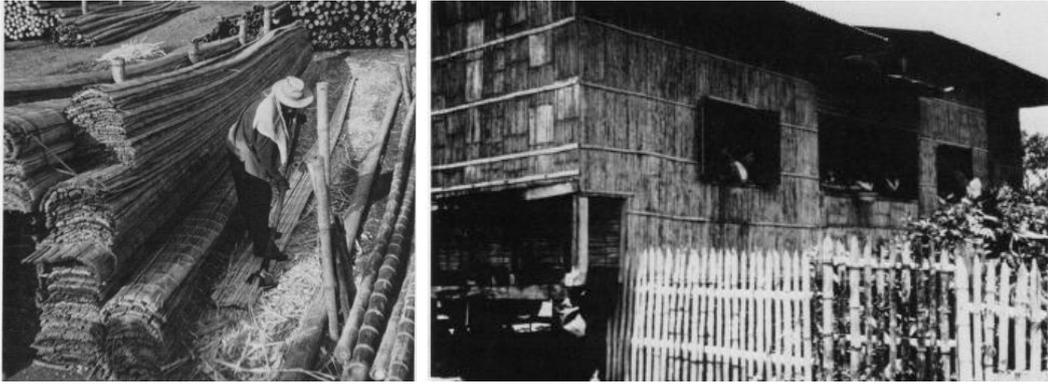


Figura 81: Esquerda - Achatamento dos colmos para fazer o revestimento das habitações; Direita - Aplicação dos colmos achatados (Parsons 1991).

## Pavimento

Na maioria das construções rurais, o chão da edificação em bambu consistia simplesmente no solo, mas de forma a fornecer mais conforto e isolamento térmico construía-se o pavimento a cerca de cinquenta centímetros do chão. O pavimento por si só, variava entre a aplicação de colmos inteiros de pequeno diâmetro, metades de colmos, placas de bambu desenrolado ou esteiras de bambu (diversas soluções esteticamente diferentes, através de diferentes entrelaçamentos)(Correia 2014). (Figura 82)

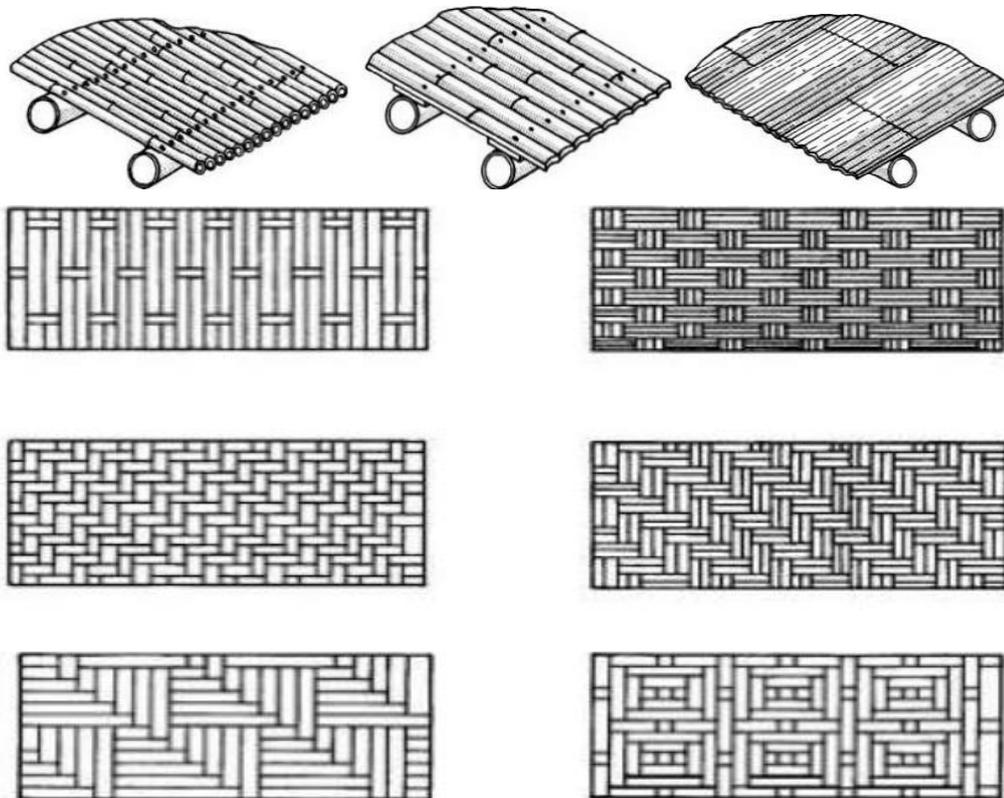


Figura 82: Em cima: Colmos inteiros, metades de colmos e placas de bambu desenrolado; Em baixo: padrões de esteiras de bambu (Correia 2014).



## 3. Presente

### 3.1 Sustentabilidade na Arquitetura Vernacular

#### 3.1.1 Conceito de Sustentabilidade

O conceito de sustentabilidade, tem origem na palavra “Sustentável” que é uma palavra derivada do verbo latim “*Sustineri*” que descreve relações que podem ser mantidas durante um determinado período de tempo, seja ele de maior ou menor duração. Trata-se de um conceito com bastante complexidade, e de caráter ecológico, social e económico (Bay, Ong 2006).

Este conceito não surge com fundamentação na arquitetura ou na engenharia, mas sim tem a sua primeira aplicação em 1980 na publicação de *World Conservation Strategy*, publicado pela *World Conservation Union* (IUCN), tendo sido introduzido como referência para um desenvolvimento económico tendo em conta questões ambientais. Este conceito teve início nas áreas económicas, sendo mais tarde estendido por diversas áreas como a química, mecânica, agricultura e também a arquitetura e engenharia (Bay, Ong 2006).

De uma forma mais genérica o conceito de sustentabilidade passa pela procura de soluções e estratégias que permitam o conforto, eficiência e continuidade do desenvolvimento da sociedade, sem que exista a necessidade de prejudicar o ecossistema e as gerações futuras (Edwards [sem data]).

A “Agenda 21” foi um dos planos normativos criados para o desenvolvimento sustentável, onde inclui instruções para a criação de uma arquitetura sustentável, onde tinha como pontos chave, o uso de materiais e técnicas de construção locais, redução de resíduos, desenvolvimento e conhecimento dos impactos ambientais dos edifícios, entre outros. Este documento resulta de uma conferência da ONU, realizada em 1992 no Rio de Janeiro, onde esta e outras normas foram estabelecidas de forma a alcançar um desenvolvimento sustentável que abranja as áreas sociais, culturais e económicas, conciliando o crescimento económico com a proteção ambiental e a qualidade de vida da população (Mourao, Branco Pedro 2012).

Nos dias que correm é essencial que a sociedade adote cada vez mais medidas e ações sustentáveis, que ajudem a reduzir o impacto ambiental que foi desenvolvido ao longo dos últimos tempos. É necessário cada vez mais consciencializar a sociedade da necessidade da gestão dos recursos naturais, de forma a garantir a preservação e

sobrevivência do planeta, pois caso não exista essa consciencialização a utilização de recursos naturais de forma excessiva sem que haja uma reposição dos mesmos, pode levar a que exista uma rotura dos recursos naturais.

### **3.1.2 Conceito de Construção Sustentável**

O conceito de construção sustentável tem como objetivo responder às necessidades atuais realizando assim objetivos como, aumentar o ciclo de vida dos edifícios, reduzir o consumo de recursos, reutilizar os recursos sempre que possível, reciclar materiais em fim de vida do edifício e utilizar recursos recicláveis, proteger os sistemas naturais e a sua função em todas as atividades e eliminar materiais tóxicos e subprodutos (Pinto et al. 2015, p. 26).

Em áreas como a arquitetura e a construção, o conceito de construção sustentável é aplicado em construções onde as diferentes fases do processo de conceção, construção e operação, façam uso dos melhores procedimentos e técnicas cujos impactos ambientais sejam os menores possíveis (Pinto et al. 2015, p. 13).

A Revolução Industrial, e também uns anos mais tarde com o Movimento Moderno, veio fazer com que a utilização de materiais locais nas construções caísse em desuso, com a padronização de novos materiais produzidos industrialmente. A utilização destes materiais industriais exige a utilização de elevados níveis de energia que se traduzem em grandes impactos ambientais (Mateus et al. 2015). A arquitetura e construção atualmente representam uma grande parte do consumo de energia mundialmente, sendo responsáveis por um terço das emissões de carbono (Fernandes, Mateus, Bragança 2014).

Além do desenvolvimento tecnológico e industrial, o aumento populacional fez com que as políticas de crescimento económico e as sociedades se desenvolvessem sem preocupações com as condições ambientais. O crescimento da população fez com que existisse uma maior procura dos recursos naturais para a sua sobrevivência, levando a um aumento significativo das emissões de gases com impacto no efeito de estufa. Estima-se que nos últimos 150 anos o planeta tenha sofrido um aumento da temperatura global a superfície da terra de cerca de 0,85°C, observando-se uma maior concentração de dióxido de carbono, um aumento do nível da água do mar e precipitação média global (Pinto et al. 2015, p. 15–16).

Desta forma, e sendo a construção um dos grandes responsáveis por parte da poluição ambiental que se tem sentido nos últimos tempos, é urgente que exista uma redução dos

impactos negativos resultantes da indústria da construção, convertendo a mesma, numa indústria mais sustentável e responsável. Transformando assim os princípios poluentes da construção em princípios de construção sustentáveis (Pinto et al. 2015, p. 24).

As características presentes na atualidade no conceito de construção sustentável são estratégias que derivam dos aspetos e qualidades da Arquitetura Vernacular. O seu foco na eficiência energética é relevante, visto que ao longo da sua evolução foram desenvolvidas técnicas e estratégias de adaptação ao clima e meio envolvente, tendo sempre em atenção a racionalização dos recursos disponíveis (Fernandes, Mateus, Bragança 2014).

Este tipo de construção representa nos dias de hoje um novo paradigma, deixando de se concentrar apenas em aspetos como a qualidade da construção, o tempo de construção e os custos associados à mesma, para passar a incorporar questões económicas, sociais, culturais e ambientais (Caramelo 2016).

O uso de materiais e técnicas alternativas (com características locais e aprimoradas ao longo de várias gerações) típicas da arquitetura vernacular, reduz substancialmente o total de energia incorporada num edifício, bem como o impacto ambiental inerente (Mateus et al. 2015). A sua utilização na construção de edifícios sustentáveis representa inúmeras vantagens, não só a nível ambiental como também a nível económico e social. É possível então destacar algumas das vantagens tais como, redução dos custos de construção, redução do custo de mão-de-obra e do custo de materiais mediante o pagamento e aquisição local, redução da quantidade de energia incorporada nos edifícios, entre outras. Como alternativa aos materiais produzidos industrialmente existem então algumas vantagens com a utilização de materiais vernaculares, que podem ser um dos caminhos para uma construção mais sustentável.

### **3.1.3 A influência da Arquitetura Vernacular na Arquitetura Sustentável**

A arquitetura Vernacular é um dos mais significativos e marcantes aspetos da intervenção humana na paisagem, atendendo sempre aos seus valores geográficos, económicos, sociais, históricos e culturais. Representa uma ligação orgânica entre o Homem e o meio envolvente, na necessidade básica da construção de um abrigo.

A sua influência na Arquitetura Sustentável surge naturalmente, considerando que a Arquitetura Vernacular tem como princípios básicos da sua essência as várias manifestações arquitetónicas específicas de cada lugar, a mesma foi desenvolvendo

diversas soluções de forma a atingir uma construção mais sustentável (Fernandes, Mateus 2012).

Moldada por múltiplos condicionalismos, devido à escassez de recursos e ausência de tecnologia, a Arquitetura Vernacular apresenta uma relação estreita com os três pilares da sustentabilidade (economia, sociedade e ambiente). A harmonia entre estes três fatores resultava no sucesso deste tipo de arquitetura, onde o seu equilíbrio era fundamental para a uma construção sustentável (Fernandes, Mateus 2011).

A influência da Arquitetura Vernacular na Arquitetura Sustentável traduz-se pela utilização dos conhecimentos, técnicas e estratégias de construção Vernaculares desenvolvidos durante muitas gerações, de uma forma natural e com conhecimento de causa, desenvolvidos na necessidade de adaptação a um território e clima específicos. Esses conhecimentos devido ao seu baixo desperdício material, consumo energético reduzido e impactos ambientais quase nulos, faz com que os mesmos valores sejam partilhados entre a Arquitetura Vernacular e a Arquitetura Sustentável (Mateus et al. 2015).

A adaptação de conhecimentos, técnicas e estratégias de construção Vernaculares na Arquitetura Sustentável tem algumas vantagens tanto a nível ambiental como a nível social e económico, sendo sempre uma das principais preocupações a redução da poluição ambiental e o desenvolvimento sustentável.

### **Vantagens ambientais**

A utilização de materiais locais tem algumas vantagens associadas à sua utilização, como por exemplo, a ausência da necessidade de transporte, a menor intensidade de energia consumida no processo de produção, que conseqüentemente leva a menos energia incorporada e menos emissões de CO<sub>2</sub>, e o menor impacto ambiental durante as operações de manutenção. Estas vantagens traduzem-se numa construção com menor impacto ambiental, mais ecológica e sustentável. Na Figura 83 é possível analisar uma breve comparação entre materiais vernaculares e materiais locais e os impactos ambientais causados por esses materiais (Mateus et al. 2015).

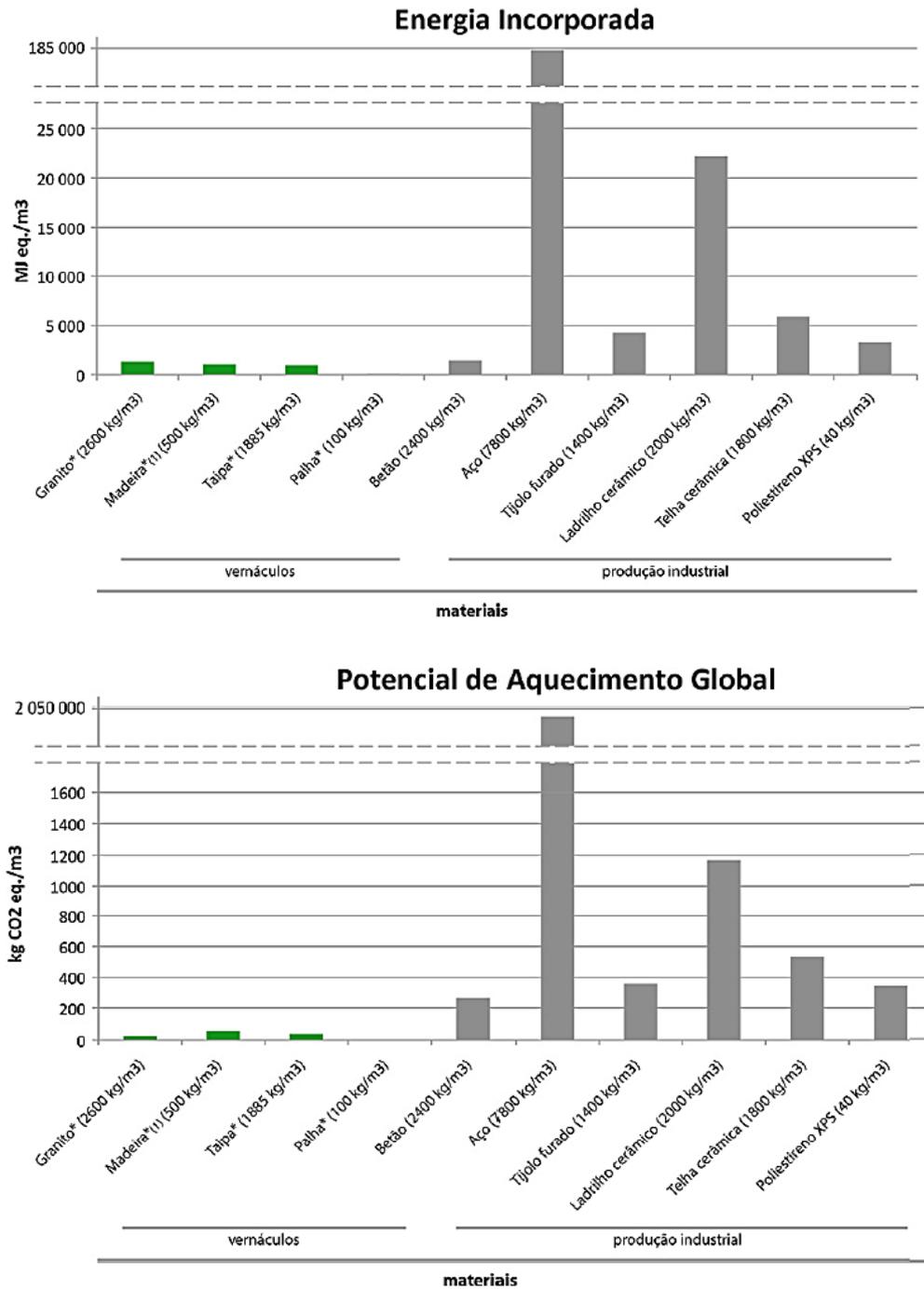


Figura 83: Energia incorporada e Potencial de Aquecimento Global (Mateus et al. 2015, p. 46).

### Vantagens Sociais e Económicas

De forma a conseguir alcançar um bom desenvolvimento sustentável, não basta apenas atingir fatores ambientais, é necessário ter também em conta os fatores sociais e económicos. Apenas com a combinação destes três fatores é que é possível desenvolver uma construção verdadeiramente sustentável.

Ao analisarmos a utilização de mão-de-obra local, qualificada para as técnicas de construção tradicionais, observamos que o custo é superior ao custo de mão-de-obra para aplicação de materiais industrialmente fabricados. Mas apesar de ter um custo superior, ao juntarmos à mão-de-obra o custo dos materiais, conseguimos concluir que devido ao baixo custo dos materiais locais, é mais vantajoso economicamente optar pela construção com materiais vernaculares do que com materiais produzidos industrialmente (Mateus et al. 2015).

Socialmente a utilização de técnicas e materiais vernaculares também se traduz numa vantagem de forma a tornar as construções o mais sustentáveis possíveis. Não só é economicamente mais barata a produção e utilização de materiais locais, como permite o desenvolvimento social e a criação de mais postos de trabalho locais. O aumento da procura de mão-de-obra qualificada, conduz à formação e educação de novas gerações preservando o património cultural e mantendo as tradições (Mateus et al. 2015).

### **3.2 Sistemas passivos nas construções**

A utilização de sistemas passivos tem como objetivo contribuir para o aquecimento ou arrefecimento de uma construção de forma natural. De acordo com dados da Organização Mundial de Saúde (OMS), um estudo que englobou 15 países da União Europeia e 12 da Europa de Leste, confirmou a existência de pessoas que *“vivem em pobreza energética, porque não conseguem manter as suas habitações a uma temperatura interior mínima de 18°C por questões económicas”*, isto é, quando o custo mensal em climatização é superior a 10% do rendimento familiar, demonstrando ainda mais a importância dos sistemas passivos na construção (Morbey, Mateus, Bragança 2012).

No caso do aquecimento passivo, estes sistemas pretendem maximizar a captação de sol no inverno, através da orientação correta dos vãos envidraçados, sendo depois acoplados sistemas que permitem a retenção e armazenamento da energia solar para a sua utilização em horas posteriores. Estes sistemas são denominados de Sistemas de Aquecimento Passivo e podem ser classificados em sistemas de ganhos direto, de ganho indireto ou desfasado e de ganho isolado (Gonçalves, Graça 2004, p. 33).

Por outro lado, no caso do arrefecimento passivo, estes sistemas têm como objetivo tirar partido das fontes frias que permitem arrefecer um edifício. Estes sistemas de arrefecimento são denominados de Sistemas de Arrefecimento Passivo e podem ser

classificados em sistemas de ventilação natural, arrefecimento pelo solo, arrefecimento evaporativo e arrefecimento radiativo (Gonçalves, Graça 2004, p. 34).

Ao integrar sistemas passivos nas construções de edifícios vernaculares, estamos a melhorar as condições de habitabilidade dos espaços, melhorando o conforto térmico para os ocupantes, e a reduzir o consumo de energia.

Muitas das técnicas de construção e sistemas de aquecimento/arrefecimento passivos já eram praticadas há milhares de anos, muito antes da existência de técnicas mecânicas. A necessidade de um conforto térmico para o bem-estar no interior das construções, levou a um desenvolvimento de estratégias naturais/passivas que aumentassem o conforto térmico (Singh, Mahapatra, Atreya 2011).

A integração de sistemas de arrefecimento/aquecimento passivo na Arquitetura Vernacular é essencial de forma a obter conforto térmico no interior das construções, pelo que esses sistemas de ventilação natural podem ser utilizados diretamente ou indiretamente caso a necessidade seja uma atuação imediata ou caso a necessidade seja preparar as condições térmicas para o dia seguinte (Michael, Demosthenous, Philokyrou 2017).

### **3.2.1 Sistemas de aquecimento passivos**

Os sistemas de aquecimento passivo consistem em ações de aquecimento natural, sem recurso a sistemas mecânicos como ar condicionado ou aquecedores. Podem ser caracterizados como aqueles que, fazendo parte integrante da estrutura construtiva, têm o objetivo de coletar a radiação solar, acumular a sua energia e ainda distribuir essa mesma energia (calor) através de processos naturais (Gonçalves, Graça 2004, p. 34). Assim sendo a utilização destes sistemas pretende maximizar, na estação de inverno, a captação de radiação solar através de grandes vãos envidraçados com a correta dimensão e orientação.

Para o bom funcionamento desta técnica é necessário ter em conta dois fatores, orientação dos vãos nos quadrantes Sul ou Sudeste-Sudoeste e massa térmica para absorção da radiação solar, armazenamento e distribuição de calor, complementados por materiais e cores para o efeito (Pinto et al. 2015, p. 138).

#### **Ganho direto**

No sistema de ganho direto, a absorção da radiação ocorre através dos grandes vãos envidraçados do edifício bem orientados, de forma a maximizar a incidência de radiação

no espaço interior e também nas massas térmicas existentes (paredes e pavimento) (Figura 84) (Pinto et al. 2015, p. 138).

Para conseguir estabilizar um ambiente interior agradável, as massas térmicas desempenham um papel fundamental, ao atenuar a temperatura interior dos edifícios. Para que seja possível garantir uma boa amplitude térmica interior, é fundamental que exista um equilíbrio entre a massa térmica, isolamento e área de vãos, pois quanto maior for a massa térmica, menor será a variação de calor no interior do edifício e consequentemente mais difícil será aquecer os espaços (Gonçalves, Graça 2004, p. 35).

A captação de radiação durante o dia por parte das massas térmicas, permite que se mantenha uma boa temperatura mesmo depois da ausência de radiação solar, sendo que as massas térmicas absorvem o calor durante a exposição a radiação solar, libertando gradualmente para o espaço interior durante a noite (Pinto et al. 2015, p. 138).

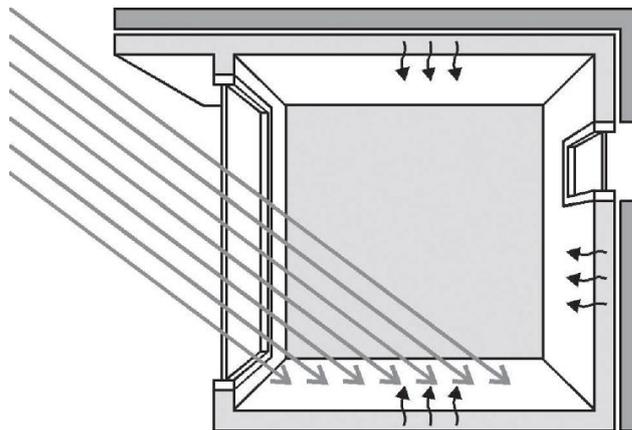


Figura 84: Sistema de ganhos diretos (Gonçalves, Graça 2004, p. 34).

Exemplo deste tipo de sistema é o edifício desenvolvido pelo Arquiteto João Álvaro Rocha para o Instituto das Comunicações de Portugal, (Figura 85), situado no Porto onde o Arquiteto, através da criação de grandes vãos envidraçados procurou aproveitar a orientação do edifício (Sul), de forma a conseguir ganhos térmicos nas zonas de trabalho ao mesmo tempo que possibilitaria uma excelente relação visual com o exterior.



Figura 85: Edifício do Instituto das Comunicações de Portugal, ICP, no Porto (João Álvaro Rocha, Arquitectos, S.A. [sem data]).

### **Ganho indireto**

Nos sistemas de aquecimento por ganho indireto a absorção de calor proveniente da radiação solar é conseguida através da massa térmica, que ira acumular o calor ganho numa zona separada, sendo depois posteriormente transmitida para o espaço interior de uma forma imediata ou gradual (Pinto et al. 2015, p. 139).

A utilização destes sistemas permite que exista uma acumulação durante o dia sendo apenas transmitido posteriormente ao final da tarde e início de noite, tirando partido assim de um desfasamento da onda de calor da sua absorção para a sua transmissão para o espaço interior. Essa gestão da transferência da energia acumulada é feita em alguns dos sistemas pelo utilizador, permitindo que o mesmo possa regular a transmissão da energia.

Um dos exemplos deste tipo de sistemas é a parede de Trombe (Figura 86). Este tipo de sistema aplica explicitamente o princípio da convecção térmica, onde o ar quente por ser mais pesado, tem tendência a descer, ao contrário do ar frio, que é mais leve (Pinto et al. 2015, p. 139). As paredes de Trombe são constituídas por um vão envidraçado devidamente orientado, onde no seu interior é colocada uma parede maciça de espessura entre os 10 e os 30 cm, sendo esta espaçada do envidraçado 5 a 20 cm criando assim uma caixa de ar entre o envidraçado e parede interior. Na parte exterior, a parede é geralmente pintada de cor escura de forma a conseguir captar uma maior incidência da radiação solar. É assim criado um sistema no qual predomina o efeito de estufa,

conseguindo-se atingir temperaturas bastante elevadas entre a parede de armazenamento interior e o vidro. A energia acumulada pode ser transmitida de imediato para o interior do espaço a aquecer através de orifícios existentes na parede, ou então ser regulada tapando esses mesmos orifícios de forma a regular a temperatura no interior do espaço. Existe ainda a possibilidade de “armazenar” a energia na parede interior, sendo transmitida naturalmente aos espaços interiores durante o período de ausência de radiação solar, estabilizando assim as temperaturas interiores, este tipo de sistema tem o nome de “*Parede de Armazenamento*” (Gonçalves, Graça 2004, p. 37).

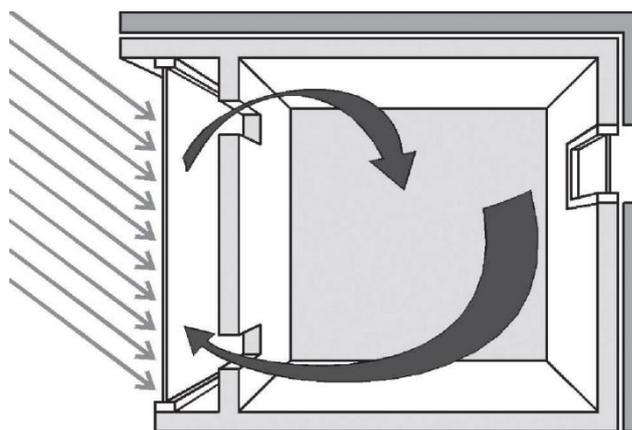


Figura 86: Esquema de funcionamento de uma parede de Trombe (Gonçalves, Graça 2004, p. 35).

Estes sistemas de forma a não estarem ativos em alturas de calor, deverão incluir dispositivos de sombreamento móveis que possibilitem a anulação destes sistemas de Verão e nas alturas de elevado calor evitem situações de sobreaquecimento (Pinto et al. 2015, p. 140).

A casa *Shäffer* em Porto Santo (Figura 87), representa um bom exemplo da aplicação do sistema de paredes de Trombe. Desenhada pelo arquiteto *Günther Ludewig* a casa *Shäffer* incorpora na sua fachada um sistema de paredes de Trombe ventilada que além de ser um sistema altamente funcional, se enquadra perfeitamente na arquitetura da casa graças à sua estrutura em madeira.



Figura 87: Casa *Shäffer*, Porto Santo (sistema de parede de Trombe) (Gonçalves, Graça 2004, p. 36).

### Ganho combinado

Nos sistemas de ganho combinado, a captação dos ganhos solares e o armazenamento dos mesmos, ocorre em zonas anexa ao edifício, como é o exemplo das estufas e das dos coletores de ar (Figura 88).

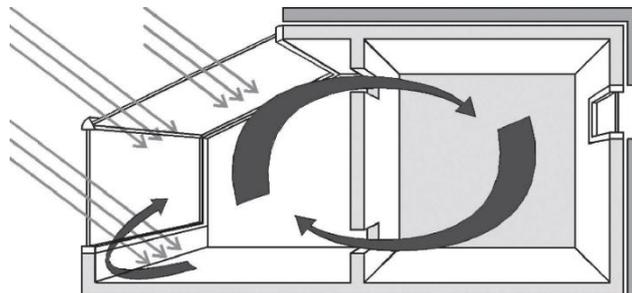


Figura 88: Exemplo de sistema de ganho combinado (Estufa) (Gonçalves, Graça 2004, p. 38).

A técnica de captação solar através de estufas, combina os efeitos de ganho solar direto e indireto. Através de grandes envidraçados a energia é acumulada no interior dessa divisória sendo posteriormente transmitida para compartimento adjacente, por efeito de

condução através da parede que os separe ou, caso existam orifícios na parede, através da circulação do ar por meio de convecção (Pinto et al. 2015, p. 140).

A moradia unifamiliar desenhada pelo arquiteto *Fausto Simões* no Vale do Rosal, representa um bom exemplo da utilização do sistema de estufa. Através de um grande vão envidraçado esta moradia cria uma divisória onde o ar é previamente aquecido para depois ser distribuído pelas restantes divisões da habitação. A mesma possui uma técnica de sombreamento com recurso a vegetação, para que durante as alturas de calor intenso (Verão) o sistema de estufa não cause incómodo e calor excessivo no interior da habitação (Figura 89).



Figura 89: Moradia unifamiliar com sistema de Estufa em altura de Verão e Inverno, Vale do Rosal (Sousa 2018).

Os sistemas de coletores de ar são constituídos por uma superfície de vidro e uma outra absorvente sem qualquer capacidade de armazenamento térmico. De Inverno a sua utilização permite insuflar no interior do edifício, ar aquecido no exterior através de um dispositivo de captação solar. Já no Verão este sistema permite a extração do ar do interior dos edifícios para o exterior (Pinto et al. 2015, p. 140).

Um exemplo da utilização deste sistema é o agrupamento de escolas do Crato, projetado pelo Arquiteto *Virgílio Cunha*, a Arquitecta *Rosabela Costa* e a Engenheira *Canha da Piedade*. Com a utilização deste sistema é possível ventilar o interior dos espaços adjacentes durante todo o ano permitindo assim a esta escola uma poupança significativa no consumo energético (Figura 90).

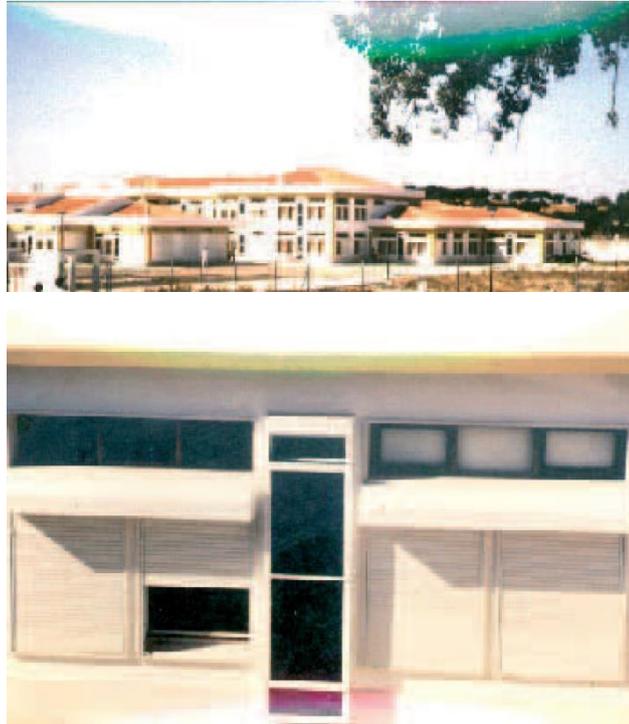


Figura 90: Agrupamento de escolas do Crato, exemplo da aplicação do sistema de coletores de ar (Gonçalves, Graça 2004, p. 39).

### **3.2.2 Sistemas de arrefecimento passivos**

A utilização de sistemas de arrefecimento passivo consiste na utilização de técnicas e estratégias para a redução da temperatura no interior dos edifícios através de fontes fria, cuja ação assenta num processo de dissipação de calor. O uso de sistemas de arrefecimento passivo pode eliminar ou diminuir consideravelmente a necessidade da utilização de dispositivos mecânicos de climatização, melhorando consideravelmente o conforto térmico interior (Gonçalves, Graça 2004, p. 40).

O control de ganhos solares é possível através de sistemas de sombreamento exterior/interior ou também através de vidros adequados, impedindo assim a entrada direta de radiação solar no interior dos edifícios.

A utilização de isolamento na parte envolvente dos edifícios, conduz a situações que diminuem as solicitações térmicas através da envolvente opaca, reduzindo assim a carga

térmica de arrefecimento do edifício. A cobertura dos edifícios deverá ser um dos aspetos a ter em consideração, por se tratar de uma superfície que se encontra em constante exposição solar. Outro aspeto a ter em atenção é o esquema de cores a utilizar no edifício. Sendo que as cores claras têm menor absorção de calor, estas são mais indicadas para edifícios com elevada exposição solar, aumentando assim a eficiência energética do mesmo (Pinto et al. 2015, p. 142).

### **Ventilação natural**

Este tipo de sistema de arrefecimento consiste na utilização da diferença de temperatura existente entre o interior e o exterior. Durante a noite é uma estratégia muito eficaz de evacuação dos ganhos acumulados no interior do edifício. Durante o dia também é possível realizar uma ventilação natural desde que exista uma diferença entre a temperatura no interior do edifício e a temperatura no exterior, como por exemplo durante a manhã (Gonçalves, Graça 2004, p. 40).

Este sistema é um processo promovido pela diferença de pressão onde a circulação do ar pelo interior do edifício faz com que o mesmo se refresque (Figura 91). É muito importante ter em atenção o posicionamento e dimensionamento dos vãos e aberturas, sendo que estes se podem dividir em inúmeras configurações (Gonçalves, Graça 2004, p. 40).

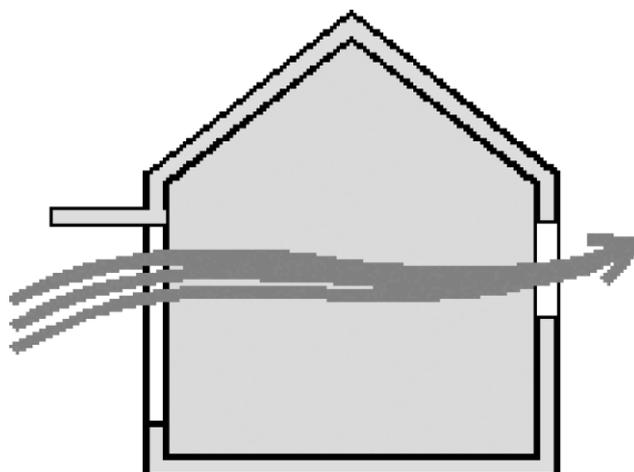


Figura 91: Esquema de ventilação transversal (Gonçalves, Graça 2004, p. 40).

### **Arrefecimento pelo solo**

Durante os meses de calor muito elevado, como no Verão, o solo apresenta temperaturas inferiores à temperatura exterior, podendo assim tornar-se uma fonte de dissipação de calor seja por processos diretos ou indiretos.

No caso do arrefecimento por contato direto com o solo, o edifício encontra-se ligado ao solo através de paredes e pavimentos constituindo-se uma extensão do mesmo, ocorrendo assim uma transferência de calor por condução através destes elementos (Pinto et al. 2015, p. 141).

Por outro lado, no caso do arrefecimento por contacto indireto com o solo, o edifício recebe o ar através de condutas subterrâneas colocadas 1 a 3 m de profundidade (Figura 92). Este tipo de sistema e a sua eficiência depende da dimensão das condutas (Figura 93) e da profundidade a que as mesmas são colocadas, ou seja, depende da temperatura a que se encontra o solo, da temperatura e velocidade a que se encontra o ar que circula no seu interior e ainda das propriedades térmicas das condutas e do solo (Gonçalves, Graça 2004, p. 41).

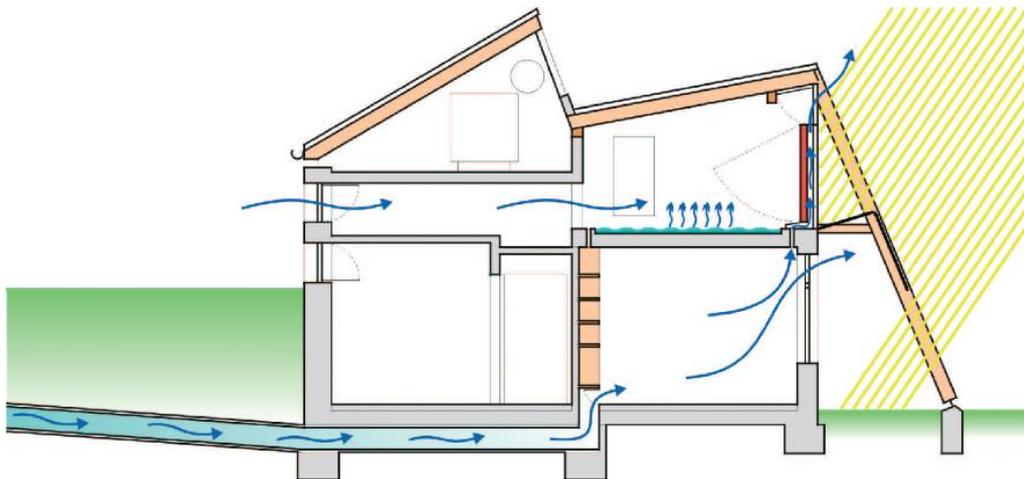


Figura 92: Casa Solar, Porto Santo (Gonçalves, Graça 2004, p. 44).



Figura 93: Entrada exterior e interior dos tubos enterrados da Casa Solar, Porto Santo (Gonçalves, Graça 2004, p. 44).

### **Arrefecimento evaporativo**

O sistema de arrefecimento evaporativo consiste na diminuição da temperatura associada a através da mudança da água do estado líquido para o estado gasoso. Quando o decréscimo é acompanhado por um aumento do conteúdo de vapor de água, trata-se de um arrefecimento evaporativo direto, sendo assim o exterior arrefecido por evaporação da água (Figura 94) (Gonçalves, Graça 2004, p. 45).

As técnicas passivas diretas utilizam a vegetação como forma de promover a evapotranspiração, com recurso a fontes, piscinas e lagos artificiais.

Outro tipo de processo de arrefecimento por evaporação, é a injeção de água sob a forma de gotas no ar exterior, arrefecendo assim o ambiente exterior do edifício que por sua vez irá introduzir ar mais fresco no seu interior. Este sistema trata-se de um sistema de arrefecimento indireto sendo utilizado para diminuir a temperatura do ar interior sem o aumento do conteúdo de vapor de água (Gonçalves, Graça 2004, p. 45).

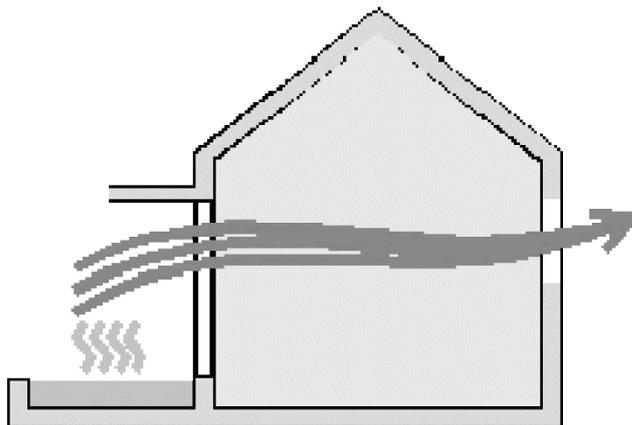


Figura 94: Esquema de funcionamento do arrefecimento evaporativo (Gonçalves, Graça 2004, p. 45).

### **Arrefecimento radiativo**

O sistema de arrefecimento por radiação trata-se de um sistema que utiliza as perdas por radiação de um edifício como fonte de arrefecimento do mesmo. As perdas por radiação ocorrem durante os períodos diurno e noturnos, sendo um processo contínuo. No entanto, é durante o período noturno que os efeitos deste sistema se fazem sentir melhor pois existe a ausência de radiação solar direta. Estes sistemas utilizam a cobertura dos edifícios como elemento radiativo por esta ser o elemento que tem maior exposição ao céu, o que favorece as trocas radiativas (Figura 95) (Gonçalves, Graça 2004, p. 45).

As coberturas planas são dos componentes mais privilegiados quanto ao arrefecimento radiativo, sendo que a estes elementos é normalmente aplicado isolamento térmico de forma a minimizar as perdas de calor durante o Inverno e minimizar os ganhos de calor durante o Verão, faz com que o sistema de arrefecimento radiativo noturno não tenha tanta eficiência. Uma das soluções de forma que seja possível otimizar as perdas por radiação consiste em instalar um isolamento que seja amovível e que só é ativado durante o período diurno de modo a minimizar os ganhos de calor provenientes da radiação solar, possibilitando que durante a noite com a sua remoção possa ser efetuado um arrefecimento radiativo eficaz (Gonçalves, Graça 2004, p. 45).

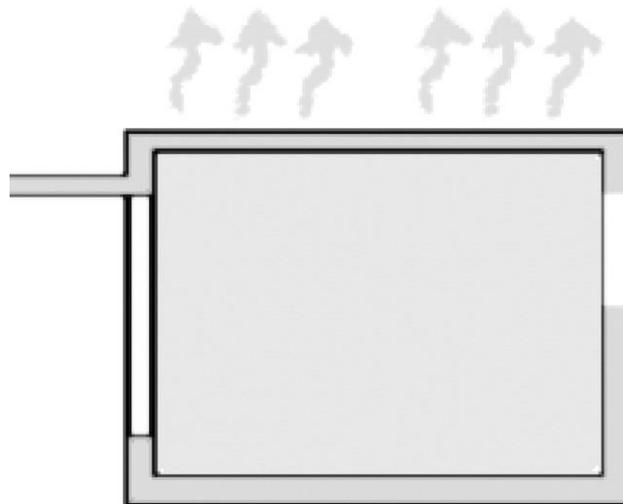


Figura 95: Esquema de funcionamento do arrefecimento radiativo (Gonçalves, Graça 2004, p. 45).

### **Proteção solar e sombreamento**

A incidência solar em excesso é um dos fatores de maior desconforto térmico nas alturas de elevador calor (Verão), obrigando a que sejam utilizadas estratégias de proteção contra a mesma. Dependendo da estação do ano, a radiação solar apresenta diferentes potenciais sendo que devem ser adotadas soluções nas construções para a sua maximização no Inverno e minimização no Verão, integrando soluções combinadas e integradas. De forma a contornar a incidência em demasia da radiação solar é necessário analisar o percurso do sol e projetar devidamente uma construção com a devida orientação e a devida proteção solar (Figura 96) (Pinto et al. 2015, p. 14).

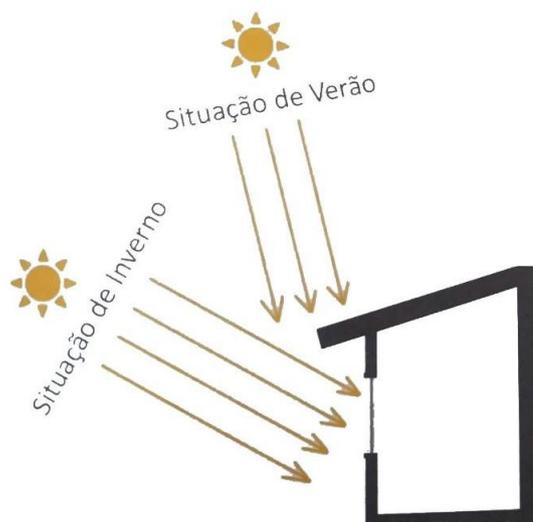


Figura 96: Exemplo do desempenho solar de palas horizontais em situações de Verão e Inverno (Pinto et al. 2015, p. 149).

Algumas das soluções de proteção e sombreamento eficaz nas construções, são a utilização de palas ou saliências ou elementos salientes nas fachadas associados aos vãos envidraçados. O planeamento deste tipo destes elementos deve ser realizado tendo em atenção os condicionantes solares de Verão e Inverno, através da utilização de palas horizontais, verticais ou mistas (Pinto et al. 2015, p. 148).

As palas horizontais podem funcionar como prolongamento da cobertura da construção ou apenas como uma saliência apenas no local onde se encontra o vão envidraçado e, ambas impedem a incidência dos raios solares tendo em atenção o ângulo de altura do sol. Já no caso da utilização de palas verticais, estas encontram-se nas laterais dos vãos envidraçados, permitindo o sombreamento tendo em conta o ângulo de azimute solar. No caso das palas mistas, estas resultam da combinação das duas vertentes (vertical e horizontal) sendo a finalidade e os seus ganhos igualmente funcionais (Figura 97) (Pinto et al. 2015, p. 148).

Outro tipo de solução de sombreamento é a utilização de elementos reguláveis, tais como estores, persianas ou telas. Sendo estes desenvolvidos através de avanços tecnológicos, permitem uma adequação às necessidades do utilizador.

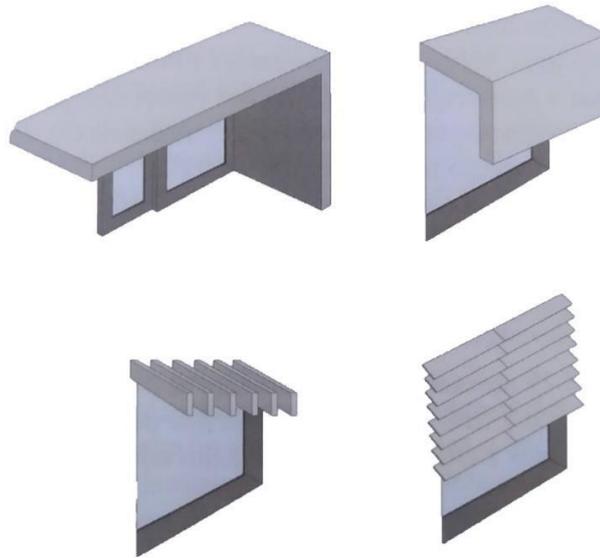


Figura 97: Exemplo da utilização de palas mistas e lamelas (Pinto et al. 2015, p. 149).

### 3.3 A Arquitetura Vernacular no século XXI

No início do século XXI, com a necessidade da criação de novos hábitos e éticas ambientais, a sustentabilidade surge como um dos princípios mais importantes e endossados internacionalmente, especialmente no mundo da Arquitetura, através da adaptação de práticas construtivas adequadas (Asquith, Vellinga 2006, p. 108).

Sendo a Arquitetura Vernacular uma das formas mais reconhecidas de construção sustentável, através da utilização de materiais naturais, técnicas de construção tradicionais e sistemas passivos, a mesma passou a desenvolver um papel fundamental na Arquitetura Contemporânea do século XXI (Asquith, Vellinga 2006, p. 108).

A Arquitetura Vernacular é, por sua definição, a forma arquitetônica mais integrada em comunhão com o meio ambiente, sendo que a mesma tem na sua essência dois traços muito importantes que devem ser incorporados na Arquitetura Contemporânea, o respeito e a perfeita comunhão com o meio ambiente e, também, a perfeita relação e compreensão das necessidades do ser humano. Resultando num complexo balanço entre o material, a forma e o contexto natural em que a Arquitetura Vernacular deve ser utilizada como modelo de inspiração na Arquitetura Contemporânea (Asquith, Vellinga 2006, p. 157).

As noções convencionais do significado de “tradicional” e “moderno” surgem muitas vezes associadas como fundamentos opostos, sendo comum que a Arquitetura Vernacular seja associada a uma Arquitetura mais tradicional, distinta da Arquitetura Moderna. Neste tipo de distinção, a Arquitetura Vernacular é vista como inapta ou

tecnologicamente incapaz, sendo muitas vezes catalogada de imutável e estática. O que não se traduz na realidade (Rashid, Ara 2015).

Apesar da Arquitetura Vernacular se basear em princípios como a materialidade, cultura, economia, clima, tradição, entre outros, estes não fazem com que ela perca a capacidade de ser adaptável e moldável à evolução das gerações. Pelo contrário, a Arquitetura Vernacular na sua essência tem como princípios fundamentais a adaptação e o ajuste a todo o tipo de obstáculos sejam eles climáticos, materiais, culturais ou económicos.

De seguida irão ser apresentados alguns exemplos de Construções Vernaculares Contemporâneas onde é possível observar algumas técnicas de Arquitetura Vernacular e de que forma as mesmas podem ser implementadas em construções contemporâneas.

### **3.3.1 *Primary School Complex, Burkina Faso***

Este projeto é baseado nos princípios da Arquitetura Vernacular, visando o conforto térmico com uma construção *low-cost* de forma a conseguir alcançar uma construção sustentável.

Aproveitando ao máximo os materiais locais e o potencial da comunidade local, a abordagem adotou os sistemas de construção tecnológicos do mundo industrializado de uma forma simples. Concebido de uma forma simples e modular, este sistema poderá ser copiado e adaptado pela comunidade fazendo com que a mesma cresça e possa se desenvolver de uma forma simples, tirando partido dos materiais e técnicas tradicionais (Piesik 2017, p. 470).

Projetado pelo Arquiteto *Francis Kéré*, a forma e os materiais do edifício foram amplamente determinados tendo por base as condições climáticas locais (Figura 98). Três salas de aula são organizadas de forma linear, separadas por zonas exteriores cobertas que tanto podem ser utilizadas para lecionar como para as crianças brincarem (Piesik 2017, p. 470).



Figura 98: Alçado frontal do *Primary School Complex* (Duchoud [sem data]).

A estrutura é composta por paredes de suporte tradicionais feitas de blocos de terra estabilizados e comprimidos. As vigas de cimento cobrem a largura do teto e as barras de aço que se estendem sobre elas sustentam um teto também feito de blocos de terra compactados (Figura 99). O telhado feito de chapas de metal assenta sob uma estrutura em treliça feita de aço, o que permite que ao ar fresco fluir livremente entre o telhado e o teto das salas. As coberturas largas sobressaem sobre as fachadas e ajudam a garantir o conforto climático (Figura 100). A temperatura é moderada pelas paredes de terra, que absorvem o calor (Piesik 2017, p. 470).

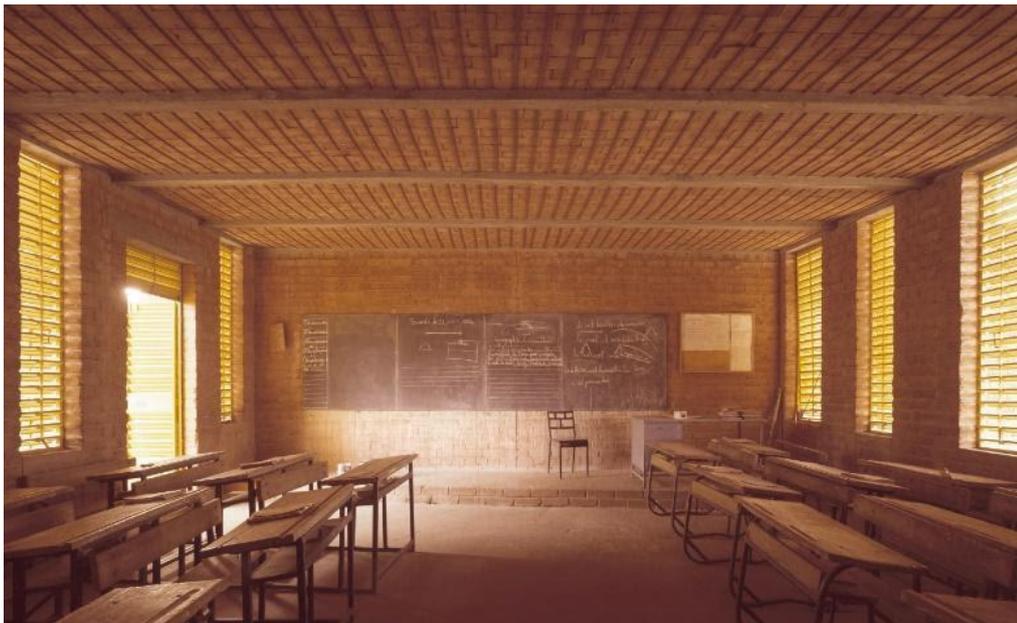


Figura 99: Interior de uma sala de aula (Duchoud [sem data]).



Figura 100: Alçado lateral do edifício, onde é possível observar a forma da cobertura (Duchoud [sem data]).

A forma do telhado foi ditada por considerações práticas: não era possível transportar grandes elementos para o local, devido à distância, nem era economicamente viável usar máquinas de elevação, como guindastes. Com isto, *Francis Kéré* desenvolveu um processo no qual as barras de aço comuns de construção eram utilizadas de forma a criar treliças leves, revestidas com chapas de metal com o objetivo de criar o telhado (Figura 101) (Piesik 2017, p. 470).



Figura 101: Estrutura de treliças feita através da utilização de barras de aço, onde assenta um telhado em chapa metálica (Duchoud [sem data]).

A população local apenas necessitava de aprender a utilizar um serrote e uma pequena máquina de soldar. Todos os envolvidos na gestão deste projeto eram pessoas nativas da aldeia e as habilidades aprendidas na construção deste edifício poderão ser aplicadas em outras construções para a criação de melhores infraestruturas para a comunidade (Piesik 2017, p. 470).

### **3.3.2 *Wind and Water Bar, Vietname***

Localizado na província de Binh Duong no Vietname, o *Wind and Water Bar* é uma estrutura de bambu que se encontra implementada junto a um lago artificial (Figura 102). A entrada para o bar é feita por um caminho de pedras retangulares que se elevam da água e formam o caminho que conduz os visitantes ao interior do bar (Piesik 2017, p. 428).



Figura 102: Zona exterior do *Wind and Water Bar*, rodeada pelo lago artificial (Oki, Quang [sem data]).

Depois de passar a entrada é possível observar uma enorme cúpula feita através de um sistema de arcos em bambu, com 10 metros de altura e 15 metros de largura. Composta por 48 unidades pré-fabricadas, cada uma delas montada através de várias canas de bambu de diferentes comprimentos, unidas e dobradas em arcos (Figura 103). Ao dividir a estrutura em várias unidades pré-fabricadas realizadas de uma forma precisa, foi possível desenvolver uma construção economicamente sustentável. A montagem das unidades pré-fabricadas foi feita apenas no local, possibilitando assim uma maior flexibilidade do transporte da estrutura (Piesik 2017, p. 428).



Figura 103: Estrutura em arco, feita de canas de bambu (Oki, Quang [sem data]).

O objetivo da elaboração deste projeto não era apenas construir uma estrutura decorativa para as áreas locais, mas sim, criar uma arquitetura verde para a era moderna baseada em materiais locais (Piesik 2017, p. 428).

O edifício utiliza a energia natural do vento juntamente com o ar frio da água proveniente da proximidade com o lago artificial, de forma a criar um sistema natural de ventilação. Através de uma clarabóia de 1,5 metros de diâmetro o topo da cúpula serve para libertar o ar quente que é ganho interior do bar (Figura 104). Este tipo de sistemas de arrefecimento passivo ajuda a reduzir o consumo de energia do edifício (Figura 105) (Piesik 2017, p. 428).

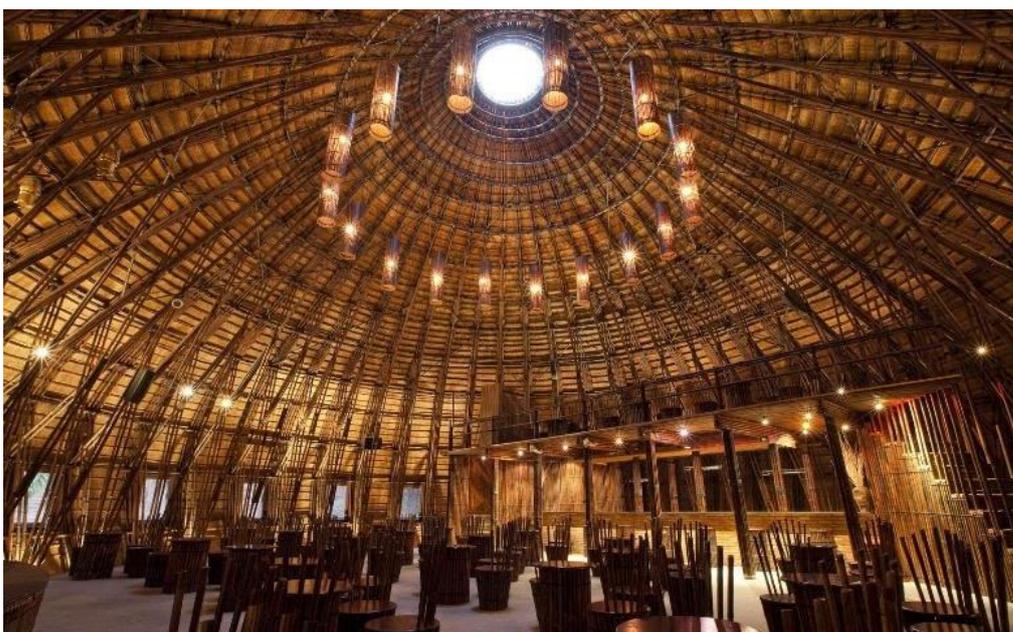


Figura 104: Interior do *Wind and Water Bar* (Oki, Quang [sem data]).

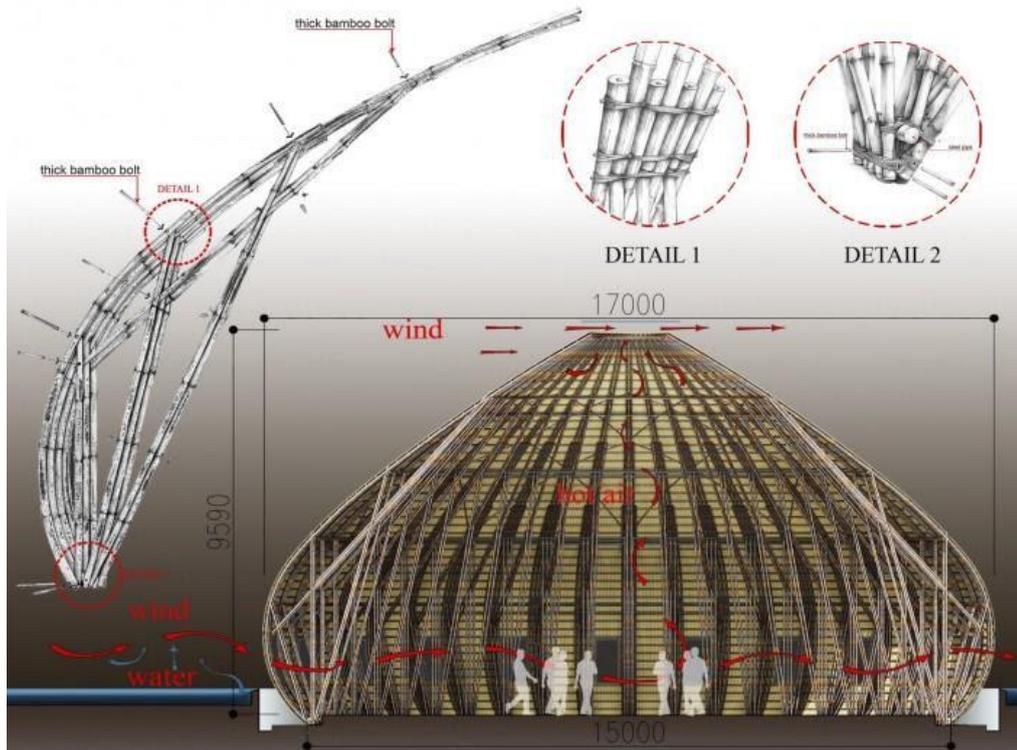


Figura 105: Esquema demonstrativo do sistema de arrefecimento passivo incorporado no edifício (Oki, Quang [sem data]).

Este projeto foi construído por trabalhadores locais durante um período de tempo de apenas três meses. Projetos como este oferecem um investimento de baixo custo e com uma construção rápida, utilizando assim técnicas de construção locais ao mesmo tempo que ajuda a economia local através da criação de emprego (Piesik 2017, p. 428).

### 3.3.3 *Jianamani Visitor Centre, China*

Localizado na região montanhosa de Qinghai, na China, *Yusgu* é um centro religioso altamente considerado para o Tibetanos. O seu significado provém principalmente do local de Jianamani, o maior monumento Budista Tibetano do mundo com uma história que se estende por mais de três séculos. O *cairn Jianamani* (amontoado de pedras que marca um local ou memorial) atualmente conta com mais de 250 milhões de pedras *Mani* (rochas com inscrições de orações budistas), e continua em crescimento, com novas pedras adicionadas diariamente pelos peregrinos (Figura 106) (Piesik 2017, p. 458).



Figura 106: Em forma de ofertas aos espíritos dos locais, as pedras *Mani* são colocadas ao longo das estradas e rios ou empilhadas, formando memoriais (*Jianamani Visitor Centre by Atelier TeamMinus, Tibet* [sem data]).

Juntamente com a sua importância religiosa, o impacto económico de Jianamani na comunidade local é incomparável. Para mais de quarenta por cento da população Yushu, esculpir pedras *Mani* representa uma parte essencial da sua vida e constitui a sua principal fonte de rendimento. A lealdade dos habitantes de Yushu ao monte de pedras foi demonstrada após o terramoto de 2010, quando a comunidade se uniu imediatamente para reparar Jianamani, muito antes de começarem a reparar as suas próprias casas (Piesik 2017, p. 458).

O *Jianamani Visitor Center* (Figura 107) é um local que fornece informações sobre Jianamani e a sua história, que se complementa com a visualização dos locais históricos circundantes. Projetado para atender visitantes, peregrinos e a comunidade de Yushu, o *Jianamani Visitor Center* possui um local de correios, uma clínica, casas de banho públicas e uma pequena biblioteca que é utilizada pelos habitantes locais (Piesik 2017, p. 458).



Figura 107: *Jianamani Visitor Center* (*Jianamani Visitor Center* [sem data]).

Composto por um edifício quadrado com um pátio central (Figura 108), o *Jianamani Visitor Center* é cercado por onze plataformas de observação em seu redor. O volume da praça central apresenta um layout tipicamente tibetano. Das onze plataformas de observação, duas apontam para Jianamani enquanto as restantes nove apontam para outro locais de importância histórica ou religiosa que estão relacionados com Jianamani (Figura 109) (Piesik 2017, p. 458).



Figura 108: Praça central do edifício em forma quadrangular (*Jianamani Visitor Center* [sem data]).

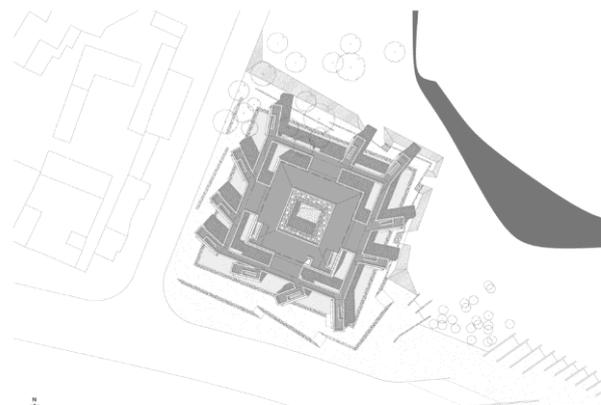


Figura 109: Planta de cobertura do edifício, onde é possível observar as onze plataformas de observação, todas elas orientadas em direções diferentes (*Jianamani Visitor Center / TeamMinus* [sem data]).

Construído principalmente com técnicas de construção locais, sendo a alvenaria de pedra concluída por pedreiros locais, usando o mesmo tipo de rocha a partir do qual as pedras *Mani* são esculpidas. As grades ao redor do terraço e das plataformas de observação são feitas de madeira, com outros elementos reciclados de materiais recuperados após o terremoto, criando uma Arquitetura distinta e que se encontra enraizada no seu contexto local (Piesik 2017, p. 458).

## 4. Futuro

### 4.1 Qual o Futuro da Arquitetura Vernacular?

Para que algo seja considerado Vernacular, é necessário que seja nativo ou exclusivo de um lugar específico, produzido sem a necessidade de componentes ou processos importados e, possivelmente, construído pelos indivíduos dessa mesma região específica. No século XXI, à medida que a cultura e a tradição se tornam menos enraizadas no lugar, devido em parte ao êxodo rural, e mais baseadas em informações, os atributos vernaculares precisam ser ajustados para refletir as mudanças da sociedade (Asquith, Vellinga 2006, p. xvi).

No início deste novo século, um dos maiores desafios que a comunidade global enfrenta é a capacidade de fornecer uma habitação a bilhões de pessoas por todo o mundo, no presente e no futuro, tendo em conta a sustentabilidade ambiental e cultural e existindo estimativas de que até 2050, a população mundial ascenderá até aos 9 bilhões de habitantes. Apesar de não existirem números atuais e da variabilidade das estimativas, acredita-se que as construções Vernaculares, construídas pelos seus habitantes com recurso a materiais e tecnologias disponibilizadas localmente, representem cerca de 90% das construções a nível mundial (Asquith, Vellinga 2006, p. 1).

Assim, a definição do futuro da arquitetura deve passar pela procura de uma combinação entre o tradicional e o moderno, com o objetivo de alcançar um sistema híbrido que envolva o uso de materiais inteligentes e tradicionais e que permita a exploração de novos conceitos estéticos e funcionais (Fernandes, Mateus, Bragança, Correia da Silva 2015). A essência da Arquitetura Vernacular deve estar sempre presente ao incitar a adaptação e ao contrariar a cópia de elementos sem ter em conta os valores políticos, culturais, económicos e ambientais envolventes. É necessário que as construções se mantenham adaptáveis ao ambiente em redor e, ao mesmo tempo, e se reajustem às mudanças futuras (Ghodsi 2013; Rapoport 1969).

Apesar da sua importância e da investigação crescente ao longo das últimas décadas do século XX, com inúmeros estudos importantes e até pioneiros, feitos por arquitetos, antropologistas e geógrafos, continua-se a observar um número reduzido de recursos académicos disponíveis para alunos e uma falta de reconhecimento formal entre os académicos envolvidos nestas e em muitas outras áreas. Assim, torna-se essencial estimular a discussão acerca da Arquitetura Vernacular e qual o seu papel no futuro. Serão as tradições Vernaculares afetadas pelas mudanças ecológicas, culturais e

tecnológicas? As tradições Vernaculares serão capazes de responder ou de se adaptar com vista a estabelecer um acordo com as novas circunstâncias ecológicas e culturais, ou serão forçadas a desaparecer, como muitas outras tradições já o fizeram no passado? Serão certos elementos das tradições vernaculares mais suscetíveis à mudança ou preservação do que outros? Ou seja, haverá ainda lugar para a Arquitetura Vernacular no século XXI? (Asquith, Vellinga 2006, p. 2)

*Lindsay Asquith* defende que o uso e a aplicação do conhecimento vernacular precisa de se tornar um tópico de discussão urgentemente e que devem ser desenvolvidas novas abordagens metodológicas, através da combinação de ferramentas de diferentes áreas, para auxiliar a pesquisa relativa a construções hoje e no futuro (Asquith, Vellinga 2006, p. 12).

Observando o diagrama de *Stefan Behling*, este aponta que a maior alteração da arquitetura no futuro deve passar por uma inversão da importância dos diferentes sistemas, em que se passa a dar primazia à forma arquitetónica e a sistemas passivos, com vista a reduzir a importância dos sistemas ativos, e por sua vez, reduzir o consumo energético destes sistemas. Através da redução dos sistemas ativos, questiona-se o sistema aditivo presente na atualidade que se rege pela adição de camadas, de despesas ou de sofisticação, e apela-se a um sistema mais sustentável em que o menos se torna o mais (Figura 110) (Fernandes, Mateus, Bragança, Correia da Silva 2015; Fernandes, Mateus, Bragança 2016).

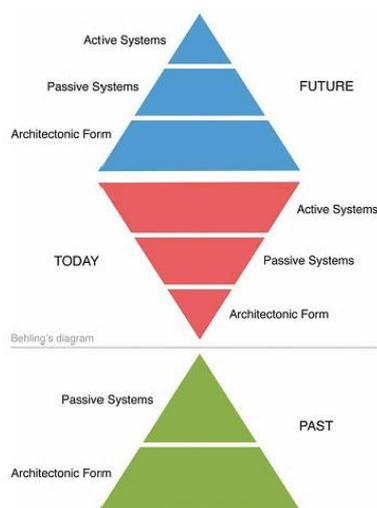


Figura 110: Diagrama de *Stefan Behling* (Fernandes, Mateus, Bragança, Correia da Silva 2015).

A Arquitetura Vernacular fornece oportunidades de adaptação entre as práticas de construção globais e modernas às circunstâncias culturais e ambientais locais, permitindo a criação de formas de arquitetura mais adequadas e sustentáveis e,

consequentemente, melhor equipadas para enfrentar os múltiplos desafios que surgirão. Simultaneamente, esses mesmos construtores vernaculares também podem aprender muito com as tecnologias, habilidades e conhecimentos comuns às práticas arquitetônicas modernas e contemporâneas (Asquith, Vellinga 2006, p. 18).

Apenas através de uma perspectiva integrativa e crítica é que será possível fornecer à Arquitetura Vernacular a posição mais proeminente na pesquisa, educação e prática arquitetônica que ela merece e poderemos à pergunta "haverá ainda lugar para a Arquitetura Vernacular no século XXI?" com um "sim" confiante (Asquith, Vellinga 2006, p. 20).

#### **4.2 Arquitetura Vernacular e o desenvolvimento tecnológico**

Nos anos 70, emergiram as correntes arquitetônicas que se centravam no uso de materiais e tecnologias muito avançadas para a época, “*high tech*”, e que eram colocadas em evidência nas fachadas dos edifícios, como é o caso do Centro Pompidou de Paris ou do Lloyd's Bank de Londres (Figura 111 e Figura 112). Contudo, este tipo de construção associado a “*high tech*” acarreta muitos gastos quer ao nível do consumo energético, que em breve atingirá um declínio forçado devido às limitações dos recursos de combustíveis fósseis, quer ao nível das necessidades futuras de manutenção, reparação ou até substituição (Elattassi 2020; Morbey, Mateus, Bragança 2012; Asquith, Vellinga 2006, p. 220). Criou-se um círculo vicioso em que este uso excessivo de energia influencia negativamente o espaço construído e o seu microclima, criando assim uma maior demanda por mais energia a ser investida nos edifícios e seus serviços, o que obviamente se torna inoportável (Asquith, Vellinga 2006, p. 220).



Figura 111: Centro Pompidou de Paris (Guillot [sem data]).



Figura 112: Lloyd's Bank de Londres (*Lloyd's Bank* [sem data]).

Desde 1990, aproximadamente, que se percebeu o papel que a indústria da construção apresenta no consumo energético e na produção de gases contribuidores para o efeito de estufa, pelo que tem existido um aumento crescente do interesse demonstrado pela sustentabilidade (Ghodsí 2013). Confrontados com as oportunidades e problemas gerados pelo processo de globalização e dos crescentes impactos das mudanças ambientais, os construtores vernaculares a nível mundial exigirão novas ideias e meios para criar edifícios de acordo com as necessidades e desejos culturais em mudança e para protegê-los dos crescentes impactos das mudanças climáticas e do aumento do risco de desastres naturais (Asquith, Vellinga 2006, p. 18).

Assim, o desafio da atualidade é construir através da “*low tech*”, com os melhores conhecimentos que a Arquitetura Vernacular apresenta como pilares basilares, e contrariar o uso da “*high tech*”. Na combinação entre a evolução tecnológica e a Arquitetura Vernacular, as principais preocupações prendem-se com o atingimento de uma arquitetura sustentável, “verde” ou ecológica, em que o foco deve ser a escolha apropriada de materiais de construção específicos, recicláveis e duradouros, e a adaptação mais eficiente dos sistemas passivos através da orientação solar, da iluminação e ventilação natural, do sombreamento e da capacidade térmica (Mileto et al. 2015, p. 6–7; Morbey, Mateus, Bragança 2012).

Atualmente existem diversos projetos, uns em fase de estudo e outros já desenvolvidos, que relacionam a Arquitetura Vernacular com as novas tecnologias. Tornar a Arquitetura Vernacular mais desenvolvida, introduzindo novas tecnologias nos processos de

construção sem que as características fundamentais da Arquitetura Vernacular sejam alteradas é o grande desafio.

O “*Digital Vernacular*” aborda o projeto de sistemas estruturais mediante modelos computacionais híbridos que combinam a diversão dos modelos analógicos e a complexidade geométrica dos modelos numéricos (Kothapuram et al. 2012). O uso da tecnologia digital permite ajudar a resolver problemas reais, dos projetos de construção, da produção e da disposição das estruturas, que terá uma série de efeitos que tornará o estudo da arquitetura vernacular a investigação da inovação em oposição ao estudo de algo arcaico (Asquith, Vellinga 2006, p. 241).

Com a constante evolução tecnológico um dos próximos passos na construção irá passar pelos edifícios impressos em 3D através de um processo de fabricação aditivo em camadas. Através deste método, é possível usar o controlo paramétrico para adaptar cada design às especificidades do seu local e o material é depositado apenas onde seja necessário, permitindo a otimização das estruturas tradicionais e reduzindo a quantidade de material utilizado durante a construção. De seguida podemos observar protótipos de alguns exemplos destas edificações (Kothapuram et al. 2012) (Figura 113).

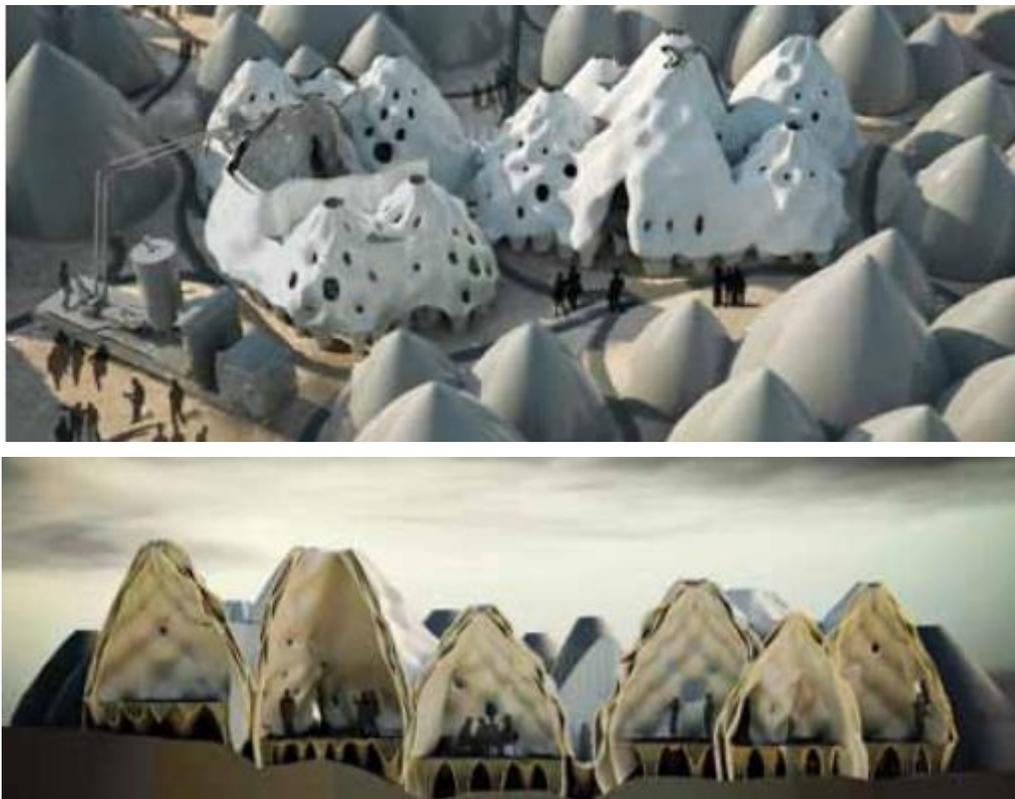


Figura 113: Protótipo de construções em Timbuktu (Kothapuram et al. 2012).

A casa “TECLA” (Figura 114) é o exemplo de um projeto de adaptação da tecnologia à Arquitetura Vernacular. Construída em Massa Lombarda, na Itália, esta habitação foi realizada com recurso a uma impressora 3D (Figura 115). O objetivo era demonstrar que era possível construir habitações a um preço muito reduzido e com o mínimo de impacto ambiental. Projetada para responder a necessidade de construir habitações sustentáveis de forma a combater as emergências climáticas, este tipo de abordagem poderá ser uma forma de conseguir diminuir os impactos ambientais das construções (Mok [sem data]).



Figura 114: Casa “TECLA”, Massa Lombardia, Itália (Mok [sem data]).



Figura 115: Processo de construção da casa “TECLA” com recurso a uma impressora 3D (Mok [sem data]).

No *Cascone+Laddaga/CODESIGNLAB* é possível encontrar diversos projetos que tentam unir o melhor que a tecnologia e a Arquitetura Vernacular fornecem. No caso do projeto "*Cerâmica performativa*" (Figura 116 e Figura 117) é explorada de forma inovadora a relação entre design computacional, produção digital e materiais naturais para uma arquitetura performativa. O sistema estrutural gera uma parede porosa capaz de modular a luz do dia e a ventilação natural, em que as cavidades internas são projetadas para a circulação da água criando uma dinâmica de resfriamento evaporativo com o objetivo de melhorar o conforto térmico (Codesignlab [sem data]).



Figura 116: *Cerâmica performativa* (Codesignlab [sem data]).



Figura 117: *Cerâmica performativa* (Codesignlab [sem data]).

Paralelamente, temos o projeto "*Augmented Bricklaying*" (Figura 118) que combina as vantagens do design computacional com a destreza dos humanos, apoiando-se numa forma inteiramente nova de fabricação. Ao instruir opticamente os pedreiros através de ponteiros digitais, é feita uma conexão direta com um modelo de design digital. Seguindo

essas instruções digitais, os pedreiros não dependem mais de modelos físicos e, esse processo permite que eles trabalhem com precisão espacial aprimorada, enquanto preservam e capitalizam sua habilidade e experiência no manuseio de argamassa.

Este novo sistema desenvolvido de forma personalizada usa recursos de rastreamento visual inercial de objetos e feedback em tempo real, para relacionar precisamente o que já foi construído fisicamente ao modelo digital, e excedendo a precisão das representações holográficas convencionais usadas como estado da arte neste domínio. Este projeto aproveita a capacidade física de alternar a espessura e altura da argamassa entre as camadas de tijolo, de forma a projetar uma variação na fachada. Sendo que a argamassa geralmente representa um material secundário na concepção de paredes de tijolo aparente, neste projeto tornou-se um elemento dominante na aparência da fachada. (*Augmented Bricklaying* 2019).

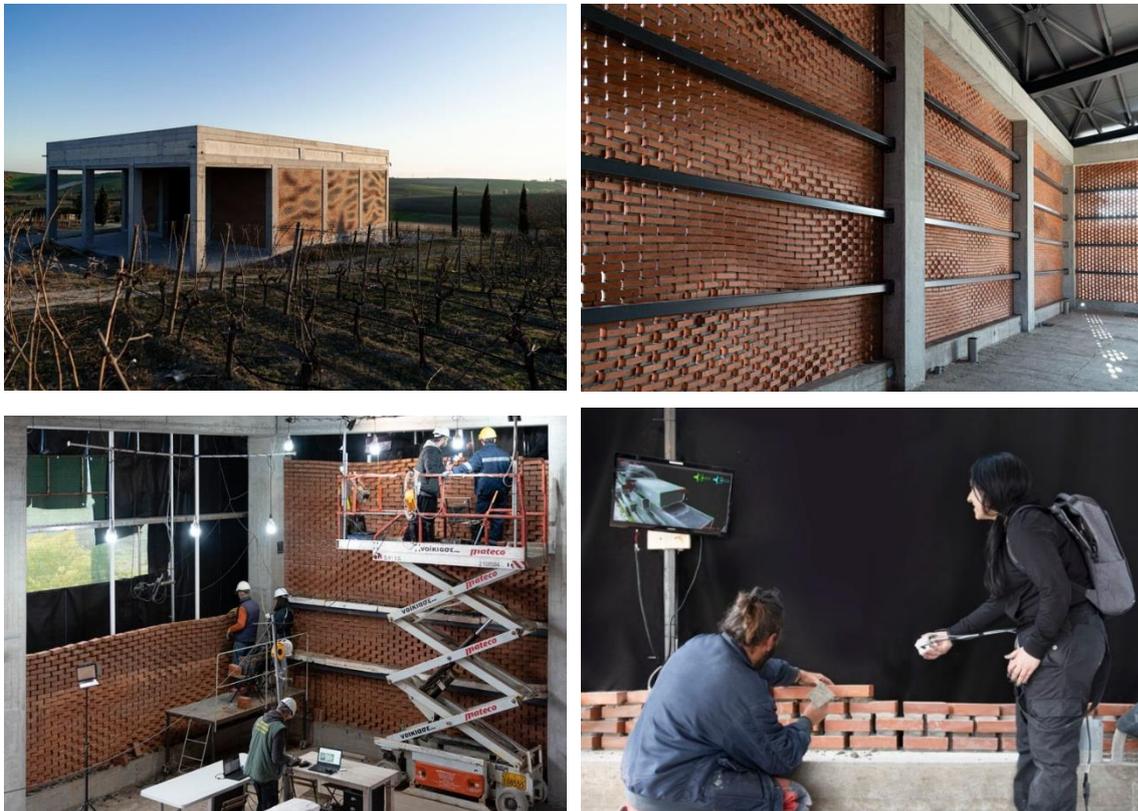


Figura 118: “Augmented Bricklaying” (*Augmented Bricklaying* 2019).

## 5. Considerações Finais

Ciência nativa da construção, é assim que para muitos historiadores é definido o termo de Arquitetura Vernacular. Desenvolvida pelo povo e para o povo, é assim que a Arquitetura Vernacular se estabelece na sua essência. Tendo como características a versatilidade, durabilidade, baixo custo de produção, elevado desempenho, entre muitos outros benefícios.

A Arquitetura Vernacular nasce com o propósito de resolver os problemas específicos do local onde esta é implantada, sejam eles o clima, a implantação propriamente dita, a falta de recursos ou a ausência de poder económico. Utilizada para responder as necessidades do lugar, a Arquitetura Vernacular não tem por hábito seguir as tendências, a Arquitetura Vernacular tem como única preocupação resolver os problemas locais, utilizando o menor consumo ambiental possível.

Ao procurar sempre que possível a utilização de materiais locais a Arquitetura Vernacular promove não só o desenvolvimento económico local, através da criação de emprego como mão de obra, mas também ajuda a desenvolver socialmente as comunidades locais, através da partilha de conhecimentos permite o enriquecimento cultural da sociedade.

Existem alguns fatores que têm influência na forma como a Arquitetura Vernacular atua. O fator climático é um dos que maior influência tem sobre a forma como a Arquitetura Vernacular é projetada. Naturalmente, devido aos diversos tipos de climas existentes, é necessário que para cada um deles o tipo de abordagem seja diferente. Além do clima, outro dos fatores que desempenha grande influência na forma como a Arquitetura Vernacular responde aos desafios a que é proposta é a utilização de materiais locais. Como se já não bastasse ter de responder às advertências climatéricas, conjugar os diferentes tipos de clima com o tipo de material local que existe faz parecer um objetivo impossível. O que não é.

Ao longo desta dissertação aprendemos que não existem impossíveis para a Arquitetura Vernacular, a forma como a mesma se adapta a todo e qualquer tipo de adversidade faz-nos perceber que a adaptação é uma das características que melhor define a Arquitetura Vernacular.

Habilitada para se adaptar a todos os tipos de climas, sejam eles climas amenos ou até mesmo de condições extremas, com a Arquitetura Vernacular é possível aprender que

para todo e qualquer desafio, é necessário que nos adaptemos às adversidades. Apesar de muita gente ter o estigma de que a Arquitetura Vernacular apenas tem como soluções básicas a projeção de edifícios tradicionais, este pressuposto está errado. A Arquitetura Vernacular consegue ser responsável pela adaptação às necessidades atuais de redução da pegada ecológica, que é um dos principais problemas da sociedade atual.

Como forma de responder a este problema, a Arquitetura Vernacular apresenta uma vasta gama de soluções passíveis e que a sua aplicação se traduz numa ajuda de forma a diminuir a pegada de poluição que tem sido desenvolvida pela arquitetura e pela construção ao longo das últimas décadas.

Como forma sustentável de construir edifícios, existem diversas soluções presentes na Arquitetura Vernacular que podem ser aplicadas ou adaptadas a outra forma de Arquitetura. Soluções como a utilização de sistemas passivos, a utilização de materiais locais ou a utilização de técnicas tradicionais/ancestrais, são algumas das soluções possíveis de ser encontradas na Arquitetura Vernacular entre outras existentes.

Apesar da sua adaptabilidade às mais variadas adversidades com que a Arquitetura Vernacular se cruzou ao longo de todos estes anos, o futuro é uma incerteza quando a continuidade da aplicação da Arquitetura Vernacular. Numa altura que caminhamos para um futuro cada vez ele mais tecnológico e dependente dessa mesma tecnologia, é necessário começar a compreender de que forma a Arquitetura Vernacular se pode adaptar as novas tecnologias, podendo assim tirar partido das vantagens tecnológicas.

E assim, do passado primitivo e ancestral para o futuro longínquo e incógnito, a Arquitetura Vernacular irá perpetuar sem ligar a modas, mantendo-se sempre fiel às suas origens fundamentais.

## Referências Bibliográficas

Adobe Moulding, [sem data]. *Auroville Earth Institute* [em linha]. [Acesso em 11 março 2020]. Disponível em: [http://www.earth-auroville.com/adobe\\_moulding\\_en.php](http://www.earth-auroville.com/adobe_moulding_en.php)

Alvenaria com junta argamassada, [sem data]. *Portal Construção Fácil* [em linha]. [Acesso em 11 agosto 2020]. Disponível em: <https://portalconstrucaofacil.com/alvenaria/>

AMASUOMO, Tamaraukuro Tammy e BAIRD, George, 2016. Evolution of buildings in four tropical regions with regards to thermal comfort. Em: *50th International Conference of the Architectural Science Association*. 2016.

Architectural Design Of Traditional Malay House, [sem data]. *Ksa-g* [em linha]. [Acesso em 3 novembro 2020]. Disponível em: <https://ksa-g.com/%D9%85%D9%84%D8%A7%D8%A8%D8%B3-%D8%A7%D8%B7%D9%81%D8%A7%D9%84/building-design-in-traditional-malay-house/>

ASQUITH, Lindsay e VELLINGA, Marcel (orgs.), 2006. *Vernacular architecture in the twenty-first century: theory, education and practice*. Londres: Taylor & Francis.

Augmented Bricklaying, 2019. *Gramazio Kohler Research* [em linha]. [Acesso em 10 maio 2021]. Disponível em: <https://gramaziokohler.arch.ethz.ch/web/e/projekte/371.html>

AZEVEDO, Hélder, 2010. *Reforço de Estruturas de Alvenaria de pedra, taipa e adobe com elementos de madeira maciça*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Porto: Universidade do Porto.

BAY, Joo-Hwa e ONG, Boon Lay, 2006. Tropical Sustainable Architecture: Social and Environmental dimensions. *Architectural Press* [em linha]. 2006. [Acesso em 5 outubro 2021]. Disponível em: [https://www.academia.edu/4549289/22283161\\_Tropical\\_Sustainable\\_Architecture](https://www.academia.edu/4549289/22283161_Tropical_Sustainable_Architecture)

BECK, H. E. et al., [sem data]. Temperate climate distribution. *Wikipedia* [em linha]. [Acesso em 3 maio 2020 a]. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=K%C3%B6ppen\\_climate\\_classification&oldid=1045497653](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=K%C3%B6ppen_climate_classification&oldid=1045497653)

BECK, H. E. et al., [sem data]. Continental climate distribution. *Wikipedia* [em linha]. [Acesso em 3 maio 2020 b]. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=K%C3%B6ppen\\_climate\\_classification&oldid=1045497653](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=K%C3%B6ppen_climate_classification&oldid=1045497653)

BECK, H. E. et al., [sem data]. Polar climate distribution. *Wikipedia* [em linha]. [Acesso em 3 maio 2020 c]. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=K%C3%B6ppen\\_climate\\_classification&oldid=1045497653](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=K%C3%B6ppen_climate_classification&oldid=1045497653)

BERGMO, Kristian, [sem data]. An Ancient Design in a Modern Age by Per Kristian Bergmo (Works That Work magazine). [em linha]. [Acesso em 22 setembro 2021]. Disponível em: <https://worksthatwork.com/4/an-ancient-design-in-a-modern-age>

BERRIEL, Andrea, 2009. *Arquitetura de Madeira: reflexões e diretrizes de projeto para concepção de sistemas e elementos construtivos*. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Florestal). Curitiba: Universidade Federal do Paraná.

BEZEMER, Victoria, 2008. *Can vernacular architecture in the tropics assist with modern passive ventilation design in domestic buildings?* 2008.

BJARNASON, Helgi, [sem data]. Want to learn how to build an Icelandic turf house? *Iceland Monitor* [em linha]. [Acesso em 11 março 2020]. Disponível em: [https://icelandmonitor.mbl.is/news/nature\\_and\\_travel/2017/01/02/want\\_to\\_learn\\_how\\_to\\_build\\_an\\_icelandic\\_turf\\_house/](https://icelandmonitor.mbl.is/news/nature_and_travel/2017/01/02/want_to_learn_how_to_build_an_icelandic_turf_house/)

BTC, compressed earth block, [sem data]. *CANNABRIC* [em linha]. [Acesso em 11 março 2020]. Disponível em: [http://www.cannabric.com/catalogo/btc\\_bloque\\_de\\_tierra\\_comprimido/?len=en](http://www.cannabric.com/catalogo/btc_bloque_de_tierra_comprimido/?len=en)

CARAMELO, Susana Cristina Marques, 2016. *A arquitetura sustentável e os materiais de construção vernacular*. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Lisboa: Universidade Lusíada de Lisboa.

CASE, Daniel, [sem data]. Walls of Jericho. *World History Encyclopedia* [em linha]. [Acesso em 12 agosto 2020]. Disponível em: <https://www.worldhistory.org/image/5690/walls-of-jericho/>

CHEN, Deliang e CHEN, Hans Weiteng, 2013. Using the Köppen classification to quantify climate variation and change: An example for 1901–2010. *Environmental Development*. 2013. vol. 6, p. 69–79.

Clasificación climática de Köppen, [sem data]. *Navarra.es* [em linha]. [Acesso em 18 setembro 2021]. Disponível em: <http://meteo.navarra.es/definiciones/koppen.cfm#top>

COCH, Helena, 1998. Bioclimatism in vernacular architecture. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 1998. vol. 2, p. 11.

CODESIGNLAB, [sem data]. Ceramica performativa. *Cascone+Laddaga/CODESIGNLAB* [em linha]. [Acesso em 10 maio 2021]. Disponível em: <http://codesignlab.org/fr/2014-02-09-22-48-47/90-homepage/244-ceramica-performatia.html>

COLIN, Sílvio, [sem data]. Técnicas construtivas do período colonial. *Coisas da Arquitetura* [em linha]. [Acesso em 11 agosto 2020]. Disponível em: <https://coisasdaarquitetura.wordpress.com/2010/09/06/tecnicas-construtivas-do-periodo-colonial-i/>

Compressed Earth Blocks, [sem data]. *Auroville Earth Institute* [em linha]. [Acesso em 11 março 2020]. Disponível em: [http://www.earth-auroville.com/compressed\\_earth\\_blocks\\_en.php](http://www.earth-auroville.com/compressed_earth_blocks_en.php)

COOK, Jeffrey, 1996. Architecture indigenous to extreme climates. *Energy and Buildings*. 1996. vol. 23, p. 277–291.

CORREIA, Márcio Alexandre, 2014. *Utilização de Bambu na Construção*. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Porto: Universidade do Porto.

Cut Blocks, [sem data]. *Auroville Earth Institute* [em linha]. [Acesso em 11 março 2020]. Disponível em: [http://www.earth-auroville.com/cut\\_blocks\\_en.php](http://www.earth-auroville.com/cut_blocks_en.php)

- DABAIEH, Marwa, 2011. *A Future for the Past of Desert Vernacular Architecture*. Lund University.
- DAS, Sutapa e MUKHOPADHYAY, Parthasarathi, 2017. Multi-hazard disaster resilient housing with bamboo-based system. Em: *7th International Conference on Building Resilience*. Bangkok. 2017.
- DESCONHECIDO, [sem data]. Pirâmide. *Francisco Henao Timeline | Preceden* [em linha]. [Acesso em 12 agosto 2020]. Disponível em: <https://www.preceden.com/timelines/753562-francisco-henao>
- DESOGUS, Giuseppe, FELICE CANNAS, Leonardo Giuseppe e SANNA, Antonello, 2016. Bioclimatic lessons from Mediterranean vernacular architecture: The Sardinian case study. *Energy and Buildings*. 2016. vol. 129, p. 574–588.
- DUCHOUD, Siméon, [sem data]. Gando Primary School. *Kéré Architecture* [em linha]. [Acesso em 2 julho 2021]. Disponível em: <https://www.kerearchitecture.com/work/building/gando-primary-school-3>
- Earth Dug Out, [sem data]. *Auroville Earth Institute* [em linha]. [Acesso em 11 março 2020]. Disponível em: [http://www.earth-auroville.com/earth\\_dug\\_out\\_en.php](http://www.earth-auroville.com/earth_dug_out_en.php)
- Earth Filled In, [sem data]. *Auroville Earth Institute* [em linha]. [Acesso em 11 março 2020]. Disponível em: [http://www.earth-auroville.com/earth\\_filled\\_in\\_en.php](http://www.earth-auroville.com/earth_filled_in_en.php)
- EDWARDS, Brian, [sem data]. O guia básico para a sustentabilidade. *Editorial GG* [em linha]. [Acesso em 5 outubro 2021]. Disponível em: <https://editorialgg.com/o-guia-basico-para-a-sustentabilidade-livro.html>
- ELATTASSI, Najla, 2020. *Learning from the Past, Designing for the Future. Sustainability of the Mediterranean Vernacular*. Dissertação. Síria: Brandenburg University of Technology.
- Extruded Earth, [sem data]. *Auroville Earth Institute* [em linha]. [Acesso em 11 março 2020]. Disponível em: [http://www.earth-auroville.com/extruded\\_earth\\_en.php](http://www.earth-auroville.com/extruded_earth_en.php)
- FEATUREDPICS, [sem data]. Colosseum. *Wikipedia* [em linha]. [Acesso em 11 agosto 2020]. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Colosseum&oldid=1045756081>
- FERNANDES, J et al., 2017. Climate-responsive strategies of vernacular architecture in Albania and Portugal. . 2017.
- FERNANDES, Jorge et al., 2014. The influence of the Mediterranean climate on vernacular architecture.pdf. Em: *WSB'14*. Barcelona. 2014.
- FERNANDES, Jorge, MATEUS, Ricardo, BRAGANÇA, Luís e CORREIA DA SILVA, José Júlio, 2015. Portuguese vernacular architecture: the contribution of vernacular materials and design approaches for sustainable construction. *Architectural Science Review*. 2015. vol. 58, no. 4, p. 324–336.
- FERNANDES, Jorge, MATEUS, Ricardo, BRAGANÇA, Luís e PIMENTA, Carlos, 2015. O contributo dos materiais Vernáculos para sustentabilidade do ambiente construído. Em: *Seminário - Contributos da arquitetura vernácula portuguesa para a sustentabilidade do ambiente construído*. 2015. p. 43–51.

FERNANDES, Jorge e MATEUS, Ricardo, 2011. *Arquitetura Vernacular- uma lição de sustentabilidade*. Em: *Sustentabilidade na Reabilitação Urbana - O Novo Paradigma do Mercado da Construção*. 2011. p. 205–216.

FERNANDES, Jorge e MATEUS, Ricardo, 2012. *Princípios de sustentabilidade na Arquitetura Vernacular em Portugal*. Em: *Congresso Construção 2012*. Coimbra. 2012.

FERNANDES, Jorge, MATEUS, Ricardo e BRAGANÇA, E Luís, 2016. *Arquitetura Vernácula Portuguesa: Lições de sustentabilidade para a arquitetura contemporânea*. 2016.

FERNANDES, Jorge, MATEUS, Ricardo e BRAGANÇA, Luís, 2014. *O potencial das estratégias da arquitetura vernácula portuguesa para a construção sustentável*. Em: *7º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia / IV Congresso de Engenharia de Moçambique*. Moçambique. 2014.

FERREE, Barr, 1889. *Primitive Architecture. I. Sociological Influences*. Em: *The American Naturalist*. The University of Chicago Press for The American Society of Naturalists. p. 24–32.

FERREIRA, Débora et al., 2013. *Bioclimatic Solutions Existing in Vernacular Architecture Rehabilitation Techniques. Eco-Efficient Materials and Technologies*. 2013.

FIGUEIRA, André Filipe Temtem, 2016. *O carácter vernáculo na construção com terra no panorama contemporâneo*. Dissertação (Mestrado em Arquitectura). Lisboa: Universidade de Lisboa.

FITCH, James Marstons e BRANCH, Daniel P., 1960. *Primitive Architecture and Climate*. 1960.

Formed Earth (straw clay), [sem data]. *Auroville Earth Institute* [em linha]. [Acesso em 11 março 2020]. Disponível em: [http://www.earth-auroville.com/formed\\_earth\\_en.php](http://www.earth-auroville.com/formed_earth_en.php)

FREIRE, Maria Teresa, 2011. *O papel das argamassas nas paredes de alvenaria de edifícios antigos*. 2011.

GARCIA-SAENZ, Martha, 2012. *Social and Cultural Aspects of Constructions with Bamboo*. Em: *Latin American and Caribbean Conference*. Panama. 2012.

GEORGESCU, Gabriel, [sem data]. *Partenon*. *InfoEscola* [em linha]. [Acesso em 11 agosto 2020]. Disponível em: <https://www.infoescola.com/grecia-antiga/partenon/>

GHODSI, Hedieh, 2013. *Vernacular Architecture: Solution to a more sustainable future*. Dissertação (Mestrado em Arquitectura). Aberdeen: Universidade Robert Gordon.

Goahti, [sem data]. *Goahti* [em linha]. [Acesso em 22 maio 2021]. Disponível em: <http://stringfixer.com/pt/Goahti>

GOMES, Pedro, 2015. *Casa em Monção: construção de madeira em Portugal*. Dissertação (Mestrado em Arquitectura). Porto: Universidade do Porto.

GONÇALVES, Helder e GRAÇA, João Mariz, 2004. *Conceitos Bioclimáticos para os Edifícios em Portugal*. Amadora: DGGE / IP-3E.

- GONZÁLEZ, Filipe Duarte, 2006. *Geometrias da Arquitectura de Terra. A Sustentabilidade Geométrica das Construções em Terra Crua*. Lisboa: Universidade Lusíada Editora.
- GUEDES, Manuel Correia e CANTUARIA, Gustavo, 2019. *Bioclimatic Architecture in Warm Climates: A Guide for Best Practices in Africa*. Springer Nature Switzerland.
- GUILLOT, François, [sem data]. Centro Pompidou de Paris. *RFI* [em linha]. [Acesso em 20 junho 2021]. Disponível em: <https://www.rfi.fr/br/cultura/20210126-templo-da-arte-contempor%C3%A2nea-de-paris-pompidou-sofrer%C3%A1-reforma-de-4-anos-para-se-tornar-centro-engajado>
- GÜNEŞ, Mustafa Esat, [sem data]. *An investigation of construction systems of vernacular timber structures in Turkey*. Yıldız Technical University.
- HABIBI, Shahryar, 2019. Design concepts for the integration of bamboo in contemporary vernacular architecture. *Architectural Engineering and Design Management*. 2019. vol. 15, no. 6, p. 475–489.
- HRONN, Regina, [sem data]. Keldur Turf House in South-Iceland. *Guide to Iceland* [em linha]. [Acesso em 3 julho 2021]. Disponível em: <https://guidetoiceland.is/connect-with-locals/regina/keldur-turf-houses-in-south-iceland>
- JAIN, Vinay, [sem data]. Bamboo as a Building Material - its Uses and Advantages in Construction. *The Constructor* [em linha]. [Acesso em 20 janeiro 2021]. Disponível em: <https://theconstructor.org/building/bamboo-as-a-building-material-uses-advantages/14838/>
- JENRICH, Monika, [sem data]. Ramesseum em Tebas, Egipto. *Fotocommunity Portfolio von Monika Jennrich* [em linha]. [Acesso em 6 junho 2020]. Disponível em: <https://portfolio.fotocommunity.de/m-jennrich/303753/photo/9232395>
- Jianamani Visitor Center / TeamMinus, [sem data]. *ArchDaily* [em linha]. [Acesso em 2 julho 2021]. Disponível em: <https://www.archdaily.com/772575/jianamani-visitor-center-teaminus>
- Jianamani Visitor Center, [sem data]. *Teamminus* [em linha]. [Acesso em 2 julho 2021]. Disponível em: <http://teamminus.com/project>
- Jianamani Visitor Centre by Atelier TeamMinus, Tibet, [sem data]. *The Architectural Review* [em linha]. [Acesso em 2 julho 2021]. Disponível em: <https://www.architectural-review.com/awards/jianamani-visitor-centre-by-atelier-teamminus-tibet>
- JOÃO ÁLVARO ROCHA, ARQUITECTOS, S.A., [sem data]. ICP (Instituto das Comunicações de Portugal). *João Álvaro Rocha, Arquitectos, S.A.* [em linha]. [Acesso em 5 outubro 2021]. Disponível em: <http://www.joaalvarorocha.pt/icp/icppt.html>
- Kandovan dwelling, [sem data]. *Touropia* [em linha]. [Acesso em 10 novembro 2020]. Disponível em: <https://www.touropia.com/gfx/d/cave-dwellings/kandovan.jpg>
- KOTHAPURAM, Shankara et al., 2012. Work in progress - Digital Vernacular. Em: *ACADIA - Synthetic Digital Ecologies* [em linha]. São Francisco. 2012. [Acesso em 4 outubro 2021]. Disponível em: [http://papers.cumincad.org/data/works/att/acadia12\\_187.content.pdf](http://papers.cumincad.org/data/works/att/acadia12_187.content.pdf)

Lloyd's Bank, [sem data]. *Lloyd's* [em linha]. [Acesso em 20 junho 2021]. Disponível em: <https://www.lloyds.com/resources-and-services/uk-building-services/the-lloyds-building>

MAHDY, Mohamed, 2018. Vernacular Urbanism in Hot Arid Climate Zones in Egypt and the Challenges of Climate Change. Em: *4th International Conference on Plastic Arts and Community Service*. Luxor. 2018.

Mamposteria de la piedra, [sem data]. *Sogestone* [em linha]. [Acesso em 11 agosto 2020]. Disponível em: <https://www.sogestone.com/pt/tecnicas/mamposteria.html>

MATEUS, Ricardo et al., 2015. *Contributos da arquitetura vernácula portuguesa para a sustentabilidade do ambiente construído*. Universidade do Minho. Seminário ReVer.

MICHAEL, Aimilios, DEMOSTHENOUS, Despina e PHILOKYPROU, Maria, 2017. Natural ventilation for cooling in mediterranean climate: A case study in vernacular architecture of Cyprus. *Energy and Buildings*. junho 2017. vol. 144, p. 333–345.

MILETO, C. et al., 2015. *Vernacular Architecture: Towards a Sustainable Future*. Londres: Taylor & Francis.

MOK, Kimberley, [sem data]. New Tech Meets Ancient Material in This 3D Printed Clay House. *Treehugger - Sustainability for all* [em linha]. [Acesso em 13 agosto 2021]. Disponível em: <https://www.treehugger.com/tecla-house-3d-printed-wasp-and-mario-cucinella-architects-5180843>

MOLINAR-RUIZ, Ana, 2017. *Cold-Arid Deserts, Global Vernacular Framework for Passive Architectural Design*. Dissertação (Doutoramento Arquitetura). Mãoa: Universidade Hawai'i.

MONTEIRO, Pedro, 2013. *Construção em Madeira: Edifícios de Baixa Densidade de Turismo Rural nas Beiras*. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Lisboa: Universidade de Lisboa.

MORBAY, Rui, MATEUS, Ricardo e BRAGANÇA, Luís, 2012. Low-tech como alternativa sustentável de reabilitação low-cost. Em: *Workshop Construção e Reabilitação Sustentáveis - Soluções Eficientes para um Mercado em Crise*. 2012.

MOTEALLEH, Parinaz, ZOLFAGHARI, Maryam e PARSAEE, Mojtaba, 2016. Investigating climate responsive solutions in vernacular architecture of Bushehr city. *HBRC Journal*. 2016. vol. 14, no. 2, p. 215–223.

MOURAO, Joana e BRANCO PEDRO, João, 2012. *Princípios de edificação sustentável*. Local: Laboratório NAcional de Engenharia Civil.

NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY, [sem data]. All About Climate. *National Geographic* [em linha]. [Acesso em 9 agosto 2020]. Disponível em: <https://www.nationalgeographic.org/article/all-about-climate/>

OBRA ATELIER, [sem data]. Casa dos Arquitetos | Guimarães - Cobertura ajardinada, casa moderna. *Obra Atelier* [em linha]. [Acesso em 10 março 2020]. Disponível em: <https://www.obraatelier.com/projectos/projetos-arquitetura-de-interiores/casa-dos-arquitetos-arquitetura-moderna/>

OKI, Hiroyuki e QUANG, Phan, [sem data]. Wind and Water Bar. *VTN Architects* [em linha]. [Acesso em 2 julho 2021]. Disponível em: <https://www.vtnarchitects.net/wind-and-water-bar-pe223.html>

OLGYAY, Victor, 2015. *Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism*. Princeton University Press.

OLIVEIRA, Carlos e PINTO, Alberto Reaes, 2011. Características de sustentabilidade de materiais de construção renováveis. *Revista Arquitectura Lusíada*. 2011. P. 63–75.

OLIVER, Paul, 2006. *Built to meet needs: cultural issues in vernacular architecture*. Oxford: Architectural Press.

OLIVER, Paul, 2007. *Dwellings: The Vernacular House Worldwide*. Phaidon.

OSSEN, Dilshan Remaz, MAJID, Roshida Bt Abdul e AHMAD, Mohd Hamdan Bin, 2008. *Tropical Building Design Principles for Comfortable Indoor Environment*. Dissertação. Johor: Universiti Teknologi Malaysia.

PADOVAN, Roberval Bráz, 2010. *O bambu na Arquitetura: design de conexões estruturais*. Dissertação. Bauru: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

PARSONS, James J., 1991. Giant American Bamboo in the Vernacular Architecture of Colombia and Ecuador. *Geographical Review*. 1991. vol. 81, no. 2, p. 131–152.

PEEL, M. C., FINLAYSON, B. L. e MACMAHON, T. A., [sem data]. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Wikipedia* [em linha]. [Acesso em 3 maio 2020 a]. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Classifica%C3%A7%C3%A3o\\_clim%C3%A1tica\\_de\\_K%C3%B6ppen-Geiger#/media/Ficheiro:World\\_K%C3%B6ppen\\_Classification\\_\(without\\_labels\).svg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Classifica%C3%A7%C3%A3o_clim%C3%A1tica_de_K%C3%B6ppen-Geiger#/media/Ficheiro:World_K%C3%B6ppen_Classification_(without_labels).svg)

PEEL, M. C., FINLAYSON, B. L. e MACMAHON, T. A., [sem data]. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. GROUP A: Tropical/megathermal climates (Af, Am, Aw) where all twelve months have mean temperatures above 18 °C (64 °F). *Wikipedia* [em linha]. [Acesso em 3 maio 2020 b]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Me\\_ne\\_frego#/media/File:Koppen\\_World\\_Map\\_Af\\_Am\\_Aw.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Me_ne_frego#/media/File:Koppen_World_Map_Af_Am_Aw.png)

PEEL, M. C., FINLAYSON, B. L. e MACMAHON, T. A., [sem data]. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. GROUP B: Dry (arid and semiarid) climates. *Wikipedia* [em linha]. [Acesso em 3 maio 2020 c]. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Me\\_ne\\_frego#/media/File:Koppen\\_World\\_Map\\_B\\_new2.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Me_ne_frego#/media/File:Koppen_World_Map_B_new2.png)

PIESIK, Sandra, 2017. *Habitat: Vernacular Architecture for a Changing Planet*. Thames & Hudson.

PINTO, Alberto Reaes, 2011. A escolha dos materiais para a construção sustentável. *Revista Arquitectura Lusíada*. 2011. no. 3, p. 77–82.

PINTO, Alberto Reaes et al., 2015. *Construção Sustentável: Conceito e prática*. Casal de Cambra: Caleidoscópio.

- PLATT, S L, 2018. Bamboo as a resource for modern vernacular architecture. Em: *International Conference on Sustainable Built Environment*. 2018.
- Poured Earth, [sem data]. *Auroville Earth Institute* [em linha]. [Acesso em 11 março 2020]. Disponível em: [http://www.earth-auroville.com/poured\\_earth\\_en.php](http://www.earth-auroville.com/poured_earth_en.php)
- Print of Kazakh yurt in cross section, Kazakhstan, [sem data]. *Mary Evans Prints Online Photo Prints* [em linha]. [Acesso em 2 julho 2021]. Disponível em: <https://www.prints-online.com/kazakh-yurt-cross-section-kazakhstan-19885606.html>
- PULIDO, Ignacio Gomez, [sem data]. Galeria de Adobe: o material reciclável mais sustentável. *ArchDaily Brasil* [em linha]. [Acesso em 12 setembro 2020]. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/945393/adobe-o-material-reciclavel-mais-sustentavel/5f1f4aafb357653d3a00048f-adobe-o-material-reciclavel-mais-sustentavel-foto>
- RAPOPORT, Amos, 1969. *House form and culture*. Prentice-Hall. Foundations of Cultural Geography Series.
- RASHID, Mamun e ARA, Dilshad Rahat, 2015. Modernity in tradition: Reflections on building design and technology in the Asian vernacular. *Frontiers of Architectural Research*. março 2015. vol. 4, no. 1, p. 46–55. DOI 10.1016/j.foar.2014.11.001.
- RILEY, Mike, COTGRAVE, Alison e FARRAGHER, Michael (orgs.), 2017. *Building Design, Construction and Performance in Tropical Climates*. 1. Routledge.
- RUDOLFSKY, Bernard, 1964. *Architecture without architects*. The Museum of Modern Art.
- Shaped Earth, [sem data]. *Auroville Earth Institute* [em linha]. [Acesso em 11 março 2020]. Disponível em: [http://www.earth-auroville.com/shaped\\_earth\\_en.php](http://www.earth-auroville.com/shaped_earth_en.php)
- SILVA, Ana Isabel da Costa e, 2014. *A madeira na arquitetura - práticas construtivas entre finais de oitocentos e finais do século XX*. Dissertação (Doutoramento em Arquitetura). Porto: Universidade do Porto.
- SINGH, Manoj Kumar, MAHAPATRA, Sadhan e ATREYA, S.K., 2011. Solar passive features in vernacular architecture of North-East India. *Solar Energy*. 2011.
- SOUSA, Vasco Filipe Carvalho Leão de, 2018. *Sistemas passivos na construção em Portugal: análise de um caso de estudo*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Lisboa: Universidade Nova de Lisboa.
- Stacked Earth (cob), [sem data]. *Auroville Earth Institute* [em linha]. [Acesso em 11 março 2020]. Disponível em: [http://www.earth-auroville.com/stacked\\_earth\\_en.php](http://www.earth-auroville.com/stacked_earth_en.php)
- STEINMETZ, George, [sem data]. Vista aérea da velha Ghardaia. *George Steinmetz photographer* [em linha]. [Acesso em 20 setembro 2020 a]. Disponível em: <https://www.georgesteinmetz.com/image/I00009v4FC9M4qco>
- STEINMETZ, George, [sem data]. Vista aérea de Beni Isguen. *George Steinmetz photographer* [em linha]. [Acesso em 20 setembro 2020 b]. Disponível em: <https://www.georgesteinmetz.com/gallery-image/Desert-Air/Go000..Kr3tSL8RI/I000odaXoanDZt8A>

- Termite Wonders, [sem data]. *Auroville Earth Institute* [em linha]. [Acesso em 11 março 2020]. Disponível em: [http://www.earth-auroville.com/termite\\_wonders\\_en.php](http://www.earth-auroville.com/termite_wonders_en.php)
- The 12 main earth techniques, [sem data]. *Auroville Earth Institute* [em linha]. [Acesso em 11 março 2020]. Disponível em: [http://www.earth-auroville.com/world\\_techniques\\_introduction\\_en.php](http://www.earth-auroville.com/world_techniques_introduction_en.php)
- TORGAL, F. Pacheco, EIRES, Rute M. G. e JALALI, Said, 2009. *Construção em Terra*. TecMinho. Publidisa.
- TORRES, João Tiago Caridade, 2010. *Sistemas Construtivos Modernos em Madeira*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Porto: Universidade do Porto.
- Traditional Rammed Earth, [sem data]. *Auroville Earth Institute* [em linha]. [Acesso em 11 março 2020]. Disponível em: [http://www.earth-auroville.com/traditional\\_rammed\\_earth\\_en.php](http://www.earth-auroville.com/traditional_rammed_earth_en.php)
- Travel in Indonesia: fascinating Tana Toraja culture of Central Sulawesi, [sem data]. *Top Travel Leads - Travel Blog* [em linha]. [Acesso em 21 janeiro 2021]. Disponível em: <https://www.toptravelleads.com/toraja-house-style-of-central-sulawesi/>
- Vardzia dwelling, [sem data]. *Touropia* [em linha]. [Acesso em 10 novembro 2020]. Disponível em: <https://www.touropia.com/gfx/d/cave-dwellings/wardzia.jpg>
- VEFIK ALP, Ahmet, 1991. Vernacular climate control in desert architecture. *Energy and Buildings*. 1991. vol. 16, no. 3-4, p. 809-815.
- WRUBLESKI, Caroline, 2015. Arquitetura habitacional em Madeira: comparação entre os sistemas construtivos utilizados em Curitiba, Brasil e Auckland, Nova Zelândia. 2015. P. 93.
- YUN, Jieheerah, 2015. A Study of the Planning Characteristics of Neowa Houses Applicable in Contemporary Housing Plans. *Journal of the Korean Housing Association*. 2015. vol. 26, no. 2, p. 81-88.
- ZHAI, Zhiqiang (John) e PREVITALI, Jonathan M., 2010. Ancient vernacular architecture: characteristics categorization and energy performance evaluation. *Energy and Buildings*. 2010. vol. 42, no. 3, p. 357-365.
- ZUNE, May et al., 2020. A review of traditional multistage roofs design and performance in vernacular buildings in Myanmar. *Sustainable Cities and Society*. 2020. vol. 60, p. 41.
- ZUNE, May, RODRIGUES, Lucelia e GILLOTT, Mark, 2019. Vernacular passive design in Myanmar housing for thermal comfort. *Sustainable Cities and Society*. 2019. vol. 54, p. 22.