

**O mínimo na arquitetura:  
contributos para a reflexão e adaptação das  
estratégias da arquitetura japonesa**

**Estelle Alison Magalhães Ferreira**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Arquitetura**  
(2º ciclo de estudos ou mestrado integrado)

Orientador: Prof. Doutor Cláudia Sofia São Marcos Miranda Beato

**janeiro de 2021**



## **Agradecimentos**

A todos aqueles que partilharam todos os momentos durante este percurso académico.  
Aos meus pais e irmã, pelo esforço, apoio e compreensão. Sem eles tudo seria impossível.  
Aos meus amigos. E por fim, mas não menos importante, à minha orientadora, pela paciência, apoio e incentivo.



## Resumo

Este trabalho procura apresentar os benefícios da construção modular na sociedade contemporânea, que oferece diversas formas habitacionais, e se adaptam às necessidades e funcionalidades por elas exigidas. Arquitetos tentam procurar soluções para os problemas atuais através de construções flexíveis, minimalistas e estratégias que proporcionam a realização e organização de espaços com qualidade de vida.

Japão é um país que enfrenta diversas condicionantes na construção, e a sua arquitetura é um exemplo de como construir edifícios adaptáveis e flexíveis, em espaços mínimos, seja ela tradicional ou contemporânea. Após a investigação das estratégias de microarquitetura japonesa, pretende-se analisar várias habitações mínimas contemporâneas encontradas nas ruas do Japão (kyosho-jutaku). Portanto, este estudo auxiliará de como é possível adaptar este tipo de arquitetura às necessidades do mundo atual. Persistir na construção de uma harmonia com a envolvente, a junção do passado com o presente e principalmente ter em atenção às pessoas que a usam. Salientando a importância de uma arquitetura sustentável através da relação que os edifícios devem ter com a envolvente, permitindo a preservação dos ecossistemas.

Por fim, irei apresentar ideias de como adaptar os conceitos de flexibilidade, simplicidade, sustentável e adaptável numa construção modular.

## Palavras-chave

Arquitetura japonesa | Portugal | Micro apartamentos | Construção Modular | Sustentável

## **Abstrat**

This work seeks the benefits of modular construction in contemporary society, which offers various forms of housing, and adapts to the need and functionalities required by them. Architects try to look for solutions to current problems through flexible constructions, minimalists and strategies that provide the realization and organization of spaces with quality of life.

Japan is a country that faces several constraints in the construction, and its architecture is an example of building adaptable and flexible buildings, in minimum spaces, whether traditional or contemporary. After an investigation of Japanese microarchitecture strategies, it is intended to analyze several contemporary minimum dwellings found on the streets of Japan (kyosho-jutaku). Therefore, this study assists how it is possible to adapt this type of architecture to the needs of today's world. Persist in building a harmony with the surroundings, the junction of the past with the present and mainly pay attention to the people who use it. Stressing the importance of a sustainable architecture of the relationship that buildings must have with the surrounding, allowing the conservation of ecosystems.

Finally, I will present ideas on how to adapt the concepts of flexibility, simplicity, sustainable and adaptable in a modular construction.

## **Keywords**

Japanese Architecture | Portugal | Micro apartments | Modular Construction | Sustainable

# Índice

Capítulo 1.....	1
Introdução .....	1
1.1 Contextualização.....	1
Objetivos.....	2
Metodologia.....	3
Capítulo 2 – Japão .....	4
Wabi-sabi .....	5
Cerimónia de chá ( <i>sado</i> )/ Casa de chá ( <i>chashitsu</i> ) .....	7
Contextualização histórica .....	9
Influência da arquitetura moderna no Japão.....	14
Arquitetura residencial .....	18
Kyosho-Jutaku (micro arquitetura japonesa) .....	22
Casos de estudo .....	26
Capítulo 3 – Construção modular.....	41
Construção modular e pré-fabricação .....	41
Breve história da construção modular .....	41
Vantagens e Benefícios da construção modular.....	49
Teoria modular.....	51
Materiais.....	54
Construção modular no Japão .....	57
Exemplos de arquitetura modular no Japão .....	59
Capítulo 4 – Construção sustentável .....	61
Desenvolvimento sustentável.....	63
Práticas sustentáveis.....	65
Construção sustentável no Japão.....	68
Madeira.....	74
Madeira no Japão.....	75
Projetos modulares de madeira em Portugal .....	78
Capítulo 5 – Proposta de projeto .....	80
Exemplos de apartamentos modulares .....	81
Estrutura e materiais .....	84

Módulos .....	86
Conclusão .....	95
Bibliografia.....	97

## Lista de figuras

Figura 1 - Aplicação estética de wabi sabi.

<https://www.blog.lolahome.com.br/tendencia-conheca-o-wabi-sabi/>

Figura 2 - Aplicação estética de wabi sabi.

<https://www.blog.lolahome.com.br/tendencia-conheca-o-wabi-sabi/>

Figura 3 - Wabi sabi adaptado numa habitação contemporânea. Fotografia de Dean Cheng.

<https://www.dwell.com/article/wabi-sabi-design-wei-yi-international-design-associates-eee767a2>

Figura 4 - Wabi sabi adaptado numa habitação contemporânea. Fotografia de Dean Cheng.

<https://www.dwell.com/article/wabi-sabi-design-wei-yi-international-design-associates-eee767a2>

Figura 5 - Wabi sabi adaptado numa habitação contemporânea. Fotografia de Dean Cheng.

<https://www.dwell.com/article/wabi-sabi-design-wei-yi-international-design-associates-eee767a2>

Figura 6 – Interior de uma casa de chá e cerimónia. Fotografia de Marky Hobold.

<https://www.insidejapantours.com/blog/2019/01/15/what-is-a-japanese-tea-ceremony/>

Figura 7 - Casa de chá japonesa.

<https://www.buildajapanesegarden.com/japanese-garden-materials/japanese-style-buildings/japanese-tea-house-hardwood/>

Figura 8 – Planta e direções de uma casa de chá japonesa.

<http://remodelinghouseideas.blogspot.com/2011/12/japanese-tea-ceremony-02.html>

Figura 9 – Planta e principais elementos de uma casa de chá.

[http://www.japanesesymbolsofpresence.com/circle\\_square\\_triangle.html](http://www.japanesesymbolsofpresence.com/circle_square_triangle.html)

Figura 10 – Construção pré-histórica: tateana jukyo. Fotografia de François Tamon.

[https://culturejaponaise.info/documents/batiments/tateana\\_jukyo.html](https://culturejaponaise.info/documents/batiments/tateana_jukyo.html)

Figura 11 – Construções pré-históricas: armazém e habitação de Toro. Fotografia de Katrina Webber.

<https://en.japantravel.com/shizuoka/toro-archaeological-site/2089>

**Figura 12 - Grande santuário de Ise. Fotografia de Joe Miranda.**

<https://www.spacesmith.com/blog/grand-shrine-of-ise>

**Figura 13 - Santuário Naiku. Fotografia de Joe Miranda.**

<https://www.spacesmith.com/blog/grand-shrine-of-ise>

**Figura 14 – Torii, entrada do santuário. Fotografia de Joe Miranda.**

<https://www.spacesmith.com/blog/grand-shrine-of-ise>

**Figura 15 – Kofun em Mozu. Túmulo do Imperador Nintoku.**

<https://www.portalmie.com/atualidade/noticias-do-japao/sociedade-2/2019/05/grupo-de-tumulos-antigos-em-osaka-podera-entrar-para-lista-de-patrimonios-mundiais/>

**Figura 16 – Templo Horyuji em Nara.**

<https://blogues.publico.pt/tudomenoseconomia/2016/02/12/outras-vidas-outros-tempos-outros-locais/>

**Figura 17 – Templo Shitennoji em Osaka.**

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Shitenn%C5%8D-ji>

**Figura 18 – Templo Hokoji em Asuka.**

<https://www.japan.travel/pt/itineraries/an-overnight-hot-springs-tour-of-yamanashi-prefecture/>

**Figura 19 – Templo Todaiji em Nara. Fotografia de Tom Bricker.**

<https://www.travelcaffeine.com/todaiji-temple-review-tips/>

**Figura 20 – O grande Buda de Nara no templo Todaiji. Fotografia de Tom Bricker.**

<https://www.travelcaffeine.com/todaiji-temple-review-tips/>

**Figura 21 – O Salão Fénix da Villa Byodoin, em Uji. Fotografia de Tom Bricker.**

<https://www.travelcaffeine.com/byodoin-temple-review-info-tips/>

**Figura 22 – Planta do Salão Fénix da villa Byodoin.**

<https://bunka.nii.ac.jp/suisensyo/kyoto/REFERENCE-5/reference5-1.html>

**Figura 23 - Kinkaku-ji, o Pavilhão Dourado, no norte de Kyoto.**

<https://www.jrailpass.com/blog/kinkaku-ji-golden-pavilion>

**Figura 24 – Ginkaku-ji, o Pavilhão Prateado, a este de Kyoto.**

<https://www.japan-guide.com/e/e3907.html>

Figura 25 – Machiya em Kyoto. A casa urbana tradicional japonesa. Fotografia de Yoichi Nakanshi.

<https://taiken.co/single/experience-a-traditional-lodging-experience-in-kyoto/>

Figura 26 - Minkas na aldeia de Shirakawa. A casa rural tradicional japonesa. Fotografia de James Brown.

<https://the-bac.edu/experience-the-bac/galleries/bds-minka-project-gallery>

Figura 27 – Minka no parque de Nihon.

<https://jonellepatrick.com/the-tokyo-guide-i-wish-id-had/destinations-a-z/nihon-minka-en-thatch-roofed-houses/>

Figura 28 – Hotel Imperial de Tóquio, projetado pelo arquiteto Frank Lloyd Wright.

<https://www.rethinktokyo.com/frank-lloyd-wright-imperial-hotel>

Figura 29 – Seção salva do Hotel Imperial após a Segunda Guerra Mundial.

<https://www.rethinktokyo.com/frank-lloyd-wright-imperial-hotel>

Figura 30 - Interior reconstruído no Museu de arquitetura de *Meiji-Mura*, em Nagoya. Fotografia de Joevare.

<https://www.dezeen.com/2017/06/15/imperial-hotel-tokyo-japan-frank-lloyd-wright-150th-anniversary/>

Figura 31 – Casa Reinazanka, construída em 1924 pelo arquiteto Antonin Raymond.

[https://www.wikiwand.com/en/Antonin\\_Raymond](https://www.wikiwand.com/en/Antonin_Raymond)

Figura 32 – Torre Nakagin em Tóquio. Fotografia de Arcspace.

<https://www.archdaily.com.br/br/01-36195/classicos-da-arquitetura-nakagin-capsule-tower-kisho-kurokawa>

Figura 33 – Torre Nakagin em Tóquio. Fotografia de Arcspace.

<https://www.archdaily.com.br/br/01-36195/classicos-da-arquitetura-nakagin-capsule-tower-kisho-kurokawa>

Figura 34 – Tatami, o chão de uma casa tradicional japonesa.

<https://www.tsunagujapan.com/13-facts-you-probably-didnt-know-about-tatami/>

Figura 35 – Shoji, portas exteriores da casa tradicional japonesa.

<https://allabout-japan.com/en/article/3513/>

Figura 36 – Fusuma, portas interiores tradicionais.

<https://matcha-jp.com/en/3225>

Figura 37 – Tokonoma no museu de Arte de Bonsai, em Saitama.

<https://www.bonsaiempire.com.br/blog/bonsai-tokonoma>

Figura 38 – Tokonoma numa casa tradicional japonesa.

<http://japansheartandculture.blogspot.com/2010/06/tokonoma.html>

Figura 39 – Engawa, as varandas que rodeiam a casa japonesa.

<https://www.wikiwand.com/en/Engawa>

Figura 40 – Genkan,

<https://www.hometeka.com.br/f5/descubra-porque-os-japoneses-tiram-os-sapatos-para-entrar-em-casa/>

Figura 41 – Jardim zen japonês. Fotografia de Kelly Kajiwara.

<https://coisasdojapao.com/2018/01/karesansui-motivos-para-ter-um-jardim-zen-japones-cdj/>

Figura 42 – Jardim da Villa Imperial Katsura. Fotografia de Redação Nagoya.

<https://coisasdojapao.com/2020/02/top-50-jardins-japoneses-jardim-de-shimane-e-eleito-o-mais-belo-do-japao/>

Figura 43 – Kyosho-Jutaku, Schemata Architects

<https://casavogue.globo.com/Arquitetura/Casas/noticia/2020/10/10-casas-surpreendentemente-pequenas-no-japao.html>

Figura 44 – Kyosho-Jutaku projetada pelo arquiteto Ryue Nishizawa. Fotografia de Iwan Baan.

<https://casavogue.globo.com/Arquitetura/Casas/noticia/2020/10/10-casas-surpreendentemente-pequenas-no-japao.html>

Figura 45 – Casa em Nada de FujiwaraMuro Architects. Fotografia de Toshiyuki Yano.

<https://casavogue.globo.com/Arquitetura/Casas/noticia/2020/10/10-casas-surpreendentemente-pequenas-no-japao.html>

Figura 46 – O que é realmente necessário para um espaço com qualidade de vida?

Fonte: Estelle Ferreira.

Figura 47 – Estratégia de relação com o exterior.

Fonte: Richmond (2012).

Figura 48 – Estratégia de relação com o exterior.

Fonte: Richmond (2012).

Figura 49 – Estratégia de relação com o exterior.

Fonte: Richmond (2012).

Figura 50 – Estratégia de relação com o exterior.

Fonte: Richmond (2012).

Figura 51 – Estratégia de entrada de luz natural pelo topo.

Fonte: Richmond (2012).

Figura 52 – Estratégia de luz natural por várias entradas.

Fonte: Richmond (2012).

Figura 53 – Circulação vertical.

Fonte: Richmond (2012).

Figura 54 – Estratégia de espaços vazios no interior.

Fonte: Richmond (2012).

Figura 55 – Estratégia de espaços vazios no exterior.

Fonte: Richmond (2012).

Figura 56 – Aproveitamento de espaço interior com móveis convertíveis.

Fonte: Richmond (2012).

Figura 57 – Aproveitamento de espaço interior com móveis embutidos e feitos à medida.

Fonte: Richmond (2012).

Figura 58 – Fachada principal da Casa Azuma.

<https://pt.wikiarquitectura.com/constru%C3%A7%C3%A3o/casa-azuma/#>

Figura 59 – Pátio interior.

<https://pt.wikiarquitectura.com/constru%C3%A7%C3%A3o/casa-azuma/#>

Figura 60 – Vista para o corredor exterior que liga os dois quartos.

<https://pt.wikiarquitectura.com/constru%C3%A7%C3%A3o/casa-azuma/#>

Figura 61 – Plantas, cortes e axonometria da Casa Azuma.

<https://pt.wikiarquitectura.com/constru%C3%A7%C3%A3o/casa-azuma/#>

**Figura 62 – Vista interior do pátio. Fotografia de Toshiyuki Yano.**

<https://www.archdaily.com.br/br/01-110419/casa-em-goido-slash-fujiwarramuro-architects>

**Figura 63 – Vista interior do pátio a partir da entrada. Fotografia de Toshiyuki Yano.**

<https://www.archdaily.com.br/br/01-110419/casa-em-goido-slash-fujiwarramuro-architects>

**Figura 64 – Escritório. Fotografia de Toshiyuki Yano.**

<https://www.archdaily.com.br/br/01-110419/casa-em-goido-slash-fujiwarramuro-architects>

**Figura 65 – Planta de rés-do-chão (habitação construída em vários níveis). Fotografia de Toshiyuki Yano.**

<https://www.archdaily.com.br/br/01-110419/casa-em-goido-slash-fujiwarramuro-architects>

**Figura 66 – Corte transversal 1. Fotografia de Toshiyuki Yano.**

<https://www.archdaily.com.br/br/01-110419/casa-em-goido-slash-fujiwarramuro-architects>

**Figura 67 – Planta do piso 1 (habitação contruída em vários níveis). Fotografia de Toshiyuki Yano.**

<https://www.archdaily.com.br/br/01-110419/casa-em-goido-slash-fujiwarramuro-architects>

**Figura 68 – Corte transversal 2. Fotografia de Toshiyuki Yano.**

<https://www.archdaily.com.br/br/01-110419/casa-em-goido-slash-fujiwarramuro-architects>

**Figura 69 – Corte longitudinal 1. Fotografia de Toshiyuki Yano.**

<https://www.archdaily.com.br/br/01-110419/casa-em-goido-slash-fujiwarramuro-architects>

**Figura 70 – Corte longitudinal 2. Fotografia de Toshiyuki Yano.**

<https://www.archdaily.com.br/br/01-110419/casa-em-goido-slash-fujiwarramuro-architects>

**Figura 71 – Fachada principal e a sua envolvente. Fotografia de Toshiyuki Yano.**

<https://www.archdaily.com.br/br/01-108402/casa-em-nada-slash-fujiwarramuro-architects>

**Figura 72 – Vista para a mesa a partir do pátio interior. Fotografia de Toshiyuki Yano.**

<https://www.archdaily.com.br/br/01-108402/casa-em-nada-slash-fujiwarramuro-architects>

**Figura 73 – Vista para o quarto das crianças e pátio a partir do corredor. Fotografia de Toshiyuki Yano.**

<https://www.archdaily.com.br/br/01-108402/casa-em-nada-slash-fujiwarramuro-architects>

**Figura 74 – Espaço de estar e de jantar. Fotografia de Toshiyuki Yano.**

<https://www.archdaily.com.br/br/01-108402/casa-em-nada-slash-fujiwarramuro-architects>

Figura 75 – Corte longitudinal. Fotografia de Toshiyuki Yano.

<https://www.archdaily.com.br/br/01-108402/casa-em-nada-slash-fujiwarramuro-architects>

Figura 76 – Corte transversal. Fotografia de Toshiyuki Yano.

<https://www.archdaily.com.br/br/01-108402/casa-em-nada-slash-fujiwarramuro-architects>

Figura 77 – Fachada principal. Fotografia de Studio NOA.

<https://www.archdaily.com/154070/house-in-inokashira-studio-noa>

Figura 78 – Cozinha e espaço de estar. Fotografia de Studio NOA.

<https://www.archdaily.com/154070/house-in-inokashira-studio-noa>

Figura 79 – Zona de entrada. Fotografia de Studio NOA.

<https://www.archdaily.com/154070/house-in-inokashira-studio-noa>

Figura 80 – Desenhos técnicos: Cortes. Fotografia de Studio NOA.

<https://www.archdaily.com/154070/house-in-inokashira-studio-noa>

Figura 81 – Desenhos técnicos: Plantas da habitação. Fotografia de Studio NOA.

<https://www.archdaily.com/154070/house-in-inokashira-studio-noa>

Figura 82 – Vista aérea da casa e a sua envolvente. Fotografia de Taisuke Ogawa.

<http://asai-architects.com/en/house-i/>

Figura 83 – Fachada principal. Fotografia de Taisuke Ogawa.

<http://asai-architects.com/en/house-i/>

Figura 84 – Entrada da habitação. Fotografia de Taisuke Ogawa.

<http://asai-architects.com/en/house-i/>

Figura 85 – Interior do espaço central no rés-do-chão. Fotografia de Taisuke Ogawa.

<http://asai-architects.com/en/house-i/>

Figura 86 – Terraço no primeiro piso. Fotografia de Taisuke Ogawa.

<http://asai-architects.com/en/house-i/>

Figura 87 – Fachada da habitação. Fotografia de Apollo Architecture.

<https://apollo-aa.jp/architecture/steps/>

Figura 88 – Vista diagonal da habitação. Fotografia de Apollo Architecture.

<https://apollo-aa.jp/architecture/steps/>

Figura 89 – Escadas, o núcleo central a partir do qual se organiza todo o projeto. Fotografia de Apollo Architecture.

<https://apollo-aa.jp/architecture/steps/>

Figura 90 – Entrada de luz natural através do uso de claraboias. Fotografia de Apollo Architecture.

<https://apollo-aa.jp/architecture/steps/>

Figura 91 – Espaço interior com um terraço anexado. Fotografia de Apollo Architecture.

<https://apollo-aa.jp/architecture/steps/>

Figura 92 – Fachada única onde podemos detetar a largura reduzida da mesma. Fotografia de Atelier Bow-Wow.

<https://www.designboom.com/architecture/atelier-bow-wow-tower-machiya/>

Figura 93 – Interior da habitação e organização através das escadas. Fotografia de Atelier Bow-Wow.

<https://www.designboom.com/architecture/atelier-bow-wow-tower-machiya/>

Figura 94 – Entrada da sala de chá. Fotografia de Atelier Bow-Wow.

<https://www.designboom.com/architecture/atelier-bow-wow-tower-machiya/>

Figura 95 – Vários compartimentos, nos quais as ideias de simplicidade e minimalismo estão bastante presentes. Fotografia de Atelier Bow-Wow.

<https://www.designboom.com/architecture/atelier-bow-wow-tower-machiya/>

Figura 96 – Fachada principal da casa. Fotografia de Manuel Oka.

<https://www.designboom.com/architecture/atelier-bow-wow-split-machiya/>

Figura 97 – Pátio central que divide a casa em dois blocos. Fotografia de Manuel Oka.

<https://www.designboom.com/architecture/atelier-bow-wow-split-machiya/>

Figura 98 – Zona de estar com vista para o pátio. Fotografia de Manuel Oka.

<https://www.designboom.com/architecture/atelier-bow-wow-split-machiya/>

Figura 99 – Espaços privados da habitação, no qual está inserido o escritório. Fotografia de Manuel Oka.

<https://www.designboom.com/architecture/atelier-bow-wow-split-machiya/>

**Figura 100 – Alinhamento dos vãos no último piso. Fotografia de Manuel Oka.**

<https://www.designboom.com/architecture/atelier-bow-wow-split-machiya/>

**Figura 101 – Modelo da habitação.**

<https://www.interactiongreen.com/atelier-bow-wow-split-machiya/>

**Figura 102 – Vista superior da casa e o contraste da sua forma em relação à envolvente. Fotografia de Kentaro Kurihara.**

<https://www.dezeen.com/2013/09/01/forest-house-in-the-city-by-studio-velocity/>

**Figura 103 – Relação entre o exterior e o interior. Fotografia de Kentaro Kurihara.**

<https://www.dezeen.com/2013/09/01/forest-house-in-the-city-by-studio-velocity/>

**Figura 104 – Desenho técnico: Planta da habitação. Fotografia de Kentaro Kurihara.**

<https://www.dezeen.com/2013/09/01/forest-house-in-the-city-by-studio-velocity/>

**Figura 105 – Desenhos técnicos: Cortes da habitação e loja. Fotografia de Kentaro Kurihara.**

<https://www.dezeen.com/2013/09/01/forest-house-in-the-city-by-studio-velocity/>

**Figura 106 – Vista da casa a partir da rua. Fotografia de Studio Velocity.**

<https://www.designboom.com/architecture/studio-velocity-montblanc-house/>

**Figura 107 – Vista da cidade a partir do terraço. Fotografia de Studio Velocity.**

<https://www.designboom.com/architecture/studio-velocity-montblanc-house/>

**Figura 108 – Terraço interior no rés-do-chão. Fotografia de Studio Velocity.**

<https://www.designboom.com/architecture/studio-velocity-montblanc-house/>

**Figura 109 – Terraço do primeiro piso. Fotografia de Studio Velocity.**

<https://www.designboom.com/architecture/studio-velocity-montblanc-house/>

**Figura 110 – Desenho técnico: Corte. Fotografia de Studio Velocity.**

<https://www.designboom.com/architecture/studio-velocity-montblanc-house/>

**Figura 111 – Desenho técnico: Planta do rés-do-chão. Fotografia de Studio Velocity.**

<https://www.designboom.com/architecture/studio-velocity-montblanc-house/>

**Figura 112 – Desenho técnico: Planta do primeiro piso. Fotografia de Studio Velocity.**

<https://www.designboom.com/architecture/studio-velocity-montblanc-house/>

**Figura 113 – Desenho técnico: Planta do segundo piso/terraço. Fotografia de Studio Velocity.**

<https://www.designboom.com/architecture/studio-velocity-montblanc-house/>

**Figura 114 – Desenho técnico: Corte. Fotografia de Studio Velocity.**

<https://www.designboom.com/architecture/studio-velocity-montblanc-house/>

**Figura 115 – Desenho técnico: Corte. Fotografia de Studio Velocity.**

<https://www.designboom.com/architecture/studio-velocity-montblanc-house/>

**Figura 116 – Relação de elementos de construção.**

<http://www.codex99.com/list/44.html>

**Figura 117 – Ordens clássicas da arquitetura.**

<https://johncanningco.com/blog/orders-of-columns/>

**Figura 118 – Planta de uma cidade romana (Timgad).**

<https://www.timetrips.co.uk/roman%20towns-towns.htm>

**Figura 119 – Palácio de Cristal. Fotografia de Wikipedia.**

<https://www.blogdaarquitectura.com/joseph-paxton-e-arquitetura-efemera-do-palacio-de-cristal/>

**Figura 120 – Interior do Palácio de Cristal.**

<https://ocastendo.blogs.sapo.pt/1-de-maio-de-1851-primeira-exposicao-2078938>

**Figura 121 – Conceito cúbico modular de Bemis.**

Fonte: Russell (2012)

**Figura 122 – Estrutura da casa definida através da malha.**

Fonte: Russell (2012)

**Figura 123 – Sistemas estruturais.**

<https://proyectos4etsa.wordpress.com/2011/12/26/the-packaged-house-system-konrad-wachsmann-y-walter-gropius-general-panel-corporation-new-york-1942/>

**Figura 124 – Corte estrutural da casa.**

<https://proyectos4etsa.wordpress.com/2011/12/26/the-packaged-house-system-konrad-wachsmann-y-walter-gropius-general-panel-corporation-new-york-1942/>

**Figura 125 – O modulator.**

<http://www.fondationlecorbusier.fr/corbuweb/morpheus.aspx?sysId=13&IrisObjectId=7837&sysLanguage=en-en&itemPos=82&itemCount=215&sysParentId=65&sysParentName=home>

**Figura 126 – A relação das medidas do modulator.**

<https://coisasdaarquitectura.wordpress.com/2010/06/30/quem-acredita-no-modulator/>

**Figura 127 – Módulos da Unité d’habitation.**

<https://darrylchung.wordpress.com/2014/04/11/forms-follow-function-because-less-is-more/>

**Figura 128 – Unité d’habitation.**

<https://darrylchung.wordpress.com/2014/04/11/forms-follow-function-because-less-is-more/>

**Figura 129 – Sistemas de coordenadas.**

[https://docs.qgis.org/2.14/pt\\_BR/docs/gentle\\_gis\\_introduction/coordinate\\_reference\\_systems.html](https://docs.qgis.org/2.14/pt_BR/docs/gentle_gis_introduction/coordinate_reference_systems.html)

**Figura 130 – Malha modular.**

Fonte: Baldauf (2004).

**Figura 131 – Habitação modular de madeira.**

<https://www.archdaily.com.br/br/868578/5-projetos-que-ilustram-o-potencial-de-pre-fabricados/58e4d600e58eceb811000266-5-projetos-que-ilustram-o-potencial-de-pre-fabricados-imagem>

**Figura 132 – Construção modular de madeira numa fábrica.**

<http://casasprefab.blogspot.com/2008/04/construo.html>

**Figura 133 – Construção modular em aço.**

<https://construcaomodular.wordpress.com/tag/aco-leve/>

**Figura 134 – Construção modular em aço numa fábrica.**

[https://www.hotel-online.com/press\\_releases/release/steel-framed-modular-construction-for-high-rise-hotels-what-you-need-to-know/](https://www.hotel-online.com/press_releases/release/steel-framed-modular-construction-for-high-rise-hotels-what-you-need-to-know/)

**Figura 135 – Paredes de betão pré-fabricadas.**

<http://www.keeganprecast.com/products/precast-walls/twin-wall>

**Figura 136 – Módulo individual de betão.**

<http://www.compacthabit.com/modular-solutions/characteristics/>

**Figura 137 – Contentores marítimos. Fotografia de Stock.**

<https://www.noticiasaoiminuto.com/economia/1102978/movimento-de-contentores-nos-portos-portugueses-recua-4-3-ate-agosto>

**Figura 138 – Habitação construída a partir de contentores.**

[https://www.archdaily.com/878170/method-in-modular-10-floor-plans-using-shipping-container-architecture/5968cd72b22e38bb9b0002e0-method-in-modular-10-floor-plans-using-shipping-container-architecture-photo?next\\_project=no](https://www.archdaily.com/878170/method-in-modular-10-floor-plans-using-shipping-container-architecture/5968cd72b22e38bb9b0002e0-method-in-modular-10-floor-plans-using-shipping-container-architecture-photo?next_project=no)

**Figura 139 – Organização de uma casa japonesa a partir do módulo de tatami.**

<http://arch1101-2012jp.blogspot.com/2012/03/examples-of-sukiya-style-japanese.html?m=1>

**Figura 140 – Diferentes tamanhos de uma divisão a partir do uso de tatami.**

[http://shoji.co.uk/wp/?page\\_id=1033](http://shoji.co.uk/wp/?page_id=1033)

**Figura 141 – Pavilhão Takara Beutilion. Fotografia de Anton Rauben Weiss.**

<https://briahistorica.com/2017/04/08/on-the-radar-kurokawas-takara-beutilion-pavilion-at-japans-expo-70/>

**Figura 142 – Desenho técnico: corte do Pavilhão Takara Beutilion.**

<https://topoypaisaje.com/post/188602972484/pabell%C3%B3n-takara-beutilion-expo-osaka70-kisho>

**Figura 143 – Junção dos módulos da Torre Nakagin.**

<http://architecturalmoleskine.blogspot.com/2011/10/kurokawa-nakagin-capsule-tower.html>

**Figura 144 – Casa Sol pré-fabricada de madeira (Muji). Fotografia de Muji.**

<https://www.idealista.pt/news/imobiliario/habitacao/2020/01/30/42267-uma-casa-pre-fabricada-de-madeira-e-minimalista-ao-mais-puro-estilo-muji>

**Figura 145 – Deck de madeira. Fotografia de Muji.**

<https://www.idealista.pt/news/imobiliario/habitacao/2020/01/30/42267-uma-casa-pre-fabricada-de-madeira-e-minimalista-ao-mais-puro-estilo-muji>

**Figura 146 – Interior amplo da casa. Fotografia de Ryohin Keikaku.**

<https://www.interactiongreen.com/muji-house-yo-no-ie-model-home/>

**Figura 147 – Zona de estar e relação do interior com o exterior. Fotografia de Muji.**

<https://www.idealista.pt/news/imobiliario/habitacao/2020/01/30/42267-uma-casa-pre-fabricada-de-madeira-e-minimalista-ao-mais-puro-estilo-muji>

**Figura 148 – Cobertura verde.**

<http://www.anteprojectos.com.pt/2018/03/02/coberturas-verdes-o-seu-jardim-junto-as-nuvens/>

**Figura 149 – Aplicação de isolamento.**

<https://ecopaint-corporation.com/pt/produto/eticseifs/>

**Figura 150 – Ventilação natural.**

<https://www.arqcoop.com/ventilacao-natural/>

**Figura 151 – Sustentabilidade e construção.**

Fonte: Bragança (2011)

**Figura 152 – Desenvolvimento sustentável.**

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Desenvolvimento\\_sustent%C3%A1vel](https://pt.wikipedia.org/wiki/Desenvolvimento_sustent%C3%A1vel)

**Figura 153 – Mapa Europeu de incidência solar. Fotografia de European Communities,**

<https://www.electronica-pt.com/mapas-radiacao-solar>

**Figura 154 – Detalhe de uma parede de trombe. Fotografia de Guilherme Marques Mouta Liz.**

[https://www.researchgate.net/figure/Figura-46-Esquema-de-funcionamento-de-uma-parede-de-Trombe-durante-o-Inverno-1\\_fig5\\_323153791](https://www.researchgate.net/figure/Figura-46-Esquema-de-funcionamento-de-uma-parede-de-Trombe-durante-o-Inverno-1_fig5_323153791)

**Figura 155 – Estufa.**

<https://www.ecopassivehouses.pt/energia-solar-passiva/>

**Figura 156 – Reflexão da luz numa casa tradicional japonesa.**

<http://remodelinghouseideas.blogspot.com/2011/12/japanese-lighting-techniques-01.html>

**Figura 157 – Reflexão da luz numa casa tradicional ocidental.**

<http://remodelinghouseideas.blogspot.com/2011/12/japanese-lighting-techniques-01.html>

**Figura 158 – Reflexão da luz numa sala de chá japonesa.**

<http://remodelinghouseideas.blogspot.com/2011/12/japanese-lighting-techniques-01.html>

**Figura 159 – Elementos de proteção numa casa tradicional japonesa.**

<http://remodelinghouseideas.blogspot.com/2011/11/japanese-screening-devices-03.html>

**Figura 160 – Shoji, elementos de flexíveis. Fotografia de Fukuzumiro Spa.**

<https://japanobjects.com/features/shoji>

Figura 161 – Relação de uma casa japonesa com a natureza. Fotografia de Masaaki Komori.

<https://japanobjects.com/features/shoji>

Figura 162 – Pátio interior de uma casa moderna japonesa.

<https://housetodecor.com/2016/15-mix-modern-japanese-courtyard-with-nature/>

Figura 163 – Pátio interior de uma casa japonesa.

<https://housetodecor.com/2016/15-mix-modern-japanese-courtyard-with-nature/>

Figura 164 – Ventilação cruzada numa machiya. Fotografia de Hamed Aali and Jiwhan Choi.

<https://www.mdpi.com/2075-5309/3/3/588/htm>

Figura 165 – Pequeno pátio de uma casa japonesa.

<https://housetodecor.com/2016/15-mix-modern-japanese-courtyard-with-nature/>

Figura 166 – Pátio interior de uma casa moderna japonesa.

<https://housetodecor.com/2016/15-mix-modern-japanese-courtyard-with-nature/>

Figura 167 – Flexibilidade no interior das habitações.

<https://kdreamspt.wordpress.com/2012/12/08/325/>

Figura 168 – Reconstrução de uma casa japonesa. Fotografia de Architectonic Atelier Yuu.

<https://www.nippon.com/en/views/b02314/>

Figura 169 – Interior amplo de uma casa tradicional. Fotografia de Architectonic Atelier Yuu.

<https://www.nippon.com/en/views/b02314/>

Figura 170 – Casa contemporânea em madeira. Fotografia de Yutaka Kinumaki.

<https://www.trendir.com/japanese-wooden-houses-courtyard-multi-level-decks-and-a-loft/>

Figura 171 – Vista para o pátio exterior. Fotografia de Yutaka Kinumaki.

<https://www.trendir.com/japanese-wooden-houses-courtyard-multi-level-decks-and-a-loft/>

Figura 172 – Interior de uma casa contemporânea japonesa. Fotografia de Studio Aula.

<https://www.decoist.com/2014-04-03/japanese-architecture-wood-design-ideas/?chrome=1&adblock=1>

Figura 173 – Interiores amplos e simples de uma casa japonesa. Fotografia de Studio Aula.

<https://www.decoist.com/2014-04-03/japanese-architecture-wood-design-ideas/?chrome=1&adblock=1>

**Figura 174 – Ciclo de biomassa. Fotografia de Jaqueline Maria da Silva.**

[https://www.researchgate.net/figure/Figura-54-Ciclo-da-Biomassa\\_fig7\\_256456064](https://www.researchgate.net/figure/Figura-54-Ciclo-da-Biomassa_fig7_256456064)

**Figura 175 – Construção em gaiola.**

[http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DE/NESDE/divulgacao/gaiol\\_const\\_sism.html](http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DE/NESDE/divulgacao/gaiol_const_sism.html)

**Figura 176 – Daisugi. Fotografia de wrathofgnon.**

<https://earthlymission.com/daisugi-ancient-japanese-forestry-technique-lumber-sustainable/>

**Figura 177 – Construção a partir de troncos resultantes de Daisugi. Fotografia de wrathofgnon.**

<https://earthlymission.com/daisugi-ancient-japanese-forestry-technique-lumber-sustainable/>

**Figura 178 – Textura natural dos troncos de cedro. Fotografia de wrathofgnon.**

<https://openkyoto.com/kitayama-sugi-handcarved-chopsticks/>

**Figura 179 – Museu Ponte de madeira de Yusuhara. Fotografia de Takumi Ota.**

<https://www.arch2o.com/yuhara-kinbashi-museum-kengo-kuma-associates/>

**Figura 180 – Museu Ponte de madeira de Yusuhara. Fotografia de Takumi Ota.**

<https://www.arch2o.com/yuhara-kinbashi-museum-kengo-kuma-associates/>

**Figura 181 – Museu Ponte de madeira de Yusuhara. Fotografia de Takumi Ota.**

<https://www.arch2o.com/yuhara-kinbashi-museum-kengo-kuma-associates/>

**Figura 182 – SunnyHills de Kengo Kuma.**

<http://www.design-consul.net/sdc/en/sunnyhills-at-minami-aoyama/>

**Figura 183 – SunnyHills de Kengo Kuma.**

<http://www.design-consul.net/sdc/en/sunnyhills-at-minami-aoyama/>

**Figura 184 – SunnyHills de Kengo Kuma.**

<http://www.design-consul.net/sdc/en/sunnyhills-at-minami-aoyama/>

**Figura 185 – Exterior da MIMA House. Fotografia de MIMA.**

<https://www.mimahousing.com/mima-house>

**Figura 186 – Interior da MIMA House. Fotografia de MIMA.**

<https://www.mimahousing.com/mima-house>

**Figura 187 – Planta da tipologia 1. Fotografia de MIMA.**

<https://www.mimahousing.com/mima-house>

**Figura 188 – Planta da tipologia 2. Fotografia de MIMA.**

<https://www.mimahousing.com/mima-house>

**Figura 189 – Treehouse Riga. Fotografia de Treehouse.**

<https://www.jular.pt/produtos/casas-pre-fabricadas/casas-modulares-treehouse-riga>

**Figura 190 – Planta de Treehouse Riga, tipologia T1 e T2. Fotografia de Treehouse.**

<https://www.jular.pt/produtos/casas-pre-fabricadas/casas-modulares-treehouse-riga>

**Figura 191 – Treehouse SW. Fotografia de Treehouse.**

<https://www.jular.pt/produtos/casas-pre-fabricadas/casas-modulares-treehouse-sw>

**Figura 192 – Treehouse SW. Fotografia de Treehouse.**

<https://www.jular.pt/produtos/casas-pre-fabricadas/casas-modulares-treehouse-sw>

**Figura 193 – Plantas de Treehouse SW, tipologia T1, T2 e T3. Fotografia de Treehouse.**

<https://www.jular.pt/produtos/casas-pre-fabricadas/casas-modulares-treehouse-sw>

**Figura 194 – Torre Nakagin.**

[https://www.reddit.com/r/architecture/comments/donxci/i\\_became\\_obsessed\\_with\\_this\\_building\\_nakagin/](https://www.reddit.com/r/architecture/comments/donxci/i_became_obsessed_with_this_building_nakagin/)

**Figura 195 – Planta da torre Nakagin.**

<https://www.archdaily.com.br/01-36195/classicos-da-arquitetura-nakagin-capsule-tower-kisho-kurokawa/planta-pavimento>

**Figura 196 – Exemplo de implantação dos módulos de betão.**

<https://www.dezeen.com/2018/01/16/opod-james-law-cybertecture-hong-kong-micro-apartments-concrete-pipes-low-cost-housing-crisis/>

**Figura 197 – Protótipo do módulo.**

<https://www.dezeen.com/2018/01/16/opod-james-law-cybertecture-hong-kong-micro-apartments-concrete-pipes-low-cost-housing-crisis/>

**Figura 198 – Micro habitação Songpa. Fotografia de SsD.**

<https://www.archdaily.com.br/768538/micro-habitacao-songpa-ssd>

**Figura 199 – Desenhos técnicos: alçados. Fotografia de SsD.**

<https://www.archdaily.com.br/768538/micro-habitacao-songpa-ssd>

**Figura 200 – Desenho técnico: Planta. Fotografia de SsD.**

<https://www.archdaily.com.br/br/768538/micro-habitacao-songpa-ssd>

**Figura 201 – Apartamentos modulares em Nova Iorque. Fotografia de Field Condition.**

<https://www.dezeen.com/2016/02/01/carmell-place-micro-apartment-tower-new-york-city-narchitects-photos/>

**Figura 202 – Desenho técnico: Planta. Fotografia de Field Condition.**

<https://www.dezeen.com/2016/02/01/carmell-place-micro-apartment-tower-new-york-city-narchitects-photos/>

**Figura 203 – Apartamentos modulares em Londres.**

Fonte: Drapey e Tomita (2013)

**Figura 204 – Exemplo de implantação.**

Fonte: Drapey e Tomita (2013)

**Figura 205 – 3D de um módulo.**

Fonte: Drapey e Tomita (2013)

**Figura 206 – Módulos.**

Fonte: Estelle Ferreira

**Figura 207 – Estrutura dos módulos.**

Fonte: Estelle Ferreira

**Figura 208 – Estrutura de um edifício de madeira.**

<http://www.usp.br/nutau/madeira/paginas/cobertura/tesoura.htm>

**Figura 209 – Planta do módulo 1.**

Fonte: Estelle Ferreira

**Figura 210 – Planta do módulo 1.**

Fonte: Estelle Ferreira

**Figura 211 – Corte AA' do módulo 1.**

Fonte: Estelle Ferreira

**Figura 212 – Exemplo de uso de janelas cletório.**

<https://divisare.com/projects/280062-ssd-songpa-micro-housing>

**Figura 213 – Corte BB' do módulo 1.**

Fonte: Estelle Ferreira

**Figura 214 – Corte CC' do módulo 1.**

Fonte: Estelle Ferreira

**Figura 215 – Exemplo de camas convertíveis.**

<https://www.vivadecora.com.br/revista/cama-retratil/?epik=djoyJnU9bF8zeWVFcFg4RG9GMUFHbzAoQks2czkwXzBaR3ZveXgmcDowJm49VzQ1eXFXy3Jia2Q3dmhTX1kxU1RiZyZoPUFBQUFBRoFMYoHr>

**Figura 216 – Portas de correr que permitem camuflar espaço desnecessário.**

<https://blogamelhorescolha.com/decoracao-funcional-em-espacos-pequenos/>

**Figura 217 – Espaço de estar.**

<https://villa-josefina.de/2019/04/09/roomtour-mit-grohe-sense-guard/>

**Figura 218 – Planta do módulo 2.**

Fonte: Estelle Ferreira

**Figura 219 – Corte AA' do módulo 2.**

Fonte: Estelle Ferreira

**Figura 220 – Corte BB' módulo 2.**

Fonte: Estelle Ferreira

**Figura 221 – Portas e paredes móveis e flexíveis.**

<https://www.dwell.com/article/west-loop-loft-mike-shively-904fa192/6482924385761546240>

**Figura 222 – Cozinha minimalista.**

<https://www.dezeen.com/2017/01/25/minimal-london-house-extension-larissa-johnston-plywood-box-concrete-architecture-residential/>

**Figura 223 – Mesa dobrável e flexível.**

<https://www.hafele.com/us/en/product/pull-out-table-and-folding-fitting-with-folding-table-leg/0000008a00030d8600010023/>

**Figura 224 – Corte CC' do módulo 2.**

Fonte: Estelle Ferreira

**Figura 225 – Exemplo de interior minimalista em madeira.**

[https://www.dezeen.com/2019/12/03/thomas-mcbrien-dollis-hill-avenue-london-house-extension/?li\\_source=LI&li\\_medium=bottom\\_block\\_1](https://www.dezeen.com/2019/12/03/thomas-mcbrien-dollis-hill-avenue-london-house-extension/?li_source=LI&li_medium=bottom_block_1)

**Figura 226 – Exemplo de interior simples e minimalista.**

[https://www.dezeen.com/2019/09/02/barbican-flat-john-pawson-minimalist-interiors/?li\\_source=LI&li\\_medium=bottom\\_block\\_1](https://www.dezeen.com/2019/09/02/barbican-flat-john-pawson-minimalist-interiors/?li_source=LI&li_medium=bottom_block_1)

**Figura 227 – Exemplo de cozinha minimalista e flexível (apartamento em Seoul).**

[https://www.dezeen.com/2021/01/18/life-minimalist-micro-apartments-ian-lee-seoul/?li\\_source=LI&li\\_medium=bottom\\_block\\_1](https://www.dezeen.com/2021/01/18/life-minimalist-micro-apartments-ian-lee-seoul/?li_source=LI&li_medium=bottom_block_1)

**Figura 228 – Exemplo de espaço de estar funcional (apartamento em Seoul).**

[https://www.dezeen.com/2021/01/18/life-minimalist-micro-apartments-ian-lee-seoul/?li\\_source=LI&li\\_medium=bottom\\_block\\_1](https://www.dezeen.com/2021/01/18/life-minimalist-micro-apartments-ian-lee-seoul/?li_source=LI&li_medium=bottom_block_1)

**Figura 229 – Exemplo de ligação de divisões. Espaços funcionais e flexíveis (apartamento em Seoul).**

[https://www.dezeen.com/2021/01/18/life-minimalist-micro-apartments-ian-lee-seoul/?li\\_source=LI&li\\_medium=bottom\\_block\\_1](https://www.dezeen.com/2021/01/18/life-minimalist-micro-apartments-ian-lee-seoul/?li_source=LI&li_medium=bottom_block_1)

**Figura 230 – Exemplo de espaço modular e multifuncional (apartamento em Melbourne).**

<https://homeworlddesign.com/itinerant-richmond-micro-apartment-renovation-in-melbourne/>

**Figura 231 – Exemplo de espaço simples e multifuncional (apartamento em Melbourne).**

<https://homeworlddesign.com/itinerant-richmond-micro-apartment-renovation-in-melbourne/>

**Figura 232 – Exemplo de espaço minimalista e flexível (apartamento em Melbourne).**

<https://homeworlddesign.com/itinerant-richmond-micro-apartment-renovation-in-melbourne/>

**Figura 233 – 3D do módulo 1.**

Fonte: Estelle Ferreira

**Figura 234 – 3D do módulo 2.**

Fonte: Estelle Ferreira



## **Lista de Gráficos**

Gráfico 1 – Exemplo de contraste entre custos de construção tradicional e construção modular (offsite) e potencial poupança na modular.

Fonte: Bertram, et al., (2019)

Gráfico 2 – Exemplo de contraste na duração de uma construção tradicional e uma construção modular.

Fonte: Bertram, et al., (2019)

Gráfico 3 – Número de construções anuais pré-fabricadas no Japão.

Fonte: Smith e Quale, (2017)

## Lista de Acrónimos

a.C. – antes de Cristo

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono

d. C. – depois de cristo

EXPO 70 – Exposição Universal de 1970

OSB – “Oriented Strand Board”, aglomerado de partículas (de madeira) longas e orientadas

RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

# Capítulo 1

## Introdução

Esta Tese é apresentada à Universidade da Beira Interior como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Arquitetura, no âmbito do Mestrado Integrado em Arquitetura.

### 1.1 Contextualização

“Cities have always attracted artists, writers, musicians, young professionals, and many other individuals seeking work and life experience: the time we live in is no exception. In fact, the number of singles looking for apartments to accommodate their lifestyle only continues to grow. As a result, studio apartments have become scarce: unable to meet the demands of a growing population. In addition, the cost of housing in cities like New York significantly increases with each passing year. Now, the demand for affordable living arrangements has reached a point of climax.”

Drapey e Tomita, (2013: 1)

Atualmente, sobretudo nos países ocidentais, os problemas de densidade urbana e dos custos de habitação aumentam anualmente, resultando na procura de residências acessíveis, em resposta às crescentes transformações nos agregados familiares, com a progressiva redução dos seus membros, nomeadamente com o crescente número de famílias monoparentais, ou de indivíduos que vivem sós. As novas tecnologias e um planeamento adequado, podem introduzir uma maior diversidade com impacto significativo no custo, e/ou, na eficiência da produção da arquitetura modular. Esse tipo de arquitetura tem a possibilidade de ser temporária e/ou permanente, resiliente, onde as casas individuais são anexadas a estruturas e fundações. Os impactos ambientais deste tipo de construção também são reduzidos: nomeadamente porque há menos desperdício de material devido a estratégias mais precisas de construção e reutilização, que podem ser facilmente implementadas.

A prática da construção modular, apresenta um crescimento elevado em todo o mundo. Novas formas e tipos de espaços são criados de modo a solucionar os atuais dilemas habitação/agregado familiar/sustentabilidade. Os chamados “micro apartamentos” designam uma versão de estúdios (To) encurtados, e são projetados essencialmente para residentes individuais (jovens estudantes ou jovens trabalhadores, famílias de um indivíduo). Estes espaços reduzidos, resultam na diminuição dos custos, sem comprometer o bem-estar do inquilino. São criados com conforto e qualidade de vida, baseados nas necessidades do proprietário alvo.

Segundo Berg (2017), a prática da construção modular apresentou um crescimento elevado por todo o mundo: o Japão é o líder mundial, com 10 000 casas pré-fabricadas todos os anos, seguido pela Suécia, Alemanha e Austrália, também grandes adeptos deste método de construção.

De realçar que no caso japonês, apresentando este país uma geografia montanhosa, com zonas de edificação limitadas, têm-se vindo a desenvolver novos métodos de construção, em consonância com a sua filosofia, as suas tradições, a sua cultura e as questões ambientais, onde dominam novos materiais, adequando-os às necessidades do país nomeadamente às catástrofes naturais a que o país é sujeito por se encontrar no chamado “anel de fogo do pacífico” onde a atividade sísmica é uma das maiores do planeta, ao aumento da população e à falta de terreno para edificação.

## Objetivos

A arquitetura japonesa é assim bastante admirada mundialmente, podendo servir como base para a resolução de certos problemas e mutações das sociedades ocidentais, obrigando a que se pense e debata as necessidades ambientais, culturais dos habitantes, algo essencial em meios urbanos cada vez mais resilientes às crescentes pressões ambientais, económicas, sociais, culturais. A sua filosofia em termos de forma de habitar traduz-se através da simplicidade, flexibilidade e a relação essencial com a natureza, tão importante no atual contexto ambiental.

Apesar da sua arquitetura contemporânea ter recebido influências da arquitetura ocidental moderna (exemplo do uso do betão), os arquitetos projetam edifícios com práticas sustentáveis, tema que vem aumentando de importância nas últimas décadas, devido às alterações climáticas. Por várias razões, o optar por construir sem esquecer o ambiente que está à nossa volta é uma condição cada vez mais premente no mundo atual.

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo estudar e refletir sobre a arquitetura japonesa e a possibilidade de recorrendo aos seus princípios criar uma proposta na vertente da construção modular, sustentável e resiliente aplicável não só a Portugal como a outros países. Reunindo os métodos e conceitos japoneses, como já foi mencionado anteriormente, balizados no âmbito de uma noção integrada do território, pretende-se obter as melhores soluções para promover uma arquitetura sustentável, permitindo que a população compreenda a necessidade de usar novas medidas e práticas de construção, no contexto atual, sem descurar a cultura e as características locais.

Os motivos que conduziram à escolha deste tema prendem-se com duas questões:

- a. Por um lado, por razões pessoais e afetivas visto que as manifestações da cultura japonesa me têm levado a ler e a refletir sobre o modo como procuram compatibilizar contemporaneidade com tradição.
- b. Por outro lado, por ter executado alguns trabalhos ao longo do curso, nomeadamente em História da Cidade, as pesquisas então executadas, resultaram na constatação do

aumento de discussão, procura e interesse nesta nova forma de habitar e pelo encanto da arquitetura japonesa e a capacidade que a população tem de encarar e de se adaptar a todas as dificuldades que lhe são apresentadas: os seus projetos requerem uma criatividade entre questões ambientais, materiais e, mais importante a harmonia com a sua envolvente, mantendo o seu estilo tradicional e a beleza natural da arquitetura, que se cria através do equilíbrio com a natureza.

Refletindo em tudo o mencionado e nas mutações ao nível das necessidades de habitação nos países ocidentais, nomeadamente em Portugal, com cada vez mais indivíduos a habitarem sozinhos, ou em famílias monoparentais, parece importante investigar sobre esta temática.

## **Metodologia**

Neste trabalho, será realizada uma análise sobre a arquitetura tradicional japonesa e das práticas/filosofia de urbanismo que a balizam sempre que possível, de modo, a haver uma melhor compreensão sobre a matéria em questão. De seguida, procurar-se-á refletir sobre o impacto que esta tem sobre a arquitetura moderna e contemporânea, refletindo de que modo a sociedade e arquitetura são influenciadas pela cultura, as características geográficas e a história.

Apesar da base desta dissertação consistir na arquitetura japonesa, complementa-se com os conceitos de construção sustentável e modular. Esta nova tecnologia e o seu planeamento adequado, introduz diversidade com impacto significativo no custo ou na eficiência da produção. Esse tipo de arquitetura pode ser temporário ou permanente, depende dos materiais e técnicas usados e da função do próprio edifício.

Para finalizar, complemento este trabalho com uma proposta de módulos flexíveis, minimalistas, que incluam o essencial para o dia-a-dia do ser humano, de forma a valorizar o conforto básico e necessário. Promovendo o uso do conceito e práticas sustentáveis.

## Capítulo 2 – Japão

Em contraste com o ocidente, a cultura japonesa define-se pela harmonia espiritual que se expressa pelo modo de habitar o espaço e a importância pela organização, realçando o desapego pelo que é supérfluo. Foca na simplicidade e flexibilidade, representadas através dos elementos e materiais usados.

A arquitetura japonesa tem como princípios básicos os materiais naturais nela usada (a argila, canas de plantas, pedras, mas principalmente a madeira); a contenção e exuberância. Enquanto que a arquitetura residencial é apresentada através de um ambiente mais relaxado e simples, a arquitetura religiosa é desenhada para impressionar, com cores exuberantes e formas complexas e atenção ao detalhe.

A geografia do arquipélago japonês, a sociedade e cultura, tornam a sua arquitetura única e inspiradora. O clima varia entre invernos frios e verões quentes e húmidos. Devido à predominância montanhosa, as grandes cidades concentram-se na zona costeira do Pacífico. (Pinto, 2017: 112) A grande florestação desempenha um papel importante na arquitetura, como o provimento de matéria prima para construção.

O povo japonês caracteriza-se pela capacidade de adaptação e inovação na arquitetura. A qualidade de vida traduz-se através de espaços funcionais e coerentes, preocupando-se essencialmente com as necessidades e estilos de vida dos indivíduos. Após a segunda guerra mundial, a arquitetura residencial japonesa sofreu algumas alterações. Apesar dessas mudanças, a simplicidade e transparência da casa tradicional permaneceu sempre na sua base de construção.

Segundo Marcia e Greta (2008: 17) em “Living Japan”, para os japoneses ter uma casa não justifica a posse de objetos. No Japão consumir ou possuir mais daquilo que precisamos é uma forma de violência para o nosso planeta. A necessidade de ter “coisas” é diretamente proporcional à insegurança, real ou percebida, de não as ter quando se pode precisar ou as querer. Se conseguirmos passar sem eles, ou tivermos coisas disponíveis e acessíveis quando precisamos delas, não há compulsão em possuí-las.

A cultura e organização espacial japonesa são influenciadas por dogmas religiosos e princípios éticos/ filosóficos originados de diversos lugares do continente asiático. (Karpouzas, 2003: 33) A casa tradicional japonesa é um exemplo de como o físico e psicológico desenvolvem todo o espaço. Representa a simplicidade através das filosofias do budismo e do xintoísmo a relação dos japoneses com a natureza.

## Wabi-sabi

As qualidades estéticas do termo wabi sabi, desenvolvem-se no período Kamakura, durante a propagação do budismo zen. No século XII, o monge *Esai* chegou ao Japão após a sua viagem à China, e instruiu os princípios do Zen na cultura japonesa, incluindo a meditação e o chá. Os monges optaram por seguirem um estilo de vida mais solitário em oposição à vida materialista da sociedade, pois estavam cientes do efeito que uma sala ou jardim bem projetado poderia ter no bem-estar psicológico de cada um. (Juniper, 2003: 103)

O conceito de wabi-sabi é introduzido na cultura e valores estéticos da arte japonesa. Inspirou os jardins japoneses, a cerimónia do chá, a arte dos arranjos florais (*ikebana*), a poesia japonesa (*haiku*), etc. Esta arte sugere qualidade como imperfeição, assimetria, impermanência. Usa a natureza como inspiração, através da beleza que domina o mundo natural. (Juniper, 2003: 105-106)

A definição de wabi-sabi é um tema bastante complicado em termos de tradução. Os próprios japoneses têm uma certa dificuldade em definir o termo certo deste conceito um pouco complexo e ambíguo. Representa a imperfeição, impermanência e o incompleto, do mesmo modo que as sensações de assimetria, aspereza, rústico e modéstia. Como foi afirmado anteriormente, a arquitetura japonesa (arquitetura oriental de forma integral), possui um contraste com a arquitetura ocidental. Esta distingue-se pelas obras espetaculares, monumentais, duradouras, angulares: quase que a necessidade de alcançar a perfeição.



Figura 1 – Aplicação estética de wabi sabi (Lola home, 2018)



Figura 2 – Aplicação estética de wabi sabi (Lola home, 2018)

Wabi-sabi é uma expressão composta por 2 elementos com significados diferentes, mas relacionados entre si. Wabi expressa o sentimento de solidão, desânimo e angústia, e quando usado com referência à cerimónia de chá, representa melancolia e simplicidade. Já Sabi tem o significado de velho e elegante (beleza natural das coisas), tranquilidade, imperfeição e aceitação da realidade. (Davies e Ikeno, 2002: 223)

No livro “Wabi Sabi: the Japanese art of impermanence”, Andrew Juniper (2003: 106-119) indica as propriedades e características no design de wabi-sabi e a forma de como eles encarnam as ideologias filosóficas, assim, segundo este autor, ele deverá ser/possuir:

- Orgânico: as peças de arte wabi sabi, necessitam ser orgânicas na sua natureza, seja madeira, argila, têxtil ou outro material natural. O desgaste natural ou decadência física vai aumentar ainda mais a sua beleza.

- Liberdade de forma: a forma da peça deve ser ditada pela propriedade do material utilizado e da sua função. O artista deve estar em sintonia com a beleza encontrada na natureza, incluindo o verdadeiro espírito zen. A disciplina do design japonês consiste em impedir o embelezamento e deixar a arte transformar-se sozinha.

- Textura: os ideais de wabi sabi usam a natureza e forma orgânica dos materiais, ou seja, os objetos podem ter uma superfície irregular e áspera.

- Fealdade e beleza: no mundo budista, não existe a diferença entre o belo e o feio, e devemos descartar essas ideias para poder ver o que está mais disso. A noção daquilo que é belo vem das conjeturas aprendidas na nossa sociedade, esta que separa os dois mundos. A verdadeira beleza estética está mais além do que a ideia convencional e pode ser encontrada nos detalhes mais subtis.

- Cor: no design wabi sabi, são usadas as cores naturais e a leve iluminação, que transmitem a intimidade necessária para o momento de reflexão/meditação.

- Simplicidade: os ideais do wabi sabi refletem apenas naquilo é necessário e no equilíbrio, sem haver ostentação. Uma alternativa ao materialismo restaurado na sociedade atual.

- Espaço: em termos físicos, a escassez de áreas de construção leva a reduzir espaços, implementando estratégias e a sua expressão artística de forma mínima, para maximizar o seu potencial. No budismo zen encontra-se o conceito *Mu* (nada), que significa tudo aquilo que está além da existência e da inexistência. O espaço de um objeto é aquele em que ele é colocado e o seu interior.

- Balanço: o balanço é um dos fatores mais importantes no design. No conceito de wabi sabi “todos os aspetos do design devem ser fisicamente equilibrados de forma a refletir os equilíbrios físicos encontrados no mundo natural”. A criação de algo está dependente da sua natureza, ou seja, o formato dos objetos wabi sabi é imposta pela função que irão cumprir.

- Sobriedade: a simplicidade e pureza das linhas do design japonês, transmitem um sentimento de sinceridade. Monges Zen acreditavam que uma peça de arte/qualquer objeto, tem que ser realizado num estado de espírito de humildade e dedicação, e só assim a verdade da arte e da vida seria definida.



Figura 3 – Wabi sabi adaptado numa habitação contemporânea (Morollo, 2018)

Figura 4 – Wabi sabi adaptado numa habitação contemporânea (Morollo, 2018)

Figura 5 – Wabi sabi adaptado numa habitação contemporânea (Morollo, 2018)

## **Cerimónia de chá (*sado*)/ Casa de chá (*chashitsu*)**

A cerimónia influenciada pelo Budismo Zen e transmite a purificação da alma através da sua junção com a natureza. É um ritual com bastante influência da cultura japonesa e no modo de agir.

Várias pessoas contribuíram para o grande impacto da prática da cerimónia do chá, mas foi Sen-no-Rikyu (monge budista) que introduziu os princípios estéticos da cerimónia e desempenhou o papel decisivo nos ideais de wabi sabi, que valorizam a beleza do imperfeito, da simplicidade e a integridade da natureza dos objetos. (Juniper, 2003: 29).

Sen-no-Rikyu fundou os 4 fundamentos da cerimónia de chá: (Longhurst, 2018: 189-190)

- *Wa*, harmonia: transmite o positivismo/harmonia de uns com os outros (ou entre o anfitrião e o hóspede, no caso da cerimónia de chá). Esta também está relacionada com a natureza e os objetos que nos rodeiam. Só recebemos paz quando estamos em perfeita harmonia.

- *Kei*, respeito: é compreender e respeitar os outros, independentemente dos atritos que poderão existir. Na cerimónia é necessário ter respeito não só por aqueles que estão connosco, mas também pelos utensílios usados para a mesma.

- *Sei*, pureza: trata-se da pureza entre mente e espírito, a limpeza e ordem, demonstrando a verdadeira essência da cerimónia de chá. A capacidade de tratar os outros e nós próprios de coração aberto e puro, pois assim a harmonia e respeito serão automaticamente incluídos.

- *Jaku*, tranquilidade: a necessidade de encarnar a tranquilidade e requer um nível alto de disciplina, que por sua vez juntamente com o princípio de harmonia, respeito e pureza, pode-se alcançar a um estado de “mindfulness” (atenção plena, derivado da meditação budista).

É realizada num local especial. Pode ser uma casa, palácio, templo, castelo ou num edifício construído principalmente para este tipo de cerimónia. (Young&Young, 2007: 90) O acesso é feito através de um pequeno jardim, que representa a conexão com o mundo exterior.

A casa de chá é composta por dois elementos: o edifício em si e o jardim. No seu interior, pode-se encontrar os tatamis, uma alcova recuada (*tokonoma*) para colocar o manuscrito e o arranjo de flores e um espaço opcional para as preparações da celebração. As divisões podem ter entre 2 a 8 tapetes tatami, dependendo da cerimónia. (Young&Young, 2007: 93) Estas podiam ser informais (*chakai*) ou formais (*chaji*). Enquanto que as cerimónias informais tinham um formato menos rígido e mais ténue, as formais podiam durar por um período de 4 horas. (Longhurst, 2018: 189)

Para uma melhor compreensão do valor da casa de chá, Juniper (2003: 31) compara-a com o valor da igreja na religião cristã. No qual ambos criam uma atmosfera para os seus objetivos religiosos e consagram os seus ideais e filosofias. Os grandes vitrais e adornos da igreja ver demonstram a enorme glorificação a Deus. A casa de chá é o contraste destas igrejas, no qual a sua grandeza encontra-se na simplicidade e humildade.



Figura 6 – Interior de uma casa de chá e cerimónia (Hobold, 2019)

Figura 7 – Casa de chá japonesa (Buildjapanesegarden, 2020)

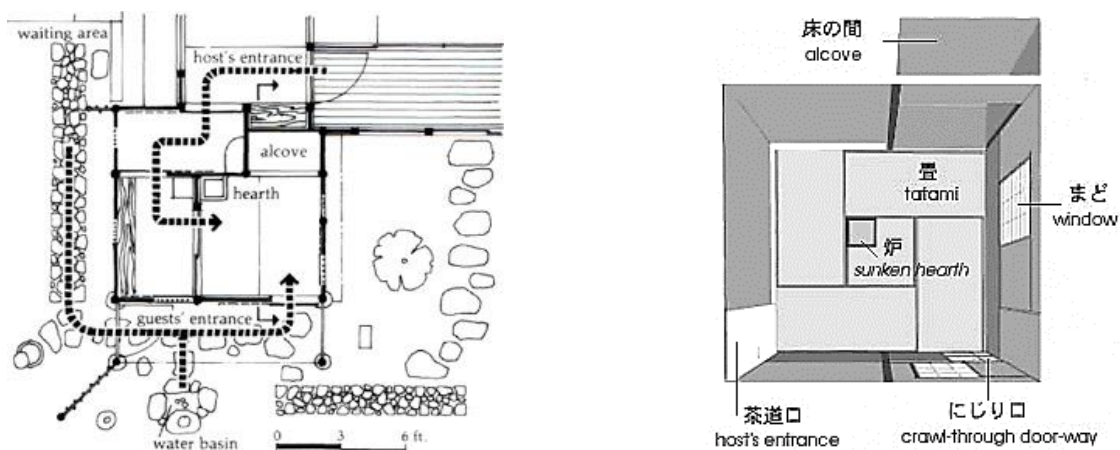


Figura 8 – Planta e direções de uma casa de chá japonesa (Remodeling houses ideas, 2011)

Figura 9 – Planta e principais elementos de uma casa de chá (Japanese symbols of presence, 2010)

## Contextualização histórica

As primeiras construções japonesas conhecidas surgiram no período neolítico. Datam após o final da idade do gelo, entre o período *Jomon* (10 000 – 300 a.C.) e o período *Yayoi* (300 a.C. – 300 d.C.). O tipo de construção mais antigo e mais conhecido são as casas construídas em fossas (*Tateana jukyo*). Consistia numa cavidade com profundidade de 40cm a 1m, em formas retangulares ou circulares. O telhado era inclinado e suportado por pilares de madeira, revestido por colmo. (Young&Young, 2007: 24)

No período *Yayoi*, são descobertas novas técnicas e evoluem-se as habitações antigas. Como por exemplo as habitações de *Toro* ou os armazéns construídos com um piso elevado (tinham como principal função, proteger as colheitas de arroz). O telhado continuava a ser de colmo, mas consistia numa empena mais simples. Os caibros são suportados por 1 viga (cumeeira). (Young, e Young, 2007: 25)



Figura 10 – Construção pré-histórica: tateana jukyo (Tamon, 2018)

Figura 11 – Construções pré-históricas: armazéns e habitação de Toro (Webber, 2012)

Nesta época, a arquitetura tradicional tinha influências no xintoísmo, “The way of the Gods” (O caminho dos Deuses, forma espiritual ligada à natureza e fenómenos naturais). A arquitetura religiosa, é distinguida através dos santuários xintoístas (Shinto shrines). Exemplos da simplicidade da arquitetura japonesa, que usavam a madeira como principal elemento de construção e decoração. O mais antigo e conhecido é o Grande Santuário de Ise (fundado há mais de 1500 anos), é formado por vários santuários, sendo *Naiku* o principal. Torii é o portão que marca a entrada, composto por dois pilares que suportam uma trave larga no topo e uma curta mais abaixo.



Figura 12 – Grande santuário de Ise (Miranda, 2018)

Figura 13 – Santuário Naiku (Miranda, 2018)

Figura 14 – Torii, entrada do santuário (Miranda, 2018)

A partir do século III, são construídos os *Kofun*, traduzido para português seria túmulo antigo. Estes túmulos são feitos de pedras, cobertos com grandes montes de terra, em forma de fechadura. Tinham como motivo, enterrar indivíduos da realeza e altos funcionários do clã. (Young&Young, 2007: 25) Segundo a UNESCO, até hoje, foram descobertos mais de 160 000 túmulos por todo o país.



Figura 15 – Kofun em Mozu. Túmulo do Imperador Nintoku (Portal Mie, 2019)

Com o budismo vindo da Índia através da Coreia e da China (no século XVI e XVII, período Asuka), a arquitetura japonesa sofre novas alterações. O xintoísmo passa para segundo plano e novas técnicas de construção são introduzidas. Os novos templos são construídos a partir dos ideais budistas, com grande influência na arquitetura coreana. O material base de construção era a madeira. Alguns destes exemplos são: o Templo Horyuji (607) em Nara, o Templo Shitennoji (593), em Osaka e o Templo Hokoji, em Asuka.



Figura 16 – Templo Horyuji em Nara (Cabral, 2016)

Figura 17 – Templo Shitennoji em Osaka (Wikipedia, 2019)

Figura 18 – Templo Hokoji em Asuka (Japan Travel)

A cidade Nara, converte-se na primeira capital do estado (710). Então chamada de *Heijokyo*. Os templos e cidades desta época basearam-se nos modelos das cidades chinesas da dinastia Sui e Tang. O templo *Todaiji* (745) era o principal edifício do período Nara, construído pelo imperador

*Shomu*. O próprio ordenou que cada província possuísse um templo ou monastério. (Karpouzas, 2003: 25)



Figura 19 – Templo Todaiji em Nara (Bricker)

Figura 20 – O grande Buda de Nara no templo Todaiji (Bricker)

A capital de estado, muda-se de *Heijokyo* (Nara) para *Heiankyo* (Kyoto), em 794 (período Heian). O budismo sofre várias alterações, estas foram levadas da China para o Japão pelo monge *Kukai*. O budismo esotérico, ou *Mikkyo* japonês, consiste na prática dos ensinamentos e ideais místicos. Os templos foram transportados para as zonas montanhosas e abandonavam o plano simétrico, adaptando-se ao terreno no qual eram implementados. Transformavam-se em ambientes mais orgânicos. (Karpouzas, 2003: 26)

No final do período Heian, os aristocratas, adotaram o Budismo Amida, que prometia o renascer no paraíso. A família imperial e a nobreza começaram a construir nas suas mansões, salas privadas para meditação e dedicação ao Buda. (Young&Young, 2007: 56) A *villa Byodoin*, localizada em *Uji*, é um exemplo deste tipo de arquitetura. A estrutura mais famosa de todo este edifício, é o Salão de Fénix (*Hoo-do*), no qual a sua forma deriva do pássaro mitológico fénix. Este ser místico foi adotado como símbolo imperial.

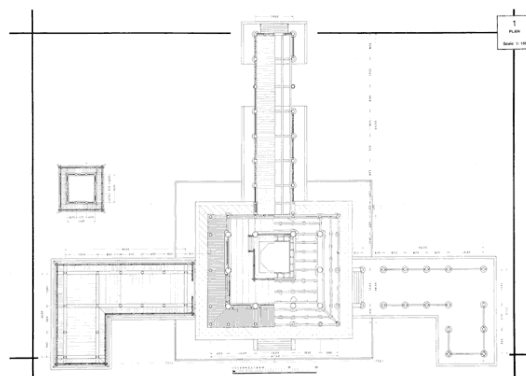


Figura 21 – O Salão Fénix da Villa Byodoin, em Uji (Bricker)

Figura 22 – Planta do Salão Fénix da villa (Bunka)

No século XII (período Kamakura), o estado fica sujeito ao novo regime militar. A arquitetura sofre uma grande transformação com a chegada do Zen, que será bastante importante na cultura dos samurais no período Muromachi. O Budismo Zen é atraído pela classe guerreira devido à sua percepção intuitiva e expressão estética e não nas crenças e práticas esotéricas. (Young&Young, 2007: 78) Como foi indicado anteriormente, os conceitos de wabi sabi e a cerimónia de chá são introduzidos na cultura pelos mestres Zen e contribui para a elaboração de um novo conceito na arquitetura residencial.

Os grandes exemplos deste estilo arquitetónico são os templos Kinkaku-ji e Ginkaku-ji, mais conhecidos por “Pavilhão dourado” e “Pavilhão prateado”, respetivamente. Estes templos estão situados na região de Kyoto.



Figura 23 – Kinkaku-ji, o Pavilhão Dourado, no norte de Kyoto (Japnairailpass, 2019)

Figura 24 – Ginkaku-ji, o Pavilhão Prateado, a este de Kyoto (Japan Guide, 2020)

No século XVII, Edo (mais tarde Tóquio) torna-se a capital do estado e foi nesta época em que o Japão se isolou do mundo. A dispersão do cristianismo e as trocas com os países do ocidente estavam a aumentar, o que colocava em questão os valores e a cultura japonesa. Este isolamento permitiu o aperfeiçoamento e evolução da arquitetura, sem as influências estrangeiras.

O aumento da população implicou que as casas fossem construídas em 2 andares. *Machiya*, são as casas tradicionais urbanas (principalmente de comerciantes) e foram desenvolvidas no período Edo. Nas zonas rurais, as habitações designam-se por *minkas*, que podem variar com a zona e a data de construção. Usam os materiais mais abundantes em cada região, como a madeira, bambu, argila, etc. (Young&Young, 2007: 124)



Figura 25 – Machiya em Kyoto. A casa urbana tradicional japonesa (Taiken, 2014)

Figura 26 – Minkas na aldeia de Shirakawa. A casa rural tradicional japonesa (Brown, 2014)

Figura 27 – Minka no parque de Nihon (Patrick)

## Influência da arquitetura moderna no Japão

Após a expulsão do *Tokugawa Shogunate* (abolição do feudalismo) e a restauração do poder do imperador, Japão torna-se uma monarquia constitucional com um parlamento. Este período (período *Meiji*, 1868-1912) resulta na divisão entre o tradicional e o moderno (processo de industrialização). (Young&Young, 2007: 152)

Diversos edifícios foram projetados por arquitetos do ocidente. Entre eles, edifícios governamentais, museus, escolas. Tornando-se uma mistura de edifícios de arquitetura japonesa e arquitetura do ocidente. Estes arquitetos vão influenciar os arquitetos japoneses da época. O arquiteto inglês, Josiah Conder (1852-1920), viajou para o Japão em 1877 e tornou-se professor no Colégio Imperial de Engenharia. (Young&Young, 2007: 153)

O seu objetivo não era mudar todo o conceito da arquitetura japonesa com as técnicas e tecnologias modernas do ocidente, mas sim evoluir a sua cultura e a arquitetura tradicional.

“The goal was to achieve economic and military modernization as quickly as possible to avoid colonization by the west. Young people were sent to Europe and the US to learn about banking, rail and road building, and to acquire the skills necessary for running a modern country. Model factories were established and subsidized, and many people in rural areas moved to the cities to work in the new factories.”

Young&Young, (2007: 152)

## Frank Lloyd Wright

O arquiteto americano tinha um grande interesse na arquitetura japonesa e posteriormente foi convidado a trabalhar no projeto do Hotel Imperial em Tóquio. Uma mistura entre a sua arquitetura e os seus conhecimentos da arquitetura japonesa (forma e espaço retangular) Usou materiais modernos: betão e tijolo enquanto que a ornamentação geométrica provinha da arquitetura tradicional do país. A obra de Wright foi das únicas que sobreviveu no terramoto de 1923, transformando-se num local seguro para a população. Durante a segunda guerra mundial, uma parte do hotel foi destruída e mais tarde (1968) demolido. Como esta construção se tornou importante na história da arquitetura do Japão, uma secção do edifício foi salva e reconstruída no Museu de arquitetura de *Meiji-Mura*, em Nagoya.



Figura 28 – Hotel Imperial de Tóquio, projetado pelo arquiteto Frank Lloyd Wright (Baxter, 2018)

Figura 29 – Seção salva do Hotel Imperial após a Segunda Guerra Mundial (Baxter, 2018)

Figura 30 – Interior reconstruído no Museu de arquitetura de *Meiji-Mura*, em Nagoya (Gibson, 2017)

Interessou-se pela articulação de espaço usada na arquitetura nipónica e a sua conexão com a natureza. Legitimou os conceitos de espaço e forma, interpretando-os a adaptando-os na sua forma de expressão. Como por exemplo, o uso do tokonoma como um elemento essencial, transformando-o em um objeto paralelo na arquitetura ocidental. Diminuiu o número de paredes divisórias formando espaços mais amplos. (Pinto, 2017: 61)

## Antonin Raymond

Colaborador de Frank Lloyd Wright na construção do Hotel Imperial. Antonin trabalhava como arquiteto e cônsul da antiga Checoslováquia no Japão.

Durante o sismo de 1923, a sua casa foi destruída pelo sismo, o que o proporcionou a projetar uma nova habitação. Influenciado pela arquitetura de Wright e a sua admiração pelo uso de betão aparente nos edifícios. A casa *Reinzaka* consistia na fusão da arquitetura moderna e arquitetura japonesa. Torna-se uma das maiores influências para a arquitetura moderna do Japão. Algumas das suas características são: estrutura de betão, interior com decoração tradicional japonesa e relação entre compartimentos (paredes amovíveis). (Pinto, 2017: 64)

“Raymond’s own house was remarkable in a number of ways. It was one of the first occasions on which a concrete frame was detailed so, as to recall traditional Japanese wooden construction (...) Its interior was equally in advance of its time by the standards of the international style, since Raymond made one of the earliest uses of cantilevered tubular steel furniture.”

(Frampton, 2007; 258)



Figura 31 – Casa Reinazanka, construída em 1924 pelo arquiteto Antonin Raymond (Wikiwand)

Após a segunda Guerra mundial, uma parte da população deslocou-se para as grandes cidades, o que permitiu ao Japão uma industrialização mais rápida. Os grandes centros urbanos começaram a ficar sobrelotados, arrecadando problemas de planeamento urbano. Outro fator importante na falta de espaço de construção, corresponde ao elevado território acidentado. Cerca de 70% a 80% do país, consiste em montanhas acentuadas. Acrescentando o grande cenário de catástrofes naturais (vulcões e terremotos).

“Though many people returned briefly to the countryside during and immediately after World War II, to find food and escape the massive destruction of Japanese cities, the process of urbanization soon recovered as Japan rapidly rebuilt its industrial infrastructure and continue to modernize. Today, the majority of Japanese live in urban areas where owning a private home is extremely expensive.”

Young&Young,( 2007: 166)

A grande urbanização e modernização do país ocorre durante as décadas de 60 e 70, é nessa época que ocorrem os Jogos Olímpicos em Tóquio e a Expo70 em Osaka, respetivamente.

Os arquitetos procuram novas técnicas e soluções para fazer face às necessidades do crescimento e planeamento urbano. Nasce o movimento metabolista com grandes nomes da arquitetura japonesa, como Kenzo Tange e Kisho Kurokawa.

O movimento metabolista fundamenta-se na construção de órgãos pré-fabricados de montagem rápida que seriam presas a uma estrutura fixa consoante às necessidades verificadas. Uma arquitetura adaptável, flexível e com um crescimento orgânico.

Um dos projetos mais emblemáticos neste movimento, é a Torre Nakagin em Tóquio (1971-1972), projetada pelo arquiteto Kisho Kurokawa. Responde aos problemas enfrentados na época. As suas dimensões são comparadas a uma sala de chá, o mobiliário e equipamentos são embutidos em cada cápsula. A torre é constituída por 140 unidades, cada uma com 9m<sup>2</sup>. Este projeto modular e flexível, baseia-se na arquitetura tradicional, espaços organizados através das medidas dos tapetes tatami.



Figura 32 – Torre Nakagin em Tóquio (Brito, 2013)

Figura 33 – Torre Nakagin em Tóquio (Brito, 2013)

## Arquitetura residencial

A arquitetura japonesa é dos estilos mais inspiradores mundialmente e é composta por fatores muito importantes: a cultura (valores morais e costumes), a geografia e a sociedade. Aspetos cruciais na arquitetura tradicional e moderna, existindo sempre a forte ligação com a natureza.

A arquitetura residencial tradicional divide-se em três partes: o espaço interior, o espaço exterior e aquele que interliga os dois primeiros. Estes três ambientes são essenciais e complementam-se.

### Espaço interior

O telhado é suportado por um conjunto de pilares de madeira. Estes estão seguros nas pedras de fundação, o que permite que as divisões da casa sejam feitas através de paredes móveis ou mobiliário. Este método possibilita o aumento ou diminuição dos espaços.

Os elementos principais de uma casa tradicional japonesa são os *tatamis*, os *shoji*, os *fusuma* e o *tokonoma*. A organização e decoração tem base nestes constituintes que transmitem simplicidade e graciosidade.

O *tatami* é o módulo de construção da casa japonesa. Há quatro diferentes tamanhos de tatami, porém a sua medida padrão é de 182cmx91cm. O seu interior é feito com palha de arroz, enrolado por uma palha macia, que por sua vez as bordas são forradas com tecido. No início, a cor do *tatami* é verde, pois a palha ainda está fresca. Mas com o tempo envelhecem e ficam amarelos. As portas exteriores de madeira com o interior em papel de arroz transparente são os *shoji*. O uso do papel permite a entrada de luz natural para o interior da casa. *Fusuma* são as paredes/portas interiores que dividem o interior e mudam a natureza dos espaços (possibilitam uma grande versatilidade no interior). Tal como as portas exteriores, são compostas por um torno de madeira, onde é colocado o papel opaco. Por vezes há grelhas decorativas esculpidas no próprio *fusuma*, que permite a circulação do ar quando as portas estão fechadas.



Figura 34 – Tatami, o chão de uma casa tradicional japonesa (Sakowako, 2015)

Figura 35 – Shoji, portas exteriores da casa tradicional japonesa (All about Japan, 2017)

Figura 36 – Fusuma, portas interiores tradicionais (Nishino, 2017)

O *tokonoma* é uma alcova recuada e o ponto focal do interior. A sua origem vem do budismo zen, que inicialmente era usado como altar. Mais tarde transforma-se num local exclusivo para exposição de arranjos florais, objetos de cerâmica e um pergaminho que exhibe arte ou caligrafia. Atualmente, é raro ver uma casa japonesa com esta característica arquitetónica, devido à modernização, inspirações ocidentais e as condições de espaço apresentadas no país.

As salas e quartos da casa japonesa são desprovidos do grande mobiliário encontrado nas casas ocidentais, optam por mobiliário mais simples, necessário e multifuncional, que juntamente com os tatamis, criam espaços harmoniosos, simples e tranquilos. Os quartos apenas têm a função geral, quando são colocados os colchões próprios para dormir. No final estes são arrumados e entregam a possibilidade deste espaço ser utilizado para outra função. O banho é localizado no lado oposto à entrada e simboliza a diferença entre a purificação e eliminação. (Young&Young, 2007: 158)



Figura 37 – Tokonoma no museu de Arte de Bonsai, em Saitama (Bonsai Empire)

Figura 38 – Tokonoma numa casa tradicional japonesa (Japan's heart and culture, 2010)

### **Espaço de ligação entre exterior e interior**

As casas tradicionais japonesas usam varandas (*engawa*) como extensão para o exterior. Neste espaço são colocados elementos de proteção contra os raios de sol e chuva, o que permite que as portas possam estar abertas de forma a ocorrer ventilação. Nos beirais do prolongamento dos telhados, são fixadas cortinas, podendo elas serem feitas de pano ou tiras de bambu. (Young&Young, 2007: 156)

*Genkan*, consiste na entrada principal. Este espaço está num nível mais abaixo que o interior da casa e é composto por um material diferente (usualmente pedra e o interior de madeira). É aqui que os habitantes e visitantes guardam o seu calçado e colocam uns chinelos para circularem no interior da casa. Por corresponder a um espaço que divide o exterior do interior, tem uma função simbólica: a purificação de tudo o que vem do exterior para um espaço de tranquilidade (interior).

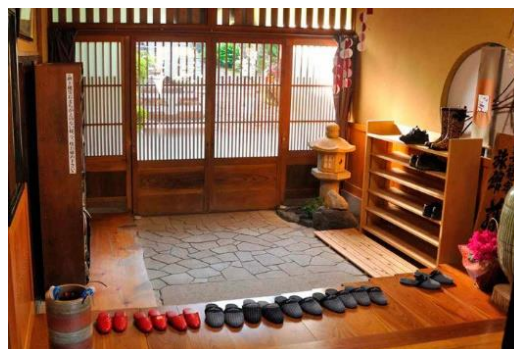


Figura 39 – Engawa, as varandas que rodeiam a casa japonesa (Wikiwand)

Figura 40 – Genkan (Almeida, 2015)

### **Espaço exterior/ jardins**

Na arquitetura japonesa, os elementos exteriores da casa tradicional são tão importantes quanto os interiores. O espaço é protegido por uma cerca ou uma parede, que controla a privacidade/visibilidade da propriedade. A entrada é através de um portão, seguido de uma passagem que liga à entrada da casa. Esta passagem é o local de mudança de espaço público para o espaço privado, onde os indivíduos preparam-se psicologicamente para as suas casas, longe de todas as distrações exteriores. (Young&Young, 2007: 158)

Os jardins japoneses têm influências no xintoísmo, budismo zen, na arquitetura coreana e chinesa. Quando os monges começaram a adotar os ideais Zen nos designs dos jardins, o seu objetivo seria alertar a população para se libertarem da tirania da razão e descobrir a verdade que vai além da percepção do dia-a-dia. (Juniper, 2003: 71)

São compostos por vários elementos: pedras, areia branca, água, árvores, arbustos. E todos eles têm um significado importante.

A água pode ser encontrada em diferentes formas: lagos ou pequenas lagoas (depende do tamanho do jardim), cascatas ou pequenos rios. Simboliza a vida, a renovação, por vezes pode representar simplesmente um oceano.

As pedras têm um significado distinto, dependendo da forma e do tamanho (são seleccionadas cuidadosamente). Simbolizam as forças da natureza e são a base e carácter de cada jardim. Podem representar montanhas enquanto a areia representa a água.

Tal como as pedras, as árvores são escolhidas de forma cautelosa e têm os seus variados significados. Como a arquitetura japonesa está intensamente ligada à natureza, a secção vegetal torna-se um dos elementos principais de decoração dos jardins. As plantas/arbusto são esculpidas na forma mais conveniente, de acordo com significado que se pretende dar.



Figura 41 – Jardim zen japonês (Kajiwara, 2018)

Figura 42 – Jardim da Villa Imperial Katsura (Nagoya, 2020)

Por vezes, na arquitetura moderna japonesa, a natureza é incorporada no interior do edifício, combinando os princípios e filosofias do budismo zen. Este aspeto transforma e enriquece o espaço e é projetado de acordo com o conceito usado pelo arquiteto.

## **Kyosho-Jutaku (micro arquitetura japonesa)**

“O mundo está se transformando num arquipélago de cidades, que já concentram a maior parte da população e da riqueza mundiais. Esta incessante aglomeração de indivíduos dá origem a uma procura virtualmente inesgotável, que pressiona e inflaciona os preços da habitação. Este fato, juntamente com fenômenos paralelos, como o individualismo e as alterações na estrutura da família, faz da micro habitação o tipo residencial que maior crescimento regista.”

Könemann, (2014: 9)

Na segunda metade do século XX, a economia do Japão aumentou devido ao crescimento e aperfeiçoamento da tecnologia. Desenvolveu a indústria automóvel e eletrónica, o que permitiu que o país produzisse os produtos de forma mais rápida, aumentando assim a sua exportação. Contudo, todo o entusiasmo e confiança que a população tinha na economia, teve as suas consequências. Torna-se impossível a aquisição de terrenos, principalmente nas maiores cidades, devido ao aumento na área da imobiliária. Mais tarde, no ano de 1989, a economia japonesa teve um colapso enorme e a queda das ações provocou a redução do valor das propriedades. A construção reduziu drasticamente e por consequência os proprietários dividiram as suas terras em lotes mais pequenos de forma a poderem vender com maior facilidade. Devido à existência de lotes pequenos e com formas irregulares, os arquitetos são obrigados a encontrar soluções originais e inovadoras. Podemos ver a evolução deste estilo de arquitetura e grande variedade de micro casas nas cidades japonesas, criadas no decorrer de uma nova linguagem no estilo minimalista.

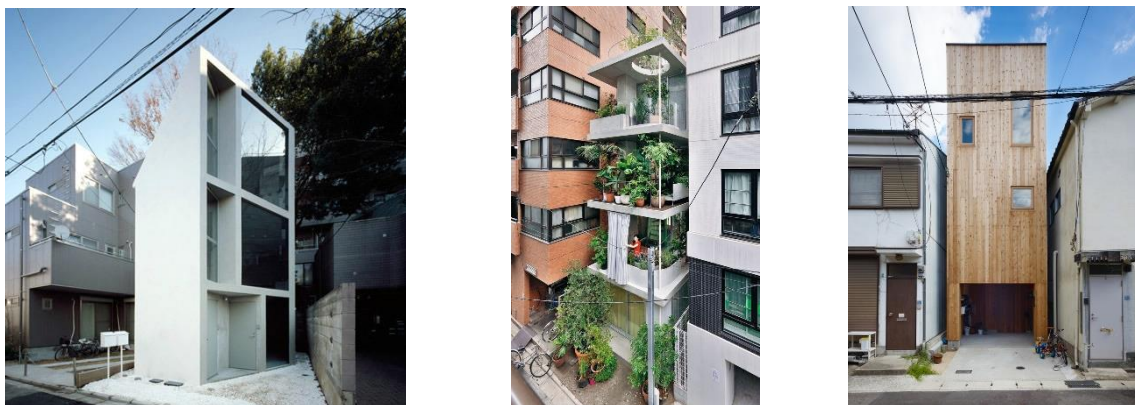


Figura 43 – Kyosho-Jutaku, Schemata Architects (Oliveira, 2020)

Figura 44 – Kyosho-Jutaku projetada pelo arquiteto Ryue Nishizawa (Oliveira, 2020)

Figura 45 – Casa em Nada de FujiwaraMuro Architects (Oliveira, 2020)

NA arquitetura japonesa encontra-se um exemplo de como viver em espaços pequenos, sem minimizar a qualidade de vida ou conforto. Sendo um país com vasta população e preços elevados sobre terrenos para construção, é necessário encontrar soluções inovadoras e flexíveis para lotes pequenos e irregulares. Apesar de muitas vezes os lotes serem bastante reduzidos, os edifícios tendem a ser construídos em vários níveis, permitindo a criação de espaços maiores do que aqueles que seriam possíveis. Marcia e Greta (2008: 14), afirmam que “Even very small houses can be inspiring sanctuaries for the soul, places to dream in, or to write an epic poem or two.”

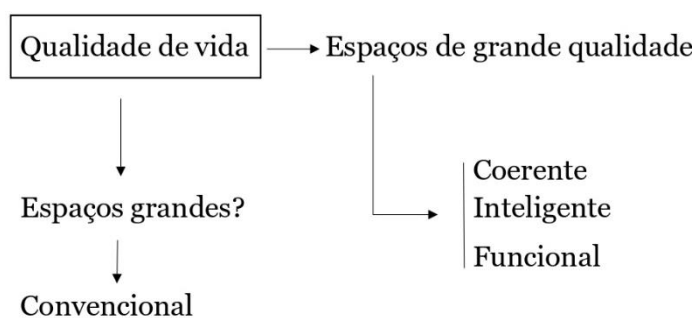


Figura 46 – O que é realmente necessário para um espaço com qualidade de vida? (Ferreira, 2020)

O conceito de flexibilidade está presente na arquitetura japonesa há bastantes séculos e tornou-se um elemento base de construção. Iniciou-se com o shoji e fusuma, que até hoje são usados e adaptados com o novo estilo contemporâneo. A flexibilidade permite que as questões de funcionalidade e organização sejam resolvidas de forma a garantir privacidade e conforto à

habitação, no qual as suas estratégias variam de acordo com o projeto e adaptam-se nas diferentes situações. Pode ser garantida através de alterações físicas do espaço, como o deslizamento de paredes e portas, ou seja, as suas particularidades representam-se pela adaptação, mobilidade, transformação.

Segundo Yenna Chan (2008: 10) em “Small Environments”, os arquitetos adaptam novos conceitos e estratégias para os projetos modernos de microarquitetura. Usam técnicas que destaquem os elementos de circulação, luz natural, conexão entre o interior e exterior, criando um ambiente unificado através dos limites espaciais e a da integração de mobiliário, materialidade e espaço. Os próximos diagramas irão demonstrar algumas dessas estratégias e como são introduzidas nos *Kyosho-Jutaku*.

Quando se fala de arquitetura japonesa, um dos principais aspetos que se destaca é a relação que esta tem com a natureza. Qualquer habitação tem pelo menos um espaço exterior, seja ele um pátio ou jardim, independentemente do seu tamanho. Esta estratégia traduz a noção de extensão das linhas de visão. (Chan, 2007: 14) Em consequência à grande densidade populacional, muitos projetos estão mais limitados no que consta às vistas do mundo exterior e luz natural, e é por esta razão que arquitetos devem ter sempre um grande cuidado onde colocam os envidraçados. (Chan, 2007: 15) Outro exemplo é quando os arquitetos japoneses usam áreas abertas em linhas verticais, já que é impossível a abertura de janelas ao redor da habitação.

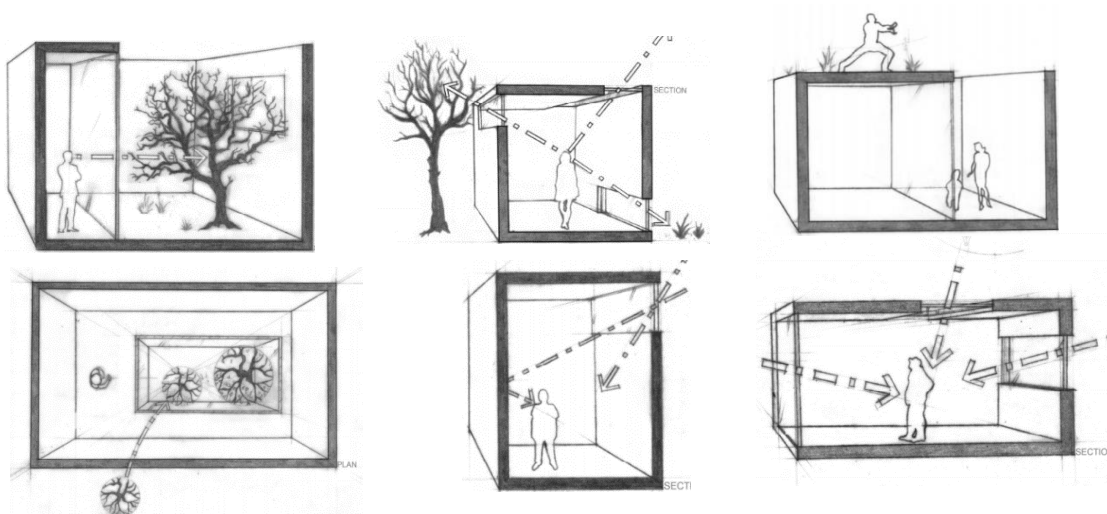


Figura 47 – Estratégia de relação com o exterior (Richmond, 2012)

Figura 48 – Estratégia de relação com o exterior (Richmond, 2012)

Figura 49 – Estratégia de relação com o exterior (Richmond, 2012)

Figura 50 – Estratégia de relação com o exterior (Richmond, 2012)

Figura 51 – Estratégia de entrada de luz natural pelo topo (Richmond, 2012)

Figura 52 – Estratégia de luz natural por várias entradas (Richmond, 2012)

Outra estratégia usada neste tipo de arquitetura é o aproveitamento da circulação vertical. Não podemos considerar as escadas apenas como um elemento funcional, mas também aquele que permite a distribuição de luz natural entre os vários níveis. A sua legibilidade ajuda a orientar o indivíduo para eixos de visão específicos, cria uma espécie de corredor vertical. (Chan, 2007: 62)

Do mesmo jeito que as escadas exercem sobre a habitação, os espaços vazios também proporcionam a entrada de luz natural. Embora que esteja a ser retirado uma parte da área de construção, estes vazios criam uma sensação maior de espaço. (Richmond, 2012: 88)

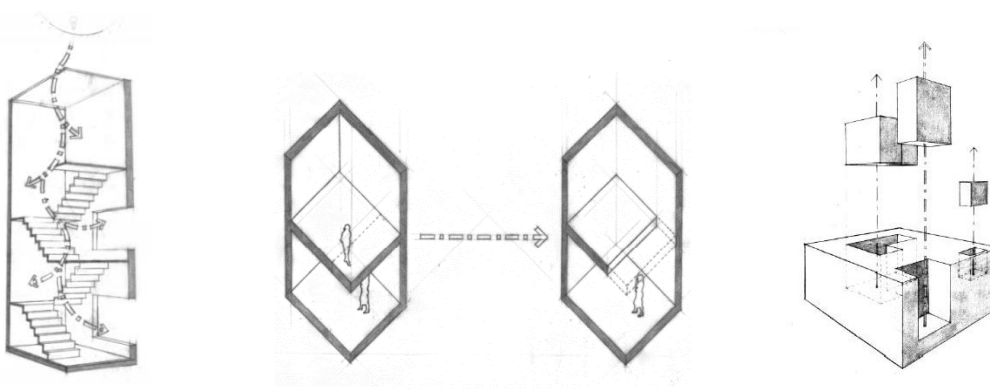


Figura 53 – Circulação vertical (Richmond, 2012)

Figura 54 – Estratégia de espaços vazios no interior (Richmond, 2012)

Figura 55 – Estratégia de espaços vazios no exterior (Richmond, 2012)

Por último, temos o uso do mobiliário como parte da arquitetura da habitação. Estes móveis podem ser convertíveis ou embutidos, que permite a preservação da abertura da habitação e formar um espaço mais sereno, devido à sua função compacta. Os projetos que adotam esta estratégia proporcionam uma relação mais íntima entre pessoa e objeto. Os móveis convertíveis são estratégias inteligentes que usam a área, que por vezes é muito pequena, para todas as funções necessárias numa habitação. (Chan, 2007: 102)

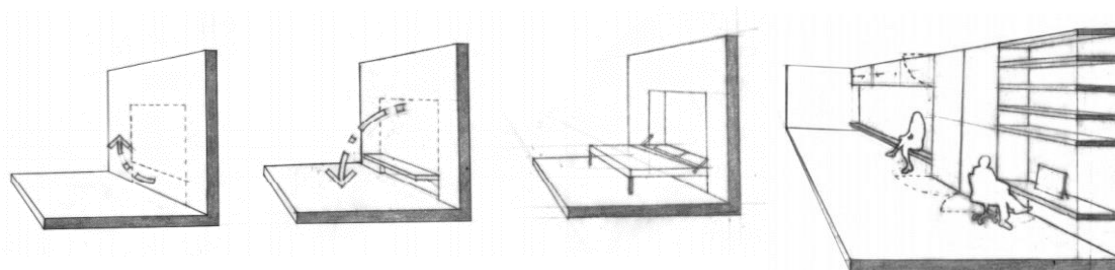


Figura 56 – Aproveitamento de espaço interior com móveis convertíveis (Richmond, 2012)

Figura 57 – Aproveitamento de espaço interior com móveis embutidos e feitos à medida (Richmond, 2012)

## Casos de estudo

### Tadao Ando

#### Casa Azuma

A casa Azuma é uma das primeiras obras do arquiteto autodidata. Localiza-se em Sumiyoshi, Osaka. Rodeada por três casas tradicionais de madeira, a obra de Ando destaca-se pelo contraste e simplicidade, num terreno de 3,5 metros de largura e 14 metros de comprimento. Construída numa estrutura de betão que ocupa a totalidade da implantação, é organizada e dividida em três partes: o pátio e os dois volumes de habitação. Usa os conceitos da arquitetura moderna japonesa, jogando com os elementos de luz e vento. O pátio possibilita o contacto com exterior, sendo que esta é a única forma de entrada de luz natural. No rés-do-chão está incluído a cozinha e a sala de estar, que são conectadas através do pátio interno. Este permite o acesso ao segundo piso, onde se encontram os dois quartos. (Anagnostou e Vандoros, 2019)



Figura 58 – Fachada principal da Casa Azuma (Wikiarquitetura)

Figura 59 – Pátio interior (Wikiarquitetura)

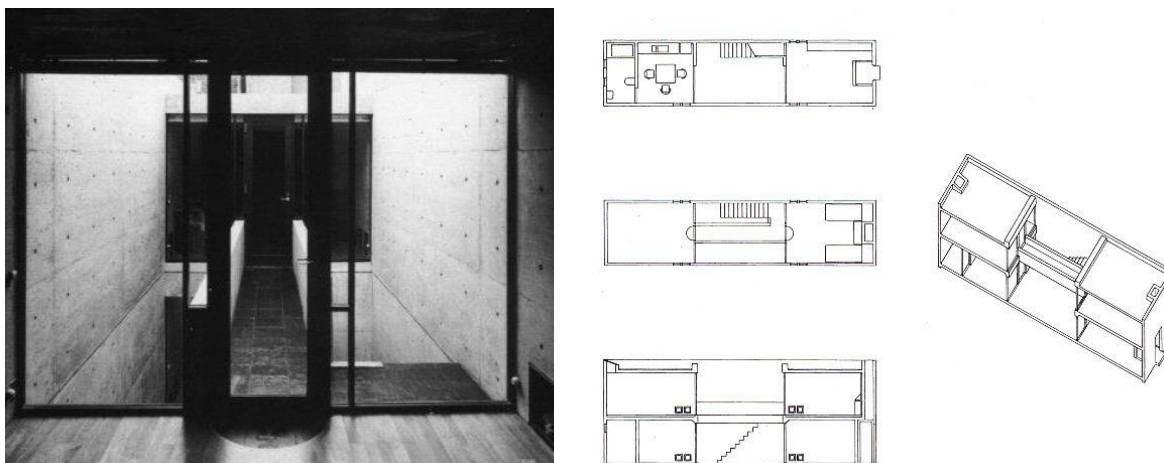


Figura 60 – Vista para o corredor exterior que liga os dois quartos (Wikiarquitectura)

Figura 61 – Plantas, cortes e axonometria da Casa Azuma (Wikiarquitectura)

### Atelier Fujiwaramuro Architects

#### House in Goido

Localizada em Goido, Nasa. A casa foi inspirada na organização urbana, no qual o seu pátio interior simula as ruas da cidade e possibilita o acesso a todas as divisões da habitação. Toda a organização da casa é formada a partir deste pátio e os vãos são interiores, voltados para o mesmo. O que permite a entrada de luz e ventilação natural necessária para o edifício. Podemos imaginar que são quatro casas independentes dentro um só edifício, onde o acesso a cada um é feito através de corredores e escadas exteriores. (Fujiwaramuro Architects, 2013)



Figura 62 – Vista interior do pátio (Archdaily, 2013)

Figura 63 – Vista interior do pátio a partir da entrada (Archdaily, 2013)

Figura 64 – Escritório (Archdaily, 2013)



Figura 65 – Planta de rés-do-chão (habitação construída em vários níveis) (Archdaily, 2013)

Figura 66 – Corte transversal 1 (Archdaily, 2013)

Figura 67 – Planta do piso 1 (habitação construída em vários níveis) (Archdaily, 2013)

Figura 68 – Corte transversal 2 (Archdaily, 2013)

Figura 69 – Corte longitudinal 1 (Archdaily, 2013)

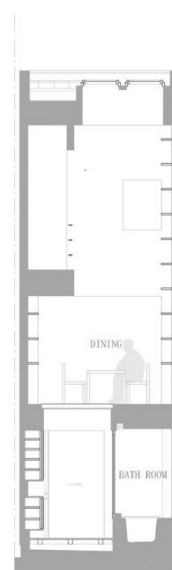
Figura 70 – Corte longitudinal 2 (Archdaily, 2013)

## Casa em Nada

Construída num terreno de 36,95m<sup>2</sup>, na cidade de Kobe. Devido à forma estreita do lote, a habitação transforma-se num eixo vertical. No centro encontra-se uma clarabóia e um átrio, que permite a entrada de luz para todo o edifício (desde o rés-do-chão até ao último piso). Este pequeno detalhe torna a casa mais ampla e destrói a ideia de um bloco oprimido. (Fujiwaramuro Architects, 2019)



Section X-X' S=1:100



Section Y-Y' S=1:100

Figura 71 – Fachada principal e a sua envolvente (Archdaily, 2019)

Figura 72 – Vista para a mesa a partir do pátio interior (Archdaily, 2019)

Figura 73 – Vista para o quarto das crianças e pátio a partir do corredor (Archdaily, 2019)

Figura 74 – Espaço de estar e de jantar (Archdaily, 2019)

Figura 75 – Corte longitudinal (Archdaily, 2019)

Figura 76 – Corte transversal (Archdaily, 2019)

## Studio Noa

### Casa em Inokashira

Situada num lote estreito em Tóquio, entre a rua e uma encosta íngreme florestada. A parede traseira da casa, funciona com estrutura e segurança contra a colina. O betão é usado como material principal (à vista no rés-do-chão), junto com as placas de cedro que cobrem as paredes exteriores e as janelas. Estas placas funcionam como persianas e possibilitam a existência de privacidade e entrada de luz para o interior. Na entrada e rés-do-chão encontramos uma arrecadação, seguido do quarto principal e instalação sanitária, um segundo quarto, cozinha, zona de estar e mais uma instalação sanitária, finalizando com um terraço na cobertura. (Studio Noa, 2011)

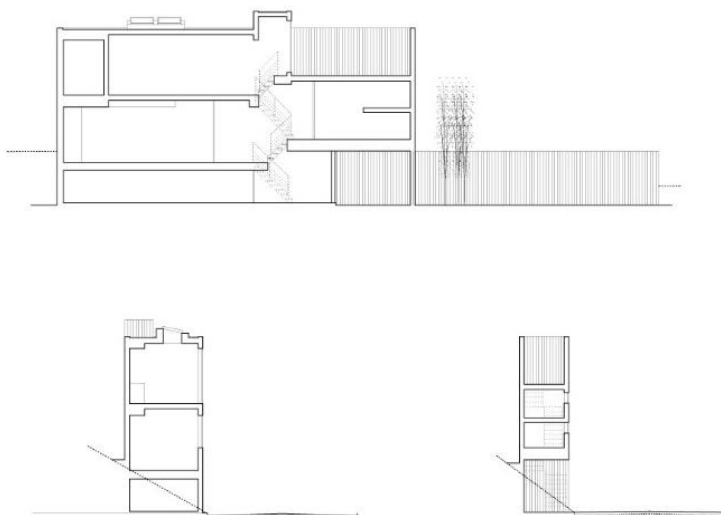
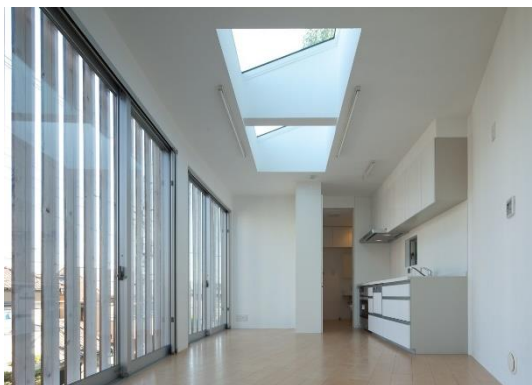
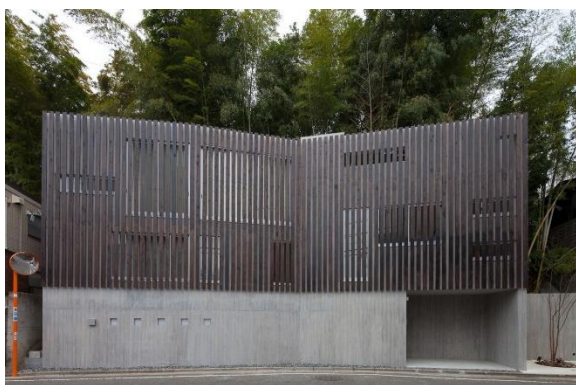


Figura 77 – Fachada principal (Archdaily, 2011)

Figura 78 – Cozinha e espaço de estar (Archdaily, 2011)

Figura 79 – Zona de entrada (Archdaily, 2011)

Figura 80 – Desenhos técnicos: Cortes (Archdaily, 2011)

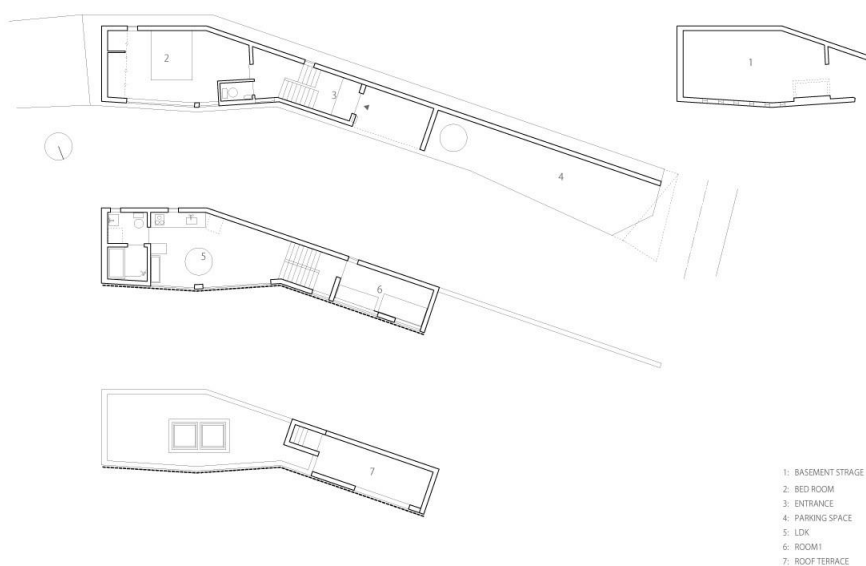


Figura 81 – Desenhos técnicos: Plantas da habitação (Archdaily, 2011)

## Asai Architects

### Casa I

Esta casa está localizada na zona de Setagaya-ku em Tokyo. Segundo os arquitetos, o inquilino queria uma habitação com espaços abertos que não ficassem expostos ao exterior, sem que a estrutura do mesmo ocupasse o lote por completo. Colocaram dois volumes paralelos num ângulo diferente à direção do local, criando um espaço interior (entre os dois volumes) que permite a entrada de luz natural e acesso à natureza. No rés-do-chão encontra-se a cozinha, sala de jantar, instalação sanitária e um quarto, no primeiro piso o quarto das crianças, uma segunda instalação sanitária e um terraço. O espaço central, que inclui a sala de jantar e o terraço, é dividido por um deck de madeira que permite a entrada de luz, sem desvalorizar a privacidade. (Asai Architects, 2013)



Figura 82 – Vista aérea da casa e a sua envolvente (Asai Architects, 2013)

Figura 83 – Fachada principal (Asai Architects, 2013)

Figura 84 – Entrada da habitação (Asai Architects, 2013)

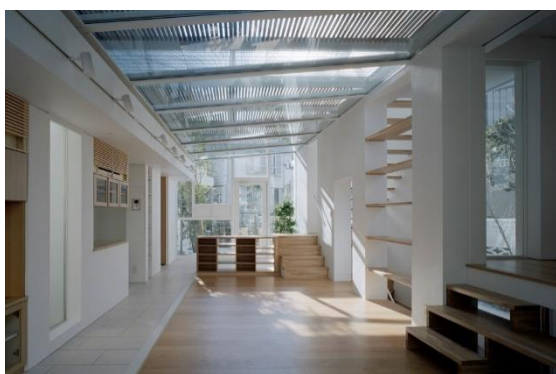


Figura 85 – Interior do espaço central no rés-do-chão (Asai Architects, 2013)

Figura 86 – Terraço no primeiro piso (Asai Architects, 2013)

## Apollo Architects

### “Steps” House

Esta habitação é mais um exemplo de que é possível a construção em altura num terreno bastante pequeno. Numa área de 37,11m<sup>2</sup>, construiu-se uma casa para duas famílias. No primeiro piso vive a mãe do proprietário e nos restantes pisos o próprio mais a sua esposa e filhos, deste modo cada um tem a sua privacidade, continuando na mesma casa. No centro da casa encontram-se as escadas, e é a partir destas que se desenvolve e organiza todas as divisões. (Apollo Architects, 2007)



Figura 87 – Fachada da habitação (Apollo, 2007)



Figura 88 – Vista diagonal da habitação (Apollo, 2007)



Figura 89 – Escadas, o núcleo central a partir do qual se organiza todo o projeto (Apollo, 2007)



Figura 90 – Entrada de luz natural através do uso de claraboias (Apollo, 2007)



Figura 91 – Espaço interior com um terraço anexado (Apollo, 2007)

## Atelier Bow Wow

### Torre Machiya

Localizada numa zona residencial de Tóquio, onde se encontram vários lotes fragmentados. Como podemos ver pelo seu nome, devido ao seu terreno minúsculo, a casa torna-se num projeto vertical com influências na casa tradicional japonesa (machiya). Composta apenas por uma fachada e limite de construção bastante pequeno (área para estacionamento de um carro), seu espaço é maximizado através da altura e divisões abertas. A habitação organiza-se através das escadas e no último andar encontramos uma sala de chá tradicional. (DesignBoom, 2010)



Figura 92 – Fachada única onde podemos detetar a largura reduzida da mesma (Designboom, 2010)

Figura 93 – Interior da habitação e organização através das escadas (Designboom, 2010)

Figura 94 – Entrada da sala de chá (Designboom, 2010)

Figura 95 – Vários compartimentos, nos quais as ideias de simplicidade e minimalismo estão bastante presentes (Designboom, 2010)

### Split Machiya

O nome desta habitação deriva da sua forma, pois esta dividida em duas partes. A sua estrutura é formada por betão e madeira. A parte frontal da casa é composta por 3 pisos e a traseira por dois, estas unem-se através de um pátio central, que possibilita a entrada de luz e ventilação natural. Os vãos, a estrutura de madeira exposta e material usado maximiza a sensação de espaço e torna o edifício mais leve e amplo. No segundo andar, as quatro janelas estão alinhadas e criam uma visão de prolongamento. (Design Boom, 2011)

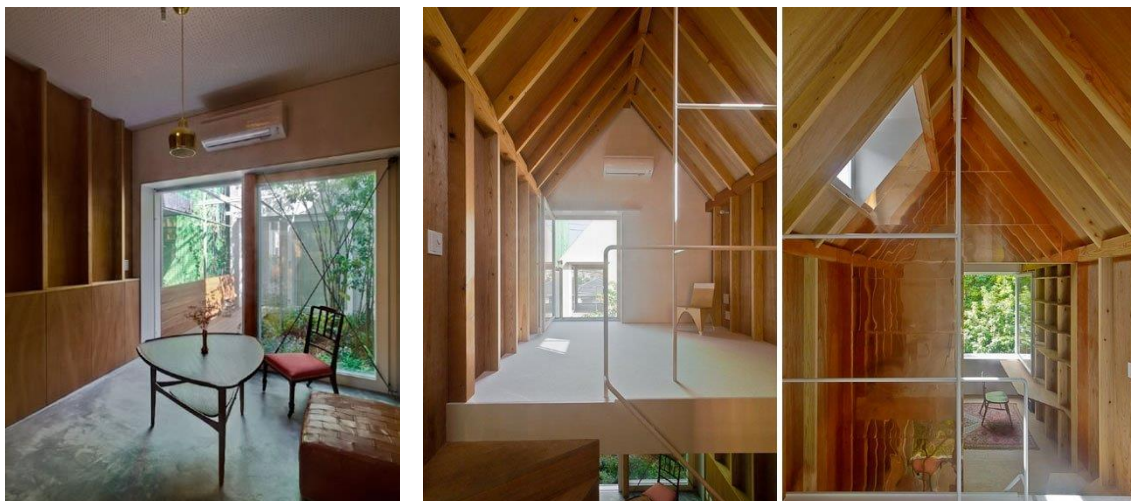


Figura 96 – Fachada principal da casa (Design Boom, 2011)

Figura 97 – Pátio central que divide a casa em dois blocos (Design Boom, 2011)

Figura 98 – Zona de estar com vista para o pátio (Design Boom, 2011)

Figura 99 – Espaços privados da habitação, no qual está inserido o escritório (Design Boom, 2011)

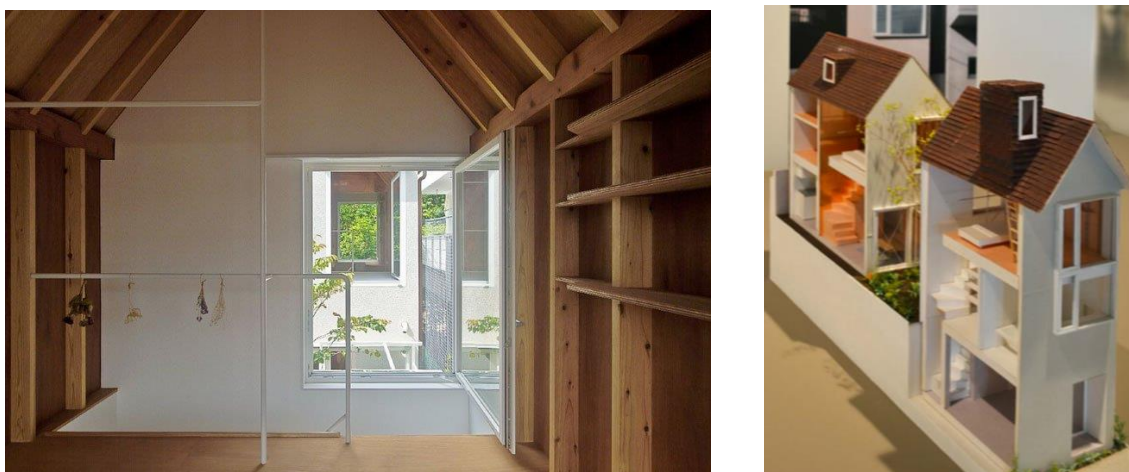


Figura 100 – Alinhamento dos vãos no último piso (Design Boom, 2011)

Figura 101 – Modelo da habitação (Design Boom, 2011)

## Studio Velocity

### Forest House in The City (2012)

Situada nos subúrbios de Toyokawa, recebe influências dos seus arredores. Rodeada por casas de baixa elevação, os arquitetos decidiram transformar a forma base de um retângulo, de modo a que a habitação se afastasse e aumentasse a privacidade. A sua forma em losango, permite criar um espaço eficiente e afastado da vizinhança. O arquiteto equipara a forma do projeto ao crescimento orgânico das árvores: “As plantas tomam decisões sobre onde desenrolar folhas e estender ramos de acordo com a presença e posição de plantas e outros objetos no seu ambiente”. No espaço exterior, a vegetação possibilita a inclusão da natureza e dificulta a exposição da habitação para o exterior, vindo da rua ou dos edifícios ao seu redor. Devido à sua relação com a vegetação, o local compara-se com uma floresta, criando assim o nome da casa. O edifício é composto pela habitação no primeiro piso e um cabeleireiro no rés-do-chão. (Frearson, A. 2013)



Figura 102 – Vista superior da casa e o contraste da sua forma em relação à envolvente (Frearson, 2013)

Figura 103 – Relação entre o exterior e o interior (Frearson, 2013)

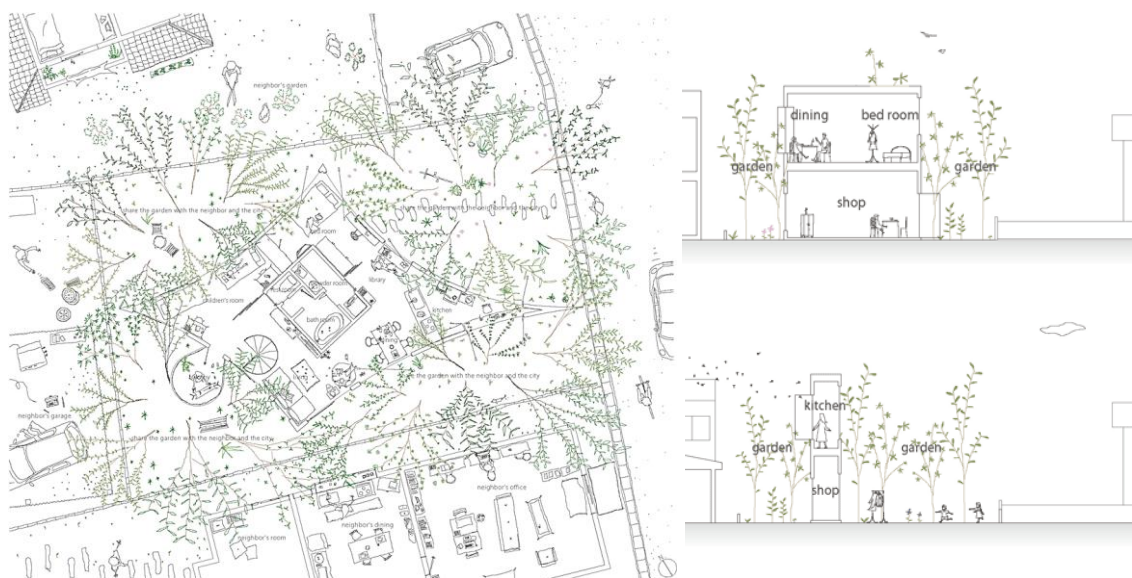


Figura 104 – Desenho técnico: Planta da habitação (Frearson, 2013)

Figura 105 – Desenhos técnicos: Cortes da habitação (Frearson, 2013)

### Montblanc House

Tal como o exemplo anterior, esta habitação é rodeada por três lados do lote. A principal intenção do arquiteto era construir um espaço aberto, num local apertado sem excluir a privacidade do proprietário e a vista para o exterior. Assim surgiu a ideia de contruir um telhado inclinado, no qual um dos lados liga os três pisos (os espaços semiexteriores conectam-se diretamente com o telhado). Através dos vãos e vazios de várias dimensões em lugares estratégicos, é possível criar espaços luminosos e ventilados. O edifício é projetado para uma família de quatro e é composto pela casa e uma loja de estética, onde trabalha o jovem casal. No rés-do-chão localiza-se a loja um pequeno jardim e zonas públicas da habitação (a loja e habitação têm diferentes entradas, dividindo assim a zona de trabalho e a zona familiar). No primeiro piso os quartos e dois terraços, onde um deles fornece o acesso ao terraço do telhado. (DesignBoom, 2011)



Figura 106 – Vista da casa a partir da rua (DesignBoom, 2011)

Figura 107 – Vista da cidade a partir do terraço (DesignBoom, 2011)

Figura 108 – Terraço interior no rés-do-chão (DesignBoom, 2011)

Figura 109 – Terraço do primeiro piso (DesignBoom, 2011)

Figura 110 – Desenho técnico: Corte (DesignBoom, 2011)

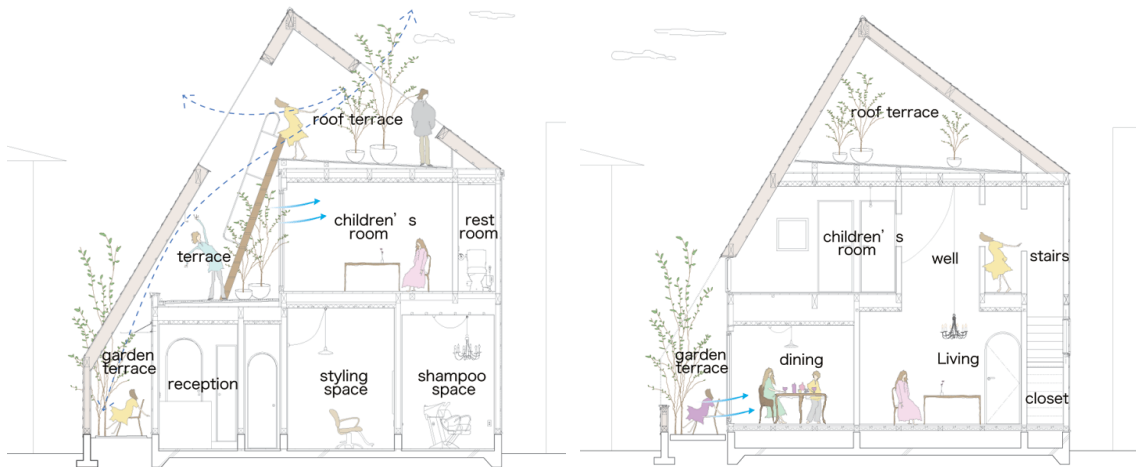
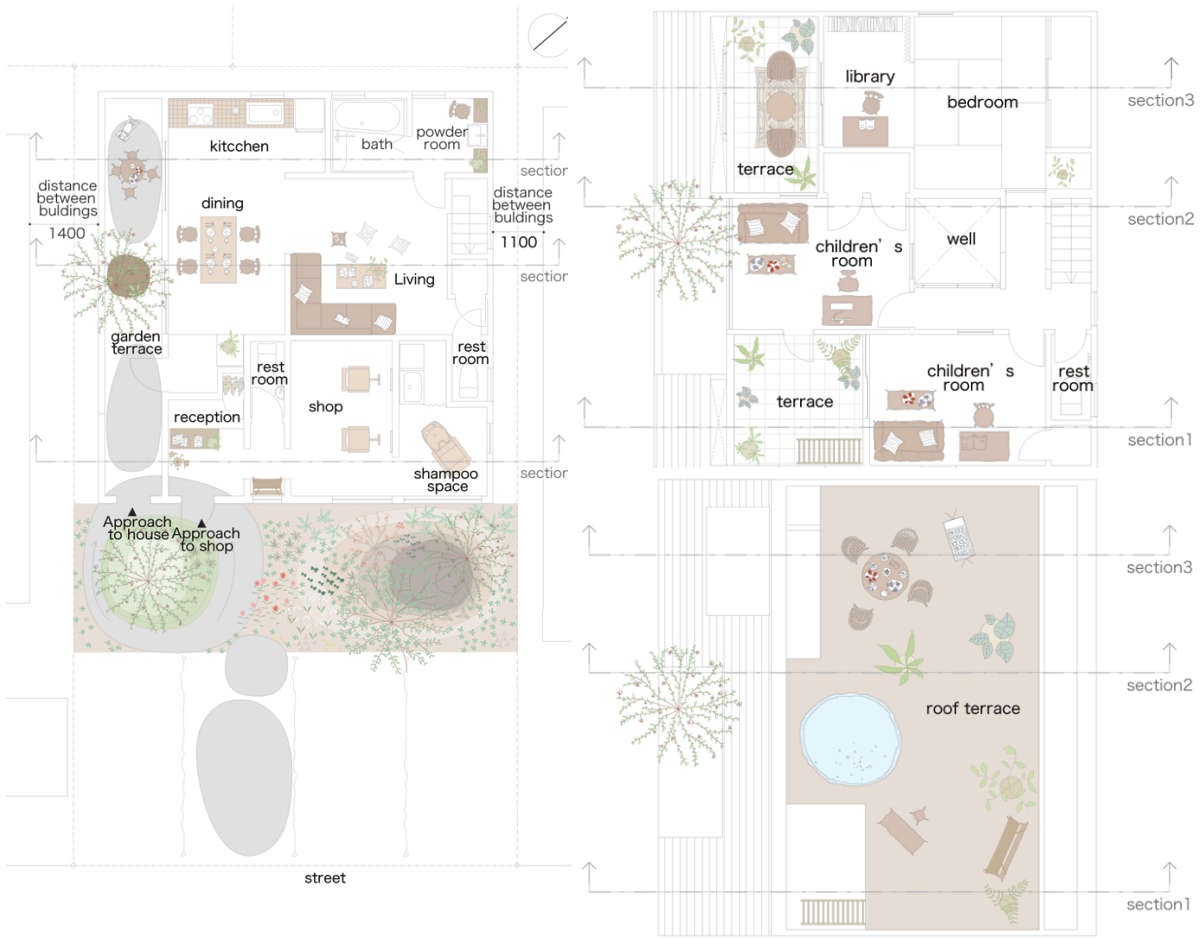


Figura 111 – Desenho técnico: Planta do rés-do-chão (DesignBoom, 2011)

Figura 112 – Desenho técnico: Planta do primeiro piso (DesignBoom, 2011)

Figura 113 – Desenho técnico: Planta do segundo piso/terraço (DesignBoom, 2011)

Figura 114 – Desenho técnico: Corte (DesignBoom, 2011)

Figura 115 – Desenho técnico: Corte (DesignBoom, 2011)

Estes exemplos foram uma simples amostra da realidade das cidades japonesas. Podemos encontrar milhares por todas as ruas, até mesmo em lugares nunca imaginados. Os projetos possuem espaços planejados até ao último detalhe, e independentemente do local ou tamanho do lote, o arquiteto pretende criar áreas com qualidade de vida baseadas nas necessidades dos proprietários. Possuem características básicas de plantas abertas, unificando os espaços e torná-los multifuncionais, formas puras e linhas retas, diversidade nas aberturas (entrada de luz natural), uso literal dos materiais com preferência a cores neutras. (Könemann, 2014: 9) Ideias e filosofias já estudadas da arquitetura tradicional japonesa.

A arquitetura e cultura japonesa são bastante influenciadas pela sua localização geográfica e possui um ambiente propício a catástrofes naturais, desenvolvendo novas técnicas e tecnologias com o passar dos anos. O conceito de simplicidade e indiferença material, traduz-se nas construções efémeras, pois para este país oriental o valor de casas, carros, roupas, etc, vão diminuindo com o tempo, logo o viver o presente torna-se mais importante. (Iwatate e Mehta, 2008: 17) A reconstrução é frequente e está presente desde o início da sua história arquitetónica. Hoje, a evolução das leis de terremotos é usada como uma justificação deste processo, bem como os elevados impostos sucessórios. (Iwatate e Mehta, 2005: 8)

## Capítulo 3 – Construção modular

### Construção modular e pré-fabricação

“Modular construction is generally used to create cellular-type buildings, which consist of similar room-sized units of a size suitable for transportation. Partially or fully open-sized modules may be manufactured, in which two or more modules create larger spaces.”

Lawson et al., (2014: 2)

Entende-se por construção modular, aquela que consiste num conjunto de várias unidades (módulos), inicialmente pré-fabricadas, prontas a serem usadas quando transportadas ao local de implementação. A sua produção racionalizada surge essencialmente após a revolução industrial. Pré-fabricação está ligada à construção off-site, resume-se à produção de todos os elementos do edifício separadamente, que por sua vez serão unidos e o resultado será deslocado.

Como já foi afirmado, em ambos os casos, a sua construção é realizada num local próprio (fábrica/armazém) para este tipo de produto. Na construção modular, a fundação é produzida no local.

A pré-fabricação e a construção modular estão sempre interligados, apesar de terem abordagens e finalizações diferentes. É importante salientar que são dois métodos de construção diferentes a casas manufaturadas (casas móveis), um erro muito comum hoje-em-dia. Esta é uma das razões pelo qual continua a ser um método construtivo pouco abordado pela população. Enquanto que as casas móveis são habitações temporárias com pouca qualidade, a construção modular são unidades completas com estrutura e fundações, sob a intenção de serem edifícios permanentes.

### Breve história da construção modular

A utilização do módulo registra-se desde a antiguidade clássica, desenvolvendo-se ao longo dos séculos, sendo um método de construção adaptado gradualmente.

Os gregos e romanos utilizavam o diâmetro da coluna como unidade básica. A beleza e harmonia eram dos fatores mais importantes na arquitetura clássica. Todo o edifício, desde a estrutura até aos últimos detalhes, é construído em base deste módulo. O espaço entre as próprias colunas era baseado no seu próprio diâmetro. (Ching, 1998: 308)

Independentemente do tamanho do edifício, todos os elementos tinham que estar proporcionados e em harmonia entre si. (Ching, 1998: 308) A dimensão do módulo variava entre as várias ordens clássicas (dórica, jónica, coríntia, toscana).

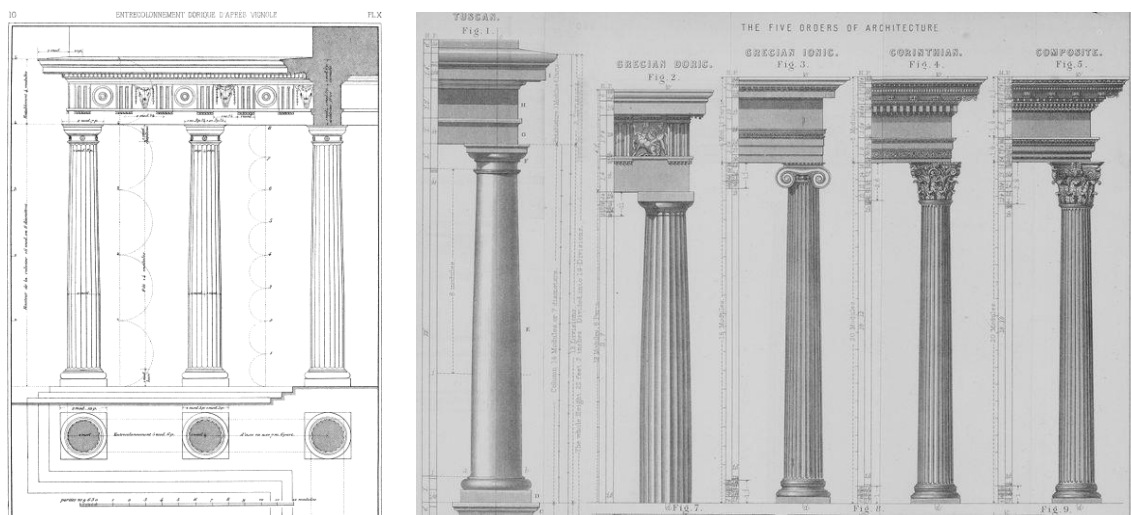


Figura 116 – Relação de elementos de construção (The five orders, 2009)

Figura 117 – Ordens clássicas da arquitetura (Canning e Co)

“Todas estas peças foram preparadas em laboratório e em seguida montadas no local, por isso a precisão técnica e as diferenças de medida admissíveis são iguais em ambos os casos: os troncos de coluna, os elementos das cornijas, as pedras dos muros e as lajes de cobertura (muros de mármore, vigas e coberturas de mármore) são ligados entre si milimetricamente.”

Benévolo, (1983: 89)

No império romano, desenvolveram-se novas técnicas e novos conhecimentos eram implementados na construção e planeamento urbano. As suas cidades cresciam a partir de um núcleo central onde se encontravam o *cardo* e *decumano*. (Benévolo, 1983: 197) Devido ao elevado conhecimento na arquitetura e engenharia, as suas cidades eram construídas com um grau de complexidade bastante elevado.

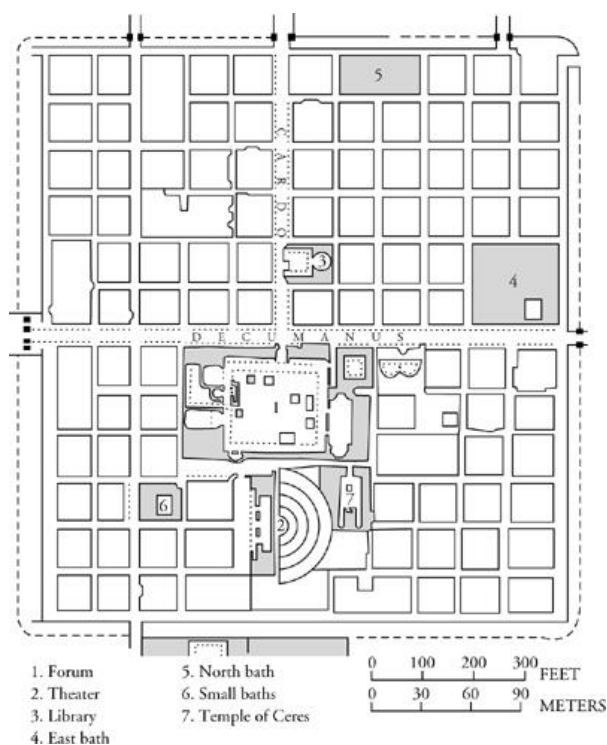


Figura 118 – Planta de uma cidade romana (Timgad) (Timetrips, 2013)

No século XIX, a revolução industrial teve um grande impacto na sociedade, que evoluía a cada dia. A expansão industrial implementou o desenvolvimento de novas infraestruturas (fábricas, pontes, pavilhões, pavilhões temporários para exposições mundiais, etc) e a evolução dos transportes (caminhos de ferro). O aumento da população, impôs novos modelos construtivos. Surge, assim, a construção de prédios (em altura), uma nova adaptação à vida da época. (Pinto et al, 2006: 776)

“(…) os engenheiros eram portadores de uma maior preparação científico- técnica que os capacitou para utilizar, de modo inventivo, as potencialidades que a época lhes oferecia: a aplicação de saberes científicos obtidos no ramo da física mecânica, da resistência e comportamento dos materiais, da geometria, da matemática, etc.; a utilização de novos equipamentos (maquinarias) e novos meios construtivos; e o aproveitamento de novos materiais, produzidos industrialmente e por isso mais baratos, como o tijolo cozido, o ferro e o vidro, até meados do século e, posteriormente, também o aço, cimento armado e o betão.”

Pinto et al., (2006: 778)

Com a evolução da arquitetura e o aparecimento da indústria, surge a produção de elementos pré-fabricados (construção de unidades padronizadas através de métodos mais rápidos). Os elementos começam a ser produzidos através da indústria, e mão-de-obra fica suspensa.

Em 1851, realiza-se a exposição universal de Londres, na qual se distingue o grande progresso da engenharia do século XIX. Uma das obras mais emblemáticas desta exposição, foi o Palácio de Cristal de Joseph Paxton, construído através da nova tecnologia e elementos pré-fabricados de aço e vidro.

Em relação a outros edifícios da época, a sua construção ficou pronta num período bastante reduzido. O estudo prévio de todos os detalhes dos elementos e etapas de construção, permitiram uma montagem e manuseamento mais fácil. A construção foi realizada através de unidades produzidas em massa. Placas de vidro padronizadas (módulos) e construídas à escala industrial, que permitem uma maior luminosidade e nitidez do interior. (Pinto et al, 2006: 780

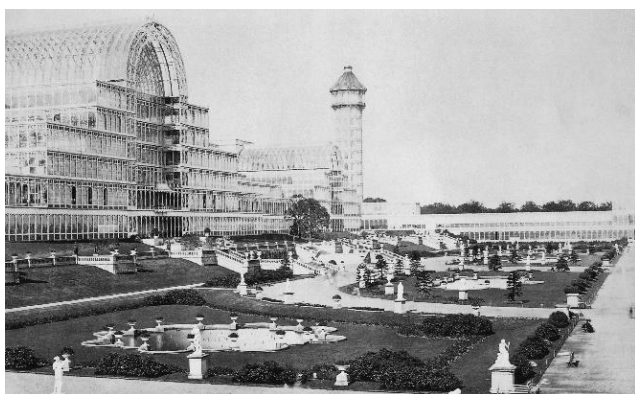


Figura 119 – Palácio de Cristal (Tagliani, 2016)

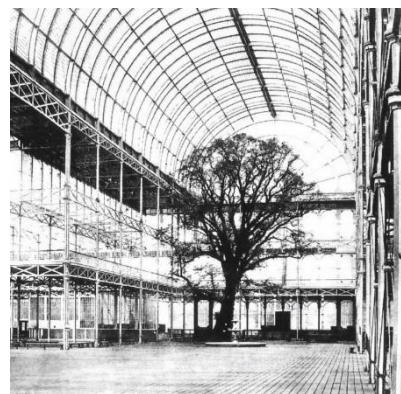


Figura 120 – Interior do Palácio de Cristal (Vilarigues, 2016)

“Empregamos ferro e vidro em módulos estandardizados, pré-fabricados e apenas montados no local da construção, Paxton conseguiu erguer um imenso pavilhão (563m de comprimento, 124m de largura e 30m de altura) em apenas 6 meses, com enorme economia de mão de obra e de gastos, já que ao baixo preço dos materiais se teria de somar o facto de poderem ser totalmente recuperáveis e reutilizáveis noutras ocasiões.”

Pinto et al., (2006: 780)

A partir do século XX, o tema de construção modular/ coordenação modular, traz novas possibilidades de arquitetura. Implementam novos métodos construtivos e tecnologia, surgem novos estudos a respeito deste tema, e vários setores de indústria aplicam este tipo de construção, tal como o setor automobilismo de Ford.

No início do século XX, os arquitetos deixaram-se influenciar pelas teorias dos movimentos artísticos dos pintores contemporâneos. O movimento moderno afirmou-se na Europa, e vários estudos sobre a pré-fabricação e construção modular foram iniciados.

Foram vários os arquitetos que realizaram estes estudos, pois após duas guerras mundiais, era necessário a rápida reconstrução das grandes cidades. Le Corbusier, Walter Gropius e Alfred Farwell Bemis, são exemplos desses criadores emblemáticos.

No ano 1930, Alfred Bemis, desenvolve o “método modular cúbico”, que se encontra num livro publicado pelo mesmo, “The Evolving House”. Torna-se numa das primeiras teorias modulares, com a possibilidade de ser usada na construção. Na sua teoria foi proposto um módulo de 3 dimensões (módulo cúbico), que serviria como base de todas as dimensões do projeto.

“According to the cubical modular method, therefore, every house member can be designed within a cube matrix. The cube, as a basis of design, provides more than a mere geometric six-sided figure. Within it may be specifically located all the special and particular requirements of structure: dimensions, design, interconnection in any one of the three directions. Through its potentialities as herein reviewed, the cube assures qualities of unity, variety, and symmetry for structures designed in accordance with cubical modular principles.”

Russell, (2012: 265)

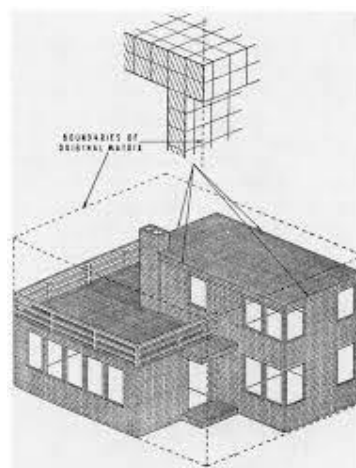
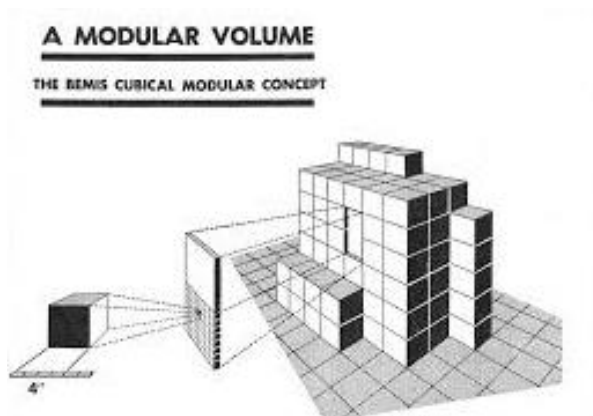


Figura 121 – Conceito cúbico modular de Bemis (Russell, 2012)

Figura 122 – Estrutura da casa definida através da malha (Russell, 2012)

Após o estudo modular, conclui que a medida modular plausível seria a de 4 polegadas (aproximadamente 10 cm). Para Bemis, um módulo maior diminuiria a flexibilidade na projeção da habitação e um módulo com medidas mais pequenas, carecia de elementos com diferentes dimensões, pois ao contrário não acolheria as condições pretendidas.

Pouco tempo depois, Walter Gropius projeta a “Casa Ampliável” (1932). Esta obra era composta por elementos pré-fabricados, com estrutura metálica e painéis de cortiça. Tinha como objetivo, tal como o nome da casa indica, a ampliação do projeto através da soma dos módulos necessários.

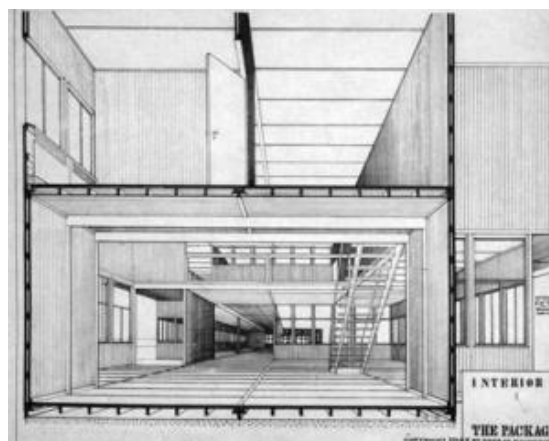
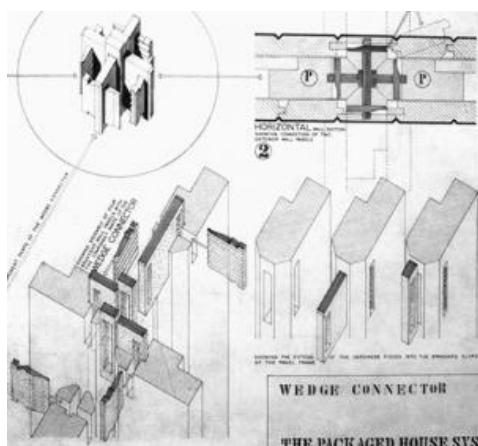


Figura 123 – Sistemas estruturais (Correa, 2011)

Figura 124 – Corte estrutural da casa (Correa, 2011)

Por último, mas não menos importante, temos um dos arquitetos que mais marcou o século XX e o modernismo, Le Corbusier.

Le Corbusier pretendia encontrar uma aliança entre a arquitetura e a indústria, através do equilíbrio entre a técnica, o materialismo e a racionalização, resolvendo os problemas atuais da sociedade. (Pinto et al, 2006: 898)

Em 1942, cria um sistema de proporcionalidade, “O Modulor”. Consistia na medida harmónica à escala humana aplicável universalmente à arquitetura e à mecânica. Este sistema é composto por três dimensões: 113, 70 e 43 (cm), que são proporcionais ao número de ouro. A unidade de medida baseia-se na altura padrão de um homem de qualquer parte do mundo (1,83m). Corbusier considerava que o modulor podia orientar as medidas de comprimentos, superfícies e volumes, sem modificar a escala humana. (Ching, 1998: 319)

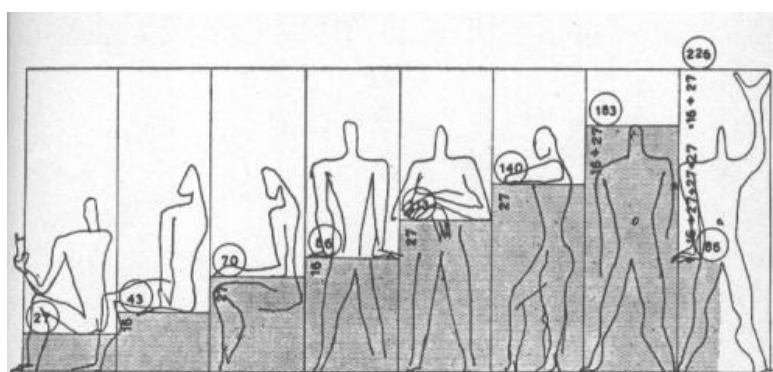
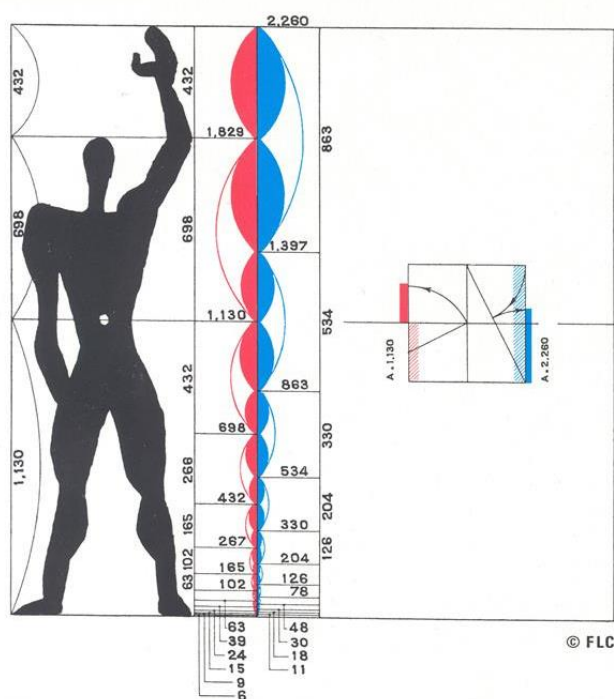


Figura 125 – O modulor (Fondation Le Corbusier)

Figura 126 – A relação das medidas do modulor (Colin, 2010)

A obra de Corbusier que mais exemplificou o uso do modular, foi a Unité d'habitation de Marselha (1946-1952). Usou os vários diagramas para mostrar a diversidade de dimensões e superfícies possíveis de alcançar com o sistema proporcional. (Ching, 1998: 320)

“(...) the Unité revealed its cellular structure through the use of concrete sun-baffle balconies and canopies projecting from the main body of the building. These brise-soleil with their side walls stressed the volume of the two-storey units extending through the width of the block – megaron forms constructed as independent elements and suspend within the concrete frame in much the same manner as bottles are set into a rack. Interior ‘streets’ on every other floor provided the horizontal access to these interlocking cross-over units.”

(Frampton, 2007: 226)

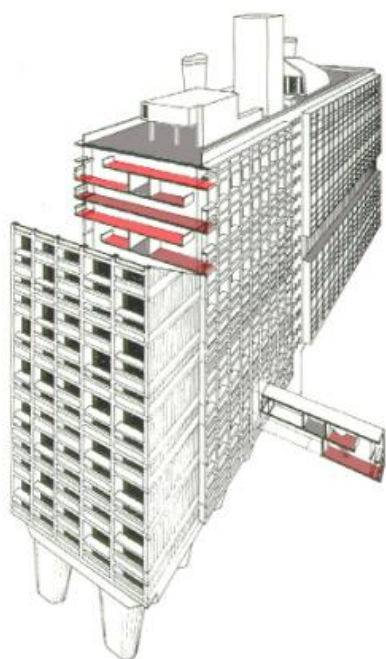


Figura 127 – Módulos da Unité d'habitation (Darryl, 2014)

Figura 128 – Unité d'habitation (Darryl, 2014)

## Vantagens e Benefícios da construção modular

Este método possui bastantes vantagens para que seja cada vez mais aplicado sendo que quanto mais se aplica, mais se inova e se tem investigado este tipo de construção.

Assim, um dos principais benefícios da arquitetura modular é o seu custo, o seu preço, já que este processo se baseia na construção fora do local de implantação, o que torna o seu desenvolvimento mais rápido, já que conduz a uma otimização da repetição, da organização, do controlo sobre a meteorologia, e a um menor gasto na mão-de-obra. Ao contrário de uma construção tradicional, onde o orçamento pode mudar desde o início até à sua finalização. Qualquer erro poderá modificar por completo a quantia gasta na obra ou atrasar o projeto durante semanas, até mesmo meses. Mas tudo pode variar dependendo do material aplicado (se optar por um mais caro, irá aumentar automaticamente os custos) ou do tipo de transportação necessária (alguns projetos mais complexos ou de maior tamanho precisam de ser transportados de uma forma específica).

**There is an opportunity for 20 percent savings—but at a risk of up to 10 percent cost increases if labor savings are outweighed by logistics or materials costs.**

Traditional construction cost,<sup>1</sup>% of total, and potential offsite savings/cost, percentage point shift

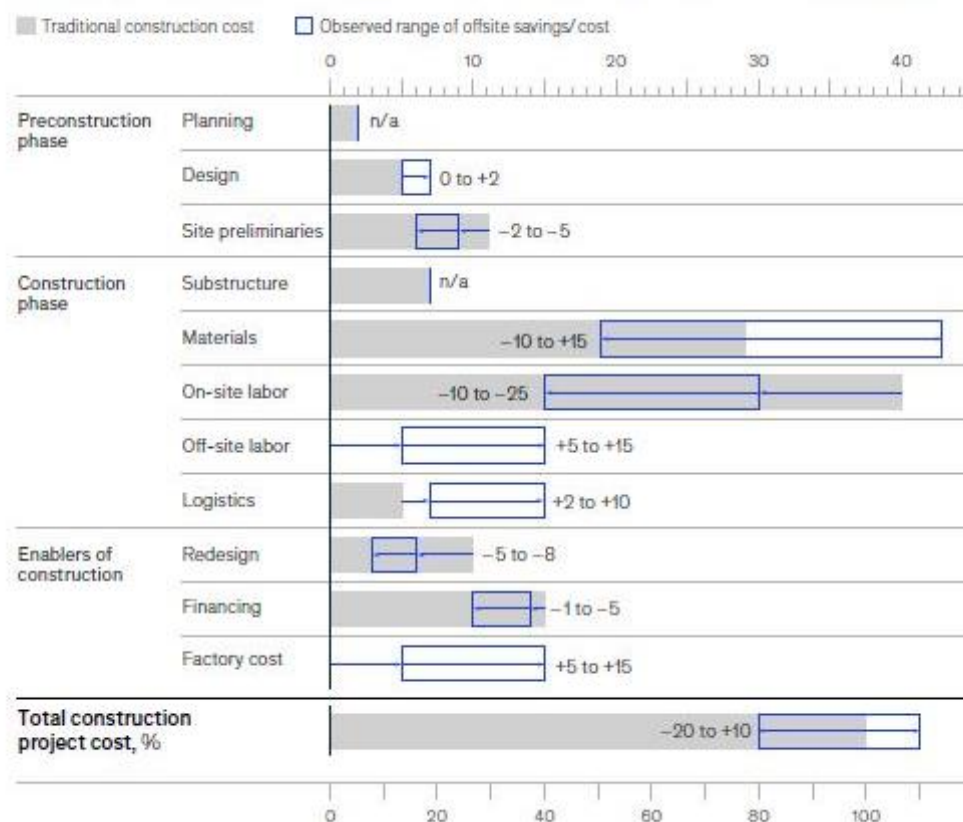


Gráfico 1 – Exemplo de contraste entre custos de construção tradicional e construção modular (offsite) e potencial poupança na modular (Bertram et al, 2019)

De seguida temos qualidade como um ponto bastante importante. A capacidade de controlar a qualidade de construção aumenta, pois trata-se de um processo metódico e consistente, a cada etapa de construção, reduzindo erros e tempo nos detalhes finais. São várias as particularidades da arquitetura modular que conferem uma qualidade alta. O sistema de padronização e o uso de máquinas, cria um nível mais alto de consistência; os módulos são transportados do local de elaboração para o local final da obra, logo a estrutura das casas terá de ser mais resistente para a deslocação. Além de que, os materiais usados na construção deverão ser leves, duradouros e resistentes ao clima. (Parker, 2017: 18) Como este tipo de trabalho realiza-se num espaço fechado e com acesso a todos os materiais necessários, a probabilidade de estes se destruírem é mínima.

Numa construção tradicional, todo o processo preliminar do projeto é extremamente importante. Para que a construção da casa possa começar, o local de edificação deverá ser completamente inspecionado. Mas tal como foi citado antes, os atrasos podem ser frequentes. O que implica que a próxima etapa não poderá ser realizada enquanto a anterior não estiver concluída. Na construção modular acontece exatamente o contrário. A construção individual dos módulos e as fundações no local do projeto são realizados em simultâneo. Por norma, este tipo de construção é executado na metade do tempo de uma construção tradicional. (Parker, 2017: 17)

### Using 3D volumetric modules can deliver 20–50 percent schedule compression.

Example apartment project construction duration, traditional vs offsite 3D volumetric, months

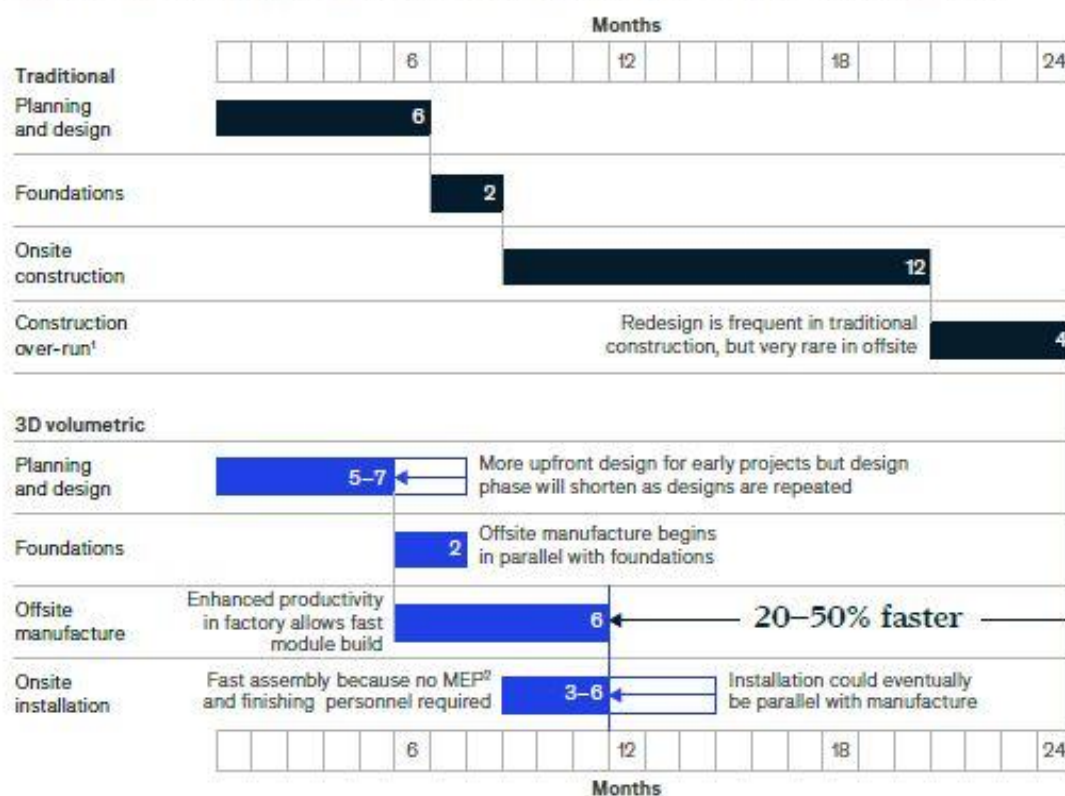


Gráfico 2 – Exemplo de contraste na duração de uma construção tradicional e uma construção modular (Bertram et al, 2019)

A construção em fábrica, possibilita a diminuição contra a exposição atmosférica. De modo que o local é ventilado, há uma redução da humidade que afeta os materiais de construção, o que tende a acontecer em obras tradicionais. Outro detalhe resulta nas condições que os trabalhadores estão expostos. O ambiente de trabalho torna-se mais controlado, o que acaba por aumentar a produtividade e diminuir a quantidade de lesões (devido a quedas no local de trabalho).

A construção modular contribui para um menor impacto ambiental, em virtude às práticas sustentáveis. Os construtores compram os materiais necessários de forma mais avançada, para evitar elevados custos quando há uma grande procura de material, e devido a estratégias mais precisas de construção e reutilização, o desperdício de material é reduzido. (Parker, 2017: 19) Assim como as propriedades vizinhas permanecem inalteradas pelo ruído e pela poluição oriunda da construção, sendo que esta não ocorre no local,

## **Teoria modular**

### **Módulo**

O módulo é o elemento mais importante na construção modular, visto que é através dele que todo o projeto se desenvolve. É a base de todo o sistema modular, usado desde a antiguidade clássica. Através do módulo, diferentes tipos de tipologias e programas podem ser realizados. Quando vários módulos são agregados, formam um sistema modular.

### **Coordenação modular**

A coordenação modular consiste na organização e compatibilidade dos elementos de construção, desde o sistema conceptual até aos detalhes finais do componente final.

“Todas as etapas do ciclo produtivo, desde a normalização, a certificação e projeto dos componentes; passando pela matéria prima utilizada para sua fabricação; pelos projetos arquitetónico, estrutural e complementares; até a montagem e manutenção das edificações ficam envolvidas.”

Baldauf, (2004: 48)

Devido ao uso de um padrão dimensional, as unidades tipo são reduzidas. Que por sua vez, torna-se numa fabricação em série. O projeto simplifica-se pelo facto de os detalhes construtivos estarem solucionados através da padronização. (Baldauf, 2004: 48)

Todo este processo de harmonia, possibilita a simplificação do processo de montagem e manuseamento das unidades modulares.

### Sistema referencial

O sistema referencial é composto por um conjunto de sistemas de coordenadas que define a origem e direção de um objeto, através de pontos, linhas e planos. Quando um sistema de coordenadas é definido por 2 eixos (X; Y), bidimensional. No caso tridimensional, o sistema é composto por três eixos (X; Y; Z).

“(…) porque os volumes são envolvidos por superfícies, estas são geradas por linhas e estas ainda por pontos pode concluir-se, generalizando o que foi dito, que os volumes, as superfícies e as linhas constituem, tanto como os pontos, acontecimentos de organização do espaço (…)”

Távora, (2006: 12)

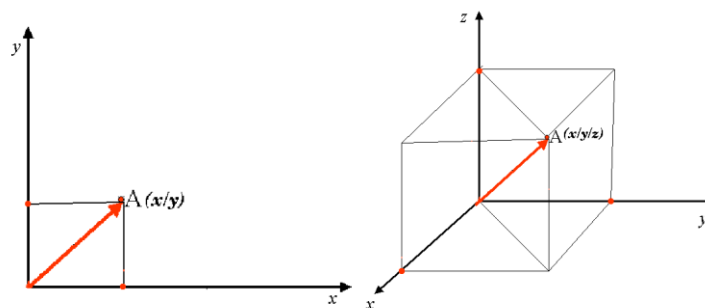


Figura 129 – Sistemas de coordenadas (Docs qgis, 2014)

As coordenadas geométricas de um sistema referencial sustentam a base do sistema geométrico (através de planos horizontais e verticais definidos pelos eixos X, Y e Z). Este sistema permite determinar o posicionamento dos vários elementos que constituem o projeto final modular.

“(…) poderemos considerar que as formas animam o espaço e dele vivem, mas não deverá nunca esquecer-se que, num conceito mais real, o mesmo espaço constitui igualmente forma, até porque aquilo a que chamamos espaço é constituído por matéria e não apenas as formas que nele existem e o ocupam, como os nossos olhos deixam supor.”

Távora, (2006: 12)

### Malha modular

Tal como foi referido anteriormente, o sistema construtivo modular permite uma grande diversidade em termos de objetos arquitetónicos, ao ser formado por vários módulos, organizados conforme as necessidades ou as escolhas.

Para complementar o sistema geométrico referencial é necessário criar uma malha auxiliar composta por duas dimensões. Os módulos seguem uma organização e composição articulada, através de uma lógica de crescimento. Esta organização irá caracterizar e determinar o espaço.

Segundo Baudaulf (2004), as malhas podem ser consideradas de quatro formas: a malha modular básica (utilizada no projeto de componentes e detalhes), malha modular de projeto (criação geral da edificação do projeto), malha modular estrutural (auxilia no posicionamento dos elementos estruturais) e malha modular de obra (localização e orientação do edifício).

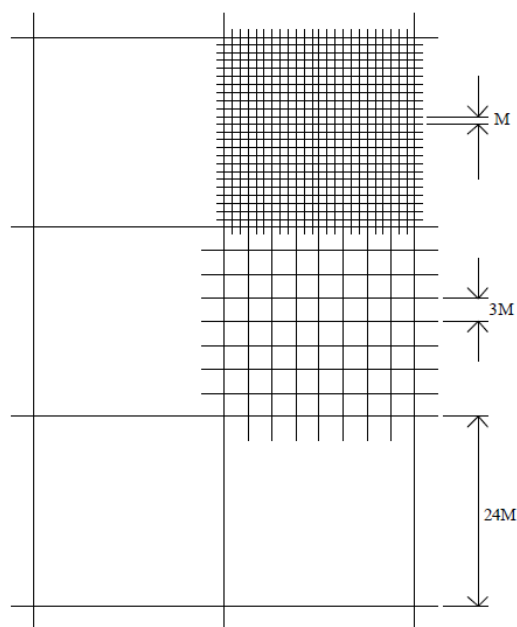


Figura 130 – Malha modular (Baldauf, 2004)

## Materiais

Na construção podem ser usados diferentes tipos de materiais, no entanto a madeira, o aço, o betão e os contentores industriais encontram-se entre aqueles que, atualmente, são mais utilizados.

No que se refere às construções de madeira, muito utilizadas nomeadamente nos países nórdicos e na América do Norte, estas podem ir desde uma simples casa até apartamentos para universidades e podem ser projetados até 4 andares de altura (recomendado). Apesar de ser um material bastante combustível, a madeira maciça pode ser tratada e projetada de forma a ter um bom desempenho em momentos de incêndios. A solução de madeira tem benefícios a longo prazo em vários pontos de vista: no setor de construção, na indústria de madeira e nas alterações climáticas. Trata-se de um sistema de construção sustentável e eficiente. Os módulos construídos em madeira são presos nos seus pontos mais fortes, nos quais são usados para a colocação do módulo durante a instalação. (Lawson et al, 2014: 20)



Figura 131 – Habitação modular de madeira (Delaqua, 2020)



Figura 132 – Construção modular de madeira numa fábrica (Casa prefab, 2008)

Já as estruturas de aço são mais comuns nos países ocidentais, principalmente em construções de altura média e alta, devido sobretudo à sua leveza em termos de peso, facilidade de reciclagem e design de edifícios com sistema antissísmico. A sua rigidez permite maiores intervalos de abertura, ou seja, maior flexibilidade no design. Os módulos de aço podem ser projetados de 2 formas: módulos suportados pelos quatro lados, onde as suas cargas verticais são transmitidas através das paredes; módulos suportados pelos cantos, nos quais as cargas verticais são transmitidas. (Lawson et al, 2014: 29)



Figura 133 – Construção modular em aço (Construção modular, 2014)

Figura 134 – Construção modular em aço numa fábrica (Anónimo)

O bloco de betão pré-fabricado tem a vantagem de ser bastante durável e de possuir uma força compressiva, podem ser usados para a construção de edifícios mais complexos (hospitais, laboratórios). Mas ao contrário da madeira o betão tem uma eficiência energética bastante reduzida e é um material que conduz bastantes problemas a nível de construção sustentável. Apesar deste ponto negativo, os módulos de betão são bastante eficientes (redução de recursos no local, energia térmica, isolamento sonoro), seguros e resistentes a danos. Podem ser construídos a partir de módulos 2D pré-fabricados (paredes, pisos e tetos) ou unidades modulares 3D. (Lawson *et al*, 2014: 41)

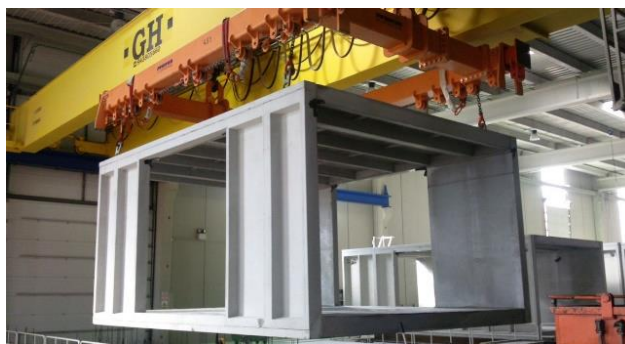


Figura 135 – Paredes de betão pré-fabricadas (Keegan precast)

Figura 136 – Módulo individual de betão (Compact habit)

Nos últimos anos, a construção com contentores marítimos tem aumentado de forma abundante. A sua estrutura a partir de aço foi projetada para serem transportados em grandes aglomerações, mostrando ser uma grande inovação para a construção pré-fabricada e modular. As suas propriedades estruturais permitem que sejam facilmente convertidos para utilizações temporárias ou permanentes. (Lawson *et al*, 2014: 49) Posto isto, as suas principais vantagens são: a reciclagem dos próprios que deixaram de ser usados, a flexibilidade de uso e o baixo custo.



Figura 137 – Contentores marítimos (Notícias ao mundo, 2018)

Figura 138 – Habitação construída a partir de contentores (Dejtjar, 2017)

## Construção modular no Japão

Durante a idade média no Japão, foi introduzida uma nova unidade para a arquitetura residencial o *Ken* (1,82m). Tornou-se a medida essencial para a construção, também como um módulo para os materiais, a estrutura e o espaço na arquitetura japonesa. (Ching, 1998: 322) Mais tarde é introduzido o *tatami* e torna-se na medida habitacional, baseado na unidade de *ken*. As várias divisões são expressas pelo número de *tatamis*, que ao estarem combinados entre si geram espaços diferentes e determinam a atividade que irá decorrer.

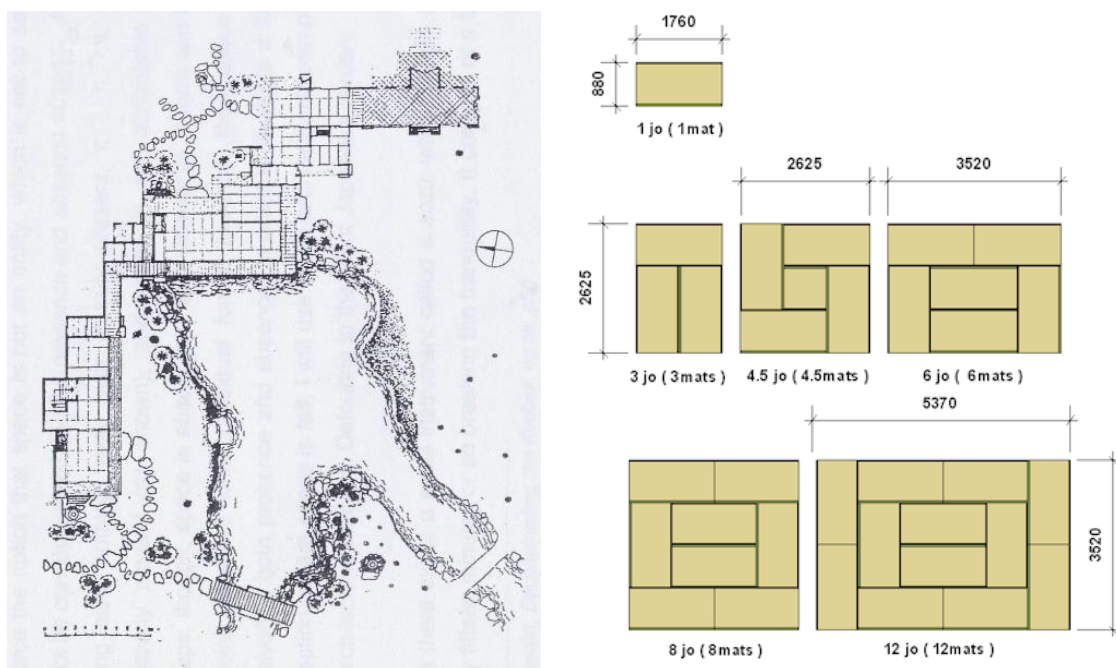


Figura 139 – Organização de uma casa japonesa a partir do módulo de tatami (Pedersen, 2012)

Figura 140 – Diferentes tamanhos de uma divisão a partir do uso de tatami (Shoji, 20113)

Após a Segunda Guerra Mundial, a necessidade de construção no Japão era bastante elevada. O que levou a usar métodos de construção mais rápidos. Várias empresas de pré-fabricação são fundadas, tais como Sekesui Heim, Misawa Homes, Daiwa e Toyota Homes. Sekesui Heim, que faz parte da Sekesui Chemical Company, foi aquela que mais procura teve em todo o país. Segundo Mark Lawson, no início dos anos 2000, mais de 170 000 casas eram vendidas todos os anos.

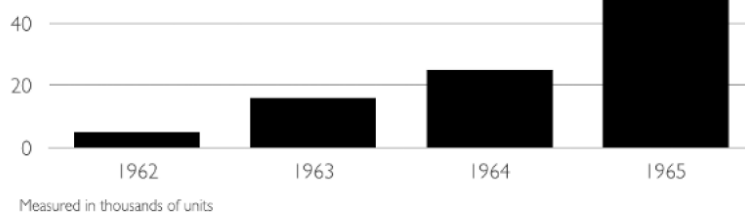


Gráfico 3 – Número de construções anuais pré-fabricadas no Japão (Smith e Quale, 2017)

“The marketing of modular housing in Japan is based on a high degree of user choice in the layout and fitments in the modules, and a fast design, manufacture, and installation turnaround. A house can be installed and finished in only 6 days, and therefore this is attractive in areas of Japan where land prices are very high.”

(Lawson et al, 2014: 11)

As cidades estão em constante mudança, devido à curta duração de vidas dos edifícios (15 a 20 anos). O desaparego material é um fator bastante importante na cultura japonesa e tornam as cidades mais dinâmicas. Tem como exemplo o Templo xintoísta de Ise, que é reconstruído todos os 20 anos, desde a sua origem. Na arquitetura ocidental, ocorre o contrário. A história, os edifícios das cidades são bastante importantes, obriga a um limite de construção (principalmente nas cidades europeias).

“The high percentage of the market is due to the short life-span of houses; if there are 50 million houses in existence now and 1.2 million of them are rebuilt every year, a simple calculation can show that eventually after forty-two years all houses will be rebuilt, thus creating an extraordinary dense market of four new houses in each square kilometer every year.”

(Matsumara, 2004: 3)

No Japão, as casas pré-fabricadas são mais procuradas que as casas tradicionais. Os próprios construtores tradicionais têm dificuldade em concorrer com as empresas de pré-fabricação e podemos afirmar que estas são bem-sucedidas devido às características e vantagens que possuem. As empresas desenvolveram sistemas de estruturas modulares de madeira, aço e algumas em betão. (Matsumara, 2004: 5)

## Exemplos de arquitetura modular no Japão

Tal como foi falado no tópico da contextualização histórica da arquitetura japonesa, o movimento Metabolista impulsionou a construção de projetos pré-fabricados. Os arquitetos tinham o objetivo de expandir as grandes cidades, mas devido à falta de território criaram propostas que resolvessem estes problemas. Com base nos avanços da engenharia e tecnologia, desenvolveram projetos com estruturas flexíveis que possibilitava o aumento rápido quando fosse indispensável, inspirados na forma e conceitos orgânicos. O arquiteto japonês Kisho Kurokawa, foi uma das personalidades que mais se destacou com as suas obras de arquitetura modular. As principais são a torre Nakagin em Tóquio (anteriormente mencionada) e a Takara Beutilion em Osaka.

Durante a Exposição Mundial em Osaka (1970), Kisho propôs o pavilhão Takara Beutilion. Uma estrutura pré-fabricada de aço que desfrutava da possibilidade de aumentar e reduzir quando fosse necessário. A torre Nakagin (1972) é composta por uma estrutura central fixada, rodeada por um conjunto de células pré-fabricadas, que permite a articulação e combinação dos módulos. Estes podiam ser retirados e substituídos a cada 25 anos.

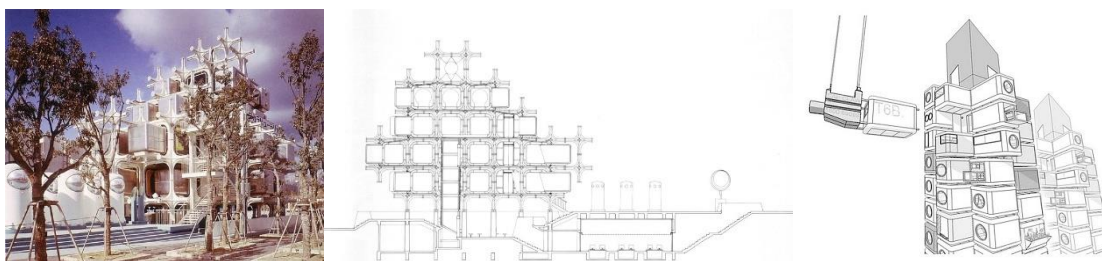


Figura 141 – Pavilhão Takara Beutilion (Bria, 2017)

Figura 142 – Desenho técnico: corte do Pavilhão Takara Beutilion (Topo y paisaje, 2019)

Figura 143 – Junção dos módulos da Torre Nakagin (Zeballos, 2011)

Atualmente, muitas empresas japonesas desenvolvem projetos à base de construção pré-fabricada. Aquela que podemos destacar é Muji. Muji é uma empresa que foca na sustentabilidade e simplicidade/minimalismo. Podemos encontrar produtos como: materiais escolares, decoração e mobiliário para casa, roupa, habitações, etc. Foi fundada em 1980 e vem crescendo exponencialmente todos os anos. Os seus negócios incluem cafés, livrarias, restaurantes, hotéis, lojas de decoração e atelier de arquitetura. Muji House cria projetos flexíveis, com espaços baseados nas necessidades do cliente. As suas estruturas vigorosas, possibilitam a modificação do interior quando seja necessário ou caso o dono decida organizar o seu espaço. Todos os projetos da marca Muji, são influenciados pelas filosofias e práticas do budismo zen, introduzido anteriormente.

A Casa Sol (yō no ie) em Isumi-City, foi projetada no ano de 2019. O seu conceito baseia-se na casa de uma só divisão, sem paredes interiores e livre de mudar a sua disposição, de acordo com as necessidades de cada um. Uma casa rasteira que permite o fácil acesso e movimento. Influenciada nas casas tradicionais rasteiras (hiraya), no qual o seu deck exterior de madeira representa os beirais suspensos (hisashi) e os corredores periféricos (engawa). Esta extensão permite usufruir a natureza, bem como o uso de vãos que ocupam grande parte da fachada. O telhado inclinado e a eliminação da laje de teto oferecem o sentimento de espaço mais amplo e vertical. (Interaction Green, 2019)



Figura 144 – Casa Sol pré-fabricada de madeira (Muji) (Redação, 2020)

Figura 145 – Deck de madeira (Redação, 2020)

Figura 146 – Interior amplo da casa (Interaction Green, 2019)

Figura 147 – Zona de estar e relação do interior com o exterior (Redação, 2020)

## Capítulo 4 – Construção sustentável

“Numa sociedade que valoriza cada vez mais o nível de eficiência e rigor do desempenho, impõe-se que se procure adotar um modelo e processo de aplicáveis aos diferentes sectores económicos de modo a que estes se possam desenvolver de modo sustentável que não conduza ao esgotamento dos recursos naturais disponíveis.”

Amado et al., (2015: 13)

A indústria da construção é uma das mais ativas mundialmente e possui um grande impacto negativo no planeta, visto que é um sector que no consome largos de recursos naturais, de energia, e de território, provocando uma elevada produção de resíduos. Nas últimas décadas, o ser humano tem tido a perceção sobre as mudanças climáticas, o que tem resultado no desenvolvimento de construções de carácter sustentável, através de métodos e técnicas que tenham menor impacto no ambiente. (Amado et al, 2015: 13)

A construção sustentável caracteriza-se pelo emprego dos objetivos e conceitos da sustentabilidade nos seus métodos de construção, de forma a criar um meio ambiente favorável. Em 1994, na Primeira Conferência Mundial sobre a Construção Sustentável, Charles Kibert apresenta os princípios básicos para a sustentabilidade na construção sustentável:

- Minimizar o consumo de recursos (conservar);
- Maximizar a reutilização de recursos (reutilização);
- Uso de recursos renováveis ou recicláveis (renovar/reciclar);
- Proteger o ambiente natural (proteger a natureza);
- Criar um ambiente saudável e não-tóxico (não-tóxicos);
- Procura de qualidade na criação do ambiente construído (qualidade)

Novos aspetos são acrescentados/modificados na projeção dos edifícios, tais como, ventilação natural, aproveitamento da luz solar (e orientação solar correta), redução do consumo de água e de energia, uso de materiais com menor impacto ambiental. Acrescentando também o uso de isolamento térmico e acústico, iluminação natural e artificial com energia elétrica eficiente, arrefecimento e aquecimento passivo, painéis solares e coberturas verdes. Estes aspetos reduzem a poluição e aperfeiçoam o conforto dos indivíduos. Se os edifícios aplicarem alguns destes conceitos (não é necessário usar todos os aspetos, caso não seja possível), poderão ser considerados sustentáveis, com maior relevância nos materiais neles utilizados.

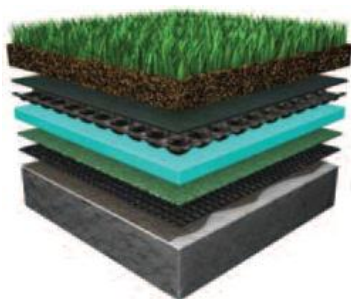


Figura 148 – Cobertura verde (Alves, 2018)



Figura 149 – Aplicação de isolamento (Ecopaint, 2019)

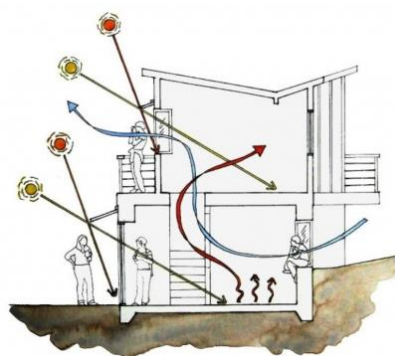


Figura 150 – Ventilação natural (Arqcoop, 2020)

Na figura 151, podemos ver os fatores mais importantes nos diferentes tipos de construção. Enquanto que na construção tradicional, a qualidade, o custo e o tempo são os fatores de competitividade, na construção sustentável “o objetivo passa pelo equilíbrio dinâmico entre fatores ambientais (qualidade de vida e qualidade do ambiente construído), fatores sociais (equidade social e herança social) e fatores económicos (desenvolvimento economicamente sustentável)”. (Bragança *et al*, 2011: 68)

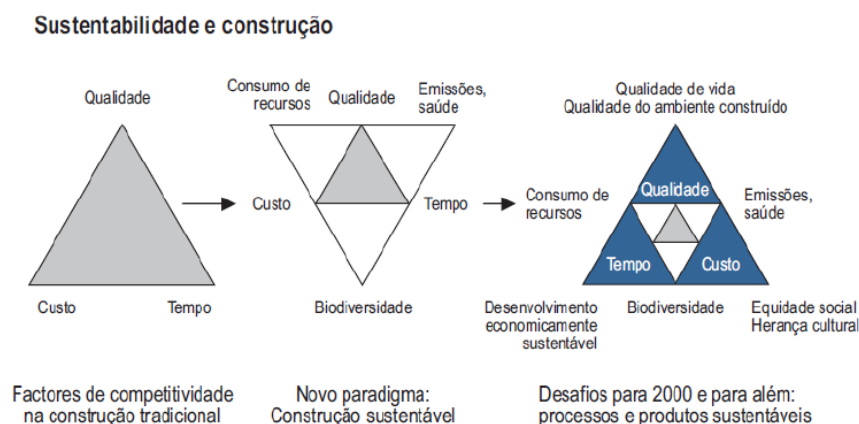


Figura 151 – Sustentabilidade e construção (Bragança, 2011)

Os princípios da construção sustentável são a base para a realização de projetos, do mesmo modo que novas soluções e práticas são inventadas ou aperfeiçoadas. Estas devem englobar as necessidades da atualidade e as necessidades do futuro.

A aplicação dos conceitos de construção sustentável tem diversos benefícios, tanto para o ser humano como para o meio ambiente: a qualidade do ar interior melhora, pois com a adaptação da sustentabilidade o ar torna-se menos poluído e naturalmente haverá menores riscos na saúde dos indivíduos; utilização de materiais com bastante durabilidade; os custos serão mais baixos, com o uso isolamento e processos de manutenção inferiores automaticamente a contas irão reduzir; aumento da eficiência energética do edifício; a redução de recursos naturais e o uso de materiais recicláveis, naturais e de origem biológica.

A escolha de uma construção modular/pré-fabricada em madeira, possibilita a prática destes conceitos sustentáveis, pois o tempo de construção é reduzido, são mais económicas, em comparação com outros materiais geram menores resíduos na sua fabricação e poderão ser reciclados no futuro.

## **Desenvolvimento sustentável**

“O século XX foi marcado por uma fase de transição ao nível económico, tecnológico e social das sociedades, refletida num conjunto de acontecimentos, como foram as duas guerras mundiais, a crise económica de 1929, a explosão demográfica do pós-guerra, a grande concentração industrial e conseqüente crescimento económico com base no carbono e consumo excessivo de recursos naturais.”

Amado et al., (2015: 14)

O conceito de desenvolvimento sustentável surge numa tentativa de preservar o ambiente e diminuir o uso de recursos naturais, de forma a que as futuras gerações possam usufruir. Este movimento provém das conseqüências do aumento demográfico, o aumento do uso de energia e de água e o progresso da tecnologia.

No ano de 1987, foi apresentado o relatório de Brundtland pela Comissão Mundial do Ambiente, que refletia sobre o conceito de desenvolvimento sustentável. Brundtland pretendia conciliar a economia, o ambiente e as questões sociais (fig.152) Apresentou medidas a serem adotadas pelos países de modo a promover o desenvolvimento sustentável:

- Limitação do crescimento populacional;
- Garantia de recursos básicos a longo prazo (água, energia e alimentos);
- Preservação da biodiversidade e dos ecossistemas;
- Diminuição do consumo de energia e promoção do uso de fontes energéticas alternativas (energia solar, eólica e geotérmica);
- Aumento da produção industrial nos países não-industrializados com base em tecnologias ecologicamente adaptadas;
- Controle da urbanização e articulação entre cidades e zonas rurais;

- Garantia das necessidades básicas às sociedades, tais como a educação, a saúde e a habitação condigna.

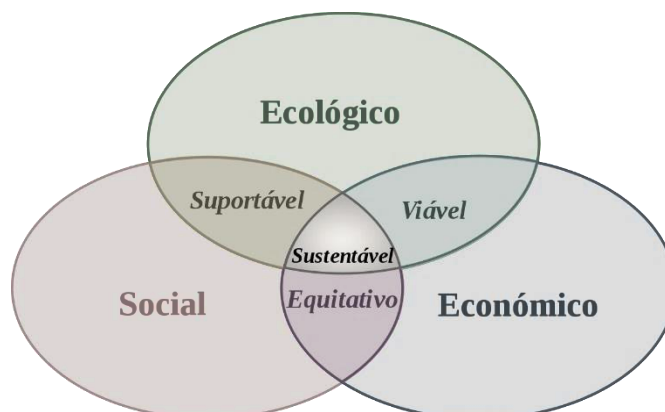


Figura 152 – Desenvolvimento sustentável (Wikipedia, 2020)

A maior parte dos edifícios em Portugal não são sustentáveis, já que os valores operacionais e a necessária manutenção e reabilitação, não fornecem um ambiente confortável e saudável para quem os ocupa, agravada pelo facto de que muitas das vezes a situação financeira do indivíduo não permite o gasto necessário para a realização de obras de melhoria no conforto da sua habitação. (Bragança et al, 2011: 70)

Os métodos de construção sustentáveis começaram a ser implementados a partir dos anos 90. No ano de 1990, foi introduzido o primeiro regulamento energético, o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios, que consistia numa “ primeira base regulamentar e pressuposto essencial à adoção de outras medidas quanto à utilização da energia nos edifícios e corresponde ao imperativo de aproximação às políticas comunitárias neste domínio, tendo em conta as especificidades da situação no nosso país.” Em 1998, foi acrescentado o regulamento relativo aos sistemas de energia e de ar condicionado (RSECE). Mais tarde (2006) estes dois regulamentos foram atualizados e é implementado o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios.

Hoje, torna-se prioridade o uso lógico de materiais sustentáveis e técnicas que foquem na sustentabilidade de um edificio e do ambiente à sua volta.

## **Práticas sustentáveis**

Como mencionado o setor da construção civil encontra-se entre aqueles que mais território consome, e como tal mais provoca impactos no ambiente, sendo, portanto, fundamental conhecer as medidas e princípios da construção sustentável, de modo a produzir ambientes ecológicos, confortáveis e saudáveis.

Para a melhor prática de sustentabilidade numa construção, temos de ter em conta o uso de recursos naturais de forma sustentável (que reduzam o impacto ambiental negativo na edificação) e soluções tecnológicas que não coloquem em causa o meio ambiente e a saúde dos indivíduos que ocupam o edifício, promovendo o conforto e qualidade de vida. Tudo começa pela planificação do projeto, que se torna uma das etapas mais importantes, pois é nesta fase que as especificações de segurança e técnicas são formuladas (onde são apontadas as práticas para a construção e design de um edifício de qualidade). As decisões feitas nesta fase irão se refletir nas restantes etapas da construção do edifício.

### **Seleção de materiais de construção**

Um aspeto importante na relação entre a construção e o impacto que tem no ambiente, manifestar-se no uso e escolha dos materiais. Estes têm impacto não só no exterior, mas também no interior, relativamente à qualidade do ar e saúde dos usuários. Devemos reduzir o consumo de recursos naturais e privilegiar aqueles que se tornam renováveis (o exemplo da madeira, que tem um impacto diminuído e é possível a reciclagem e reutilização da mesma). A escolha correta dos materiais determina o comportamento energético do edifício.

Segundo Bragança, Mateus e Gouveia (2011: 75-77), a escolha dos materiais de construção deverá compreender vários critérios, dos quais:

- Materiais com baixa energia incorporada, que corresponde à energia gasta para a produção, o transporte, a aplicação do material na construção, a manutenção do mesmo e a sua demolição. Para a diminuição do uso deste tipo de energia e reduzir o seu impacto no ambiente, é necessário optar por materiais locais, com grande durabilidade e potenciais para a reciclagem;
- Materiais certificados. Os rótulos ecológicos permitem distinguir se um produto cumpre certos requisitos ambientais face ao ciclo de vida do mesmo. Assim é possível escolher os materiais tendo em conta o preço bem como as questões sociais e ambientais;
- Maximizar a utilização de materiais com elevado potencial de reutilização e reciclagem. As novas tecnologias possibilitam que muitos materiais de construção possam ser reciclados, o que traz vantagens económicas e ambientais. O betão é um dos materiais mais difíceis de reciclar, não se torna impossível, mas o seu impacto ambiental é muito mais elevado em comparação ao uso do aço ou da madeira;

-Minimizar toxicidade do material para os seres humanos e ecossistemas. A qualidade do ar interior é influenciada pela seleção de materiais utilizados, que podem emitir certos poluentes e pôr em risco a saúde dos indivíduos.

### Sistemas passivos

O aproveitamento de recursos naturais, como o vento, o sol e iluminação natural permitem a implementação de soluções passivas, que automaticamente reduz o consumo de energia. Esta solução não beneficia apenas o ambiente como possibilita a redução dos custos.

A localização geográfica de Portugal é bastante favorável ao uso de energias renováveis, sublinhando a energia solar, pois é um dos países da Europa que mais incidência solar obtém (entre 2000 a 3000 horas anuais de sol). Este aspeto permite uma melhor climatização e iluminação natural, conforto térmico e menor consumo de energético.

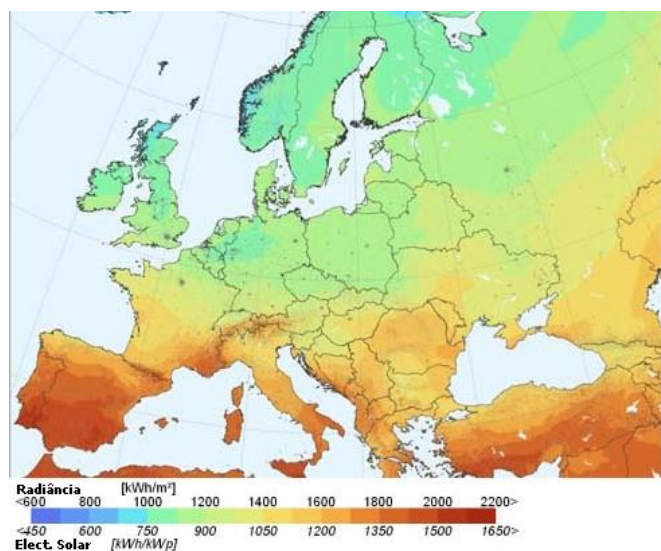


Figura 153 – Mapa Europeu de incidência solar (Eletrónica pt)

Os instrumentos utilizados nos sistemas passivos estão integrados no edifício e contribuem para o seu aquecimento natural (minimizar perdas de calor no inverno) e arrefecimento natural (minimizar ganhos de calor no verão). Mas tudo começa pelo aproveitamento das características bioclimáticas: o estudo do clima do local, a geometria solar e a exposição aos ventos influentes. (Amado *et al*, 2015: 122)

Os sistemas passivos podem dividir-se em 2 partes: sistemas passivos de aquecimentos (inverno) e sistemas passivos de arrefecimento (verão). Os primeiros caracterizam-se pela capacidade de captar e acumular o calor, sem recorrer a sistemas mecânicos. Este ganho energético pode ser direto, através da localização correta dos vãos que promovem o aquecimento dos espaços; indireto, pelo uso de sistemas que absorção de calor por meio de massa térmica (exemplo das

paredes de Trombe) ou combinado, que absorve o calor energético de forma individual, anexas ao edifício (estufas e coletores de ar). (Amado *et al*, 2015: 141-142) Em segundo lugar temos sistemas passivos de arrefecimento, que consistem nas soluções de dissipação do calor de modo a diminuir a temperatura interior, melhorando o conforto térmico interior. Podem ser obtidos através de ventilação transversal, que contribui para o arrefecimento dos espaços, arrefecimento pelo solo, no qual os espaços são arrefecidos pelo contacto com o solo (no verão o solo tem uma temperatura inferior à exterior) e restrição de ganhos solares pelo uso de protetores solares ou elementos de sombreamento. (Amado et al, 2015: 151)

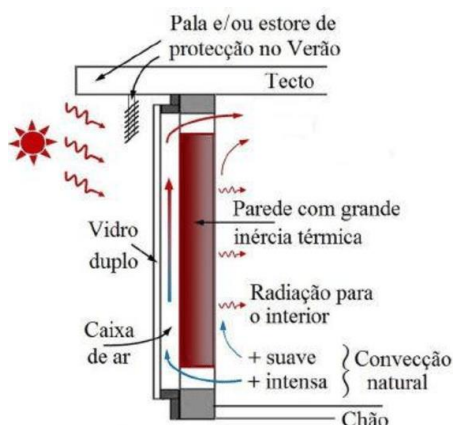


Figura 154 – Detalhe de uma parede de trombe (Liz, 2017)

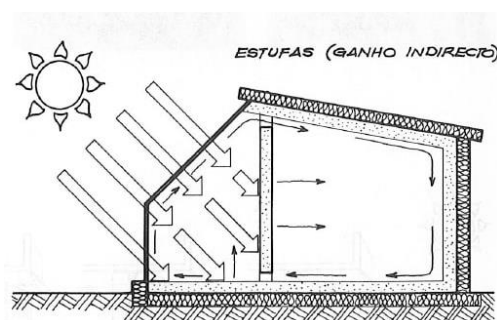


Figura 155 – Estufa (Eco passive houses)

## Sistemas de uso de água

A água é um recurso indispensável à vida do ser humano e está presente na maior parte das atividades desenvolvidas pelo próprio (habitação, agricultura, indústria, produção de energia, etc.). O consumo de água tem aumentado cada vez mais e as reservas têm diminuindo, por isso é necessário aplicar diversas soluções, como o aproveitamento da água da chuva e a reciclagem de águas cinzentas (tratamento das águas residuais para reutilização nos sanitários, regas e limpezas). (Bragança et al, 2011: 74)

## Produção de resíduos

Em Portugal, os resíduos são aqueles que provêm das “construções, demolições, reabilitações, estruturas, pavimentos e restos de limpeza de terrenos ou escavações de solo, sendo na sua maioria constituídos por argamassas, alvenarias, betão armado, vidros, madeiras, podendo ainda incluir quantidades de resíduos perigosos, como o amianto e as resinas.” Devemos evitar a produção destes resíduos e reciclar a maior quantidade possível. (Bragança et al, 2011: 78) A reciclagem de materiais reduz a pegada ecológica de cada um, possibilitando a diminuição do

impacto que estes têm sobre o meio ambiente. Este torna-se um dos pontos focais da construção sustentável.

## **Construção sustentável no Japão**

Uma das características mais marcantes da arquitetura japonesa é a ligação com a natureza. Isto verifica-se na base da arquitetura tradicional, que decorre durante séculos. Através do uso de certos materiais e organização espacial.

Segundo Angen. C (2013: 37-72), os princípios da arquitetura tradicional japonesa que contribuem com a sustentabilidade na construção são: o uso de luz natural, a ligação com a natureza através de jardins, ventilação natural, espaços flexíveis e a seleção de materiais. Estas particularidades da arquitetura japonesa podem auxiliar a arquitetura contemporânea a criar sistemas de construção mais sustentáveis.

### **Luz natural**

A luz é um dos elementos mais importantes na realização de um projeto. Através dela podemos ter uma melhor perceção do espaço, bem como a relação que o edifício tem com a posição solar. A localização permite determinar o efeito da luz no edifício e determinar quais os recursos necessários para a proteção ou absorção da luz natural. A luz solar é essencial para a criação de conforto num espaço e muda dependendo da época do ano. Um lugar com bastante luminosidade, atrai sempre mais do que um espaço escuro.

Na arquitetura tradicional japonesa, uma divisão com tatami permitia aos indivíduos se sentar em qualquer parte do espaço dependendo da quantidade de luz natural. A existência dos *shoji* (portas móveis) contribuía para controlar a incidência solar no interior do espaço. Bloqueiam o sol caso esteja bastante calor ou possibilitam a entrada de calor nos meses de inverno. O uso de portas móveis, permite uma maior flexibilidade na quantidade de aberturas para o exterior. A existência dos jardins facilita no controlo de luz natural no interior dos edifícios. No verão o sol é bloqueado pela grande vegetação e no inverno, pois as árvores e arbustos perdiam as suas folhas, a entrada de luz era superior. (Angen. C, 2013: 40-44)

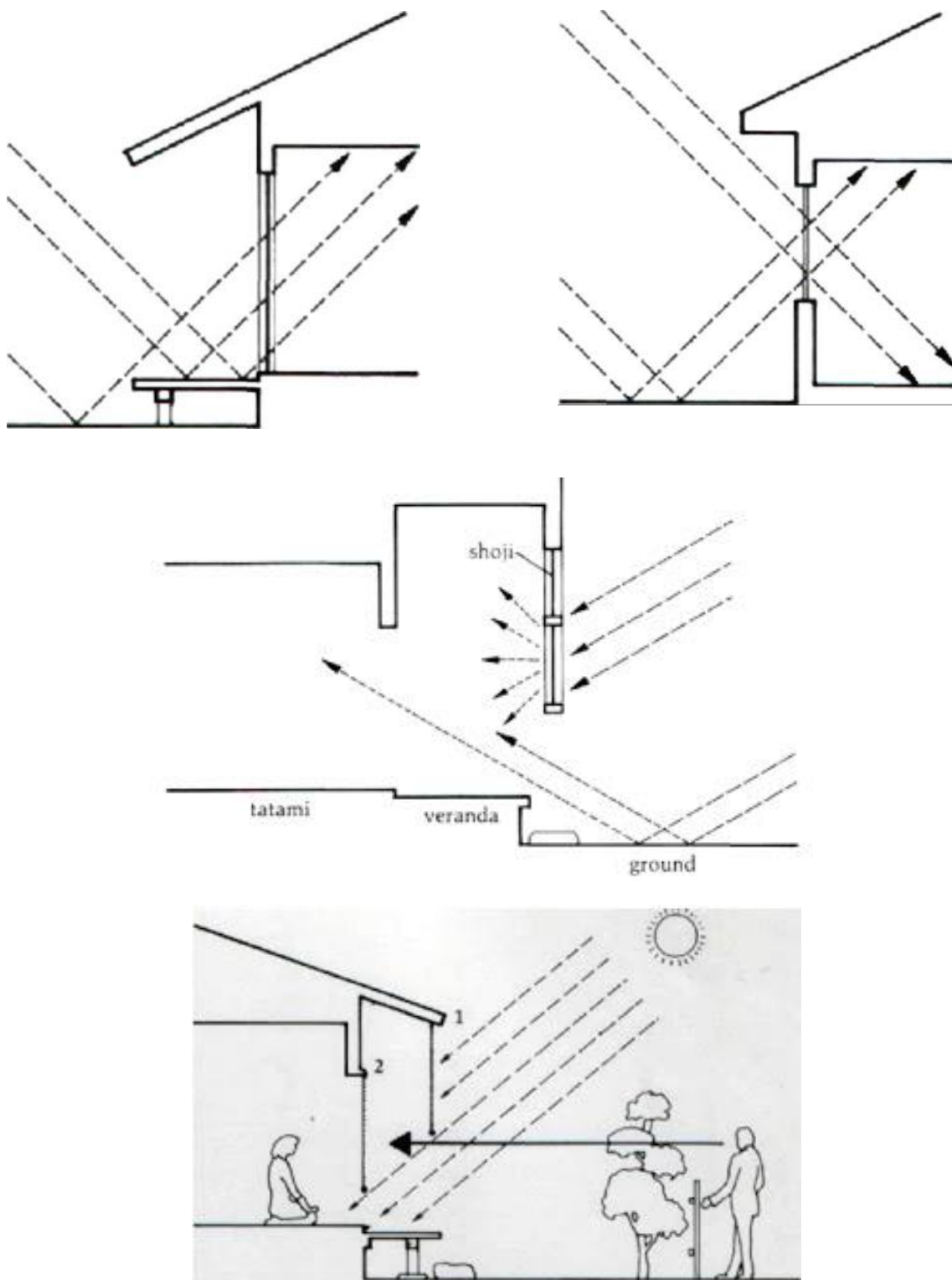


Figura 156 – Reflexão da luz numa casa tradicional japonesa (Remodeling house ideas, 2011)

Figura 157 – Reflexão da luz numa casa tradicional ocidental (Remodeling house ideas, 2011)

Figura 158 – Reflexão da luz numa sala de chá japonesa (Remodeling house ideas, 2011)

Figura 159 – Elementos de proteção numa casa tradicional japonesa (Remodeling house ideas, 2011)

## Natureza e jardins

Como foi mencionado no capítulo anterior, os jardins são dos constituintes mais importantes da arquitetura e cultura japonesa. Espaços únicos e originais que possuem um significado importante, dependendo do design de cada um.

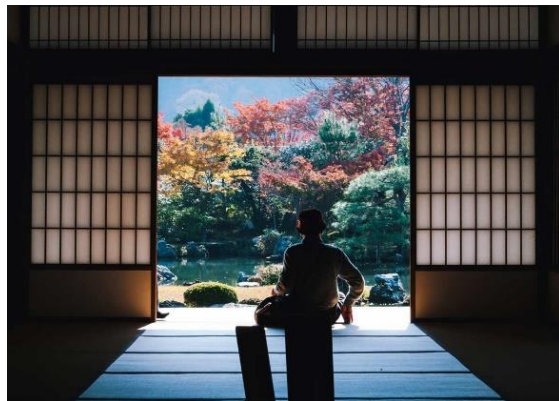


Figura 160 – Shoji, elementos de flexíveis (Larsen, 2019)

Figura 161 – Relação de uma casa japonesa com a natureza (Larsen, 2019)

Figura 162 – Pátio interior de uma casa moderna japonesa (Housedeco, 2016)

Figura 163 – Pátio interior de uma casa japonesa (Housedeco, 2016)

## Ventilação natural

Os arquitetos japoneses projetam os edifícios de forma que o ar percorra os espaços interiores. Esta particularidade auxiliava na diminuição das temperaturas no verão. A existência de jardins interiores possibilitava uma maior ventilação natural. As casas Muji são um exemplo da aplicação deste conceito. Usam sistemas passivos e têm em especial atenção ao local e ambiente em que é colocado o projeto, que influencia o design final.

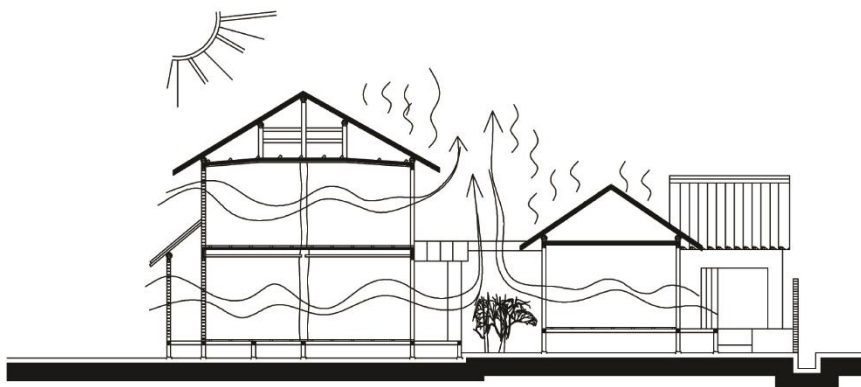


Figura 164 – Ventilação cruzada numa machiya (Baek, 2013)

Figura 165 – Pequeno pátio de uma casa japonesa (Housedeco, 2016)

Figura 166 – Pátio interior de uma casa moderna japonesa (Housedeco, 2016)

### **Espaços flexíveis**

A arquitetura tradicional japonesa é caracterizada pelos seus espaços pequenos e flexíveis. A existência de pouco mobiliário, estruturas robustas e eliminação de paredes interiores, permite que as divisões possam ser transformadas dependendo das necessidades do proprietário.



Figura 167 – Flexibilidade no interior das habitações (Asiandreams, 2012)

### **Materiais de construção**

Na arquitetura tradicional podemos ver o benefício de usar materiais naturais (como a madeira), são mais fáceis de reutilizar e reciclar, sendo esta uma característica essencial da construção sustentável. Devido a ser um material bastante durável, a madeira pode ser reutilizada várias vezes ou usada como energia. (Angen. C, 2013) A madeira é usada não só para a estrutura do edifício, mas também de forma estética.



Figura 168 – Reconstrução de uma casa japonesa (Kohtz, 2016)

Figura 169 – Interior amplo de uma casa tradicional (Kohtz, 2016)



Figura 170 – Casa contemporânea em madeira (Trendir)

Figura 171 – Vista para o pátio exterior (Trendir)

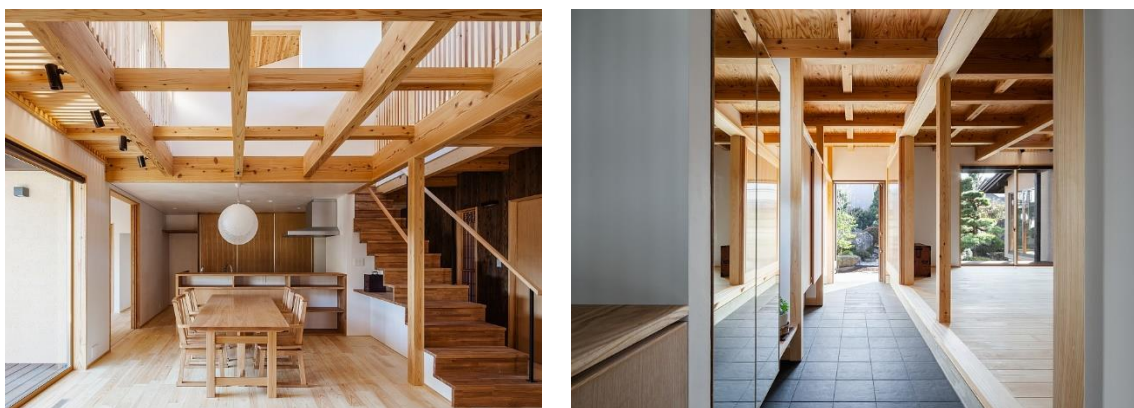


Figura 172 – Interior de uma casa contemporânea japonesa (Nothingam, 2014)

Figura 173 – Interiores amplos e simples de uma casa japonesa (Nothingam, 2014)

## Madeira

A madeira é um dos materiais mais usados desde que o Homem iniciou a sua aventura na construção de edifícios. Atualmente, é vencido pelo uso dos materiais contemporâneos: o aço, betão, etc. Apesar de que o seu uso põe em causa desflorestação, as vantagens deste material superam os restantes materiais no aspeto da sustentabilidade e desempenho. A sustentabilidade é um agente bastante importante nos dias de hoje, tal como devemos ter em consideração as consequências das nossas atividades para as gerações futuras.

Por vezes, o conceito de madeira em construção está associado a habitação de baixa qualidade, porém países como Japão e Estados Unidos da América continuam a usar a madeira como material principal. De modo que a construção modular/ pré-fabricada está a aumentar cada vez, muitos optam pelo uso de madeira por diversas razões. Em Portugal temos o exemplo dos edifícios da baixa Pombalina, construídos após o grande terramoto de 1755. Este tipo de construção denomina-se por sistema construtivo gaiola e consiste numa estrutura de madeira complementada por um preenchimento de alvenaria ou tijolo. A estrutura de madeira permitia que o edifício tivesse uma grande resistência a sismos.

A madeira tem imensas vantagens (algumas já referidas), com início na sua resistência, até ao grau de sustentabilidade. É um material leve, o que permite suportar melhor o seu peso em grandes construções. A sua resistência à condução elétrica possibilita estabilidade e segurança em certas situações de incêndio. A madeira absorve o som, logo é ideal para a construção de espaços residenciais, acrescentando que aumenta a eficiência energética, pois é um ótimo isolamento. Em relação aos outros materiais de construção a produção de CO<sub>2</sub> da madeira é mais baixa. É renovável, reciclável e biodegradável. Apesar destas vantagens o uso da madeira tem de ser bastante cauteloso nos ambientes naturais e o nível de humidade, pois se não forem devidamente tratadas para construção poderão apodrecer, deformar ou formar fendas. Ao tomar todos os cuidados necessários para o uso da madeira, podemos ter uma obra sustentável, harmoniosa e duradoura.

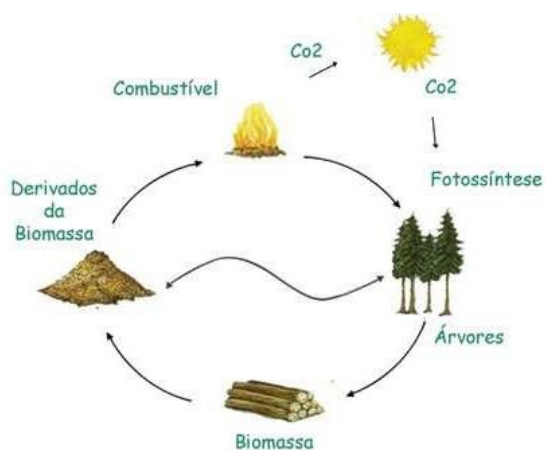


Figura 174 – Ciclo de biomassa (Silva, 2008)

Figura 175 – Construção em gaiola (NESDE ,2005)

Posto isto, a madeira é um material que evidencia características sustentáveis bastante distinguidas dos restantes recursos, realçando a sua aplicação na situação de construção sustentável.

## Madeira no Japão

O clima e a localização do arquipélago do Japão, são fatores muito importantes quando se referencia ao crescimento rápido das florestas. É um dos países desenvolvidos que possui a uma das mais densas coberturas florestais. (Anagnostou, 2018: 9) No século XIV, os japoneses inventaram uma técnica (*Daisugi*) que permite a produção de madeira sem ter a necessidade de cortar as árvores, algo parecido com o crescimento de bonsais. Foi na região de *Kitayama* que surgiu esta técnica, devido à elevada requisição de madeira e a falta de espaço de plantação na floresta. As árvores de cedro são podadas de forma extrema e especial que resulta na formação de brotos de galhos retos verticais. Os troncos verticais são geralmente usados para construção em forma de pilar, devido à sua forma reta e lisa.



Figura 176 – Daisugi (Earthly Mission)

Figura 177 – Construção a partir de troncos resultantes de Daisugi (Earthly Mission)

Figura 178 – Textura natural dos troncos de cedro (Michael, 2009)

Na arquitetura tradicional do Japão, a madeira é empregue como a principal matéria prima de construção e decoração. Estes conceitos e práticas japonesas continuam a ser implementados na arquitetura e design contemporâneo, juntamente com os materiais que mais representam a atualidade (betão, aço). A arquitetura japonesa sustenta uma grande importância na materialidade. A escolha dos materiais naturais, o uso de sombras e o enaltecimento da pátina são alguns dos detalhes que servem de base da sua arquitetura.

O conceito de Wabi-sabi e a casa de chá são grades exemplos do uso de materiais naturais e o jogo de cores que estes presenteiam, quer na funcionalidade ou na estética, e enaltecem os erros e imperfeições que estes carregam. “À medida que a composição química das células na madeira muda com o passar das décadas, as cores tornam-se mais ricas e as falhas mais pronunciadas, e por isso muitas das peças mais interessantes são encontradas entre peças usadas em estaleiros de recuperação.” (Juniper, 2003: 124)

No xintoísmo, as árvores têm um significado muito importante. Os templos desta religião estão localizados no interior das grandes florestas, pois acredita-se que são lugares sagrados, onde os deuses habitavam. (Anagnostou, 2018: 11) A profissão de carpinteiro é uma das mais antigas e mais importantes no Japão, graças à forte relação que a cultura japonesa tem com a madeira. Os seus conhecedores aperfeiçoam as técnicas antigas e educam os futuros carpinteiros.

Diversos arquitetos japoneses, adaptam as práticas da madeira nas suas construções contemporâneas, tal como Kengo Kuma. Cria um contraste entre as suas obras e as obras dos arquitetos modernistas que optam pelo uso de betão, um material que rapidamente se afasta da simplicidade.

Kuma foca no uso de materiais naturais (madeira e bambu) e a sua importância no design. Integra assim a base da arquitetura tradicional japonesa: a importância da materialidade, a relação com a natureza e jogos de luz e sombra. Como primeiro exemplo, temos o *Yusuhara* Wodden Bridge Museu em *Kochi* no Japão (Museu Ponte de Madeira *Yusuhara*). A sua estrutura é feita através de peças de madeira laminadas sobrepostas e interligadas num padrão cruzado. As vigas diminuem de comprimento e formam uma estrutura triangular.



Figura 179 – Museu Ponte de Madeira de Yusuhara (Arch20)

Figura 180 – Museu Ponte de Madeira de Yusuhara (Arch20)

Figura 181 – Museu Ponte de Madeira de Yusuhara (Arch20)

O próximo exemplo do arquiteto Kengo Kuma é a loja *Sunny Hills* em Tóquio. Segundo o arquiteto, tem a forma de um cesto de bambu e é construído a partir de um sistema denominado por *Jiigoku-Gumi* (estrutura do diabo), que se pode observar no exterior e interior do edifício. As peças verticais e cruzadas têm a mesma largura e são entrelaçadas em 30 graus.



Figura 182 – Sunny Hills de Kengo Kuma (Space Design)

Figura 183 – Sunny Hills de Kengo Kuma (Space Design)

Figura 184 – Sunny Hills de Kengo Kuma (Space Design)

Em suma, podemos afirmar que apesar do grande uso dos materiais contemporâneos, os arquitetos japoneses tentam preservar a estética tradicional do seu design e a sua cultura. A junção das práticas tradicionais e as novas tecnologias possibilitam um aprimoramento do setor de edificação, promovendo o uso de materiais naturais e a sustentabilidade.

## Projetos modulares de madeira em Portugal

Devido às alterações climáticas, empresas de construção adaptam as técnicas e conceitos de construção sustentável nos seus projetos, que salientem o conforto do ser humano e o zelo do ambiente que nos rodeia. Através das novas tecnologias é permitido avançar e melhorar todos os processos de edificação, incluindo a robótica, informação de construção digital e o uso de materiais mais leves.

Os projetos de estudo apresentados a seguir são exemplos de soluções modulares e pré-fabricadas em Portugal, com base na construção em madeira.

Em primeiro lugar está a empresa MIMA, localizada em Viana do Castelo. O projeto MIMA House baseia-se na construção de uma habitação modular, com a capacidade de alterar os seus espaços conforme o necessário/pretendido. As suas paredes interiores leves e amovíveis possibilitam a modificação do interior. No contexto exterior as fachadas são todas envidraçadas, mas se no caso o ocupante decidir minimizar a incidência solar ou exposição ao exterior, é possível executar através da adição de painéis. A flexibilidade torna-se uma das principais características deste modelo e dá liberdade espacial ao indivíduo. (MIMA, 2010)

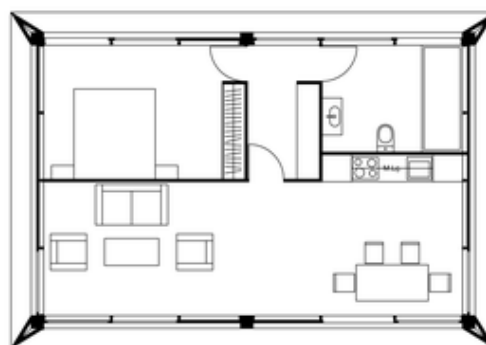
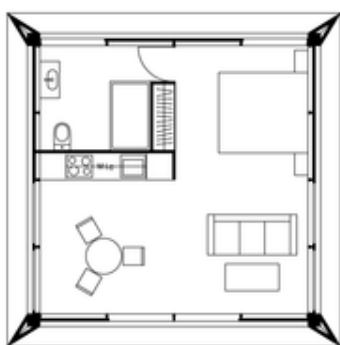


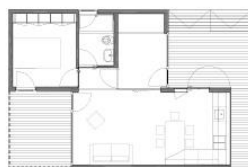
Figura 185 – Exterior da MIMA House (MIMA, 2010)

Figura 186 – Interior da MIMA House (MIMA, 2010)

Figura 187 – Planta da tipologia 1 (MIMA, 2010)

Figura 188 – Planta da tipologia 2 (MIMA, 2010)

Treehouse nasceu a partir da empresa JULAR Madeiras, que últimos 45 anos têm evoluído técnicas e soluções de construções modulares com estrutura de madeira. Esta empresa inclui uma variedade de edifícios: habitações, hotelarias, restauração, etc... No caso das habitações a escolha está entre T0 a T4. A modulação e flexibilidade permite a realização de soluções infinitas, que podem ser adaptadas ao gosto e preferência do cliente. (JULAR Madeiras, 2006)



Treehouse Riga T1+1



Treehouse Riga T2+1

Figura 189 – Treehouse Riga (JULAR Madeiras, 2010)

Figura 190 – Planta de Treehouse Riga, tipologia T1 e T2 (JULAR Madeiras, 2010)



Treehouse SW T1



Treehouse SW T2



Treehouse SW T3

Figura 191 – Treehouse SW (JULAR Madeiras, 2016)

Figura 192 – Treehouse SW (JULAR Madeiras, 2016)

Figura 193 – Planta de Treehouse SW, tipologia T1, T2 e T3 (JULAR Madeiras, 2016)

## Capítulo 5 – Proposta de projeto

Neste capítulo é proposta uma base para um projeto que aplique conceitos e conhecimentos que foram estudados e analisados nos capítulos anteriores. Este tema é escolhido devido ao aumento de discussão e interesse nesta nova forma de residir juntamente com a procura de solucionar os problemas ambientais, económicos e habitacionais que encontramos no mundo contemporâneo, em consequência à realidade das grandes cidades e crescimento mundial.

A necessidade de proteger o ambiente e reduzir uso de materiais não amigáveis, resulta na prática de sistemas construtivos sustentáveis e eficientes, e o uso de materiais naturais que promovam a execução de espaços de grande qualidade de vida. Portanto, um dos principais objetivos deste projeto será a construção com qualidade e fácil acesso financeiro, promovendo o uso de construção sustentável e os seus benefícios ambientais.

A proposta terá ênfase nos conceitos de simplicidade e flexibilidade e as habitações serão adaptáveis às necessidades dos indivíduos. É um projeto para aqueles que pretendem ou necessitam viver em espaços mais pequenos rodeados apenas pelo essencial, esquecendo a sociedade e mentalidade consumista em que vivemos, “construir o que as pessoas precisam, em vez do que pensamos que possam querer” (Anónimo).

Este projeto consiste num conjunto de módulos, criado essencialmente para estudantes/jovens adultos. O programa será composto por blocos habitacionais modulares de várias tipologias (TO e T1). Os conceitos estudados anteriormente serão incluídos, desde o sistema de construção modular e sustentável até às práticas e filosofias da arquitetura japonesa. A proposta será realizada para a possibilidade de construir em diversos lugares, com a capacidade de adaptá-lo onde for necessário sem nenhuma restrição. A aplicação de materiais naturais vai permitir a reutilização dos mesmos caso seja necessário descolocar o edifício ou inclusive a demolição e reciclagem para a construção de outro tipo de projeto (uma proposta reutilizável e flexível).

## Exemplos de apartamentos modulares

Antes demais, vou apresentar alguns exemplos deste tipo de habitação, que apresentam características de construção modular. Serão apontados os pontos positivos e negativos, caso existam. Em primeiro exemplo temos a Torre Nakagin, em Tóquio, já referida num dos capítulos anteriores. De um modo positivo, este edifício era acessível para trabalhadores e permitia a fácil substituição de blocos quando fosse necessário trocar ou tivesse algum problema. Os seus interiores eram simples e eficientes. Mas devido à falta de conhecimentos deste tipo de arquitetura, torna-se um projeto com bastante falhas. A falta de manutenção do edifício e mínimo isolamento térmico, conduziram à falta de uso e consequentemente a ruína do próprio. Na cidade de Hong Kong, o arquiteto James Law, desenvolveu um protótipo de micro apartamentos. O seu objetivo seria construir um edifício acessível para jovens que não têm possibilidades de pagar um apartamento regular, pois a cidade é conhecida pela escassez de terrenos e preços altos de propriedades imobiliárias. É um projeto alvo para os estudantes e jovens trabalhadores que não têm a possibilidade de pagar os valores enormes de aluguel exigido nos restantes imóveis da cidade. A fácil instalação permite a construção em qualquer lugar da cidade, e caso seja necessário os blocos são substituídos sem complicações. Complementa-se pelos interiores simples e eficientes, apenas o necessário para o inquilino. Embora seja um projeto com bastante potencial, o material estrutural não beneficia a sustentabilidade, pois o betão é um dos materiais que mais produz e liberta gases poluentes, bem como aquele que produz mais desperdícios sólidos.



Figura 194 – Torre Nakagin (Reddit, 2020)

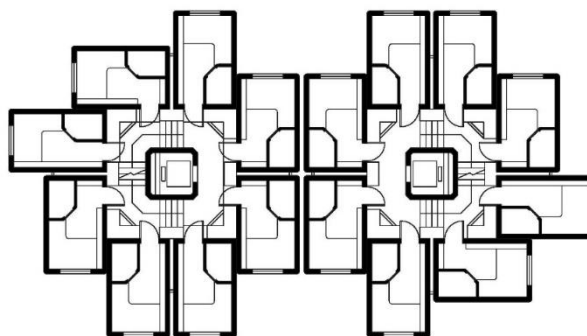


Figura 195 – Planta da Torre Nakagin (Britto, 2013)



Figura 196 – Exemplo de implantação dos módulos de betão (Block, 2018)

Figura 197 – Protótipo do módulo (Block, 2018)

Ainda no continente asiático, temos o exemplo dos Micro apartamentos Songpa, em Seoul (2015). Um projeto flexível, que possibilita a recombinação de blocos, caso seja necessário mais espaço. Espaços temporários combinados com interiores simples e o uso de janelas clesório, proporcionando uma maior quantidade de luz natural. Também inclui espaços verdes, pátios interiores e espaços públicos.



Figura 198 – Micro habitação Songpa (Saieh, 2019)

Figura 199 – Desenhos técnicos: alçados (Saieh, 2019)

Figura 200 – Desenho técnico: planta (Saieh, 2019)

Na cidade de Nova Iorque, no ano de 2016, construiu-se uma torre de apartamentos com diferentes unidades, dependendo da quantidade de inquilinos que teria cada módulo. Um projeto bastante flexível e a adaptação de móveis embutidos flexíveis. Apesar de ser uma proposta bastante aclamada, tem uma condicionante problemática no que consta a habitações sociais de baixo custo, pois apenas 22 das 55 unidades modulares que se encontram no edifício são acessíveis monetariamente. No outro lado do Atlântico, Stuart Piercy e Richard Conner, desenvolveram um projeto de micro apartamentos, que resolvem os problemas imobiliários e económicos que se estabeleceram na cidade de Londres. O edifício é acessível para jovens estudantes, trabalhadores ou quem quer viver na cidade, mas não tem grandes possibilidades monetárias. As janelas com altura de pé direito, possibilitam a entrada de grande quantidade de luz natural.



Figura 201 – Apartamentos modulares em Nova Iorque (Brake, 2016)

Figura 202 – Desenho técnico: planta (Brake, 2016)



Figura 203 – Apartamentos modulares em Londres (Drapey e Tomita, 2013)

Figura 204 – Exemplo de implantação (Drapey e Tomita, 2013)

Figura 205 – 3D de um módulo (Drapey e Tomita, 2013)

## Estrutura e materiais

A base da proposta é o módulo escolhido com área de  $18\text{m}^2$ : 3 metros de largura, 6 metros de comprimento e 3 metros de altura. Todo o projeto irá se desenvolver a partir do mesmo, que pode ser dividido ou adicionado, e cria a estrutura principal da proposta. Os módulos serão flexíveis e abrangerão todas as funções necessárias de um apartamento (neste caso vão ter a mesma função que um estúdio). Os conceitos da arquitetura japonesa poderão ser reconhecidos no interior de cada módulo, pela sua flexibilidade, simplicidade, funcionalidade e uso de cores naturais.

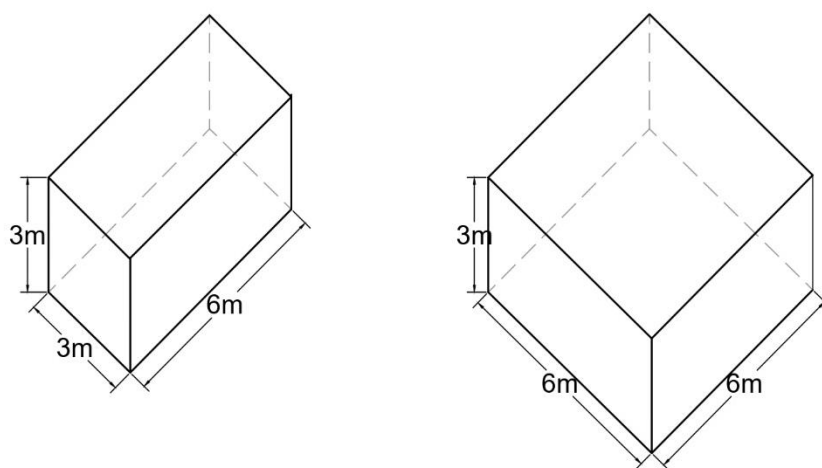


Figura 206 – Módulos (Ferreira, 2020)

Os módulos de habitação são divididos em 2 partes: o primeiro módulo (módulo base) consiste na tipologia T0; o segundo módulo consiste na tipologia T1.

De seguida foi estudado o tipo de estrutura que seria usado (ligação de pilares e vigas de cada módulo) e uma breve definição dos materiais. Como o conceito de sustentabilidade está bastante presente neste trabalho, a aplicação de materiais naturais será necessária, iniciando pela madeira. Esta estará presente em várias partes da construção dos módulos, desde a estrutura até ao revestimento. Os elementos estruturais serão forrados por painéis OSB, incluindo o isolamento através de placas de cortiça. O revestimento interior e pavimento serão feitos de madeira, excluindo as paredes interiores das instalações sanitárias, que por sua vez serão comportas por uma placa de contraplacado, o isolamento, uma placa de gesso cartonado (hidrófuga) e revestido por mosaico. Na realização de um edifício habitacional completo, a cobertura dos módulos que estarão à superfície será composta por espaços verdes, quer sejam eles acessíveis ou não. Estes elementos são essenciais para a integração de espaços sustentáveis nas zonas urbanas, no qual possibilita a produção de oxigénio e recuperação do dióxido de carbono, reduzindo assim o efeito de estufa.

O uso destes materiais e práticas, permitem reduzir o consumo energético na construção, a reciclagem de dióxido de carbono e a redução de gastos em transporte, pois podemos encontrar estes recursos com facilidade em Portugal.

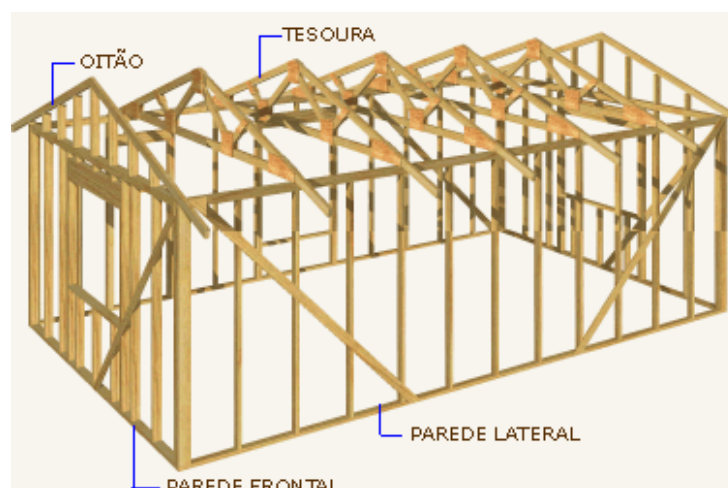
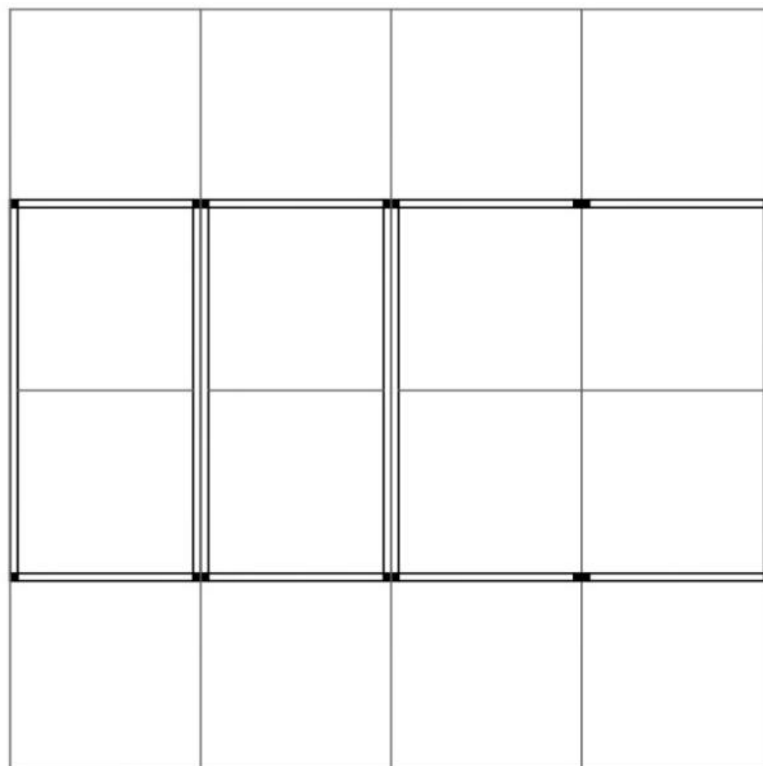


Figura 207 – Estrutura do módulo (Ferreira, 2020)

Figura 208 – Estrutura de um edifício em madeira (Usp)

## Módulos

O módulo inicial, consiste na tipologia To, com medidas de 3mx6mx3m. O minimalismo e conceito de wabi sabi estarão presentes nas suas linhas e formas geométricas simples e retas. As únicas paredes interiores deste módulo serão aquelas que dividem a instalação sanitária do restante espaço da habitação. No interior podemos encontrar duas portas de correr: a da instalação sanitária e a que encobre a zona funcional da cozinha. Estas promovem uma diminuição de uso do espaço e permitem camuflar objetos desnecessários em certas ocasiões, respetivamente. Sem eliminar a integração do ambiente.

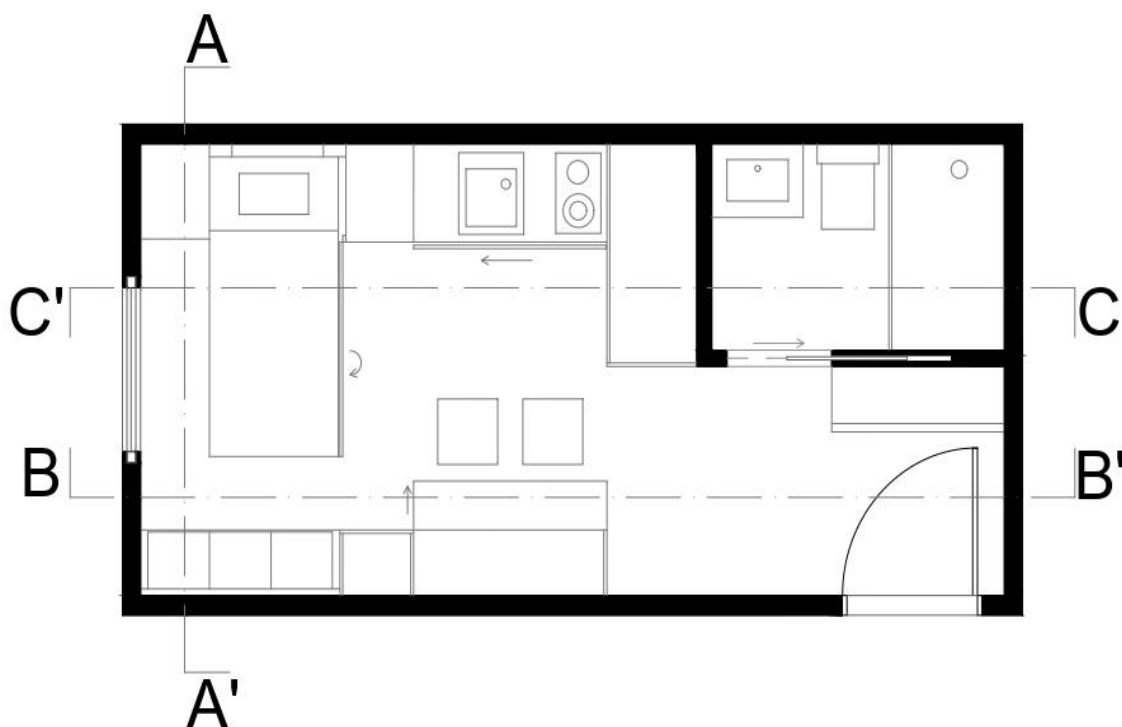


Figura 209 – Planta do módulo 1 (Ferreira, 2020)

Móveis convertíveis e embutidos farão parte do design interior do módulo. Esta estratégia permite o aproveitamento do espaço interiores, tornando-os mais amplos e pacíficos. Assim as divisões são alteradas conforme as necessidades do indivíduo. A cama de solteiro é convertível e embutida num dos lados da habitação, ou seja, tem a possibilidade de ser arrumada no momento em não seja necessário. Está incluído uma porta que permite não só esconder o sistema estrutural da cama quando está fechada, mas também dividir o espaço de dormir e o espaço de cozinha no momento em que o proprietário for descansar. Tal como a cama a mesa é convertível e flexível e pode ser escondida quando for necessário.

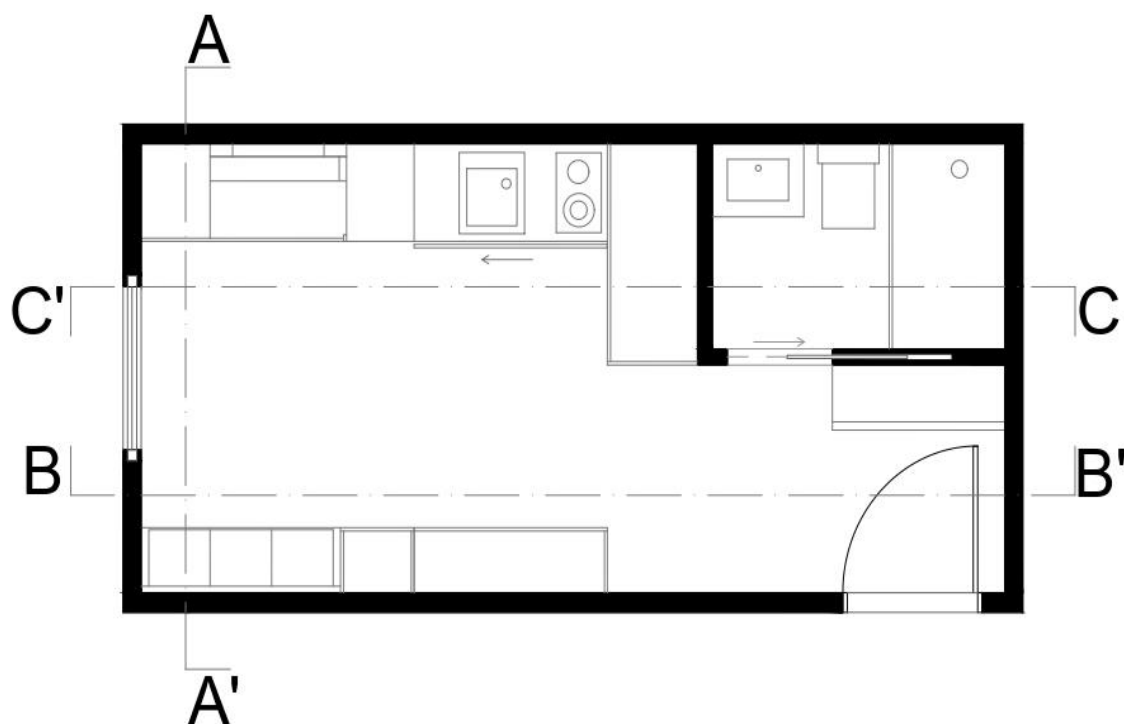


Figura 210 – Planta do módulo 1 (Ferreira, 2020)

A luz natural é um dos conceitos mais importantes num espaço habitacional e como vimos no capítulo anterior, a arquitetura japonesa usa várias técnicas e estratégias para o benefício deste simples, mas grandioso elemento. Por esta razão são incluídas janelas clestório (no topo da fachada), para possibilitar a entrada de luz natural e transformar o espaço, fornecendo uma maior qualidade de vida e conforto. Pois espaços estreitos e escuros tornam-se maliciosos para a saúde humana, seja ela física ou mental. Esta é uma das razões que devemos escolher este tipo de arquitetura para fins temporários e não de longo prazo.

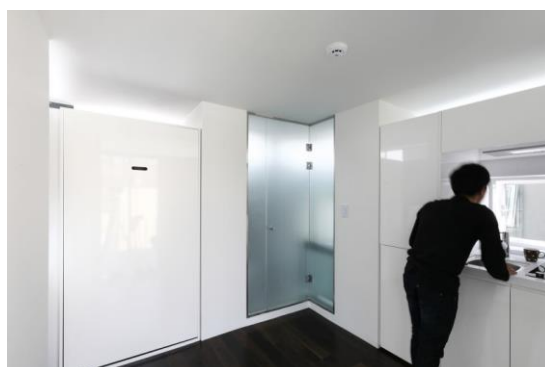
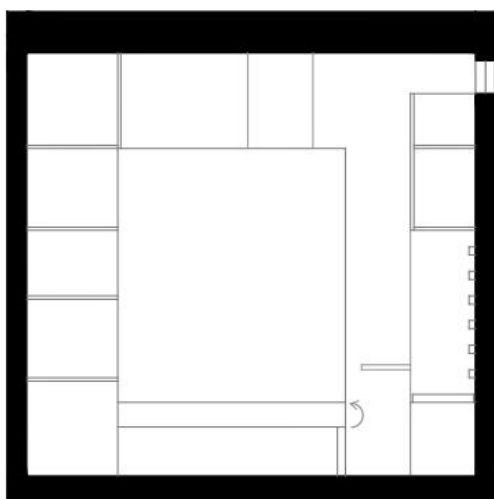


Figura 211 – Corte AA' do módulo 1 (Ferreira, 2020)

Figura 212 – Exemplo de uso de janelas clestório (Divisare, 2015)

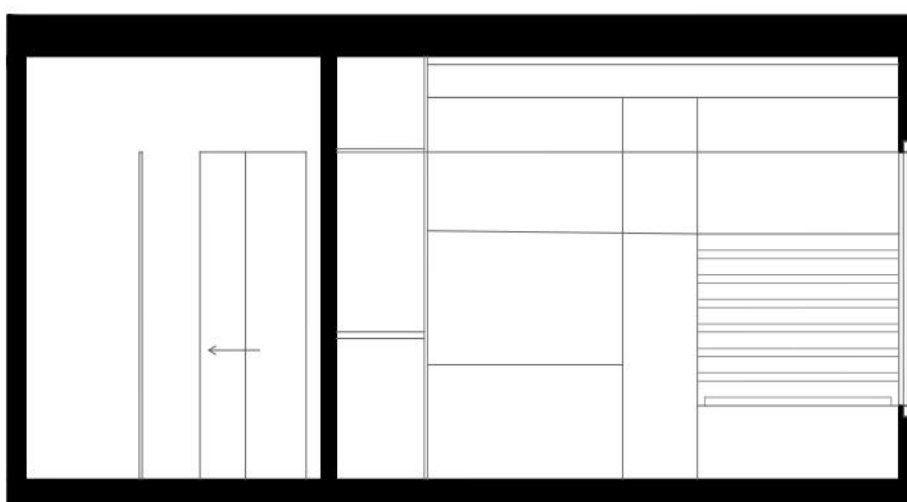
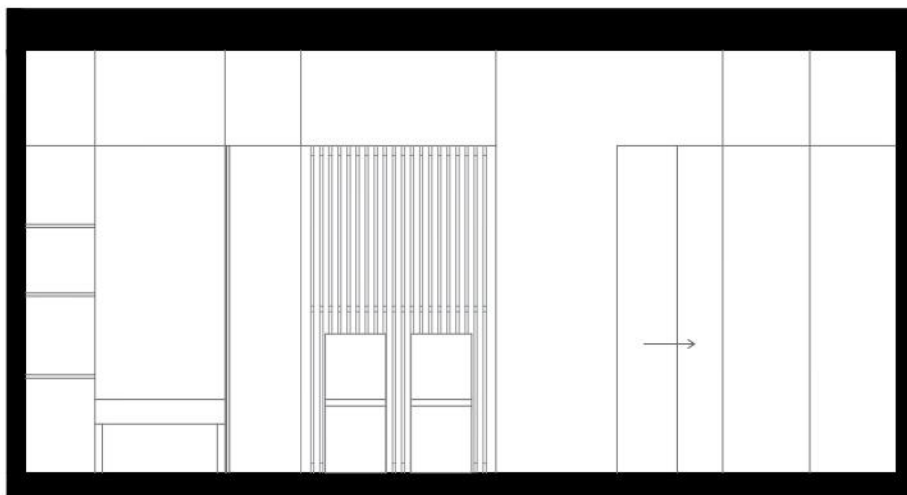


Figura 213 – Corte BB' (Ferreira, 2020)

Figura 214 – Corte CC' (Ferreira, 2020)

Figura 215 – Exemplo de camas convertíveis (Tosi, 2020)

Figura 216 – Portas de correr que permitem camuflar espaço desnecessários (Alonso, 2015)

Figura 217 – Espaço de estar (Villa Josefina, 2019)

O segundo módulo constitui a tipologia T1, com as medidas de 6mx6mx3m (duplicação de módulo base). Os conceitos encontrados no módulo anterior, também serão incluídos no T1. Este módulo é composto por um quarto separado da divisão principal. Para este efeito será usado uma porta/parede de correr, influenciada dos painéis fusuma e portas shoji da casa tradicional japonesa, que permite a noção de divisões amplas e flexíveis, bem como a privacidade. Este módulo compreende medidas para pessoas com mobilidade condicionante. O espaço interior foi estudado de forma a que permitisse um melhor conforto e adaptação aos usuários de cadeira de rodas. Assim sendo, a instalação sanitária e as alturas de armários são adaptadas e organizadas para estas condicionantes (uso de armários motorizados ou puxadores manuais).

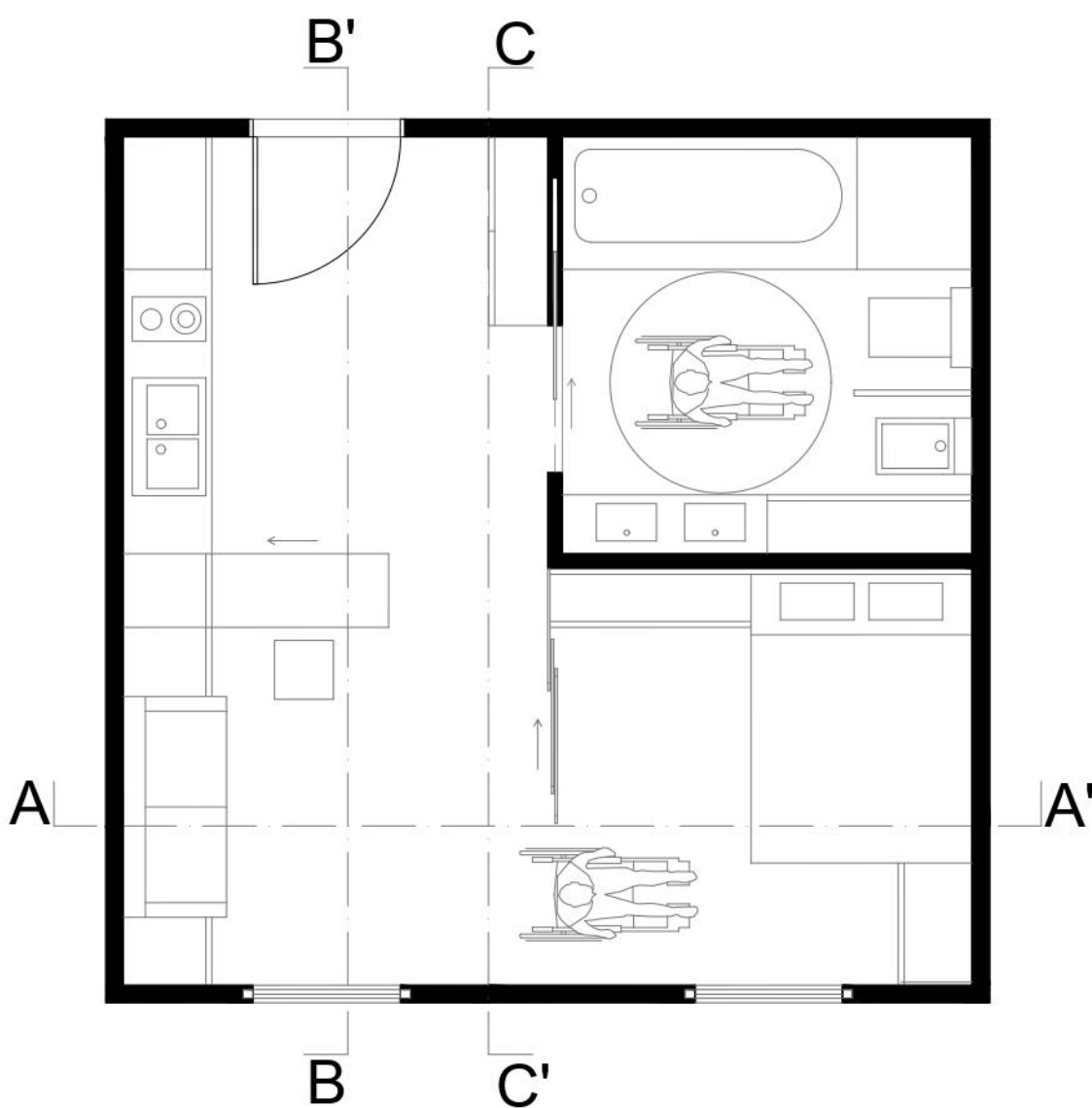


Figura 218 – Planta do módulo 2 (Ferreira, 2020)

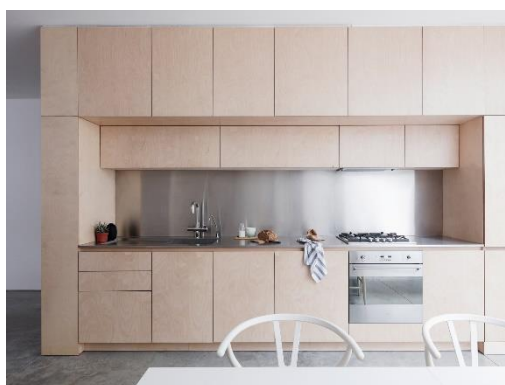
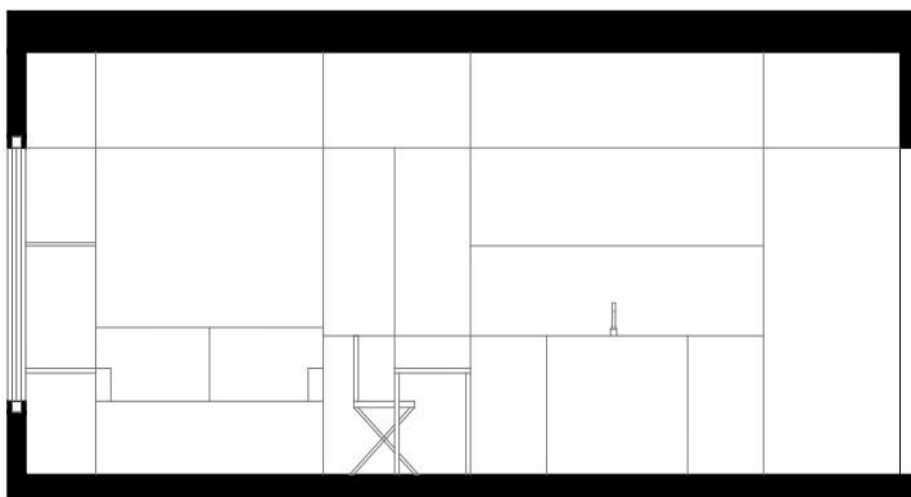
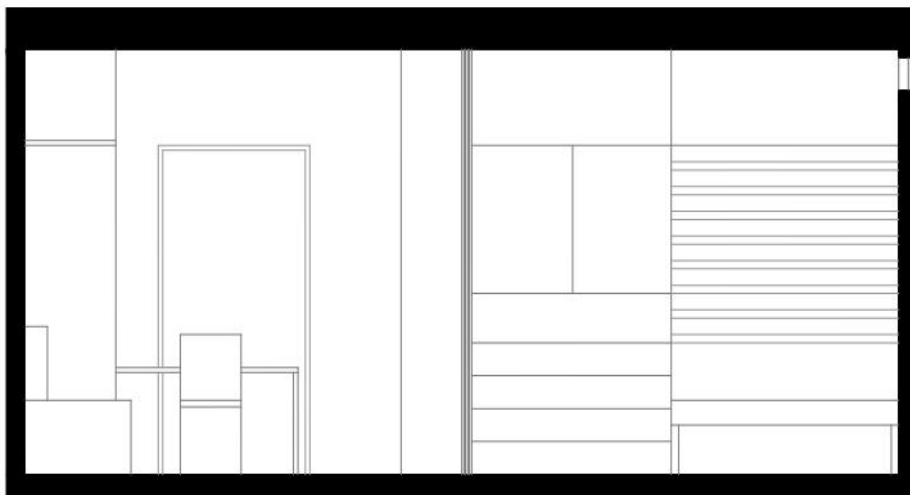


Figura 219 – Corte AA' (Ferreira, 2020)

Figura 220 – Corte BB' (Ferreira, 2020)

Figura 221 – Portas e paredes móveis e flexíveis (Wang, 2019)

Figura 222 – Cozinha minimalista (Gibson, 2017)

Figura 223 – Mesa dobrável e flexível (Hafele)

Relativamente à materialidade, opta-se pelo uso principal da madeira. Como falado anteriormente, é um material sustentável e com bastante apreço estético. Tenciona-se transmitir um ambiente harmonioso, uniforme, flexível e simples. Estes conceitos são abundantes na arquitetura japonesa e nas suas filosofias e práticas de design (budismo zen). A relação com o exterior transmite-se a partir das janelas cleftório e as janelas que ocupam um dos lados do módulo, que através de painéis/persianas de madeira poderão ser tapadas, quando assim quiser o proprietário.

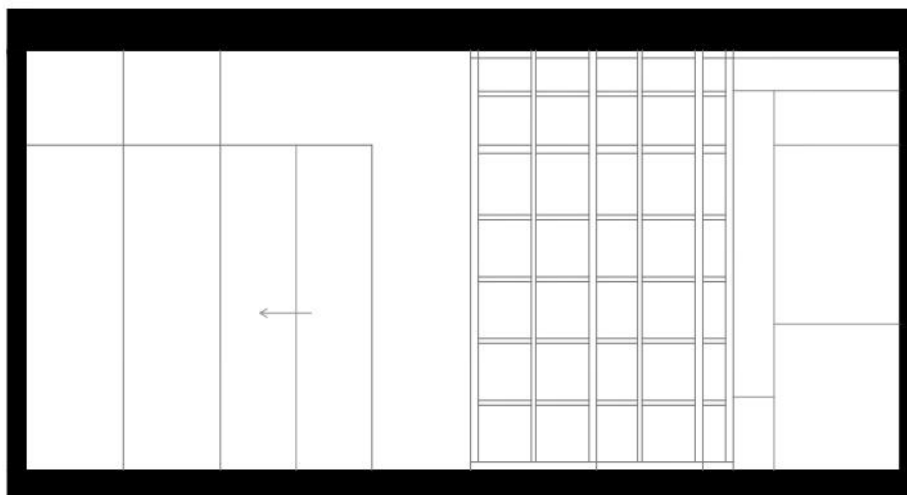


Figura 224 – Corte CC' (Ferreira, 2020)



Figura 225 – Exemplo de interior minimalista em madeira (Astbury, 2019)



Figura 226 – Exemplo de interior simples e minimalista (Levy, 2019)



Figura 227 – Exemplo de cozinha minimalista e flexível (apartamento em Seoul) (Crook,

Figura 228 – Exemplo de espaço de estar funcional (apartamento em Seoul) (Crook, 2021)

Figura 229 – Exemplo de ligação de divisões. Espaços funcionais e flexíveis (apartamento em Seoul) (Crook, 2021)

Figura 230 – Exemplo de espaço modular e multifuncional (apartamento em Melbourne) (HWD Team, 2019)

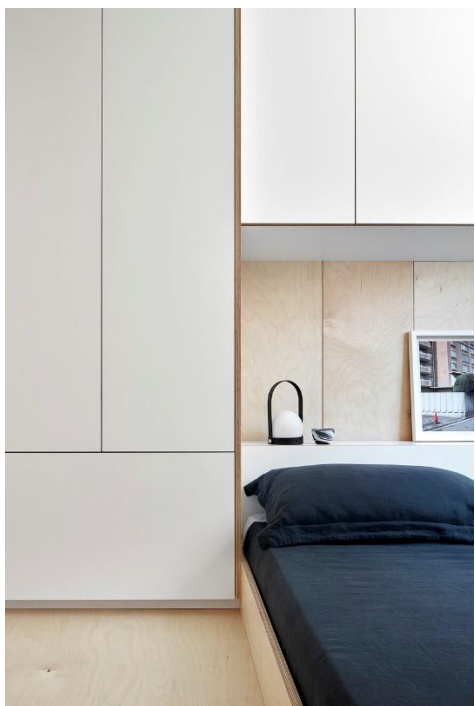


Figura 231 – Exemplo de espaço simples e multifuncional (apartamento em Melbourne) (HWD Team, 2019)

Figura 232 – Exemplo de espaço minimalista e flexível (apartamento em Melbourne) (HWD Team, 2019)

Como um dos objetivos é a possível construção deste projeto em qualquer lugar, esta proposta é uma possível aplicação e organização dos espaços interiores modulares. A formação do edifício em si dependerá das funções necessárias ou do pretendido pelo cliente, seguindo a lógica correta da malha de forma a criar um sistema construtivo flexível. A articulação de vários módulos e o uso dos conceitos base de construção sustentável e da arquitetura japonesa vão gerar a forma e detalhes do projeto.

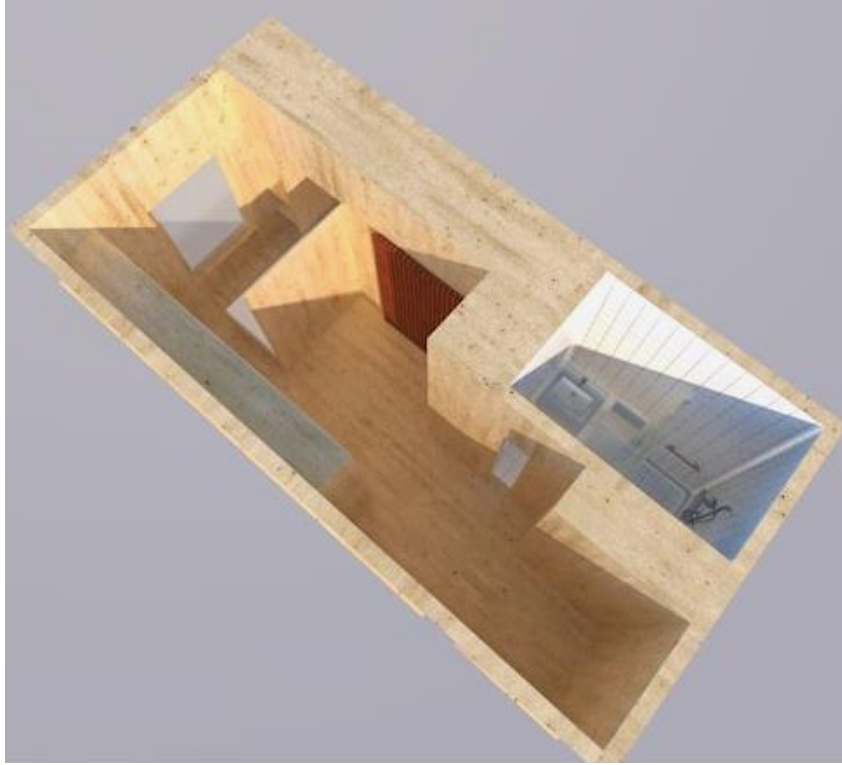


Figura 233 – 3D do módulo 1 (Ferreira, 2021)

Figura 234 – 3D do módulo 2 (Ferreira, 2021)

## Conclusão

Neste trabalho procurou-se reunir vários conhecimentos que pudessem formular uma proposta com espaços saudáveis e simples. Com o objetivo de criar habitações temporárias, flexíveis e minimalistas, de forma a solucionar a existência de aluguel limitado economicamente e em certas zonas de restrição com mais procura (centros de cidade ou espaços ao redor das universidades, por exemplo).

Iniciando pelo estudo dos conceitos e práticas da arquitetura japonesa, permitiu compreender e obter uma melhor perceção de como construir um ambiente saudável. A cultura japonesa possui uma filosofia bastante distinta da cultura ocidental, da portuguesa, pela razão de que a sua relação com natureza, com o território está sempre em primeiro plano. A introdução do budismo no Japão, levou os ideais de wabi sabi, que influenciava as pessoas a aproveitar a vida sem compulsos e parar de se preocuparem com o sucesso. “Wabi sabi is exactly about the delicate balance between the pleasure we get from things and the pleasure we get from freedom of things.” (Leonard Koren)

Com as novas tecnologias e novas técnicas, o conceito de construção modular deparou-se com uma evolução gigantesca nas últimas décadas. As suas vantagens permitem ao ser humano usufruir de um espaço habitacional com qualidade de vida. Com este raciocínio podemos afirmar que os projetos realizados no passado, não tiveram grande sucesso devido à falta de conhecimento sobre o mesmo. Mas temos de ter em atenção na criação deste tipo de projetos, pois apesar de serem bastante acessíveis e sustentáveis, o consumo rápido e desequilibrado nas cidades poderá trazer várias consequências. Logo será necessário o estudo prévio sobre o minimalismo e microarquitetura, de modo a não criar problemas urbanos no futuro, apesar deste conceito permitir resolver problemas como as situações económicas presentes nas grandes cidades por todo o mundo. Persistir na criação de espaços sustentáveis e flexíveis, através de materiais substituíveis/reutilizáveis (materiais naturais), permitindo uma experiência otimizada e saudável.

Se se comparar os dois países (Portugal e Japão), encontra-se uma grande diferença a nível de construção. Japão é o segundo país no mundo que mais usa o método de pré-fabricação. Talvez isto possa ser um exemplo de que como este modo de habitar é favorável e que as suas vantagens poderão ajudar a realidade das grandes cidades.

Com o estudo da construção sustentável, pode-se afirmar que a madeira é um material bastante acessível (encontra-se facilmente em Portugal) e que possui diversas vantagens para o uso na construção modular ou até mesmo uma construção tradicional.

Esta proposta pretende usufruir deste conceito de sustentabilidade, em termos de materiais naturais e recicláveis, e as restantes práticas/estratégias que poderão ser abordadas. Este é apenas um exemplo de como se pode empregar todos ou alguns dos conceitos descritos anteriormente, e que se deve ter em conta as necessidades de cada um. A possibilidade de criar projetos adaptáveis

e desmontáveis, permite a criação de diferentes espaços e zonas habitacionais, tornando-os em projetos versáteis e diversificados.

Sendo que este trabalho é uma base de todos estes temas, fica sugerido uma investigação profunda na realização de um projeto conceitual modular e sustentável (materiais, ideais e práticas de construção), pois é um método em desenvolvimento e abordado de forma reduzida em Portugal. A fase inicial de projeção torna-se a mais importante na construção de qualquer edifício, e um erro mínimo pode conduzir o projeto num rumo diferente do pretendido e provavelmente em algo impossível de construir.

Também se pensa ser necessário o estudo das normas e regras do sistema construtivo português, o que é essencial para a construção em qualquer lugar, algo que as condições de pandemia impediu de realizar, nomeadamente recorrer a entrevistas a gentes no terreno, que pela sua prática reflexiva, poderiam fornecer contributos importantes para alterações e modificações nas normas já que conhecem a realidade, o mercado e os problemas com que se debatem.

Concluindo, os assuntos abordados nesta dissertação poderão beneficiar e refletir sobre as atuais soluções de construção e prevenir futuros problemas ambientais, económicos e sociais. Complementando com a forma em que a construção modular e pré-fabricada poderá modificar a nossa visão na edificação, e se possível, incluir este modo habitacional nos projetos de amanhã.

## Bibliografia

Amado, Miguel. e Pinto, Alberto. e Alcafache, Ana Maria. e Ramalhete, Inês. (2015). Construção Sustentável, conceito e prática. Casal de Cambra: Caleidoscópio.

Anagnostou, G. (2018). The influence of traditional Japanese timber design and construction techniques on contemporary architecture and its relevance to modern timber construction report. Sydney, Australia: J. W. Gottstein Memorial Trust Fund.

Anagnostou, M. e Vandoros, A. (2019). Architravel. A travel guide for architecture lovers. Row House (Azuma House). Acedido 2/1/2021. <https://www.architravel.com/project/row-house-azuma-house/>

Angen, C. (2013). Concept and Technique: How Traditional Japanese Architecture can contribute to Contemporary Sustainable Design Practices. Connecticut: Environmental Studies Honors Papers. Connecticut College.

Apollo. (2007). Steps. Private House. Apollo Architecture. Acedido 3/1/2021. <https://apollo-aa.jp/architecture/steps/>

Asai Architects. (2013). House I. Acedido 2/1/2021. <http://asai-architects.com/en/house-i/>

Baldauf, A. S. F. (2004). Contribuição à implementação da coordenação modular da construção no Brasil. Porto Alegre: Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Benevolo, L. (1983). História da cidade. São Paulo, Brasil: Editora Perspetiva S.A.

Berg, N. (2017). Preparing for our prefab future. Acedido 25/01/2021. <https://archive.curbed.com/2017/10/25/16534122/prefab-homes-manufacturing-japan-vs-us>

Bragança, L. e Mateus, R. e Gouveia, M. (2011). Construção sustentável: o novo paradigma do setor de construção. Paredes divisórias: Passado, presente e futuro. (pp. 67-81). Universidade do Minho.

Bertram, N. e Fuchs, S. e Mischke, J. e Palter, R. e Strube, G. e Woetzel, J. (2019). Modular construction: from projects to products. Mc Kinsey & Company

Chan, Y. (2008). Small Environments. Contemporary design in details. Massachusetts: Rockport Publishers, Inc.

Ching, F. D. F. (1998). Arquitectura forma, espacio y orden. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

David, R. J. e Ikeno, O. (2002). The Japanese mind. Understanding contemporary Japanese culture. Vermont: Tuttle Publishing.

Designboom. (2010). Atelier bow wow: Tower machiya. Acedido 3/1/2021. <https://www.designboom.com/architecture/atelier-bow-wow-tower-machiya/>

Designboom. (2011). Atelier bow wow: Split machiya. Acedido 3/1/2021. <https://www.designboom.com/architecture/atelier-bow-wow-split-machiya/>

Designboom. (2011). Studio Velocity: Montblanc House. Acedido 3/1/2021. <https://www.designboom.com/architecture/studio-velocity-montblanc-house/>

Drapey, M. e Tomita, M. (2013). Micro apartment Precedents research: CUNY's College of Technology. Obtido em <https://cuny3510microliving.wordpress.com/2013/02/19/group5-assignment1/>

Frampton, K. (2007). Modern architecture. A critical history. London: Thames & Hudson.

Iwatate, M. e Meha, G. K. (2008). Japan Living: form and function at the cutting edge. Vermont: Tuttle Publishing.

Frearson, A. (2013). Forest House in the City by Studio Velocity. Acedido 3/1/2021. <https://www.dezeen.com/2013/09/01/forest-house-in-the-city-by-studio-velocity/>

Fujiwarramuro Architect. (2013). Casa em Goido. ArchDaily. Acedido 2/1/2021. <https://www.archdaily.com.br/br/01-110419/casa-em-goido-slash-fujiwarramuro-architects>

Fujiwarramuro Architect. (2019). Casa em Nada. ArchDaily. Acedido 2/1/2021. <https://www.archdaily.com.br/br/01-108402/casa-em-nada-slash-fujiwarramuro-architects>

Interaction Green, (2019). Muji House “Yo No Ie (Sun House)”. Model home in Isumi-city, Chiba, Japan. Zero=abundance. Acedido 5/1/2021 <https://www.interactiongreen.com/muji-house-yo-no-ie-model-home/>

Iwatate, M. e Meha, G. K. (2005). Japan Houses: ideas for 21<sup>st</sup> century living. Vermont: Tuttle Publishing.

Jular madeiras. (2006). Casas modulares Treehouse. Acedido em <https://www.jular.pt/produtos/casas-pre-fabricadas>

Juniper, A. (2003). Wabi Sabi. The Japanese art of impermanence. North Clarendon, Vermont: Tuttle Publishing.

Karpouzas, H. (2003). A casa moderna ocidental e o Japão: A influência da arquitetura tradicional japonesa na arquitetura das casas modernas ocidentais. Porto Alegre: Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Kibert, C. J. (1994). Establishing principles and a model for sustainable construction. Center for Construction and Environment, University of Florida. 3-9.

Könemann. (2014). Casas compactas. Barcelona: LOFT Publications.

- Matsumara, S. (2004). Prefabricated House-Building Systems in Japan. Internationals Holzbau-Forum.
- MIMA. (2010). MIMA House. Acedido em <https://www.mimahousing.com/mima-house>
- Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. (1990). Decreto-Lei. Diário da República n.º 31/1990. Acedido em <https://dre.pt/pesquisa/-/search/334611/details/maximized>
- Lawson, M. e Ogden, R. e Goodier, C. (2014). Design in modular construction. Florida, Estados Unidos da América: CRC Press.
- Longhurst, E. N. (2018). A little book of Japanese contentment's. Ikigai, forest bathing, wabi-sabi, and more. São Francisco, California: Chronicle Books.
- Parker, H. W. (2017). Modular for architects. Austin: BDS Thesis. University of Texas.
- Pinto, A. L. e Meireles, F. e Cambotas, M. C. (2006). História da Arte. Porto: Porto Editora.
- Pinto, R. J. S. S. (2017). Os princípios da arquitetura tradicional japonesa e os seus reflexos na contemporaneidade. Lisboa: Dissertação de Mestrado. Universidade Lusíada de Lisboa.
- Richmond, S. (2012). Micro living: learning to live large in small spaces. Auckland: Dissertação de Mestrado. Victoria University of Wellington.
- Russell, A. L. (2012). Modularity: An Interdisciplinary History of an Ordering Concept. Information & Culture. (pp 257-287).
- Smith, R. e Quale, J. D. (2017). Offsite Architecture. Constructing the Future. Nova Iorque: Rutledge.
- Studio Noa. (2011). House in Inokashira. ArchDaily. Acedido 2/1/2021. Acedido em <https://www.archdaily.com/154070/house-in-inokashira-studio-noa>
- Távora, F. (2006) Da organização do espaço. Porto: Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto Publicações.
- Young, David. & Young, Michiko. (2007). The art of Japanese architecture; Tokyo: Tuttle.