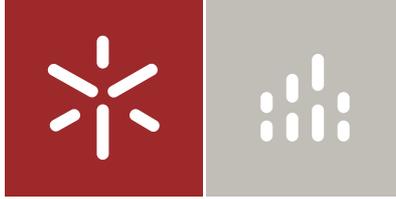


Universidade do Minho  
Escola de Arquitectura

Tiago Samuel da Costa Neto

Arquitetura Flutuante:  
Projetar uma habitação-tipo  
para um ambiente em transformação





Universidade do Minho  
Escola de Arquitectura

Tiago Samuel da Costa Neto

Arquitetura Flutuante:  
Projetar uma habitação-tipo  
para um ambiente em transformação

Dissertação de Mestrado  
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao  
Grau de Mestre em Arquitectura

Trabalho efetuado sob a orientação do  
Professor Doutor Elisiário Miranda

## DECLARAÇÃO

Nome - Tiago Samuel da Costa Neto

Endereço eletrónico - tiagoneto3@hotmail.com

Telefone - 912959337

Número do Bilhete de Identidade - 14199218

Título da tese - Arquitetura Flutuante:

Projetar uma habitação-tipo para um ambiente em transformação

Orientador - Professor Doutor Elisiário Miranda

Ano de conclusão - 2015

Designação do Mestrado - Ciclo de estudo integrados conducentes ao Grau de mestre de Arquitetura

Área de especialização - Cultura Arquitetónica

Universidade do Minho

Escola de Arquitetura

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE/TRABALHO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;

Universidade do Minho, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor Elisiário Miranda pelo acompanhamento e orientação nesta etapa importante da minha formação, esforçando-se por colocar à minha disposição o seu conhecimento e o seu tempo.

Ao professor Jorge Correia pela sua ajuda no início desta investigação e à Escola de Arquitetura da Universidade do Minho agradeço a aprendizagem que me transmitiu ao longo destes 5 anos.

Aos meus pais, irmão e avó pelo suporte e apoio, e pelo importante papel que tiveram desde sempre na minha formação enquanto pessoa e me darem a oportunidade de continuar neste trajeto. E a todos aqueles que contribuíram com o seu apoio, palavras ou sorrisos para o meu desenvolvimento, e em particular nesta fase da minha vida.

A todos, o meu sincero obrigado.



## **RESUMO**

Este Projeto Final de Mestrado pretende desenvolver uma solução de habitação-tipo seguindo as premissas da arquitetura flutuante, utilizando-a como meio de resposta ao ambiente volátil em que se insere. Reconhecendo os impactos que as alterações climáticas têm atualmente nas cidades próximas a ambientes aquáticos, a arquitetura flutuante apresenta-se como uma solução de carácter social e que garante a habitabilidade e a conservação das construções nesses ambientes em mudança.

É realizada uma análise teórica e prática sobre a arquitetura flutuante, com foco na temática da arquitetura modular e flexível como potencial método de adaptação das construções ao aumento do nível de água. Aliado a questões de mobilidade da construção e à sua autossuficiência como elemento autónomo, a habitação-tipo pretende não só fornecer segurança e condições de habitabilidade em caso de cheias mas garantir flexibilidade de construção, através da adaptação da casa às transformações constantes de uma sociedade. Isto permite que a habitação tenha a capacidade de mutação através do papel ativo do habitante na conceção e no processo de composição da casa, ao explorar questões de organização e de evolução compositivas.

Explora-se assim as qualidades de uma habitação-tipo flutuante e dos seus processos de construção e desenho enquanto soluções com capacidade para gerar uma intervenção adequada às necessidades atuais.



## **ABSTRACT**

This thesis proposes the development of a housing-type solution through the points of floating architecture and using it to respond to a volatile environment. Recognizing the impacts that climate change currently has in cities near aquatic environments, floating architecture presents itself as a social solution that can ensure the livability and conservation of buildings when the water level rises.

The aim is a theoretical and a practical analysis of floating architecture, focusing on modular and flexible architecture as a potential way to adjust houses to this water level increasing. The housing-type aims not only to provide security and living conditions, but ensure the self-sufficiency and flexibility of construction, adapting the house to the constant society's transformations. This brings to the housing the ability to adapt against changes that may occur through the active role of the inhabitant in house's design and composition process, by exploring the organization and compositional evolution.

It explores the qualities of a floating housing-type and their construction process as solution with capability to generate an intervention to the current needs in world.



**ÍNDICE**

1	1. Introdução
1	1.1 Realidade das mudanças climáticas
4	1.2 Objetivos
6	1.3 Metodologia
7	1.4 Estrutura de conteúdos
9	1.5 Enquadramento
13	1.5.1 Precursores da arquitetura transportável
15	1.5.1.2 Buckminster Fuller
19	1.5.1.3 Archigram
23	1.5.2 Manifestações contemporâneas
23	1.5.2.1 Jennifer Siegal
25	1.5.2.2 Lot-Ek
28	1.5.3 Reflexão crítica
31	2. Arquitetura flutuante
31	2.1 Viver na água
33	2.2 Tipologias de habitações flutuantes
33	2.2.1 Habitações anfíbias



37	2.2.2 Habitações de base flutuante
43	2.3 Casos de estudo
43	2.3.1 Watervilla Omval
45	2.3.2 Ijburg Waterbuurt
49	2.3.3 Floating House
51	3. Casa flutuante
51	3.1 Contextualização
53	3.2 Estandarização modular
55	3.3 Flexibilidade
61	3.4 Possibilidades compositivas
67	3.5 Capacidade adaptativa
69	3.6 Base flutuante
71	3.7 Módulo
71	3.7.1 Sistema estrutural
71	3.7.2 Sistema construtivo
71	3.7.2.1 Revestimento externo
72	3.7.2.2 Revestimento interno
73	3.8 Autossuficiência
73	3.8.1 Produção elétrica
75	3.8.2 Acesso a água potável
76	3.8.3 Eliminação de resíduos
79	3.9 Projeto final
89	4. Nota conclusiva
89	4.1 O presente e futuro da casa flutuante
91	4.2 Da casa flutuante à comunidade flutuante
95	Referências bibliográficas
101	Índice de figuras



# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 REALIDADE DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

“Aspiro a excitar as pessoas e melhorar as suas vidas. Sem essa intenção não seria possível criar a arquitetura com conteúdo e fazer um serviço à sociedade ao mesmo tempo.”  
Shigeru Ban<sup>1</sup>

Como arquiteto existe sempre o desejo de melhorar a vida da população. Este foi aliás o ponto de partida para o trabalho, que parte da vontade de dar um contributo aos incidentes que afetarão o mundo e a sociedade. “A arquitetura é na realidade colocada dentro de um contexto altamente volátil”<sup>2</sup> de acontecimentos aleatórios e globais e deve saber responder a eles. “A arquitetura pode funcionar como catalisador de mudança”<sup>3</sup> e fornecer as soluções para ajudar as pessoas e oferecer abrigo, mesmo em condições desfavoráveis.

As alterações climáticas estão a ter impacto no mundo e o constante aumento do nível de água requer uma resposta atempada. É necessário a criação de uma solução arquitetónica sustentável que reúna o mínimo de dignidade e condições de habitabilidade, sem esquecer

1 Apud VILLAFRANCA, D., *Expertos al rescate*, 2014. <http://lifestyle.americaeconomia.com/articulos/expertos-al-rescate-arquitectura-de-emergencia-despues-de-las-catastrofes>

2 SCHMIDT III, R., *What is the meaning of adaptability in the building industry?*, 2010, p.8

3 ANDERSON, L., *Amphibious architecture*, 2014, p.18

as mudanças da sociedade atual. “A arquitetura pode ser entendida como evidência da necessidade de preservação da vida humana relativamente às alterações climáticas.”<sup>4</sup> E desenvolver um projeto adequado a todas as constantes alterações e acontecimentos é um desafio que interessa responder.

Como é que a arquitetura se vai adaptar às alterações climáticas e proporcionar habitações seguras e eficazes? Como é que a arquitetura poderá oferecer novas alternativas?

Mais do que defender, uma das estratégias que deve ser adotada é o ataque ao aumento do nível de água em todo o mundo. Aceitar o aumento desse nível e construir soluções que usem o problema para fornecer uma alternativa para as pessoas dessas áreas, ao contrário de as assumir como áreas a evitar.

Reconhecendo as vantagens da arquitetura flutuante e transportável, esta apresenta-se como uma solução viável, barata e sustentável para um problema atual e futuro. Isto permite trazer para a arquitetura a capacidade de interagir com ambientes em transformação, mas também garantir que ela própria seja capaz de se adaptar a transformações que possam acontecer. Através do papel ativo na conceção e processo de composição da casa por parte de cada um dos seus utilizadores é possível dar liberdade de escolha na organização e apropriação da sua habitação. Explora-se assim as qualidades de uma arquitetura dinâmica, que garante a habitabilidade e conservação das construções durante todo o ano.

“A oportunidade de inventar e explorar novas formalizações e conceitos, (...) revelam (...) um pensamento reflexivo, baseado em aprendizagens e experiências passadas que são aprofundadas e readaptadas à realidade presente e futura, utilizando a história para fazer história.”<sup>5</sup> É feita uma análise teórica sobre as principais problemáticas das construções transportáveis, desde a sua evolução até aos dias atuais. Perceber as suas influências e as práticas recorrentes e adequá-las à execução do projeto. Esta execução deve estar assente em critérios de simplicidade construtiva e formal, funcionalidade, rapidez de construção e na

4 ZIEBELL, A., *Arquitectura de emergência*, 2010, p.21

5 MENESES, N., *Arquitectura(s) nómada(s)*, 2007, p.113

exploração das questões de evolução compositiva dessas mesmas unidades modulares.

Este projeto final de Mestrado pretende desenvolver uma arquitetura que seja adaptável às transformações de uma sociedade e ao ambiente volátil em que esta se insere. Avançar uma análise prática sobre a arquitetura flutuante, com foco na temática da arquitetura modular e flexível como potencial método de adaptação das construções ao aumento do nível de água. Aliado a questões de mobilidade da construção e à sua autossuficiência como elemento autónomo, a habitação pretende não só fornecer segurança em caso de cheias, mas garantir a sua flexibilidade e possibilitar a transformação da casa para uma sociedade em mudança. Através da habitação flutuante pretende-se desenvolver processos de construção e desenho que servirão de atuação para situações semelhantes.

O desenvolvimento desta arquitetura flutuante e adaptável é crucial para o papel da construção e planeamento moderno nesta nova abordagem: encontrar maneiras de viver na água. Esta é alias a concretização do desejo do Homem de domesticar a paisagem aquática, tornando-a habitável.<sup>6</sup>

6 Idem, *Arquitectura(s) nómada(s)*, p.153

## 1.2 OBJETIVOS

Este projeto final de Mestrado tem como objetivo fundamental o desenho de uma proposta de habitação-tipo flutuante como potencial método de resposta às alterações climáticas nas zonas com maior potencial de inundação. Para tal propõe-se a integração da habitação-tipo flutuante no ambiente pretendido, aproveitando as influências e práticas recorrentes das construções transportáveis para que sejam utilizadas como metodologia de construção.

Para além de privilegiar a liberdade de deslocação, característica indispensável para a construção poder responder às exigências do contexto, deve-se também perceber as extensões e limitações de uma arquitetura flutuante. Um novo problema será tido em consideração: como construir na água e ter um entendimento das possibilidades físicas que o edifício pode assumir, em relação ao sistema construtivo e ao método produtivo utilizado, bem como ao sistema de flutuação preconizado. Para isto ser possível é necessário abordar objetivos específicos: o estudo de casos de índole semelhante, a análise de diferentes tipos de construção flutuante e as implicações das alterações climáticas na construção. Analisar as construções transportáveis como metodologia de construção do projeto e focar a temática da arquitetura modular e flexível como premissa para garantir a possibilidade de transformação e adaptação das construções.

Faz ainda parte dos objetivos a exploração da organização compositiva e evolutiva da habitação-tipo de acordo com cada utilizador, que se torna parte integrante de todo o processo de conceção, e a sustentabilidade e autossuficiência da habitação, através da produção de energia e fornecimento de água pelo aproveitamento dos recursos renováveis e disponíveis.

No entanto, o objetivo geral deste trabalho não passa apenas pela delimitação ao desenvolvimento de uma habitação-tipo, mas sim pelo abrir de possibilidades e pela reflexão sobre a viabilidade das estruturas flutuantes como plataformas de segurança para comunidades em áreas de grande vulnerabilidade, através de um conjunto de orientações para futuras investigações.

Em resumo, este projeto final de Mestrado passou por desenvolver uma solução de habitação-tipo flutuante e autossuficiente para uma pessoa/família, seguindo as premissas da arquitetura adaptável e modular como potencial meio de resposta ao aumento do nível da água dos oceanos. Uma solução de estrutura simples, de rápida e fácil construção e de baixo custo, capaz de fornecer segurança e abrigo a qualquer alteração do ambiente e onde a flexibilidade compositiva é abordada como método de experimentação formal.

### 1.3 METODOLOGIA

O desenvolvimento deste projeto final de Mestrado passou por um período de investigação dirigido à arquitetura flutuante como possível resposta a um ambiente em transformação.

Numa primeira fase, a investigação passou por uma pesquisa sobre a evolução da arquitetura como objeto de resposta às necessidades da sociedade. Desde a exploração da máquina e a introdução do sistema de pré-fabricação, passando pela exploração da tecnologia e de novos materiais para uma sociedade com novos horizontes e novas ideias, até à compreensão das exigências atuais da arquitetura e consequente análise dos processos introduzidos para que possam ser metodologicamente utilizados.

Através de uma recolha e análise dos casos que se têm projetado nos últimos anos, é feita uma reflexão e crítica das origens desta problemática e das diversas condicionantes que enfrentam, particularmente dos sistemas de base e dos mecanismos de conexão entre estruturas para a resposta eficaz à instabilidade das construções. Este entendimento dos exemplos analisados serve como ponto de partida para uma terceira fase de desenvolvimento do projeto arquitetónico até à escala do pormenor. Incide nas questões modulares e de flexibilidade como mecanismos de construção de uma habitação flutuante e explora as questões de evolução compositiva das unidades modulares.

O trabalho termina com a reflexão sobre a solução encontrada, expressa nas conclusões do mesmo, e onde é possível perceber a viabilidade das estruturas flutuantes como plataformas de segurança, para além de elaborar um conjunto de orientações para futuras investigações, nomeadamente na criação de comunidades e cidades para áreas vulneráveis.

#### 1.4 ESTRUTURA DE CONTEÚDOS

O presente trabalho desenvolve-se em quatro partes, que se complementam e respondem às problemáticas levantadas. A primeira parte - Introdução - enquadra a parte introdutória e teórica sobre o desenvolvimento da arquitetura abordada e engloba as referências para o desenvolvimento do tema e a estruturação do trabalho. O tema é enquadrado por 3 subcapítulos que abordam a evolução da arquitetura como estratégia de resposta às necessidades da sociedade, desde a era da máquina e da arquitetura transportável até ao desenvolvimento contemporâneo e as suas novas necessidades.

Na segunda parte - Arquitetura flutuante - pretende-se suportar a base teórica essencial ao desenvolvimento da proposta final. Composta por 3 subcapítulos, explora-se a superfície aquática para construção e caracteriza-se as diferentes tipologias e os seus diversos condicionalismos, para além de analisar alguns objetos de estudo, referências importantes da arquitetura nas vertentes necessárias para a realização do projeto.

A terceira parte - Casa flutuante - corresponde à aplicação prática dos conhecimentos adquiridos nos capítulos anteriores. Aborda o projeto de arquitetura desde a sua fase inicial até à escala do pormenor.

A quarta e última parte - Nota conclusiva - apresenta as considerações finais e a análise dos resultados alcançados. Avalia a construção de uma cidade/comunidade como resposta ao aumento do nível de água e como solução futura viável.



1. Cheias em Reguengo do Alviela, Portugal, 2014



2. Cheias após tsunami, Japão, 2011

## 1.5 ENQUADRAMENTO

Ao longo das últimas décadas a influência das alterações climáticas tem contribuindo para a mudança do nível do mar na maioria das regiões do globo e será ainda mais visível em todo o século XXI. Segundo o Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), de 2013, o nível do mar aumentou aproximadamente 3 milímetros por ano entre 1996 e 2006. No entanto o ritmo está a acelerar, prevendo-se um aumento entre 26 e 82 centímetros até 2100.<sup>7</sup> Este aumento deve-se às alterações climáticas que tem vindo a acontecer, provocando o degelo dos glaciares nas regiões polares.

Os progressos futuros podem ser imprevisíveis ou difíceis de controlar e a inexistência de estratégias de mitigação<sup>8</sup> acaba por resultar em migrações. É imperativo à arquitetura perceber que o mundo está a mudar e é importante reagir a estas situações, sendo necessário encontrar soluções através de mecanismos baratos e adaptáveis, orientados para garantir a habitabilidade em todas as estações do ano. Pensar em edifícios que são especificamente desenhados para se adaptar ao ambiente, automaticamente ou através de intervenção humana.<sup>9</sup>

Torna-se importante pensar numa metodologia de resposta às alterações futuras e a retirada planeada pode ser uma das respostas, no entanto implica “uma alteração profunda no dia-a-dia e modo de vida das populações afetadas.”<sup>10</sup> Uma solução eficaz para garantir a permanência das pessoas nestes locais de maior vulnerabilidade é a arquitetura flutuante. A arquitetura flutuante - se móvel - dá ao utilizador a liberdade de decidir quando se quer deslocar, sem estar sujeito a fatores externos. A arquitetura adquire aqui um caráter social e pode proporcionar soluções a longo prazo para o aumento do nível de água.<sup>11</sup> Esta estratégia de adaptação de caráter flexível é benéfica e fornece abrigo e segurança em situações de incerteza das alterações climáticas e de grande vulnerabilidade.

7 CHURCH. J. et al., *Sea level change*, 2013, p.1184

8 Segundo Williams (2009, p.20) mitigação corresponde à primeira linha de defesa contra as alterações climáticas. Consoante as estratégias de mitigação que são aplicadas é possível atenuar os impactos do aumento do nível de água nas habitações. Podem ser aplicadas em situações individuais, em pequenos aglomerados ou em cidades. Quanto mais profunda as alterações efetuadas, maior é a eficácia da solução.

9 SCHNADELBACH, H., *Adaptive architecture*, 2010, p.1

10 OLIVEIRA, M., “Retirada planeada” de áreas edificadas em zonas costeiras de elevado risco, 2013, p.56

11 WILLIAMS, E., *Aquacture*, 2009, p.11

A necessidade de exploração deste tema deve-se não só a questões climáticas mas também a questões demográficas. Metade da população global já se encontra em grandes regiões sobrepovoadas do mundo.<sup>12</sup> O crescente deslocamento da população para as cidades e a construção sem regra leva ao aumento da taxa de urbanização. A alteração das condições ambientais expõe as comunidades e os aglomerados próximos de zonas de elevado risco. O aumento da população e a escassez de espaços impede uma resposta adequada a estes impactos e é inevitável encontrar novas soluções, onde a água será uma das soluções mais imediatas. É a oportunidade de tirar partido da relação entre a terra e a água.<sup>13</sup>

A casa flutuante ou com a possibilidade de flutuar é uma estratégia de mitigação viável. Um pouco por todo o Mundo já existem casos deste tipo de habitação aplicado a cenários críticos de cheias. Construções de várias tipologias e adequadas às necessidades de intervenção, e onde a Holanda surge como exemplo na resposta a estes cenários. Destacam-se o projeto de Maasbommel<sup>14</sup>, a comunidade de IJburg<sup>15</sup> ou construções individuais como a casa de Omval.<sup>16</sup>

Muitas outras soluções de cariz mais precário estão associadas a países em desenvolvimento que apresentam grandes níveis de pobreza e por isso incapazes de encontrar soluções compatíveis para proporcionar um abrigo a longo termo<sup>17</sup> para todo o tipo de famílias e necessidades. Algumas cidades com maiores recursos monetários apresentam outra abordagem a estas alterações, ao reclamar terreno ao mar como por exemplo o Dubai, “famoso pelas suas duas ilhas artificiais, uma com a forma de (...) palmeira e outra como um mapa do mundo.”<sup>18</sup> Estes casos podem-se afirmar como exemplos de estratégias de ataque à subida do nível de água ao criarem novas extensões de superfície terrestre. Mas são estratégias de atuação de duração relativamente curta, pois as ilhas necessitarão de processos de defesa, tal como é visível em outras partes do mundo e que foram o ponto de partida para o projeto.

12 UNHRP, *Monitoring housing rights*, 2003, p.2

13 Apud FENUTA, E., *Amphibious architectures*, 2010, p.1

14 Consultar capítulo 2.3

15 Consultar capítulo 2.3.2

16 Consultar capítulo 2.3.1

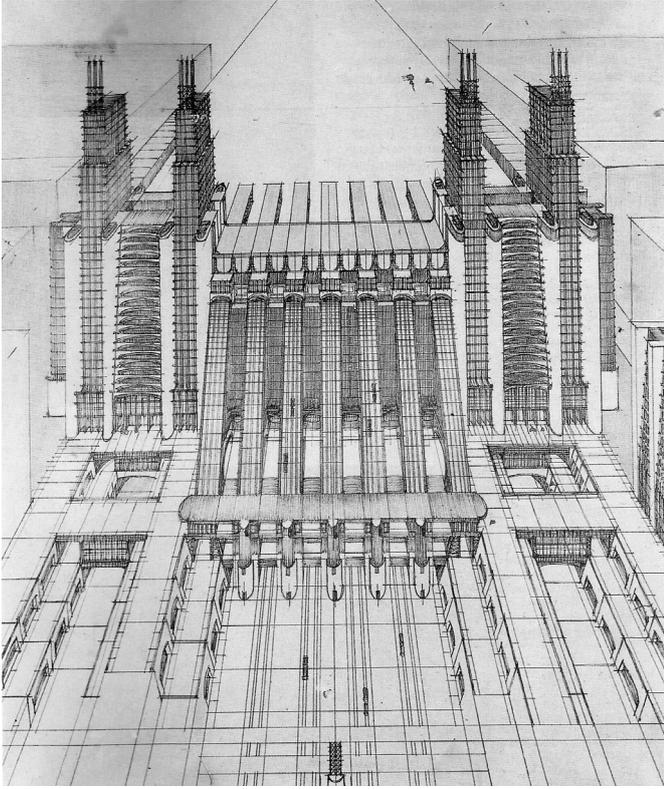
17 Consultar nota 11

18 ACHARYA, L., *Flexible architecture for the dynamic societies*, 2013, p.57

A casa flutuante é, primeiramente, um projeto de arquitetura para um edifício transportável. No entanto, ao invés de utilizar um elemento que auxilie o seu transporte, é o próprio ambiente em que lhe dá o caráter móvel. Devido às suas particularidades, o edifício é capaz de se movimentar para responder à instabilidade da superfície e garantir abrigo em situações de emergência.

Esta mobilidade na arquitetura “surge ao longo do Movimento Moderno, motivada como pretexto para revolucionar o espaço habitacional”<sup>19</sup> através de maquinização. Nesses tempos assistia-se a uma transição, uma época marcada pela modernidade, a casa procurava um nomadismo ajudado por toda a nova tecnologia e maquinaria, que aliada à produção estandardizada contribuíram para a mobilidade emergir nas ideias do quotidiano.

É neste contexto que uma análise mais atenta às respostas e referências passadas se torna fundamental para que se possa enquadrar a habitação flutuante enquanto solução de resposta às necessidades atuais. Uma intervenção viável, adaptável e capaz de gerar abrigo num ambiente desfavorável.



3. Proposta de *La Città Nuova*, Antonio Sant'Elia, 1913-14



4. Final do processo de produção em série do Ford *Model T*, Henry Ford, 1913

### 1.5.1. PRECURSORES DA ARQUITETURA TRANSPORTÁVEL

“Nós já não acreditamos no monumental, no pesado e estático, [...] temos de inventar e recriar ex novo a nossa cidade moderna como um imenso e tumultuoso estaleiro, ativo, móvel, e sempre dinâmico, e o edifício moderno como uma máquina gigante.”<sup>20</sup>

O início do século XX foi caracterizado como um período de exaltação das virtudes da máquina, resultado das invenções do século anterior e expresso arquitetonicamente por Sant'Elia e pelos futuristas. Introduz-se o processo de produção em série, popularizado pelo modelo T da Ford, que revolucionou a indústria automóvel e outras áreas distintas. A repetição em grande número permitia diminuir o preço dos produtos e responder ao aumento de consumo, contribuindo para o uso exponencial do automóvel como principal meio de transporte. A disseminação da standardização, complementada com esta evolução óbvia do transporte, parecia a resposta mais adequada a uma arquitetura da era da máquina.<sup>21</sup>

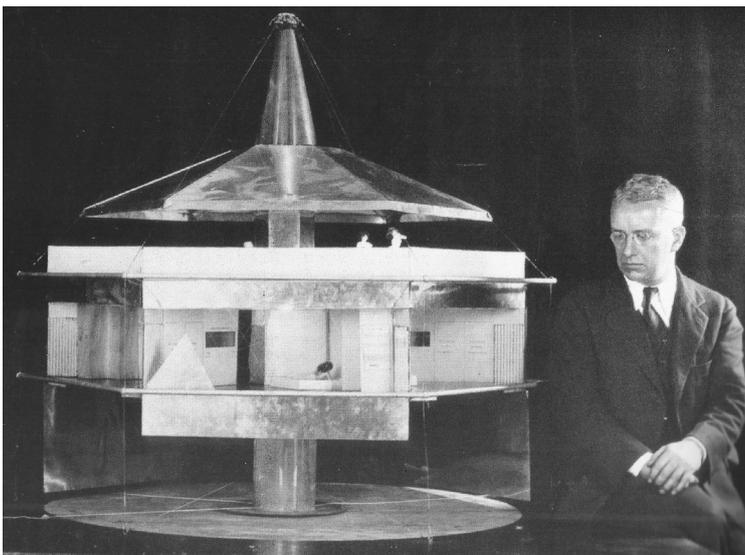
No entanto os edifícios eram apenas complementados pelo avanço da tecnologia. O desenho desta arquitetura não solucionava ou combatia os problemas dos edifícios construídos no século XX, tal como os engenheiros faziam nas suas respetivas áreas.<sup>22</sup>

Com os avanços na indústria automóvel começava a surgir na mente de alguns arquitetos a possibilidade de introdução da pré-fabricação e standardização para a produção de uma habitação economicamente viável e transportável. Através da pré-fabricação, era possível fazer as peças em fábrica, sendo posteriormente deslocadas e montadas no local de destino. A construção respondia assim a questões de baixo custo de fabricação e montagem e à mobilidade das peças e/ou sistemas construtivos em locais onde os recursos eram escassos.

<sup>20</sup> Apud KRONENBURG, R., *Houses in motion*, 2002, p.49

<sup>21</sup> SILVA, L., *A casa móvel*, 2009, p.74

<sup>22</sup> KRONENBURG, *Houses in motion*, p.49



5. Maquete de *Dymaxion House*, Buckminster Fuller, 1928

### 1.5.1.2. BUCKMINSTER FULLER

Buckminster Fuller surge como um dos impulsionadores da Arquitetura móvel, sendo a *Wichita House* o culminar desse longo processo de experimentação e desenvolvimento de um novo modo de habitação pré-fabricada.

Fuller procurava que o avanço tecnológico pudesse ser utilizado na resolução de problemas da arquitetura e não apenas algo que a acompanhe. Abordava duas questões essenciais: a introdução da produção em série e a leveza dos materiais.<sup>23</sup> Para encontrar esta leveza foi importante a sua experiência na marinha Norte Americana e o contributo da aviação através da constante procura de materiais menos densos, mais resistentes e com melhor aerodinâmica.

A *Dymaxion House*, patenteada em 1928, surge como protótipo de uma habitação concebida com elementos standardizados, produzidos em série e de rentabilidade máxima. A casa partia de uma planta hexagonal, “com um mastro central que continha todos os serviços necessários. O telhado tem uma forma piramidal e as paredes [...] são pontuadas por janelas de grandes dimensões [...]. O seu piso interior seria constituído por borracha pneumática assente numa estrutura metálica de aço ondulado e as suas paredes externas deveriam ser formadas por panos de metal e cortinas insufláveis para as divisões interiores.”<sup>24</sup> Fuller conseguia assim uma estrutura de custo reduzido e suficientemente leve para ser transportada por helicóptero.

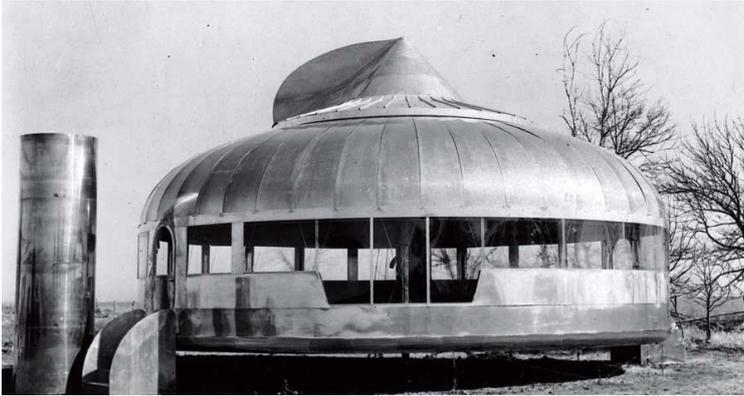
Anos mais tarde nascia a *Dymaxion Deployment Unit* (DDU),<sup>25</sup> bem como a *Dymaxion car* e *Dymaxion Bathroom* - um automóvel, e um módulo de serviços - que acabam por ser as “contribuições mais evidentes no desenvolvimento da Wichita House.”<sup>26</sup> Esta última surge entre 1944 e 1946. Neste projeto Fuller explorava os avanços da indústria automóvel e aérea para criar uma forma aerodinâmica e controlar os fluxos de ar. A configuração circular e o telhado em forma de abóbada rasa garantiam maior estabilidade da estrutura e redução das perdas de calor. Assistia-se a uma transformação do pensamento arquitetónico onde

23 KRONENBURG, *Houses in motion*, p.50

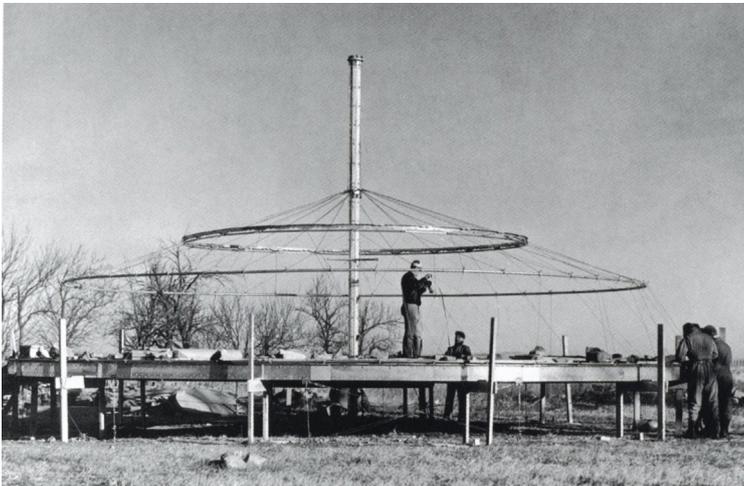
24 MENESES, *Arquitetura(s) nómada(s)*, p.33

25 DDU é um edifício com 6 metros de diâmetro, desmontável e transportável que foi produzido em massa, onde todas as peças eram concebidas de modo pré-fabricado

26 KRONENBURG, *Houses in motion*, p.51



6. *Wichita House*, baseado nos protótipos *Dymaxion*, Buckminster Fuller, 1946



7. Montagem da *Wichita House*. Mastro central suporta toda a estrutura, Buckminster Fuller, 1946

a unidade habitacional adquiria uma dimensão autossuficiente. Deixava de estar ligada a sistemas de abastecimento ou de eletricidade e passava a aproveitar as águas da chuva e a energia fornecida pelo vento.<sup>27</sup> No centro da habitação concentravam-se as infraestruturas do edifício - rede elétrica e de águas, aquecimento e as *Dymaxion Bathrooms* -, sendo o restante espaço dividido em fatias para as diferentes divisões.

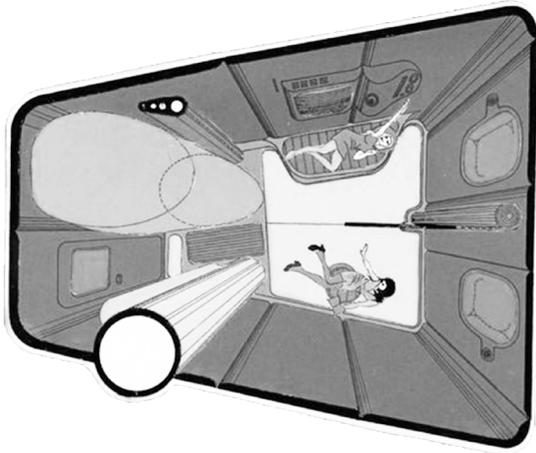
Na *Wichita House* nenhum único componente pesava mais de 5 quilogramas. Fuller considerava que a arquitetura deveria ter o peso em consideração, tal como era explorado noutras indústrias.<sup>28</sup> A casa encontrava-se suspensa a partir de um mastro central de aço, que suportava uma série de cabos tensionados. O aço inoxidável e o alumínio das paredes e telhado, bem como o acrílico dos vidros, criavam uma estrutura leve que podia ser transportada num único camião.<sup>29</sup>

A eficiência da produção industrial e a sua capacidade no fornecimento de sistemas pré-fabricados tornavam-se apelativos pelo seu baixo preço, rapidez de construção e de transporte e pela necessidade de mão de obra especializada *in-situ*. A casa passa a ser pensada como uma máquina dinâmica que deixa de estar presa ao terreno.

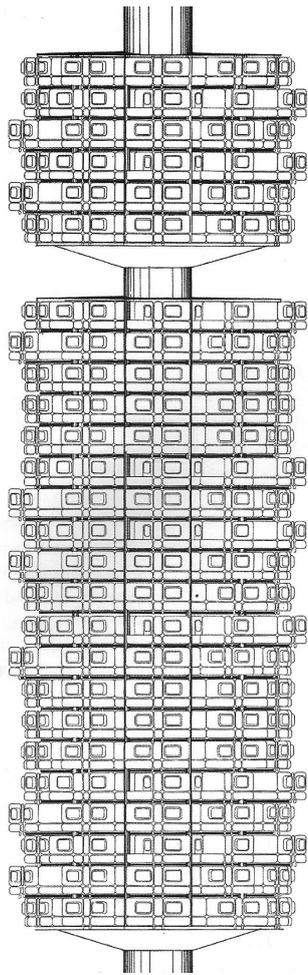
27 SILVA, *A casa móvel*, p.76

28 Confrontar nota 26

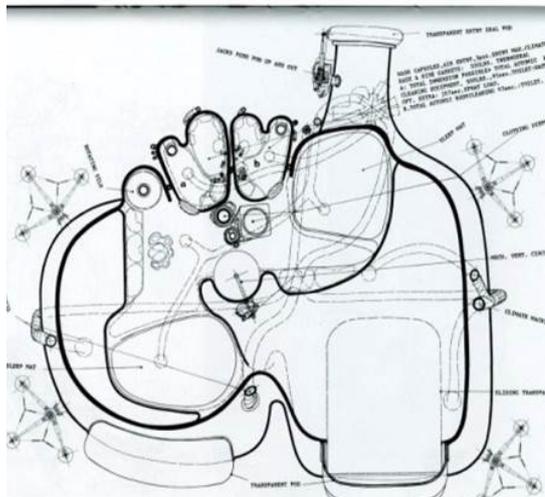
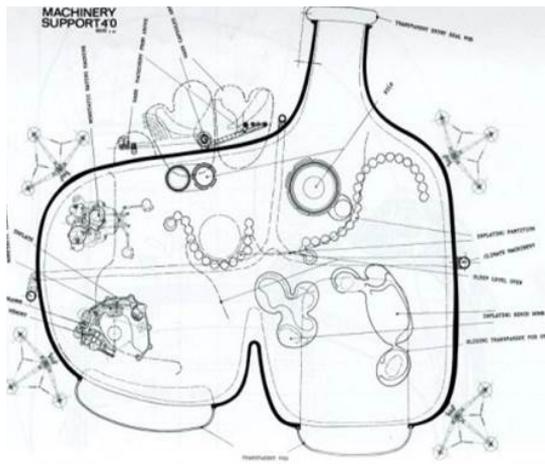
29 Confrontar nota 26



8. *Capsula*, Archigram, 1964



9. Implementação da *Capsula* na *Plug-In City*, Archigram, 1964



10. Flexibilidade interior da *Living Pod*, Archigram, 1966

### 1.5.1.3. ARCHIGRAM

Nos anos 60 começa a emergir um novo tipo de prática arquitetural.<sup>30</sup> As fronteiras entre arte, ciência, tecnologia, arquitetura e vida quotidiana começam a diluir-se,<sup>31</sup> refletindo as ideias de cooperação interdisciplinar pretendidas por Fuller.

Um dos mais famosos e influentes grupos desse experimentalismo foi os Archigram. Formado em Londres, notabilizou-se pelos seus projetos radicais e em grande parte utópicos. Numa necessidade de afirmar uma nova arquitetura simples e urgente, como um telegrama - numa alusão ao seu nome, *Architecture e telegram* -, refletiam sobre a ficção científica, o automóvel, a interdisciplinaridade entre diferentes áreas, além das inúmeras possibilidades construtivas com novos materiais. Interpretavam a arquitetura como um produto de consumo rápido e de caráter móvel. “A casa não será mais uma coisa solidamente construída que desafia o tempo e a decadência [...] mas tornar-se-á uma ferramenta, tal como o motor do carro se tornou [...]”.<sup>32</sup>

A *Cápsula* (1964), desenvolvida por Warren Chalk, e a *Living Pod* (1966) de David Greene, surgem como referências dessa arquitetura flexível e dinâmica, com foco na produção industrial da habitação. Ambas as unidades domésticas eram de configuração livre e orgânica, permitindo uma constante mudança e evolução da casa de acordo com as necessidades dos utilizadores. Era possível acrescentar quartos e trocar paredes, procurando rentabilizar ao máximo o espaço interior e conforto dos utilizadores.

São visíveis as preocupações ergonómicas e o elevado grau de sofisticação tecnológica, ambos claramente influenciados pelas cápsulas espaciais da altura. O invólucro era de plástico e de resina de poliéster reforçados com fibra de vidro e a diferença de cotas no interior era conseguida através de pavimentos insuflados.

“Os Archigram [...] recuperam os precedentes para uma produção e distribuição da arquitetura

30 KRONENBURG, *Houses in motion*, p.110

31 Apud. Confrontar nota 30

32 Apud. SADLER, S., *Archigram*, 2005, p.100



11. *Walking City*, Archigram, 1964. Explora o conceito de cidade nómada

como flexível e tecnologicamente avançada [...].”<sup>33</sup> No entanto apesar de transportada ou deslocada autonomamente, a *Living Pod* surge fixada a estruturas *plug-in*<sup>34</sup> para a sua sustentação.

Também numa escala alargada é importante referir o projeto utópico *Walking City* (1964) proposto por Ron Herron. Esta cidade ambulante explora um estilo de vida nómada, e “antecipa o acelerado estilo de vida urbano de uma sociedade tecnologicamente avançada em que não é preciso se fixar num local permanentemente.”<sup>35</sup> A cidade percorre o mundo, instalando-se onde os seus recursos são necessários, permitindo a transferência de bens através de braços extensíveis. O interior alberga serviços públicos e privados, escritórios, habitação, e em alguns casos hospitais, de forma a responder às necessidades dos seus habitantes.

33 SADLER, *Archigram*, p.99

34 Idealizada por Peter Cook, a *Plug-in City* era construída através de elementos pré-fabricados, funcionando como uma rede, onde se concentravam os serviços, e comunicava entre si através de um sistema de tubulações mecânicas, como ruas e que percorriam todos os sectores. A estrutura fixa da cidade servia de suporte de apoio às unidades arquitetónicas, que eram móveis e com uma enorme facilidade de troca, quer por necessidade ou devido à obsolescência dos sistemas sempre que novas tecnologias surgissem.

35 [S.A], *Walking City*, 2014. <http://archigram.westminster.ac.uk/project.php?id=60>



12. Vista exterior de *PCTC*, Jennifer Siegal, 1998



13. Portable House, Jennifer Siegal

## 1.5.2. MANIFESTAÇÕES CONTEMPORÂNEAS

Os avanços tecnológicos permitiram que a “arquitetura de hoje role, fluía, respire, se expanda, multiplique e se contraia, e finalmente se eleve, tal como os Archigram previram.”<sup>36</sup> A arquitetura deixou de ser apenas arquitetura e as estruturas móveis deixam de ser apenas móveis, mas algo que funciona em conjunto, que se adapta, reage e absorve as mudanças sociais e a globalização presente.

### 1.5.2.1. JENNIFER SIEGAL

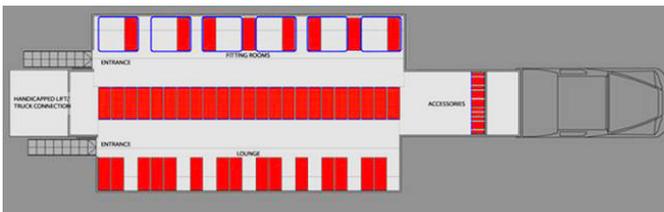
A produção de arquitetura como resposta às necessidades imediatas das populações vai de encontro às ideias de Jennifer Siegal, que considera a arquitetura móvel atual como uma descendência das ideias dos Archigram. Siegal defende que a arquitetura deve ser feita para as pessoas e para as suas necessidades, nomeadamente em unidades ambulantes de cuidados de saúde, comércio, livrarias, entre outras. O *Portable Construction Training Center* (PCTC) é exemplo disso mesmo.

Exclusivamente orientado para a formação e desenvolvimento na construção de habitações acessíveis, o PCTC é construído num longo reboque de 20m e procura utilizar materiais acessíveis como madeira e plástico, ao invés de explorar novos materiais ou inovações tecnológicas. Assim que se instala, um dos lados pode ser aberto e aumentar o espaço disponível, o que permite o acesso aos diferentes *workshops*,<sup>37</sup> facilitando a interação entre o professor e os aprendizes.

Nos projetos de Jennifer Siegal a ideia de espaço fixo é recusada pela capacidade de transformação dos espaços, o que permite ampliar o interior e acomodar uma grande variedade de necessidades e funções. Os módulos vêm reforçada a sua transportabilidade pela mobilidade dos seus espaços interiores.

<sup>36</sup> SIEGAL, J., *Mobile*, 2002, p.16

<sup>37</sup> *Workshops* de canalização, pintura e reparação, carpintaria, e elétrica



14. Planta do *DIM Mobile Retail Unit*, Lot-Ek, 2004



15. Monitores digitais, capta a reação das pessoas e altera o interior, *DIM Mobile Retail Unit*, Lot-Ek, 2004

Esta característica é explorada na *Portable House* que, através dos elementos expansíveis da estrutura de aço, permite aumentar o espaço interior criando novos espaços a partir da zona de estar. A casa possibilita a adaptação a novas dinâmicas que possam surgir, podendo ainda agrupar novas unidades com o intuito de criar espaços adjacentes para viver, trabalhar e socializar. O exterior é revestido por metal e painéis de policarbonato translúcido com a intenção de explorar a riqueza do espaço interior através de vários graus de transparência.<sup>38</sup>

O PCTC e a *Portable House* são símbolos de uma aproximação alternativa a uma natureza informal e flexível, conseguida através da (re)utilização de materiais e estratégias sustentáveis que apresentam benefícios óbvios em termos económicos.

#### 1.5.2.2. LOT-EK

Nas últimas décadas mais do que a procura por técnicas apropriadas, os arquitetos têm reaproveitado o valor dos materiais de outras indústrias.<sup>39</sup> O *DIM Mobile Retail Unit* (2004), do *atelier* Lot-Ek, parte de um contentor de carga standardizado para o reaproveitar e reciclar com uma nova função, conciliando a sua composição modular com a mobilidade e a flexibilidade. É criada uma loja com objetivo de viajar para onde o consumidor estivesse. Para permitir a sua fácil deslocação a loja é construída em cima de uma plataforma de camião com 16 metros.

O contentor pode triplicar o seu tamanho ao expandir as paredes laterais, mecanicamente operáveis, mantendo os elementos mais pesados no centro. O módulo faz grande uso da tecnologia com a presença de monitores digitais, - utilizando um gerador presente no camião - que capta as reações das pessoas e que se alteram à medida que as gavetas da roupa são abertas.

O fácil transporte, o baixo custo, a pré-fabricação e a possibilidade de o adaptar às funções necessárias tornam o contentor um objeto bastante reaproveitado na arquitetura transportável. A sua manipulação, ao afastá-lo da sua função primária, permite uma apropriação direta do seu

<sup>38</sup> SIEGAL, *Mobile*, p.110

<sup>39</sup> KRONENBURG, *Houses in motion*, p.91



16. O contentor é aproveitado para criar o *Mobile Dwelling Unit*, Lot-Ek, 2002



17. Vista interior do *Mobile Dwelling Unit* em utilização, Lot-Ek, 2002

espaço e a sua reorientação ou reciclagem para outras soluções funcionais, tornando-o numa unidade móvel e habitável.<sup>40</sup> O *atelier* Lot-Ek explora estes sistemas industrializados, tirando partido da sua essencial mobilidade,<sup>41</sup> dando ao seu trabalho uma imagem contemporânea,<sup>42</sup> como é exemplificado pelo projeto teórico *Mobile Dwelling Unit* (MDU), desenvolvido em 2002. Neste projeto, através de cortes na parede, o contentor pode-se expandir quando se implanta num determinado local, dando origem a subvolumes com funções específicas e libertando o interior do contentor. Quando a unidade é transportada esses volumes são recolhidos e preenchem todo o interior do contentor,<sup>43</sup> indo de encontro às limitações de transporte. Fechado, a MDU é como um de muitos outros contentores, cujo objetivo é proteger o seu conteúdo. Quando aberto, a casa torna-se um elemento flexível e interativo<sup>44</sup> e amplia a sua qualidade protetora à pessoa/família que a habita.

O projeto tira ainda partido das inovações tecnológicas para a regulação da temperatura, ar, iluminação e comunicações. Cria-se unidades autossuficientes e confortáveis para as pessoas que, devido a circunstâncias de trabalho ou apenas de lazer, têm de viajar pelo mundo regularmente.

40 SILVA, *A casa móvel*, p.86

41 KRONENBURG, *Portable architecture*, p.49

42 Idem, *Portable architecture*, p.44

43 SIEGAL, *Mobile*, p.50

44 KRONENBURG, *Portable architecture*, p.117

### 1.2.3. REFLEXÃO CRÍTICA

Os projetos que foram referidos abordam questões que contribuem para o desenvolvimento da arquitetura transportável. É, no entanto, necessário refletir sobre essas influências e apontar questões para as quais a arquitetura deve dar resposta.

Acompanhando as palavras de Kronenburg (2002), o trabalho de Fuller mostra uma luta constante pela diminuição do peso nas habitações, descurando a flexibilidade dos espaços interiores. Contudo reconhece os problemas da altura e percebe o que as inovações, nomeadamente a produção em massa, pode trazer para o plano da arquitetura. Uma redução drástica do tempo de processo e aperfeiçoamento do caráter estandardizado. Produzir mais, por menos custo.

A *Walking City*, devido à capacidade de se movimentar e abastecer as cidades, e a *Living Pod*, devido à flexibilidade do seu interior, são exemplos importantes no entendimento do percurso da arquitetura móvel. A ideia de sucessão da arquitetura dos Archigram defendida por Jennifer Siegal não pode ser considerada literalmente, uma vez que na contemporaneidade os projetos refletem uma preocupação pela sustentabilidade, recuperação e reciclagem de materiais e elementos industriais para o espaço doméstico – visíveis no trabalho de Siegal e Lot-ek.

Nos projetos recentes existe uma preocupação pela mobilidade e adaptabilidade dos edifícios aos ambientes em mutação e pela transformação do espaço interior. As unidades transportáveis estudadas vivem para o seu interior. Excluindo o *PCTC* de Siegal, devido às suas necessidades de relação com as pessoas, todos os outros projetos referidos não exploram a relação com o exterior, utilizando os vãos apenas para iluminação do espaço interior.

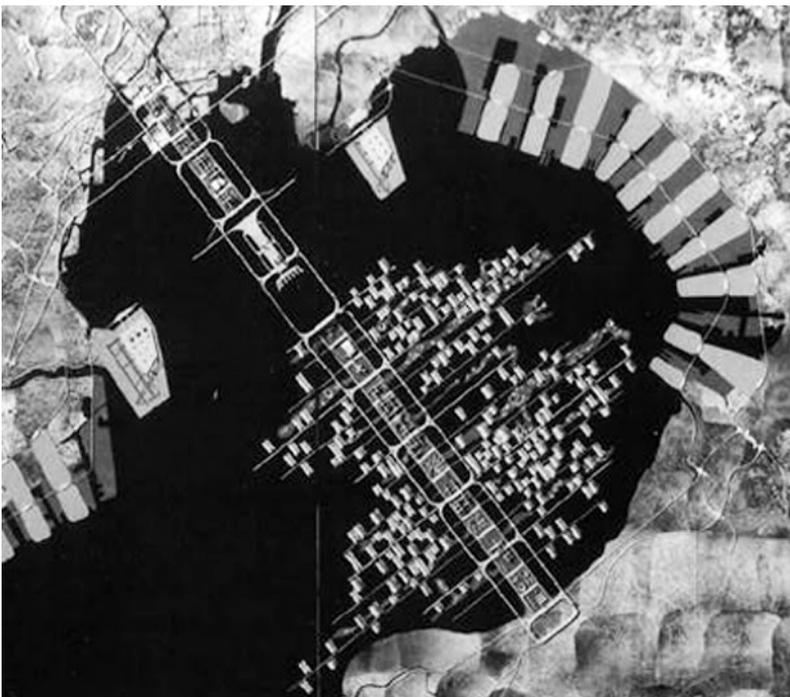
É importante refletir sobre estes paradigmas e perceber que a arquitetura móvel pode absorver elementos de cada um dos projetos estudados. Podem ser mais do que simples parasitas que vão saltando de lugar para lugar;<sup>45</sup> podem aproveitar a relação interior/exterior através da infinidade de envolventes. Mais do que adaptações comerciais a arquitetura pode

45 SILVA, *A casa móvel*, p.71

pensar nas necessidades futuras das sociedades.

Por outro lado, as teses apresentadas por ZIEBELL (2010) ou FRADE (2012), apontam para a ineficácia de soluções concebidas para abrigar populações afetadas por catástrofes naturais. Soluções edificadas com novos materiais e novas técnicas de sucesso reduzido, ou soluções de emergência que se vão tornando definitivas. Todos estes argumentos levaram à proposição de uma resposta mais adequada.

A arquitetura flutuante pode assumir um papel relevante na implementação de estratégias de prevenção para as alterações climáticas futuras. É utilizado um processo de análise e reflexão que desenvolve uma alternativa de atuação, neste caso flutuante, capaz de responder à instabilidade da paisagem com que se depara e reduzir a vulnerabilidade das construções junto à água. É dado um claro ênfase à necessidade de abrigar os refugiados do clima, assim como de se adaptar às mudanças climáticas e de proporcionar habitação e abrigos seguros e resilientes apresentam-se como questões centrais das preocupações atuais. A arquitetura flutuante assume assim, neste trabalho, um caráter humanitário.



18. Projeto de expansão da Baía de Tóquio, Kenzo Tange, 1960

## 2. ARQUITETURA FLUTUANTE

### 2.1. VIVER NA ÁGUA

“A água não é como a terra. Se planejar construir na água, precisa de o fazer com respeito pela natureza única de água. A água é pioneira, a água é aventura, perigo e relaxamento (...). Vivendo na água também significa vista, movimento, barco entrado em casa, romance, molhes, um senso de individualidade, vento e nuvens, espaço, o contato com os elementos (...).”<sup>46</sup>

Viver na água não é um assunto novo. As casas palafitas e casas barco podem ter sido a génese da arquitetura flutuante com a função de abrigo e refúgio. Estruturas simples e de fácil construção que, devido a fatores económicos de subsistência familiar, respondiam de forma mais eficiente às necessidades de proximidade com a superfície aquática.

Já nos anos 60 Kenzo Tange apresentou um projeto de expansão para Tóquio, que constituía uma solução para o rápido crescimento da população. Em vez de crescer para o interior do continente propunha uma megaestrutura erguida sobre a baía de Tóquio e formada por uma enorme grelha na qual as áreas residenciais cresciam perpendicularmente ao centro.

46 ROHMER, M., *Floating Houses IJburg*, [s.d]. <https://www.rohmer.nl/en/project/waterwoningen-ijburg/>

As residências faziam parte de enormes unidades que se encontravam em plataformas flutuantes.

Mais recentemente, face ao crescimento da população e às recentes alterações climáticas, a urgência das cidades se expandirem para a água tornou-se uma realidade.<sup>47</sup> A Holanda, pelo facto de ter dois terços da população a viver abaixo do nível do mar, é exemplo na exploração da superfície aquática. O desenvolvimento futuro e a possibilidade de construção das comunidades flutuantes é enorme, bem como a variedade de construções, sendo as fundações a única diferença relevante.

As habitações flutuantes não oferecem apenas proteção contra cheias, mas também qualidade para viver com baixos impactos ambientais.<sup>48</sup> Estas habitações adaptativas podem continuar a ser habitáveis mesmo em condições adversas, garantem a segurança independentemente das mudanças climáticas e reduzem os gastos com reparações após inundações.

Para além dos fatores de necessidade, as construções deste tipo aproximam as pessoas do contacto com a água e com a natureza e oferecem-lhes uma sensação de liberdade impossível de obter na selva de betão em que as cidades se transformaram. Os recursos naturais são tratados como bens escassos e são aproveitados de forma sustentável.

47 ANDERSON, *Amphibious Architecture*, p.5

48 NGUYEN, B., *Floating Residence for Over-flooded Ground*, 2009, p.22

## 2.2. TIPOLOGIAS DE HABITAÇÕES FLUTUANTES

Antes de mais interessa separar as casas flutuantes das casas barco. As casas barco, um dos primeiros exemplos de abrigo flutuante, diferem das outras estruturas flutuantes pois são definidas puramente como barcos com propulsão e construídas especificamente para navegação, servindo ocasionalmente de residência.<sup>49</sup> No entanto não perdem a sua aparência externa de barco e a sua principal função continua a ser a deslocação entre diferentes pontos. Já as casas flutuantes têm apenas a função de residência. Dessa forma as casas barco não foram consideradas na análise de tipologias de habitação pela sua dupla função.

As estruturas podem variar consoantes as necessidades dos seus utilizadores. Diferentes necessidades ou diferentes respostas levam à criação de diferentes tipologias. As casas flutuantes dividem-se em dois tipos: habitações anfíbias - que acompanham o movimento do nível de água, mantendo-se na mesma posição - e habitações de base flutuante - que navegam autonomamente na água.

### 2.2.1. HABITAÇÕES ANFÍBIAS

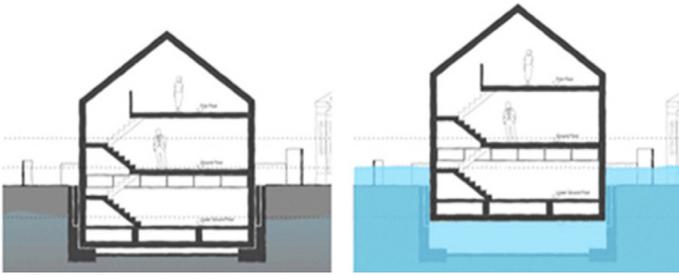
As casas anfíbias combinam as características flutuantes da casa barco e o sistema de estacarias das palafitas: Em caso de mudanças no nível de água as fundações fornecem fluabilidade para a casa.<sup>50</sup> Este sistema construtivo é mais estável contra ventos fortes e ondas, pois através de postes de amarração são eliminados os balanços da habitação,<sup>51</sup> restringindo-os a movimentos ascendentes e descendentes.

A principal característica das casas anfíbias é a sua permanente ligação à terra. Projetadas para locais propensos a inundações, as casas anfíbias podem utilizar sistemas para elevar a casa e acompanhar a subida das águas. Após o nível de água voltar ao normal a casa assenta em estacas ou noutra sistema fixo e fica em tudo semelhante a uma tipologia tradicional.

49 SIQUEIRA, N., *Casa Vitória Régia*, 2011, p.14

50 NGUYEN, *Floating Residence for Over-flooded Ground*, p.19

51 [S.A], *Amphibious Houses in Maasbommel*. [s.d]. <http://resiliency.lsu.edu/planning/amphibious-houses-in-maasbommel/>



19. Casa anfíbia em posição de repouso e em eventos de cheias, vila flutuante, London's Royal Docks



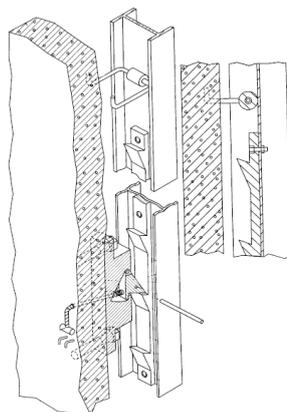
20. Vista global de *Maasbommel*, Dura Vermeer, 2006



21. Base de betão permite que a habitação flutue em caso de cheias, *Maasbommel*, Dura Vermeer, 2006



22. Exemplo de pilares de amarração (à esquerda), *Maasbommel*, Dura Vermeer, 2006



23. Sistema de cremalheira (à direita), Flotation system for buildings, Raymond Ackley e Herman Carlinsky, 1997

Um exemplo deste tipo de habitações é visível em *Maasbommel* ao longo do rio *Maas*, na Holanda. O projeto de 48 casas surgiu como resposta às cheias fluviais permitindo às pessoas viver na água, sem depender de grandes infraestruturas.<sup>52</sup> Através de sistemas hidráulicos é possível acompanhar o nível hídrico, e as estacas de betão garantem que as casas se mantêm fixas no mesmo local, sem qualquer deslocação lateral.

Para além do sistema hidráulico existe um sistema de cremalheira. Nos pilares de amarração encontram-se pequenos dentes que a base da casa pode percorrer. O sistema permite que a casa suba suavemente à medida que a inundação acontece mas, devido ao formato dos dentes, o processo inverso é impedido. Isso evita que haja movimentos contínuos na habitação causados pela ondulação.<sup>53</sup>

Ao contrário das habitações flutuantes móveis, as habitações anfíbias não têm limitações quanto à altura da base, pelo que esta pode ser utilizada como parte da habitação. Contudo, o facto de a sua base ficar exposta quando o nível de água é baixo, leva a que se tenha um maior cuidado nos acabamentos ou que se esconda parte da base. As habitações sobem um máximo de 2 a 4 metros sobre a base, dependendo do sistema utilizado, o que as limita em caso de inundações extremas.

Este tipo de construções flutuantes, por se localizarem junto à margem, não necessitam de ser autossuficientes. Ao se manterem junto à margem é possível garantir o fornecimento energético por falsas estacas ou por baixo do cais. Através de um adequado desenvolvimento das infraestruturas é possível fornecer linhas de alimentação de água, gás, eletricidade e drenagem através de tubos flexíveis capazes de se dobrarem e de se moverem, mesmo em alturas de mudança do nível de água.

52 Confrontar nota 51

53 NGUYEN, *Floating Residence for Over-flooded Ground*, p.20-21



24. Base flutuante em construção em estaleiro, Dirkmarine



25. Preparação da base flutuante para receber a estrutura da habitação, Dirkmarine

## 2.2.2. HABITAÇÕES DE BASE FLUTUANTE

A grande diferenciação deste tipo de habitações face às casas anfíbias é a mobilidade que oferecem. Ao contrário da casa anfíbia que se encontra limitada nos seus movimentos, a casa flutuante possibilita a movimentação horizontal, tal como qualquer outro barco. No entanto, para que a casa se mova para o local pretendido, é necessário que seja rebocada ou que seja colocado um motor.

Estas construções assemelham-se a uma casa normal que são, no entanto, construídas com materiais mais leves sobre uma base flutuante. As bases podem ser várias, desde betão, de betão preenchidas com blocos de EPS, de compósitos, estruturas de aço ou madeira ou mesmo barris vazios.<sup>54</sup>

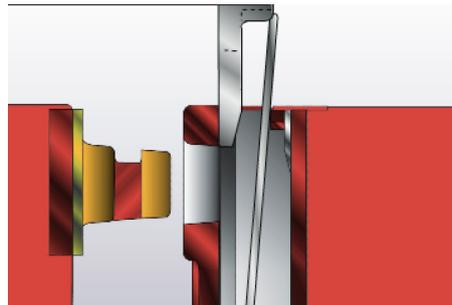
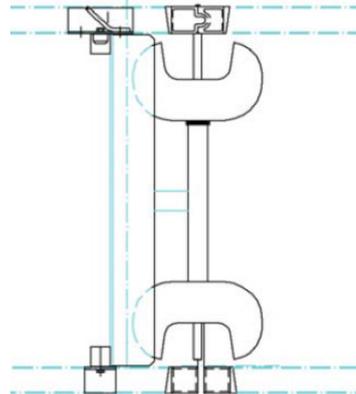
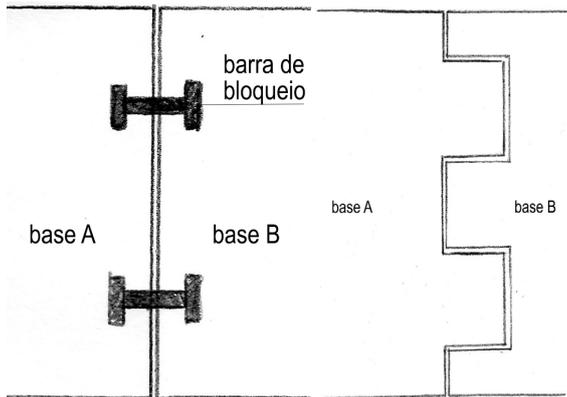
A base mais utilizada atualmente é a base oca de betão, devido ao baixo custo de produção e vantagens técnicas.<sup>55</sup> A base é feita de betão comum com agregados para a tornar resistente e com armação na base, e as juntas são reforçadas para selar a entrada de água. É pré-fabricada maioritariamente em estaleiro e normalmente de pequenas dimensões para facilitar o transporte. Em alguns casos é possível utilizar a própria base para quartos ou outras funções, se assim for projetado.

Isto por vezes implica a criação de um conjunto de bases modulares para edifícios de maiores dimensões. As bases são unidas através de diferentes tipos de conexões, em função do peso das construções que suportarão. A resposta global do edifício depende da rigidez das conexões. As mais adequadas para edifícios flutuantes são as articulações que não deixam espaço entre plataformas. Existem inúmeros exemplos de diferentes conexões, dependendo das tipologias que adotarem.

Para evitar movimentos autónomos entre as diferentes bases um dos exemplos utilizados é a conexão em puzzle. A conexão é feita através de parafusos e pinos que restringem o nível

<sup>54</sup> Confrontar nota 50

<sup>55</sup> NGUYEN, *Floating Residence for Over-flooded Ground*, p.23



26. Exemplo de conexões entre bases: barra de bloqueio e em *puzzle* (em cima, à esquerda e ao centro)

27. Exemplo de conexões entre bases: abraçadeira lateral, Koekoek, 2010 (em cima, à direita)

28. Exemplo de conexões entre bases: *Hann Ocean connection* (em baixo à esquerda)

29. Exemplo de conexões entre bases: *Flexifloat Locking System* (em baixo à direita)



30. Ligação de casa com pilar de amarração



31. Pormenor de ligação com pilar de amarração

de liberdade das construções. O movimento das plataformas diminui e as bases funcionam como uma só, eliminando o risco de torção. Um exemplo mais simples é a conexão macho-fêmea, que é em tudo semelhante à anterior mas com menos material. As conexões articuladas de aço utilizam uma barra de bloqueio para unir as plataformas. A utilização de aço implica uma manutenção frequente devido à corrosão.<sup>56</sup>

Apesar do seu peso, o betão estabiliza em ambientes aquáticos sem qualquer problema de flutuação, suportando as estruturas das casas e garantindo um longo período de vida, se houver uma manutenção cuidada. Dificilmente a base será perfurada devido à sua espessura, todavia recomenda-se a inspeção periódica e a inspeção após condições climatéricas extremas, para evitar qualquer fissura que exista. Este tipo de construção é 40% mais económica que uma habitação anfíbia.<sup>57</sup>

Para manter um baixo centro de gravidade recomenda-se que a base flutuante de betão não possua mais de 2 metros. A limitação da altura da base permite que a habitação mantenha alguma estabilidade e não vire devido a forças laterais causadas pela ondulação ou por ventos fortes. No entanto, a instabilidade é ainda considerável pela inexistência de postes de amarração, tal como acontece nas construções anfíbias. Por este facto, grande parte das construções acabam por ser ancoradas a postes fixos.

Para garantir melhor estabilidade recomenda-se a distribuição uniforme do peso pela superfície da habitação. O mobiliário ou outro equipamento deve ser cuidadosamente distribuído para evitar inclinações excessivas, sendo ainda possível utilizar contrapesos no interior da habitação. Muitas vezes, quando o posicionamento dos equipamentos é previsto inicialmente, torna-se necessário variar a espessura das paredes da base para restaurar o equilíbrio.

Para além das bases de betão é possível encontrar outras estruturas de flutuação. A base repartida de betão divide a base em pequenos compartimentos e impede a inundação caso haja alguma fissura, no entanto impossibilita a utilização da base como espaço habitável.

<sup>56</sup> Para maior pormenorização sobre as diferentes conexões, consultar KOEKOEK, M., *Connecting Modular Floating Structures*, 2010  
<sup>57</sup> NGUYEN, *Floating Residence for Over-flooded Ground*, p.28



32. Exemplos de mecanismos de flutuação: base de barris vazios (direita), Makoto Floating School, NLE, 2014

33. Exemplos de mecanismos de flutuação: bases compósitas (esquerda), Dura Composite



34. Exemplos de mecanismos de flutuação: base de betão e EPS, John Letton

Sistemas de EPS e betão são um exemplo mais barato e sem montagem. As camadas vão sendo adicionadas até se obter a espessura suficiente que depois são revestidas por betão. Oferecem uma hipótese mais leve, de grande durabilidade e de pouca manutenção e sem risco de inundação.

As bases compósitas utilizam pequenas caixas ocas de betão nas extremidades. A base superior é revestida por uma malha de fibra de vidro estrutural e por painéis de madeira composta.<sup>58</sup>

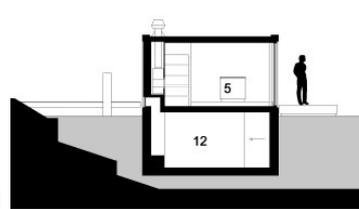
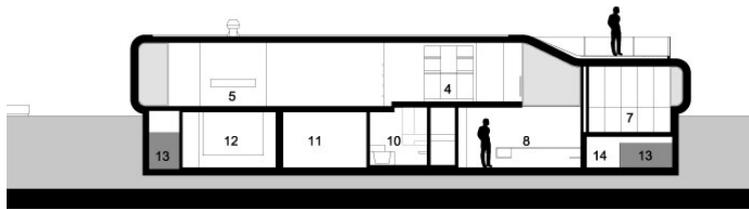
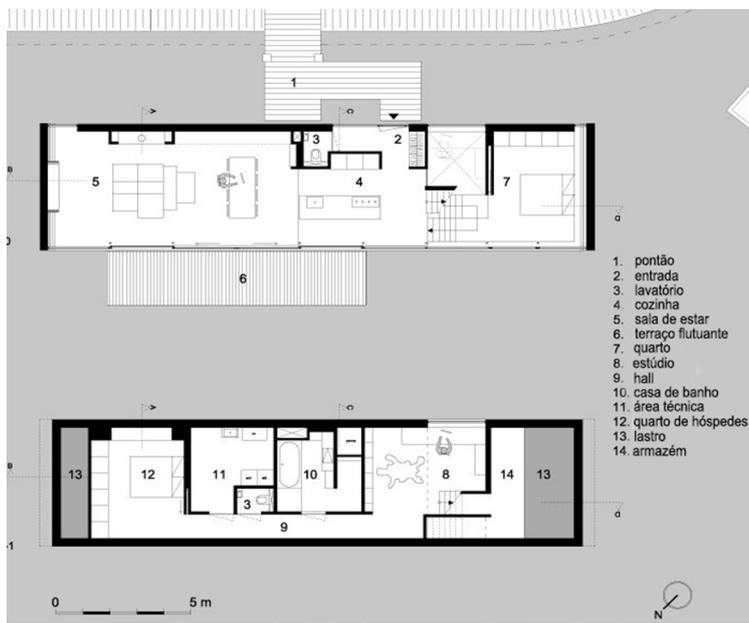
As bases de materiais reciclados são utilizadas em grande parte dos países da Ásia com baixos recursos financeiros. Grande parte deles utilizam estruturas de aço ou barris de plástico vazios. Todos estes sistemas têm como desvantagem a inutilização da base para divisões ou para receber equipamentos ou sistemas técnicos.<sup>59</sup>

58 Idem, *Floating Residence for Over-flooded Ground*, p.25

59 Para maior pormenorização sobre as diferentes materialidades de base, consultar KOEKOEK, M., *Connecting Modular Floating Structures*, 2010



35 e 36. Vista panorâmica de *Omval* de dia (em cima), de noite (em baixo), +31Architects, 2010



37 e 38. Plantas (em cima) e Seções (em baixo) de *Omval*, +31Architects, 2010

## 2.3. CASOS DE ESTUDO

### 2.3.1. WATERVILLA OMVAL

A *Watervilla Omval*, do grupo +31Architects, retira partido das potencialidades do rio *Amstel*, onde se localiza. O facto de a Holanda ter grande parte do seu território abaixo do nível do mar faz com que seja necessário encontrar soluções para este problema. A habitação foi produzida como resposta contemporânea às alterações constantes do nível de água em Amsterdão, mas acompanha volumetricamente outras casas flutuantes já existentes ao longo do rio.<sup>60</sup>

Para respeitar as imposições locais o projeto não podia ultrapassar os 3 metros acima da linha de água. Trata-se por isso de um projeto alongado que privilegia a vista para o rio. A casa, de 200 m<sup>2</sup>, contém os espaços necessários para responder às necessidades de uma família de três pessoas (máximo). O interior é dividido em dois níveis, fazendo uso completo da base oca de betão, apesar do perfil exterior tornar a presença de dois pisos imperceptível.

No piso principal da habitação localizam-se a sala de jantar, cozinha e áreas de estar, com ampla visão para o rio. Existe ainda o acesso à cobertura para uma vista panorâmica da envolvente. O acesso à cobertura é possível devido a um patamar intermédio criado na casa. No nível intermédio, de onde se obtém uma visão rasante sobre a água, localiza-se um dos quartos. Através do desnível e de pequenas aberturas é possível garantir iluminação natural para o piso inferior onde se encontra a casa de banho, um quarto de casal, um estúdio e espaço para os equipamentos técnicos necessários.

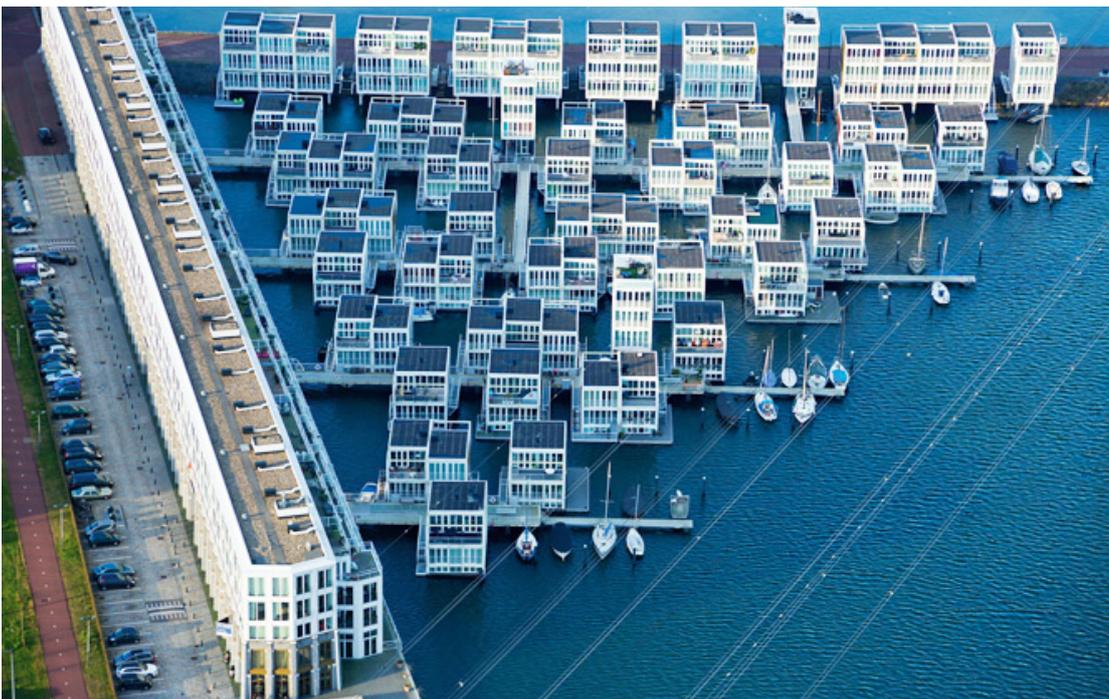
Estruturas flutuantes podem ser adicionadas se o cliente assim o pretender. Pequenos *decks* de madeira são colocados lado a lado com a habitação, oferecendo um contacto mais próximo com a água. O edifício é revestido por alumínio pelo exterior e gesso cartonado branco no interior. Materiais que, aliados aos tetos rebocados, criam uma transição harmoniosa entre o exterior e o interior.<sup>61</sup>

60 PHAM, D., +31 Architects' *Modern Houseboat Floats Peacefully on the River Amstel in Amsterdam*, 2011. <http://inhabitat.com/31-architects-modern-houseboat-floats-peacefully-on-the-river-amstel-in-amsterdam/>

61 [s.a], *Houseboat de Omval*, [s.d]. <http://production-a-0.arc.ht/projects/houseboat-de-omval/lam>



39. Vista panorâmica de *IJburg Waterbuurt*, Marlies Rohmer, 2011



40. Organização espacial de *IJburg Waterbuurt* em pirâmide, Marlies Rohmer, 2011

Trata-se de um projeto único, sem possibilidade de modificação. Toda a estrutura foi construída para servir o seu propósito inicial, sendo impossível adaptar a futuras alterações sociais e demográficas sem que haja profundas alterações no seu interior, o que implica a inacessibilidade ao edifício durante esse período.

### 2.3.2. IJBURG WATERBUURT

O projeto de *Ijburg* (2009) - criação de uma comunidade completamente flutuante - surge como estratégia de construção face à cada vez maior escassez de terras, constante aumento populacional e risco permanente de cheias. O projeto parece-se com qualquer outra comunidade junto a um rio, no entanto a sua base é completamente diferente.<sup>62</sup>

Um conjunto de 93 casas flutuantes<sup>63</sup> foi criado para responder a estas necessidades. O projeto foi dividido em duas seções, sendo que o acesso pedestre pode ser feito através de um cais perpendicular à costa, que liga todas as habitações. Esta organização não prejudica o fluxo de barcos que existe no canal e deixa espaço para atracagem em cada uma das habitações.

Ao contrário de outros exemplos de base flutuantes, as habitações encontram-se permanentemente ancoradas através de postes de amarração próximos do cais. A estrutura não se afasta e está restringida a movimentos verticais consoante o nível de água. No entanto, as casas podem mudar de posição se necessário, sendo rebocadas da mesma forma que se posicionaram no local. Esta permanência garante o acesso a serviços essenciais como eletricidade, gás e água, através de cabos flexíveis debaixo do cais. A base da construção fica assim livre para outras funções programáticas.

As casas e as suas bases de betão são construídas num estaleiro e transportadas posteriormente para o destino final.<sup>64</sup> Para a habitação propriamente dita é utilizada uma estrutura pré-fabricada de madeira, vidro e alumínio, que descarrega na base e dá à casa um baixo centro de gravidade.

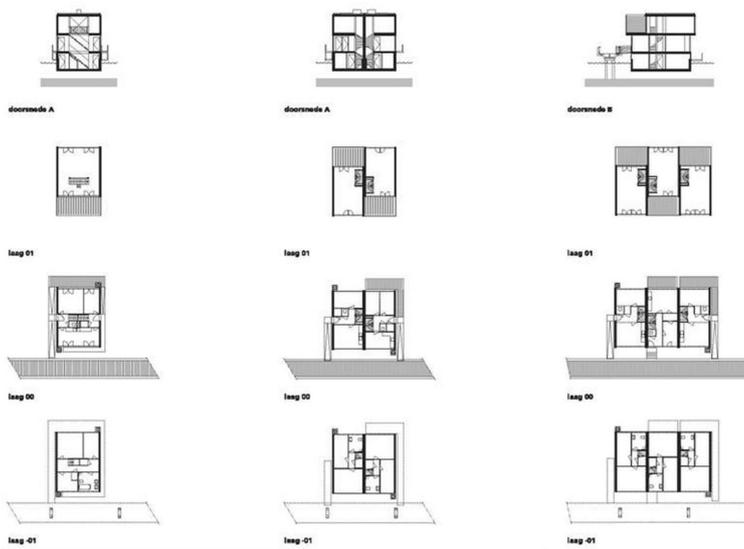
62 RAYMAN, N., *This floating city may be the future of coastal living*, 2014. <http://time.com/2926425/the-floating-homes/>

63 WITSEN, P., *Floating Amsterdam*, 2012, p.7

64 Confrontar nota 60



41. Ligação entre habitações para aumentar a estabilidade, Marlies Rohmer, 2011



42. Plantas e cortes das tipologias de *Ijburg Waterbuurt*, Marlies Rohmer, 2011

As construções seguem dimensões pré-definidas, não podendo ultrapassar os 7,5m acima e os 1,5m abaixo do nível de água. Medidas superiores significam maior instabilidade, mesmo que se encontrem presas ao cais.

As casas podem variar no seu número de pisos. A típica casa de 3 pisos tem o seu piso inferior parcialmente abaixo do nível de água, o que oferece privacidade para a localização dos vários quartos e casa de banho. O piso térreo, separado por uma escada em espiral que dá acesso aos diferentes pisos, divide a casa nos seus diferentes graus de privacidade. Junto ao cais, a casa encerra-se por completo para evitar olhares alheios e junto à água grandes janelas verticais abrem-se para a paisagem do canal. A escada termina no terraço, oferecendo uma vista sobre a área circundante.

O projeto de *Ijburg* pode ainda adquirir algumas variações compositivas através de estruturas pré-concebidas. Terraços flutuantes e varandas podem ser ligados facilmente ao esqueleto principal<sup>65</sup> da habitação e prolongar o módulo inicial ou apenas adicionar um passadiço à volta da casa. Isto permite caminhar em redor da casa e ter um contacto próximo com a água.<sup>66</sup> O ocupante pode ainda decidir o nível de privacidade da sua habitação ao preencher a fachada com vidro ou com painéis de plástico.<sup>67</sup>

A flexibilidade modular é também possível. Em habitações de dimensões inferiores recomenda-se a conexão entre estruturas ou mesmo a criação de habitações sociais de três módulos. Juntar duas estruturas aumenta a estabilidade em 10 vezes.<sup>68</sup>

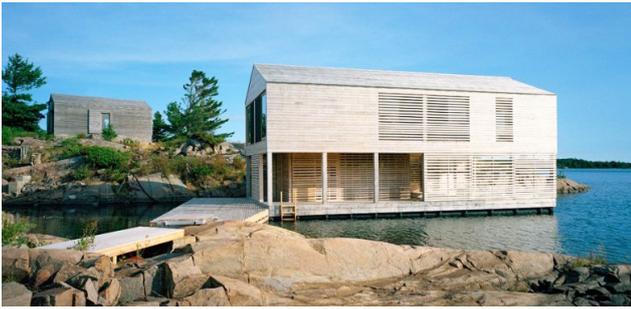
A habitação prevê ainda alterações na vida dos utilizadores. A modularidade de todos os componentes permite que seja possível adicionar novos componentes ou novas composições sem perder o carácter da construção.

65 Confrontar nota 60

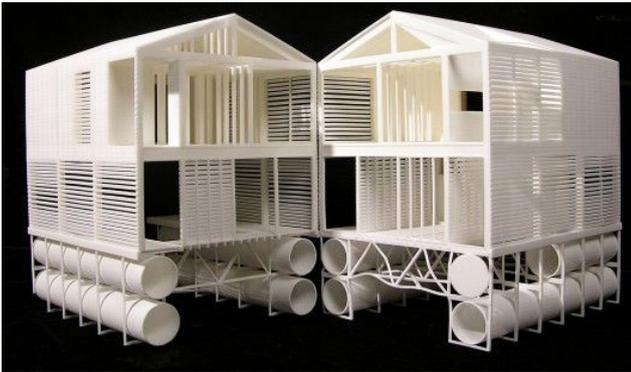
66 Confrontar nota 48

67 ROHMER, *Floating Houses Ijburg*. [s.d]. <https://www.rohmer.nl/en/project/waterwoningen-ijburg/>

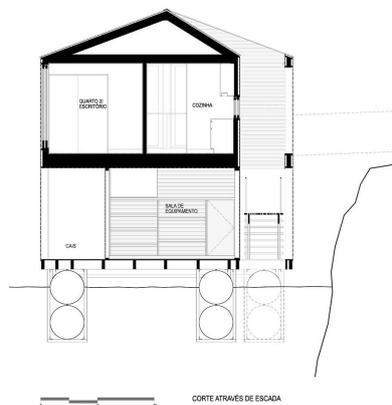
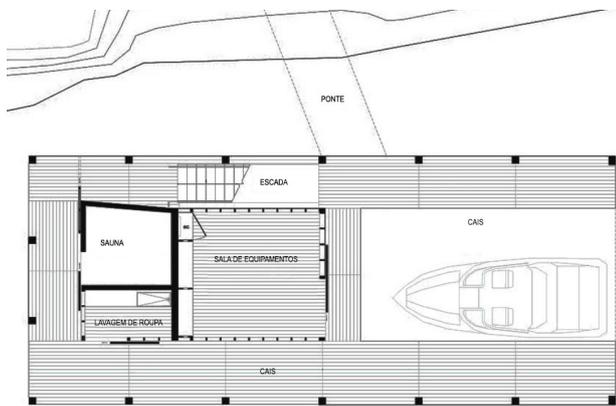
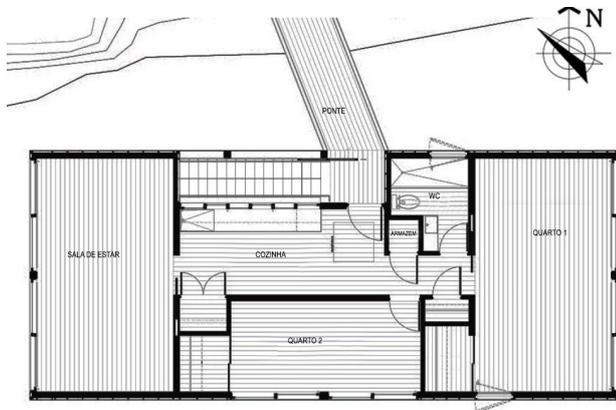
68 WITSEN, *Floating Amsterdam*, p.36



43 e 44. Vista panorâmica do alçado oeste (esquerda) e alçado norte (direita) da *Floating House*, MOS Architects, 2005



45. Corte perspétivo da maquete da *Floating House*, MOS Architects, 2005



46 e 47. Plantas e Corte da *Floating House*, MOS Architects, 2005

### 2.3.3. FLOATING HOUSE

O projeto da *Floating House* (MOS Architects, 2005) foi construído para as especificidades do lago *Huron*, no Canadá. Ao longo das estações os níveis de água do lago variam drasticamente. Para se adaptar a estas mudanças cíclicas a habitação foi projetada com características flutuantes. A localização remota da casa contribuiu para a utilização de uma base flutuante pois os custos do transporte de materiais e de mão de obra impossibilitavam a construção em terra. A casa foi produzida em estaleiro junto à costa através de um processo de pré-fabricação e depois transportada e ancorada na sua posição final.

A casa utiliza uma estrutura de aço como base para o movimento constante. A recuperação de barris vazios para acompanhar a estrutura de aço reflete o baixo custo do projeto. Estes barris são reforçados para atender aos requisitos técnicos necessários e auxiliar na flutuação da casa.<sup>69</sup>

O edifício divide-se em dois andares: no nível superior encontram-se os espaços principais da casa, desenhados para uma família com dois filhos, enquanto no nível inferior tem uma área de cais para armazenar um barco, uma sauna, bem como os vários sistemas técnicos<sup>70</sup> que garantem a autossuficiência da habitação.

A casa reflete os materiais utilizados na área, conferindo-lhe um aspeto vernacular. É constituída por uma estrutura de aço e painéis de madeira pré-fabricados nas paredes. Revestida no exterior por pranchas de cedro vermelho, a casa utiliza um ripado de madeira para proteger os grandes vãos envidraçados permitindo ganhos solares e defendendo-a contra os ventos. A casa é projetada para reter o calor no inverno e otimizar o arrefecimento durante os meses de Verão.<sup>71</sup> O espaçamento entre o ripado cria diversidade no espaço interior e define o nível de intimidade dos espaços. “Ele torna-se mais denso para os espaços interiores privados (...) ou menos densos para filtrar e modelar a luz e os pontos de vista.”<sup>72</sup>

69 NGUYEN, *Floating Residence for Over-flooded Ground*, p.35

70 Tanques de água para consumo, geradores de energia, sistema de reciclagem de água cinzenta, tanque de depósito de desperdícios.

71 LINDA, *Floating House by MOS Architects*, [s.d]. <http://scribol.com/art-and-design/floating-house-by-mos-architects>

72 [s.a], *Floating House by MOS Architects bobs on the surface of Lake Huron*, 2015. <http://www.dezeen.com/2015/08/09/floating-house-mos-architects-bobs-surface-canada-lake-huron/>



### 3. CASA FLUTUANTE

#### 3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROJETO

Após a observação e um claro entendimento da realidade e condicionantes deste tipo de construções, feita no capítulo anterior, aborda-se agora a parte prática do projeto. Ao longo de um processo sequencial, em que se descrevem as várias fases e as várias escalas do objeto arquitetónico, propõe-se uma solução habitacional que segue uma lógica sustentável, flexível e adaptativa, procurando lidar com as problemáticas que dão origem ao trabalho.

“Desde que a ideia de mobilidade foi introduzida, ideias utópicas de edifícios e cidades móveis”<sup>73</sup> surgiram e cada vez mais referências de mobilidade foram incluídas no quotidiano atual. “A disseminação de um conjunto de artefactos móveis, desde automóveis, aviões, (...) computadores, telemóveis”<sup>74</sup>, contribuiu para a impermanência da sociedade e a sua globalização. Nesse sentido, e dada a sua índole móvel, o projeto foi abordado como uma proposta sem localização fixa. Foi pensado para grande parte dos climas existentes e como solução capaz de se adequar a diferentes contextos sociais. A casa é pensada como objeto individual, de resposta a um ambiente específico, mas de localização variada – baías, rios,

73 ACHARYA, *Flexible architecture for the dynamic societies*, p.63

74 SILVA, *A casa móvel*, p.18

canais, etc. No entanto não se deve esquecer que a habitação deve seguir algumas regras pré-estabelecidas, como a permanência junto a margens ou a outros locais de atracagem para que o acesso à mesma seja possível.

A casa flutuante reaproveita as estruturas usadas pelas embarcações para não deixar vestígios na paisagem, devido à inexistência de outras estruturas físicas que interfiram com o solo. Lembra os tempos nómadas da civilização na procura constante por alimento e abrigo.<sup>75</sup> Este nomadismo dá à habitação uma movimentação imprevisível e abstrata, em que a casa está em todo o lado e em parte alguma. A casa aparece e desaparece, sem deixar rasto na paisagem diversificada.<sup>76</sup> Apresenta um desenraizamento em relação ao lugar fixo e uma procura constante por um local provisório. Absorve a paisagem exterior e adapta-se.

Com a flexibilidade do projeto e a liberdade de escolha que dá aos habitantes torna-se pertinente pensar numa estratégia de construção que lhe seja coerente. Que aborde não só a flexibilidade de localização, mas também que a utilize no próprio projeto. A sua composição espacial pode assim variar consoante a personalidade do utilizador.

75 MENESES, *Arquitectura(s) nómada(s)*, p.45

76 SILVA, *A casa móvel*, p.42

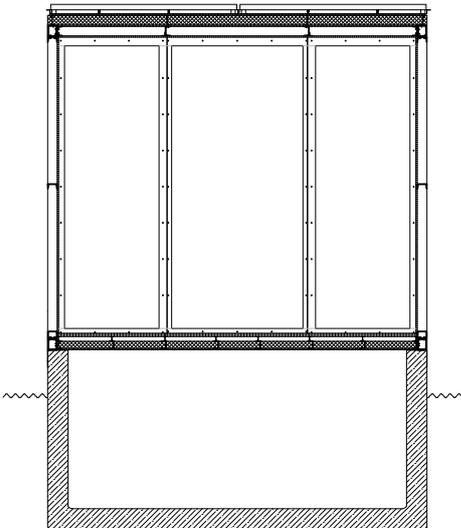
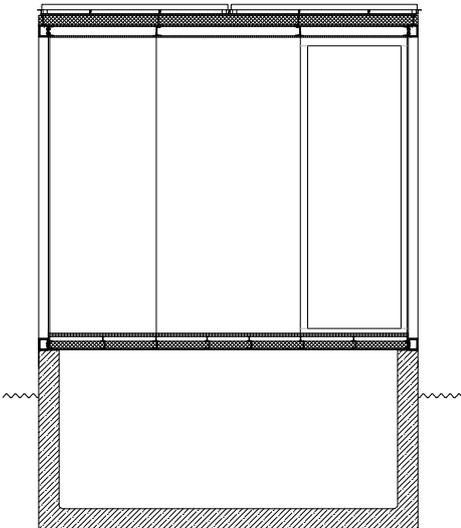
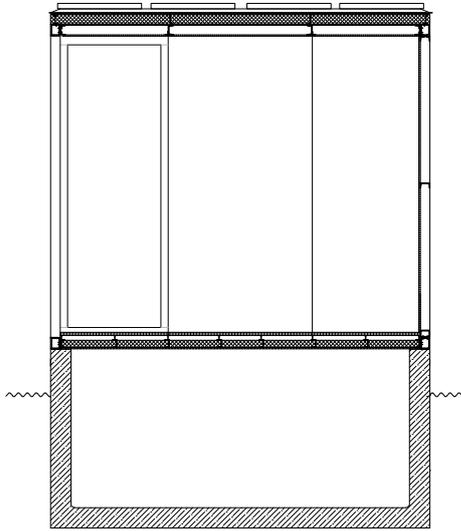
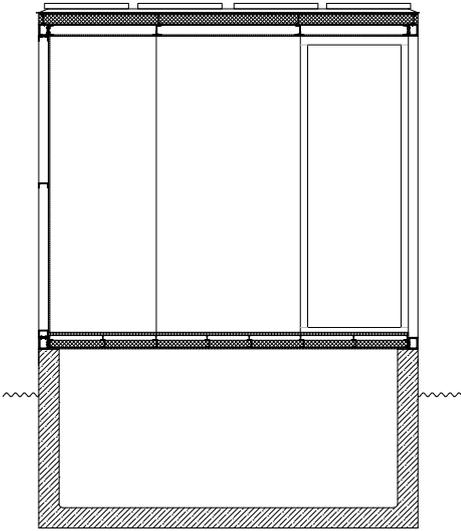
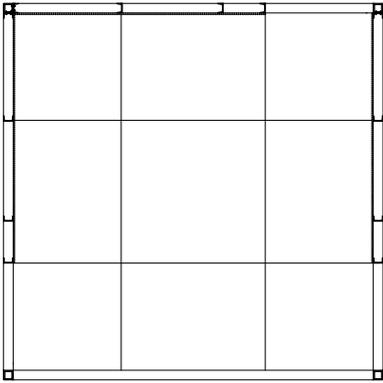
### 3.2 ESTANDARDIZAÇÃO MODULAR

Para que a casa adquira essa flexibilidade é fulcral pensar numa solução que simplifique o processo estrutural e construtivo e que seja comum a todos os compartimentos. Esse processo é conseguido através da standardização. São desenvolvidas unidades volumétricas pré-fabricadas que seguem uma standardização base que se repete e ajuda na sua flexibilidade interior e na possível composição volumétrica final, independentemente da função principal que agrega.

Esta arquitetura modular encontra assim pontos de contato quer com as construções desmontáveis, uma vez que é manufaturada fora do local de implantação, quer com as construções móveis e transportáveis, pois os módulos são transportados e entregues no destino final como volumes equipados<sup>1</sup>. Essa capacidade mantém-se ao longo de toda a sua vida. Os módulos podem ser transportados separadamente através de transporte rodoviário ou náutico para facilitar a sua deslocação desde fábrica até ao local de destino, para posteriormente formar o edifício final.

A standardização mantém a estrutura principal igual em todos os módulos, garante a sua estabilidade e permite que se adapte às variações de composição do objeto habitacional. Ao proporcionar uma lógica construtiva similar entre módulos torna-se possível assegurar o carácter flexível da construção.

1 MENESES, *Arquitectura(s) nómada(s)*, p.60



48. Planta da estrutura modular tipo



### 3.3 FLEXIBILIDADE

Yona Friedman considera fundamental que os edifícios e as cidades acabem com a sua inércia atual e desenvolvam mecanismos que permitam contínuas transformações que são ajustáveis a uma sociedade móvel.<sup>77</sup> É necessário incluir o conceito de flexibilidade no ato de conceção e desenvolvimento da casa para permitir a transformação e reutilização dos espaços.

Quando pensamos numa casa vêm-nos à ideia um conjunto de funções que descrevem o quotidiano comum: dormir, higienizar, socializar, comer, trabalhar, etc. Nuno Portas definiu um total de 16 funções que servem ainda hoje de apoio à conceção de uma habitação. Conhecer as necessidades fisiológicas, psicológicas e sociais de cada indivíduo importa na definição da habitação.<sup>78</sup>

Muitas dessas funções fazem parte de necessidades secundárias exigidas pela intensificação da vida na casa ou pela modificação do agregado: novas necessidades exigirão novos espaços. Mas como bases mínimas de conceção da casa flutuante definiram-se 4 espaços: cozinha, sala, casa de banho e quarto.

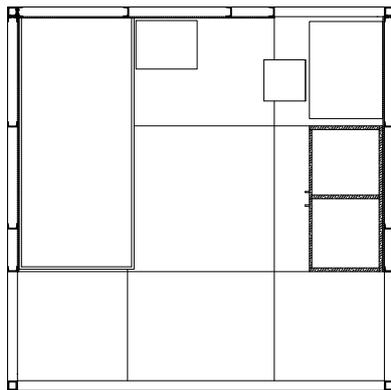
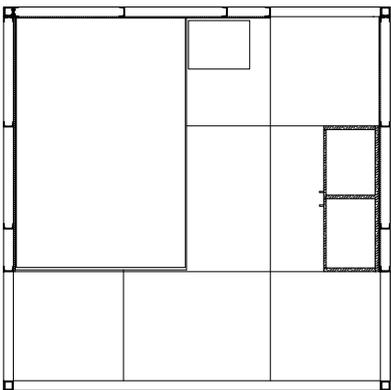
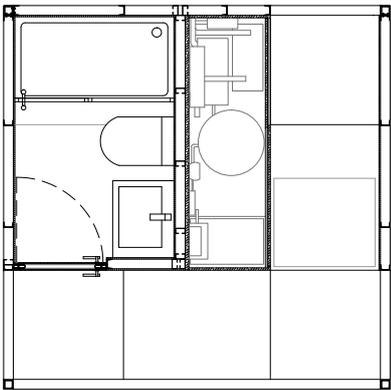
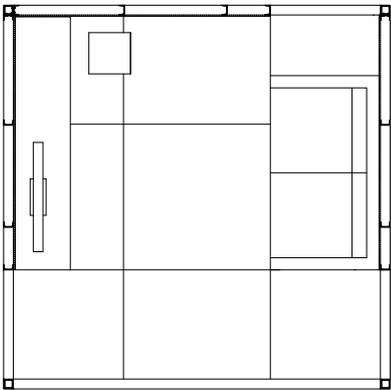
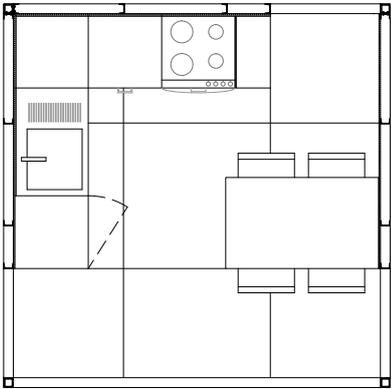
Os espaços são otimizados para as suas principais funções de habitar através de um processo de simplificação e redução de proporções. Esta minimização dos espaços essenciais é conseguida pela concentração/sobreposição de funções, de equipamentos e de usos.<sup>79</sup> Todos os compartimentos apresentam as dimensões e condições mínimas adequadas para o seu conforto e funcionalidade da sua respetiva função. A partir daí o espaço pode adquirir outras funcionalidades para os tornar mais pessoais.

Foi proposta uma dimensão de 9m<sup>2</sup> (3 metros por 3 metros) para cada um dos compartimentos, o que perfaz uma área total para a habitação-tipo de 36m<sup>2</sup>. Cada compartimento é pensado como um objeto independente que reflete cada uma das ações principais.

77 FRIEDMAN, Y., *Architecture mobile et ville spatiale*, 2002

78 PORTAS, N., *Funções e exigências de áreas de habitação*, 1969, p.2

79 SILVA, *A casa móvel*, p.34



49. Planta de módulos-tipo (Cozinha, Sala de Estar, Serviços, Quartos)

1. Módulo “Cozinha” – o módulo é pensado para incluir um espaço de refeição e equipamentos necessário para efetuar a sua função principal, cozinhar. É composto por uma mesa de refeições para 4 pessoas e uma bancada de 0,6 m de largura, constituída por um frigorífico, lava-loiça, fogão de 4 bicos, forno, um espaço para a preparação de alimentos e uma pequena área para a colocação dos pratos já confeccionados.

2. Módulo “Sala de Estar” – a sala funciona como principal zona de convívio. É constituído por um sofá e um pequeno armário para a televisão, acompanhado ainda por uma secretária que pode ser utilizada como espaço de trabalho.

3. Módulo “Serviços” – contempla a casa de banho e um armário onde se localizam os instrumentos necessários para a autossuficiência da casa. É neste módulo ainda que se encontra a zona de entrada para a habitação.

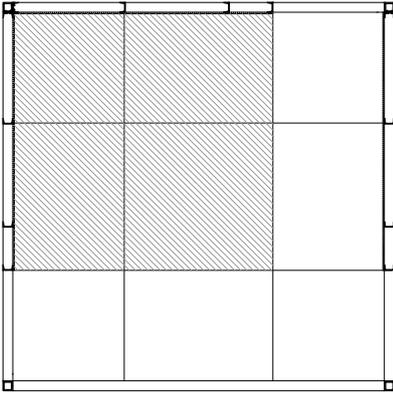
4. Módulo “Quarto” – Este módulo possibilita 2 opções dependendo do número de habitantes.

4.1 - Módulo “Quarto Casal” - Apenas utilizado normalmente nas horas de repouso, o espaço é constituído apenas pelo essencial: uma cama de casal e um guarda-roupa de 120x45cm.

4.2 - Módulo “Quarto Simples” – Esse espaço, que substitui o Módulo de “Quarto de Casal” é constituído por uma cama simples, um guarda-roupa e uma secretária para trabalhar.

Cada módulo pode ser organizado livremente consoante as preferências dos seus utilizadores. Esta liberdade de organização dos 4 módulos - quarto, serviços, cozinha e sala de estar - permite melhorar a casa de acordo com as vontades de cada um. A casa flutuante passa a adaptar-se às personalidades de cada um e às suas necessidades atuais. O cliente passa a ter uma relação muito próxima com o papel do arquiteto, definindo as ideias compositivas para a sua própria habitação.

A sua organização interna respeita algumas regras, onde se definem as zonas de circulação e zonas de estar. O espaço de cada módulo é delimitado por estas duas zonas distintas. O

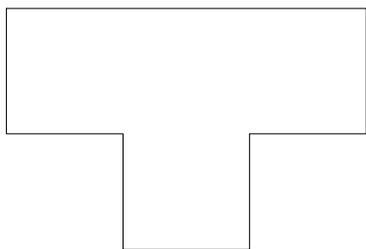
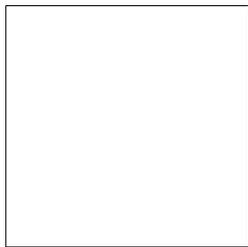


50. Distinção entre espaço de estar e espaço de circulação do módulo-tipo (planta)

espaço de circulação garante as dimensões adequadas para a distribuição fácil dos utilizadores e é caracterizado pelas aberturas de vãos. Já a identidade do espaço de estar é definida pelas ações que ali ocorrem e pelos equipamentos que o ocupam.

É a partir destas duas dicotomias que se desenvolve e se organiza o interior, sendo que essa divisão é definida pelo desenho que cada equipamento ocupa no espaço do módulo, na procura de um equilíbrio da estrutura devido à sua especificidade. A ocupação física dos equipamentos é de extrema importância para determinar a utilização de cada um dos espaços. Uma distribuição equilibrada de pesos é fundamental para a estabilidade do conjunto. No entanto, a organização base de cada módulo pode ser mudada de acordo com os interesses dos utilizadores e da composição global dos compartimentos se a distribuição se mantiver equilibrada.

Para além das mudanças exteriores, a casa pode variar a sua composição sem que se proceda a quaisquer alterações do lugar. Cada habitante pode organizar a sua própria casa. A flexibilidade da casa inspira a que cada habitante crie, transforme e personalize a sua própria casa.



51. Esquema representativo das composições modulares (planta)

### 3.4 POSSIBILIDADES COMPOSITIVAS

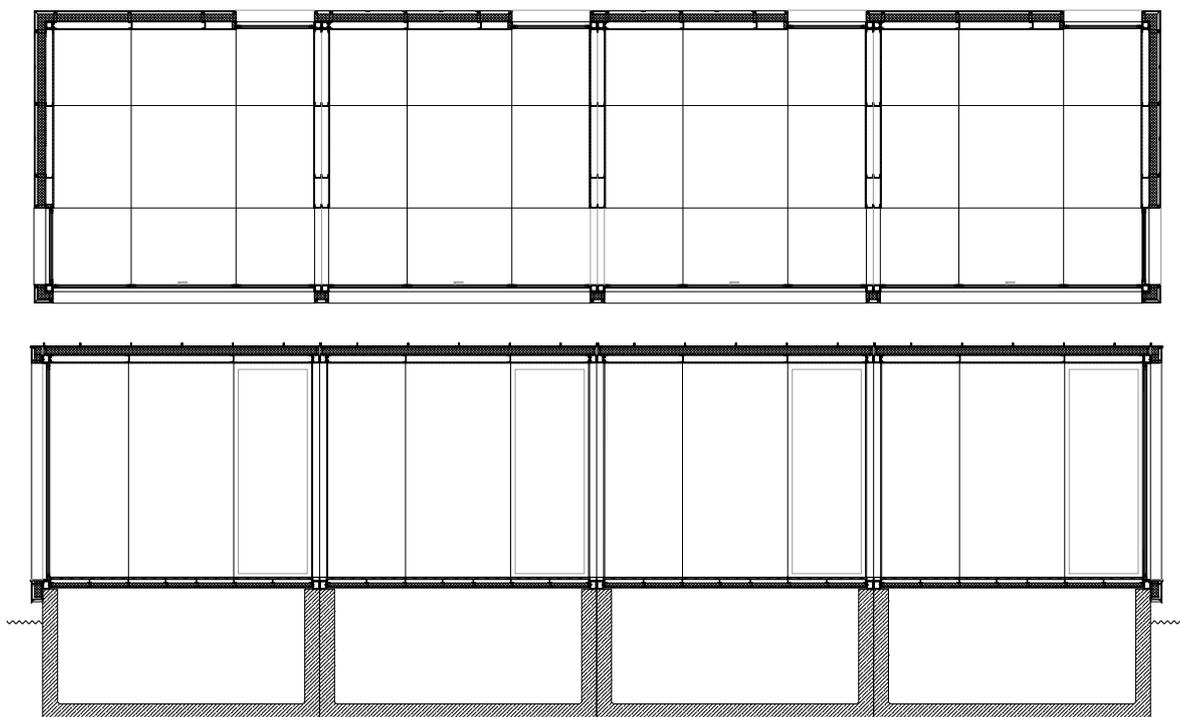
A inclusão do conceito de flexibilidade no desenvolvimento da casa permite que os espaços criados não tenham posição fixa de modo a não condicionar e delimitar o modo de vida do futuro habitante. Uma melhor apropriação do espaço encaminha para uma intervenção com resultados positivos.

A casa torna-se algo que o utilizador transforma e organiza de acordo com a sua vontade e as suas necessidades. É provável que o resultado final não difere muito de pessoa para pessoa, pois tal como Siza disse: “as casas são praticamente (...) iguais ou quase, porque nós (...) somos quase todos iguais”.<sup>80</sup> Mas apesar de esta hipótese ser uma realidade, todos os utilizadores tem sempre a oportunidade de escolha. A organização das unidades volumétricas coloca uma responsabilidade no utilizador, aproxima-o e garante-lhe um papel ativo na conceção e processo de composição da sua própria casa.

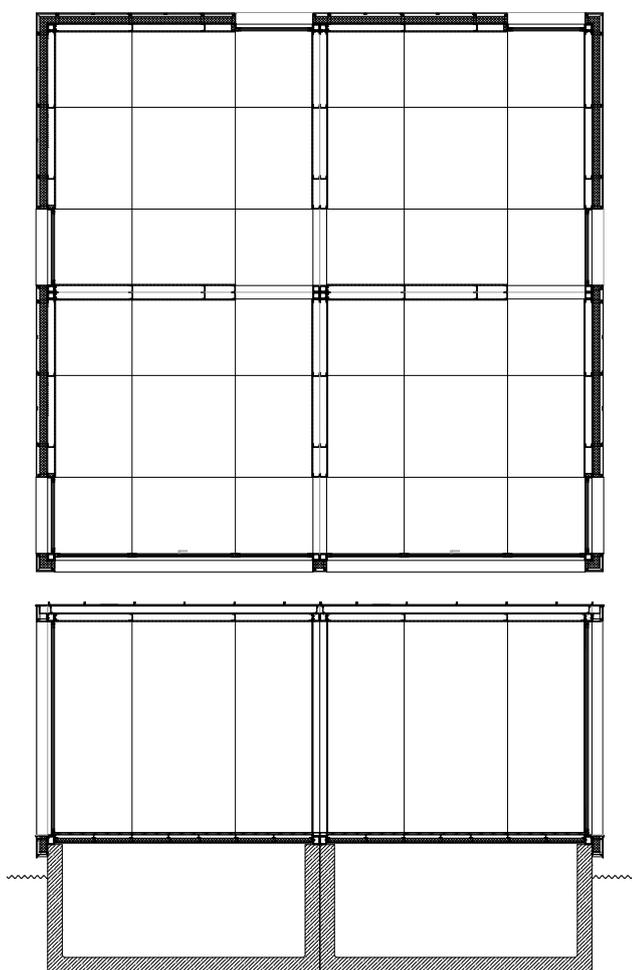
O facto de a casa partir de uma estrutura modular base permite que as suas transformações sejam simples e claras. A casa pode rodar e juntar os compartimentos como desejar, e pela ordem que desejar (exceto o módulo de Serviços, que deve manter a entrada junto à margem). Assim cada habitante tem a possibilidade de combinar de forma livre todos os compartimentos para formar uma habitação-tipo. Este pode decidir o grau de privacidade e relações que o habitante pretende na sua casa, consoante as diferentes faces dos módulos. A casa pode ser mais compacta ou comprida e pode ter uma relação mais reservada ou mais aberta com o exterior. As possibilidades são inúmeras. Para a configuração da habitação-tipo foram definidas 3 matrizes distintas de conexão.

- Linear: Nesta situação os módulos encontram-se dispostos ao longo de um eixo, com a possibilidade de optar por uma agregação mais pública – maior contato visual com a margem - ou privada, reduzindo ao máximo a abertura de vãos para a margem e abrindo o edifício para a paisagem exterior;

80 VIEIRA, S., *A casa*, 2006



52. Esquema representativo da organização espacial da matriz linear (planta e corte)



53. Esquema representativo da organização espacial da matriz quadrangular (planta e corte)

- Quadrangular: Os módulos são agregados/concentrados de forma a criar uma estrutura quadrangular. À semelhança da proposta anterior, a relação com exterior depende das opções do utilizador, se pretende uma habitação mais reservada ou mais transparente;

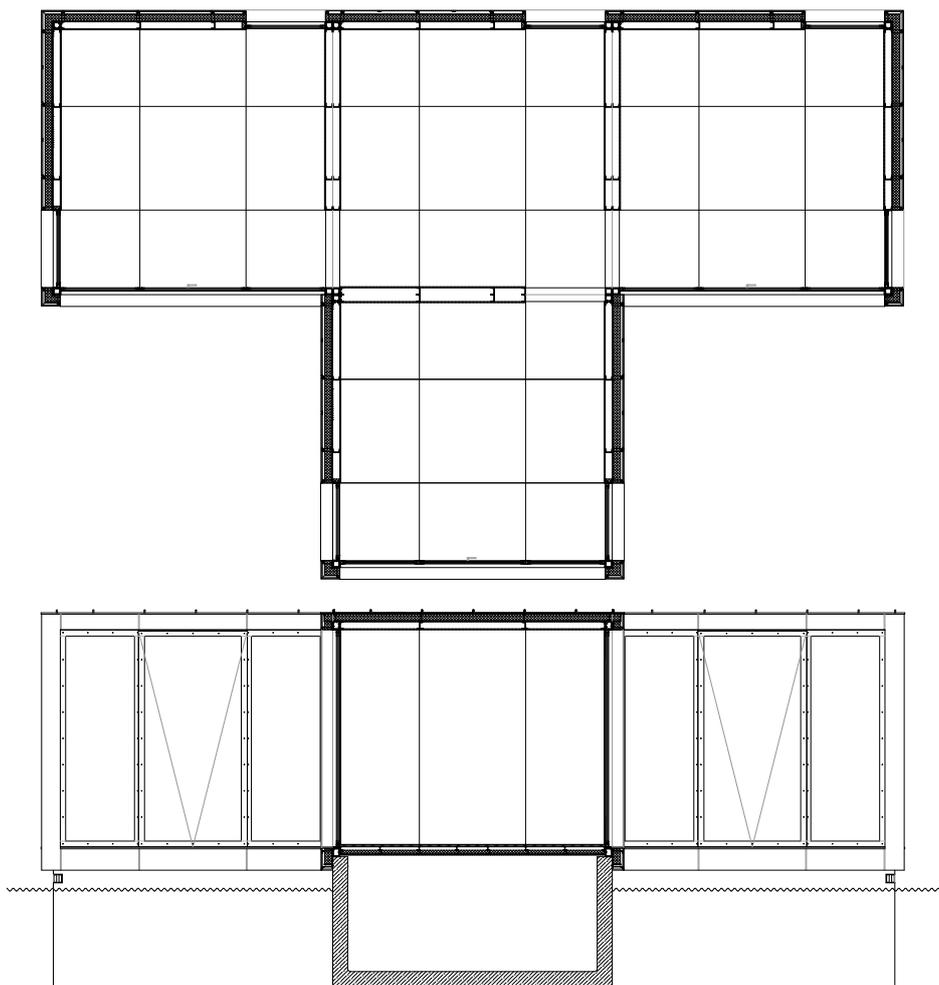
- Em T: Em tudo semelhante à configuração linear, no entanto, um dos módulos é colocado paralelamente ao módulo central e funciona como varanda para a paisagem, dependendo da organização do módulo.

A limitação a este número de configurações deve-se à estabilidade da estrutura. Uma habitação modular mais repartida leva a que a instabilidade das conexões entre módulos seja maior. No entanto através dessas matrizes distintas são apresentadas 27 possibilidades à disposição do utilizador, que se referem às situações mais imediatas que podem ser articuladas entre os módulos através da organização modular que cada compartimento pode ocupar no espaço.

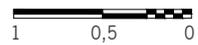
As propostas apresentadas são apenas uma parte das possibilidades de configurações da habitação. A possibilidade de utilizar as quatro faces de cada módulo permite introduzir variantes nas configurações e elevar o número de escolha para o utilizador. Cada um desses módulos pode sofrer rotações e ser posicionado de acordo com as preferências dos utilizadores, elevando exponencialmente o número de possibilidades.

A cada rotação de 90° efetuada por cada um dos módulos é garantida uma nova configuração possível para a casa. Cada uma das 8 possíveis configurações longitudinais vê o seu número aumentado para 552 possibilidades. O mesmo se passa com as outras matrizes. No total a habitação flutuante pode garantir mais de 1800 configurações diferentes.

A inclusão da flexibilidade no projeto permite adaptar a habitação às dinâmicas dos utilizadores e possibilita a liberdade necessária para os seus utilizadores quando utilizarem a casa flutuante. Esta flexibilidade apresenta inúmeras possibilidades consoante os desejos de cada um, assumindo-os prioritariamente no ato de conceção e desenvolvimento da casa.



54. Esquema representativo da organização espacial da matriz em T (planta e corte)



Após a decidida a organização que a casa deve ter, o isolamento e o material de revestimento nos pontos de ligação entre módulos são então colocados e a estrutura principal de cada módulo é fixada. A vantagem destas unidades é que pode entrar em funcionamento quase imediatamente após a sua implantação. A proposta prevê a alteração da configuração inicial vezes sem conta, sempre que o habitante deseje novas formas ou interações, bastando para isso separar a ligação entre a estrutura principal. Posteriormente é retirado o isolamento e material de revestimento em cada um dos pontos de ligação para que sejam aproveitados na nova estrutura. Isto faz com que todos os materiais possam ser reutilizados, sem acarretar custos extra para o utilizador.



55. Esquema representativo da evolução da tipologia de habitação-tipo

### 3.5 CAPACIDADE ADAPTATIVA

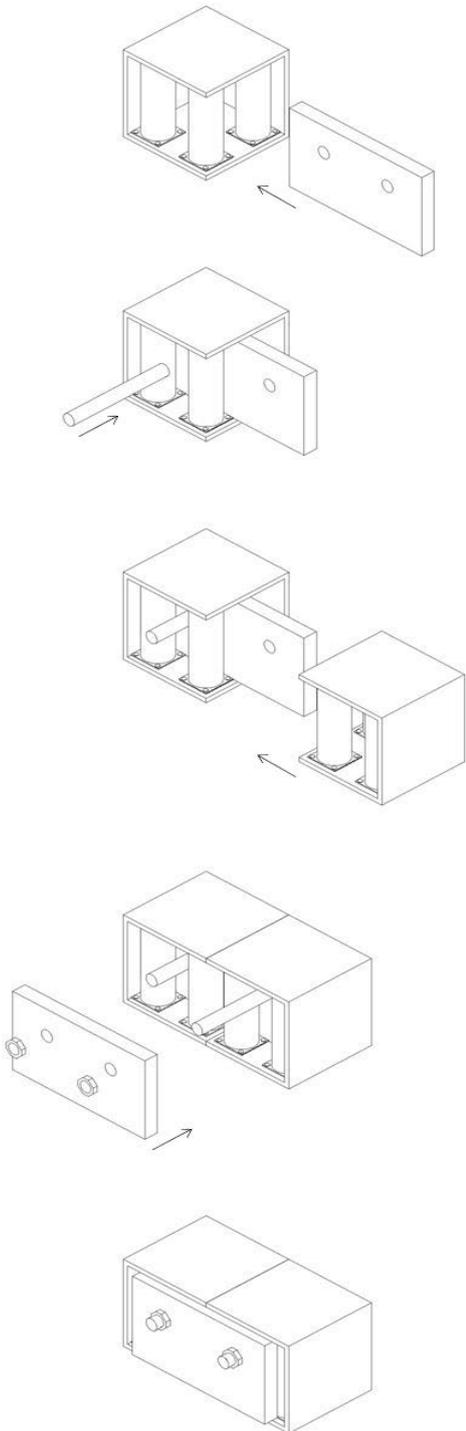
A principal dificuldade na construção reside na previsão de como será o futuro. O número de variáveis impede que se preveja como a habitação poderá evoluir. No entanto é possível entender que a probabilidade de alterações qualitativas da função ou devido à evolução quantitativa do agregado<sup>81</sup> serão as hipóteses de evolução mais expectáveis. Exigências de maior autonomia e equilíbrio entre a privacidade e a vida em comunhão traduzem-se inevitavelmente em acréscimos de espaço.<sup>82</sup> Nesse sentido a proposta prevê a evolução das tipologias habitacionais, nomeadamente na sua capacidade de expansão mas sem esquecer a sua capacidade para se dividir, através da adição ou subtração de novos módulos base. Se necessário acrescentar um quarto, aumentar o espaço da sala ou da cozinha, ou mesmo criar um espaço de lazer exterior, uma nova base modular flutuante pode ser adicionada. O processo inverso também pode ser realizado se os utilizadores assim o entenderem.

A habitação-tipo é pensada inicialmente para uma pessoa ou para um casal. Este é o ponto de partida para um crescimento da tipologia consoante as necessidades dos utilizadores através da lógica modular na qual o projeto assenta. Recomenda-se que a expansão deva ser feita paralelamente à habitação-tipo inicial, uma vez que o acrescento de apenas um módulo com uma base independente de 3x3m a uma matriz longitudinal com uma base de 12 metros tornaria toda a estrutura instável devido à ondulação. É necessário que haja um equilíbrio na relação entre o comprimento e a largura para potenciar a estabilidade de toda a estrutura. Uma ligação lado a lado garante maior robustez de toda a estrutura e menos propensão para a instabilidade.

As tipologias de agregação oferecem e possibilitam a transformação sem a necessidade de mudança de casa. A casa pode acompanhar a evolução das dinâmicas dos utilizadores de acordo com as novas necessidades ou exigências, sem que seja necessário procurar um novo local.

81 PORTAS, *Funções e exigências de áreas de habitação*, p.6

82 PORTAS, *Funções e exigências de áreas de habitação*, p.11 e 12



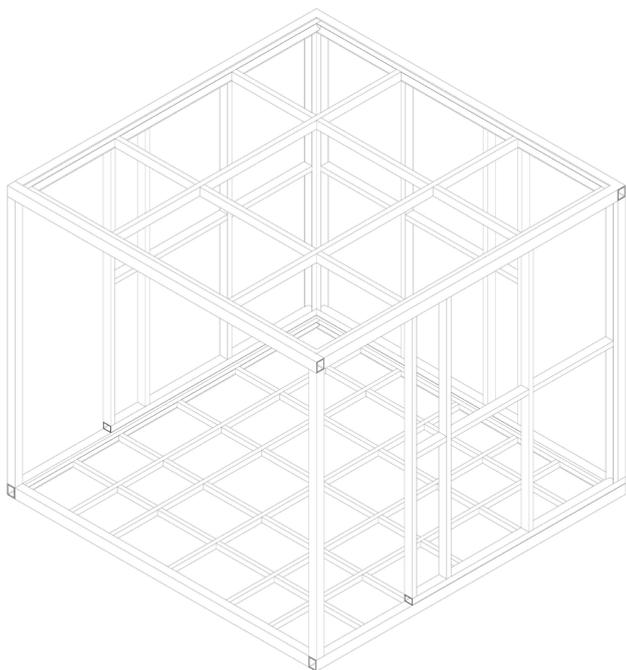
56. Axonometria representativa da peça de conexão e das suas várias fases para a ligação entre bases flutuantes

### 3.6 BASE FLUTUANTE

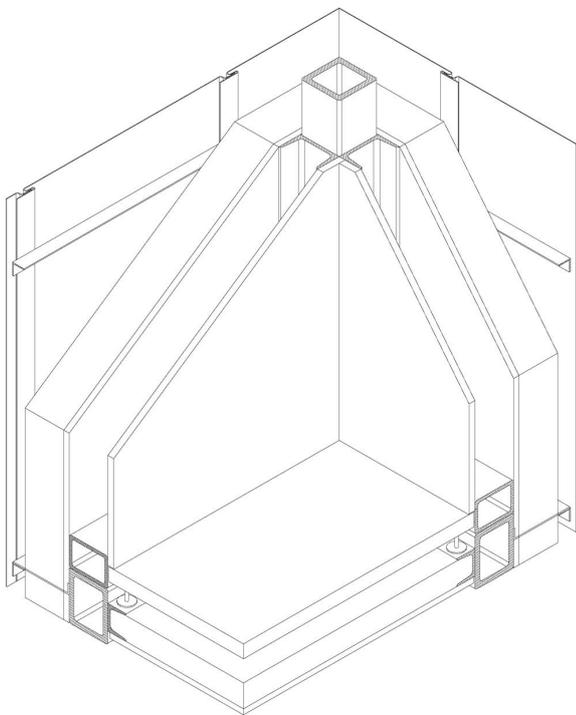
Cada um dos módulos base é assente numa estrutura individual flutuante de 3,20m x 3,20m. Tal como nos casos estudados, a base é feita em betão, com 15cm de espessura, exceto os lados correspondentes à zona de circulação onde a espessura é de 20cm, indispensável para contrabalançar a habitação devido à ocupação do mobiliário de cada um dos módulos.

As bases flutuantes são fixas entre elas através de barras de bloqueio que evitam movimentos verticais e longitudinais entre bases. Face à possível transformação constante da habitação, houve a necessidade de procurar uma nova conexão de fácil acesso, em contraste com as estudadas. Cada base possui quatro pontos de conexão nas laterais. São posteriormente introduzidas duas barras de bloqueio - ou 2 peças em L, no caso da matriz em T -, uma colocada no interior para evitar movimentos verticais, e outra à face. Ambas são unidas através de parafusos enroscados que evitam os movimentos horizontais. Esta ligação garante que o edifício funcione como um todo e não haja ruturas. Para facilitar e assegurar uma conexão eficaz esta deve ser realizada em ambiente calmo.

No entanto é necessário que a estrutura se fixe pontualmente pois a mobilidade não é permanente. Para manter a habitação no lugar, esta pode ser conectada a mastros de aço já pré-existentes nos locais de atracagem. A utilização destes elementos verticais garante a resistência às forças laterais do vento e da água quando as condições são adversas. Os mastros garantem o aumento de estabilidade e diminui os movimentos laterais, permitindo que a habitação se mova apenas verticalmente de acordo com o nível de água. Na fixação são utilizados os mesmos pontos do sistema de conexão das bases. A barra de bloqueio é substituída por uma peça de aço que se fixa à base de betão e une a habitação e os mastros, que possui um sistema de rolamentos na parte superior para os movimentos.



57. Axonometria da estrutura principal da habitação-tipo



58. Corte perspético da parede externa da habitação-tipo

### 3.7 MÓDULO

#### 3.7.1 SISTEMA ESTRUTURAL

Cada módulo é construído adotando a seguinte estrutura base: 4 pilares de aço inox AISI 316 de perfil tubular (80x80x10mm) que se posicionam nas extremidades do módulo. A estrutura principal e o revestimento interior e exterior são apoiados por pilares de perfil UPN de aço inox AISI 316 (80x45x6mm). A estrutura vertical delimita o perímetro do módulo e garante o suporte da laje superior. A laje é composta por 4 vigas metálicas de perfil tubular (100x80x10mm), para além de 4 vigas de apoio estrutural (80x45x6mm) que impedem o movimento interno e ajuda a suportar os elementos construtivos. A laje inferior segue o mesmo modelo, no entanto necessita de 8 vigas de apoio estrutural (65x38x5mm) para suportar todos os elementos físicos necessários para o funcionamento do módulo.

#### 3.7.2 SISTEMA CONSTRUTIVO

##### 3.7.2.1 REVESTIMENTOS EXTERNOS

O todo o exterior é constituído por uma placagem de zinco de 1mm grampeada à estrutura e suportado por perfis em L. Cada painel de zinco ocupa toda a altura dos módulos para reduzir o número de conexões. A vantagem deste tipo de sistemas é a garantia de impermeabilidade do alçado exterior. A lã de rocha de 80mm garante o isolamento térmico e acústico e é suportada por placas de OSB Humidade de 11mm.

Na cobertura, o revestimento exterior é garantido pelo zinco de junta agrafada que é grampeado à estrutura principal. O isolamento é feito por uma camada de 80mm de lã de rocha que é suportada por placas de OSB Humidade com 11mm de espessura. O revestimento é parcialmente coberto pelos painéis fotovoltaicos ou solares. Não é necessário pendentes pois devido à natureza flutuante do edifício este nunca ficará completamente horizontal.

### 3.7.2.2 REVESTIMENTOS INTERNOS

O interior de cada módulo apresenta uma materialidade contínua e uma métrica que se prolonga para qualquer um dos planos das unidades volumétricas. O acabamento interior é feito com contraplacado marítimo, que associado ao ambiente em que se insere é o que garante uma melhor resistência à humidade, uma maior durabilidade e uma elevada resistência à degradação e ao desgaste. Cada placa de contraplacado das paredes segue uma métrica rígida que acompanha a estrutura. Nas placas laterais a medida é de 0,9m por 2,5m, e na zona central de 1,20 por 2,5m.

O revestimento do teto é feito por placas de contraplacado marítimo de 12mm que esconde a estrutura secundária dos módulos. Todos os cantos do teto são definidos por placas de 0,9m por 0,9m e os restantes por uma placa de 1,20m por 1,20m.

Essa métrica repete-se no pavimento, com placas de contraplacado de maior espessura (27mm) que assentam nos apoios ajustáveis de 35mm e são suportados pela estrutura de apoio estrutural. A parte mais inferior do módulo é encerrada por placas de OSB Humidade de 11mm, onde assenta a lã de rocha de 60mm, para evitar o aparecimento de pontes térmicas.

### 3.8 AUTOSSUFICIENTE

A habitação pode funcionar com o auxílio de sistemas de fornecimento público, no entanto este nunca foi o objetivo do trabalho. A mobilidade apesar de não ser obrigatória, obriga a pensar a casa como um objeto autónomo. É necessário que a habitação seja autossuficiente para que possa responder de forma imediata a imprevisibilidades e para que prevaleça a preexistência, sem qualquer alteração do lugar, através de equipamento que garanta o bem-estar dos seus utilizadores.<sup>83</sup>

Para conseguir essa comodidade e bem-estar, questões como o acesso à água potável, quer pela recolha de águas pluviais ou pelo tratamento/reutilização das águas residuais e a gestão da mesma; produção de eletricidade e eliminação de resíduos constituem fatores fundamentais para a autossuficiência da estrutura proposta.

Os habitantes devem ter uma mentalidade sustentável para ser possível habitar com todas as contrapartidas que a casa flutuante apresenta. Tal como qualquer outra habitação deve ser fornecida uma constante atenção e compromisso com o tratamento das necessidades do edifício, para salvaguardar quaisquer problemas e para que veja as suas exigências respondidas.

#### 3.8.1 PRODUÇÃO ENERGÉTICA

Uma das principais necessidades para que seja possível o funcionamento de uma casa flutuante, mesmo longe das fontes de distribuição, é fornecimento de energia elétrica. A principal medida passa pela produção de eletricidade através de equipamentos específicos aproveitando o sol ou o vento que o lugar lhe oferece. Nesse sentido procura-se tirar partido das vantagens do sol como energia ecológica, renovável e económica para ser utilizada como principal recurso de produção de eletricidade.

Para responder às necessidades de energia que a construção necessita, equipamentos como painéis fotovoltaicos e solares são essenciais. Os painéis fotovoltaicos são fundamentalmente

concebidos para alimentar edifícios isolados da rede elétrica.<sup>84</sup> Os painéis são colocados na cobertura da casa flutuante e os equipamentos - que inclui as baterias, controlador de carga e inversor de corrente - são armazenados no interior da casa. Cada painel de 140W produz 31,25 kWh/mês e uma vez que cada módulo possui 8 painéis, excluindo o módulo de serviço, onde se encontra um painel solar ao invés de 3 painéis fotovoltaicos, uma habitação-tipo possui um total de 29 painéis fotovoltaicos. Ao longo de um mês a produção média de energia elétrica é 507,5 kWh - considerando que cada dia tem 4h de Sol pleno.<sup>85</sup> Tratando-se de um valor superior ao consumo médio de energia numa habitação (400 – 500 kWh/mês) é possível usar a energia solar armazenada e converte-la para o uso diário, sem se preocupar com questões de insuficiência elétrica.

A energia elétrica gerada durante o dia pelos painéis é armazenada nas baterias para garantir a autossuficiência da habitação nos períodos em que o recurso solar não está disponível (períodos noturnos ou nublados).<sup>86</sup> O controlador de carga regula o carregamento da bateria e evita sobrecargas e descargas de energia abaixo do nível recomendado. Para ser possível utilizar televisores e outros equipamentos eletrônicos é necessário o inversor de corrente para converter a corrente elétrica contínua das baterias em corrente alternada.

Também será utilizado um painel solar que aproveita a radiação solar e acumula a carga térmica, para possibilitar o aquecimento da água sanitária para a habitação. Neste caso é utilizado um sistema de circulação forçada, onde o depósito de 152 litros – ideal para uma família de 3 pessoas – é colocado no interior para facilitar a sua manutenção e garantir uma melhor integração estética de toda a habitação ao evitar o aparecimento do depósito na cobertura.

Para além da produção de energia é necessário ter em atenção o consumo de energia. Através da presença de vãos envidraçados é possível oferecer uma utilização mais eficiente da iluminação natural e diminuir o consumo. Dessa maneira todas as fachadas possuem

84 CARNEIRO, J., *Dimensionamento de sistemas fotovoltaicos*, 2009, p.20

85 Valor médio referente às horas de exposição solar plena em Portugal (2 horas no Inverno e 6 horas no Verão). Valor apenas indicativo da média global, uma vez que o projeto se destina a outras zonas do globo. Valores retirados de: <http://www.portal-energia.com/microgeracao-em-portugal/>

86 Confrontar nota 85

uma entrada de luz, sendo uma delas completamente envidraçada. Apesar da facilidade na regulação térmica durante o Inverno, a inexistência de edifícios próximos da habitação flutuante requer a utilização de vidros refletivos para evitar o sobreaquecimento interior durante o Verão. A mobilidade do edifício é um fator positivo na ajuda dessa otimização solar e da moderação da temperatura interior.

Outra das medidas passa pela utilização de lâmpadas de menor consumo energético - fluorescentes ou de *LED* - e da restrição ao indispensável de aparelhos e dispositivos elétricos e de grande eficiência energética.

### 3.8.2 ACESSO A ÁGUA POTÁVEL

De acordo com a Organização Mundial de Saúde, “cada pessoa necessita entre 50 a 100 litros de água por dia”<sup>87</sup> para satisfazer as necessidades de consumo e higiene. Para garantir o fornecimento dessa quantidade por dia de forma autossuficiente é necessário encontrar meios que o possibilitem. Tratando-se de uma casa flutuante o abastecimento de água potável é conseguido através do aproveitamento dos recursos hídricos do local em que se encontre,<sup>88</sup> mas também pelo reaproveitamento das águas cinzentas. A utilização dos recursos locais evita o uso de um reservatório de grandes dimensões e garante o aligeiramento da habitação.

O tanque de água serve como reservatório de 200 litros o que garante a sustentabilidade dos habitantes por pelo menos dois dias sem a necessidade de captar os recursos do local. O reservatório é colocado na base flutuante do edifício devido às suas dimensões.

Obviamente por se tratar de água aproveitada de locais públicos, esta deve ser tratada adequadamente para poder ser consumida. “A água deve ser segura, portanto, livre de microrganismos, substâncias químicas e os riscos radiológicos que constituem uma ameaça para a saúde de uma pessoa.”<sup>89</sup> Através do uso de filtros comuns é possível bombear água

<sup>87</sup> OUNHCHR, *The Right to Water*, 2010, p.8

<sup>88</sup> É possível garantir ainda o aproveitamento em zonas de água salgada. Através do processo de osmose reversa, as bombas de alta pressão captam a água salgada para os filtros, que retiram os sais e eliminam vírus, bactérias e fungos, deixando passar apenas água pura.

<sup>89</sup> OUNHCHR, *The Right to Water*, p.9

diretamente para o reservatório, pois são removidas as partículas prejudiciais ao consumo. A água é captada para o reservatório e é previamente filtrada e depurada para permitir a sua utilização e ingestão. O fluxo é controlado por duas bombas de água que garantem a circulação entre o exterior e o reservatório para as torneiras da casa.

Sempre que a água seja utilizada, esta ficará retida no interior da habitação, no tanque de retenção. Mesmo que parte da água cinzenta seja reaproveitada, assim que o tanque atinja o limite torna-se necessário extrai-la da habitação. Apesar do reabastecimento do reservatório ser sempre possível deve-se evitar o desperdício de água. O uso de políticas de poupança na utilização de água torna-se essencial para a autossuficiência da casa flutuante.

### 3.8.3 ELIMINAÇÃO DE RESÍDUOS

Um dos problemas deste tipo de habitações é a eliminação de resíduos ou das águas negras. Uma das hipóteses mais simples é largar diretamente no rio. No entanto nem sempre é possível e não é das soluções mais higiénicas, apesar do risco de transmitir doenças ou poluição ser quase nulo. Como já referido, optou-se por um sistema de armazenamento interior, pelo que grande parte do espaço da base flutuante é utilizado para os tanques de retenção dos resíduos. No total existem dois tanques, cada um com 200l de capacidade para águas cinzentas e para águas negras.

Através de um uso sustentável de água e do sistema de filtragem de osmose é possível utilizar a habitação durante uma semana sem que seja necessário esvaziar o tanque de retenção. O sistema de filtragem é colocado na base flutuante por debaixo das instalações sanitárias para reciclar e armazenar as águas cinzentas provenientes dos duches.

A casa de banho de uma casa flutuante requer um conjunto de considerações especiais. Deve-se excluir todo o tipo de produtos para além de urina, fezes e papel higiénico, para evitar o entupimento do sistema de esgoto.<sup>90</sup> As águas negras são armazenadas no tanque de retenção e os maus odores são evitados através de um tubo de ventilação. No caso dos climas

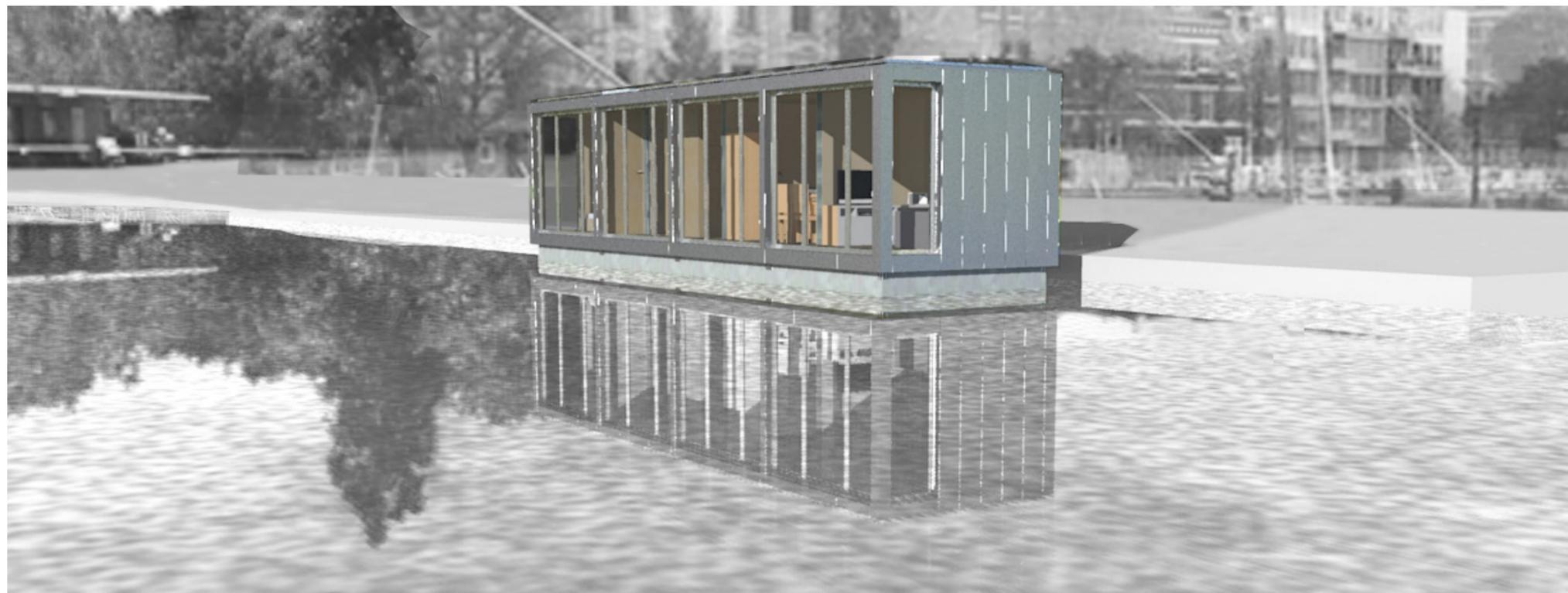
90 KIVI, R. *How does the bathroom work on a Housebat?* [s.d]. [http://www.ehow.com/how-does\\_4761149\\_bathroom-work-houseboat.html](http://www.ehow.com/how-does_4761149_bathroom-work-houseboat.html)

quentes, os tanques devem ser esvaziados com mais frequência, pois os odores desenvolvem-se mais rapidamente.<sup>91</sup> Assim que um dos tanques estiver próximo do limite surgirá um aviso para que se proceda ao seu despejo.

91 Idem, *How does the bathroom work on a Housebat?* [http://www.ehow.com/how-does\\_4761149\\_bathroom-work-houseboat.html](http://www.ehow.com/how-does_4761149_bathroom-work-houseboat.html)



3.9 PROJETO FINAL



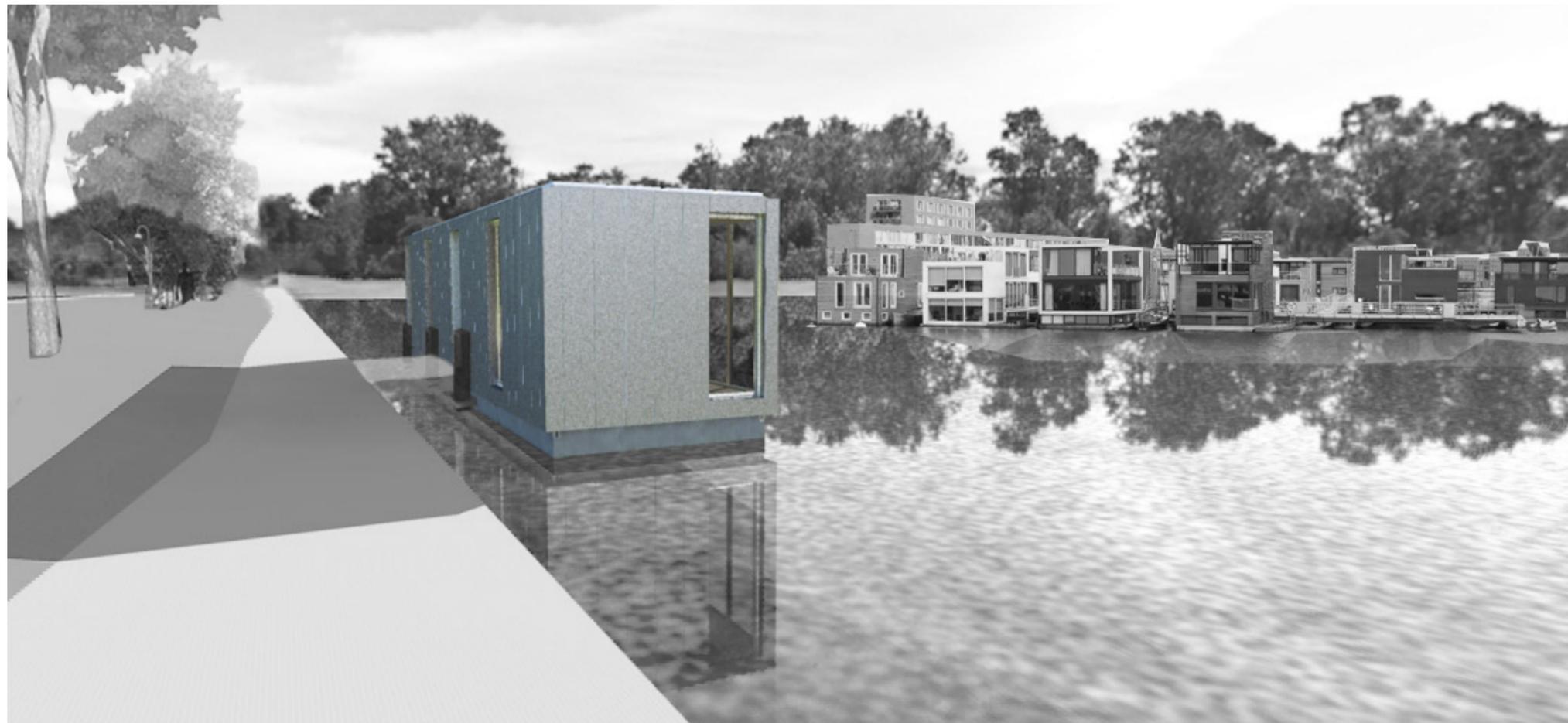
59. Vista exterior 1 da habitação-tipo



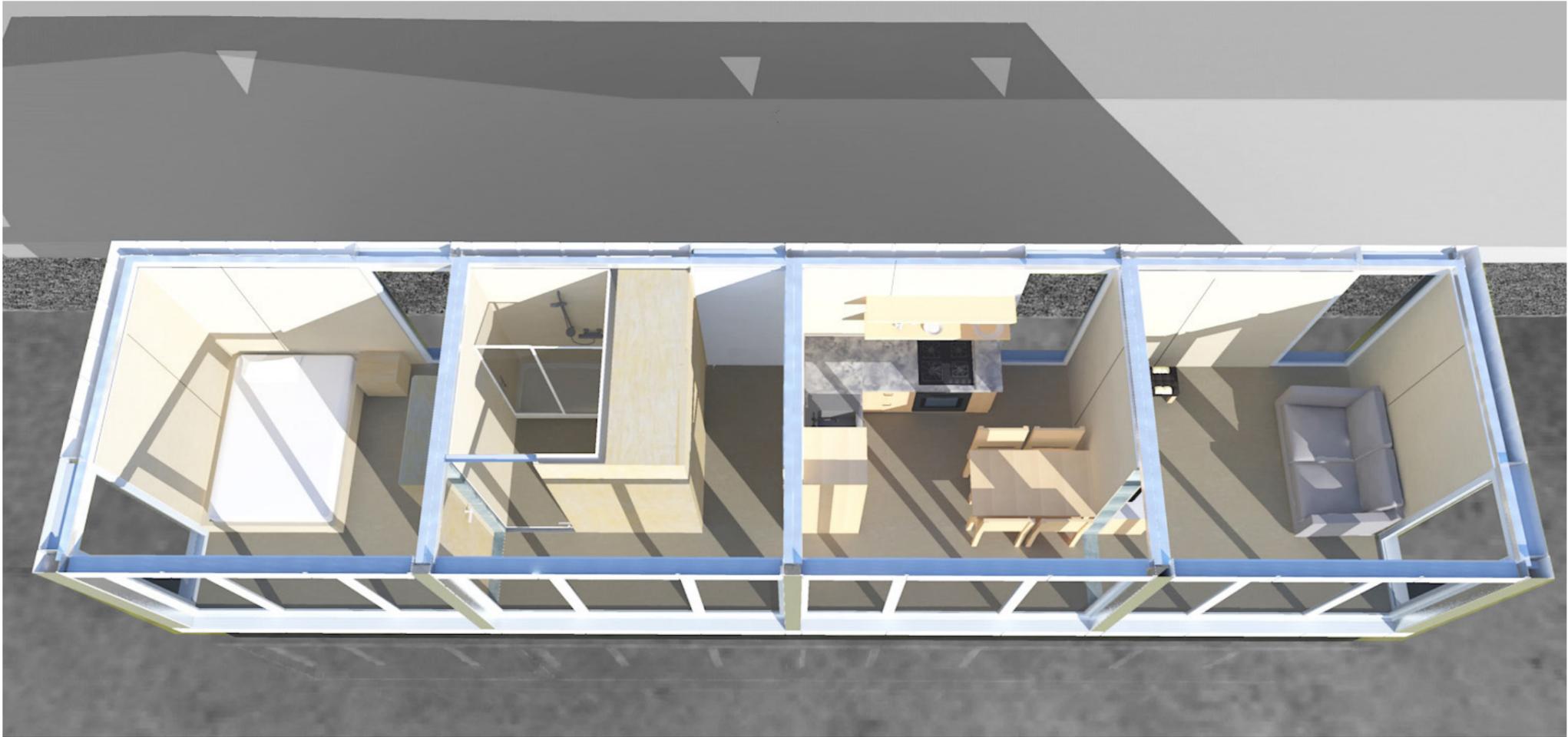
60. Vista exterior 2 da habitação-tipo



61. Vista aérea da habitação-tipo



62. Vista exterior 3 da habitação-tipo



63. Planta 3D da habitação-tipo



64. Vista interior da sala



65. Vista do quarto

## 4. NOTA CONCLUSIVA

### 4.1 O PRESENTE E O FUTURO DA CASA FLUTUANTE

O trabalho propôs uma solução alternativa capaz de garantir a habitabilidade sem preocupações. Uma solução capaz de se adaptar às novas transformações a que o ambiente está sujeito. O presente trabalho focou-se, por isso, na construção de uma habitação-tipo flutuante isolada. Nesse sentido, o conceito de arquitetura flutuante foi abordado como resposta para o panorama atual e futuro do planeta. Dada a carência ainda existente para responder ao aumento do nível de água e à ocorrência de cheias, as estruturas flutuantes apresentam-se como uma estratégia de elevado potencial para as mitigações<sup>92</sup>. Construir na água é possível devido aos processos introduzidos das experiências e dos conhecimentos disponíveis - a exploração da pré-fabricação, da modularidade e da flexibilidade - e à interdisciplinaridade que se procura na arquitetura.

O surgimento de novos paradigmas e necessidades levaram à procura de alternativas que a casa deve oferecer. Enquanto elemento social a arquitetura pode ter um papel fundamental para restabelecer as condições de abrigo e minimizar a vulnerabilidade das famílias com menos posses, tirando partido dos recursos disponíveis para criar uma habitação. Deste modo, para a

92 ANDERSON, *Amphibious architecture*, p.2

composição global do edifício promoveu-se uma escolha estrutural simples, repetível e de fácil construção, que incorpora o conceito de flexibilidade e de autonomia, capaz de responder às exigências programáticas e arquitetônicas pretendidas.

Mais do que um produto físico a casa flutuante procura dar resposta às modificações climáticas e às modificações sociais de cada família. É fundamental que os edifícios desenvolvam mecanismos que se ajustem às mudanças a que a sociedade é sujeita no dia-a-dia. Que seja possível libertar a casa das restrições atuais e adequá-la a um mundo em alteração, quer a um nível cultural, de globalização, quer a um nível climático, com as constantes mudanças climáticas. Mecanismos que possibilitam a transformação, realocização e reutilização do objeto construído sempre que desejem, renovando a sua apropriação espacial.

Torna-se relevante a aposta em projetos que contribuam com novas soluções para as necessidades de uma sociedade e de um ambiente em mudança, sem esquecer as alterações demográficas e o indispensável bem-estar. Existe o dever de projetar pensando o futuro. E a construção serve as necessidades a que se propõe – habitar num ambiente em transformação.

No entanto, ao explorar novos caminhos, reconhece-se a necessidade de um contínuo aprofundamento deste campo de estudo nomeadamente na procura de uma melhor autossuficiência, interligações entre módulos e novas formas de conseguir ultrapassar as limitações quanto à sua localização. Por enquanto a proposta depende de um local de atracagem na qual a casa flutuante “descansa”. Essa necessidade restringe a mobilidade da habitação durante grande parte do seu período de vida, movendo-se apenas verticalmente, consoante o nível hídrico.

Esta limitação depende muito da abordagem feita ao projeto. De forma a garantir uma composição arquitetónica leve, sem muitos encargos para os utilizadores, é necessário uma contenção quanto ao número de equipamentos interiores e de apoio à autonomia da construção. A procura de novos sistemas de flutuação para além da base de betão, capazes de aguentar maiores pesos ou a criação de estruturas de serviços acopladas pode ser um passo futuro a explorar no combater a estas limitações.

Também as conexões entre módulos podem ser repensadas. O sistema proposto não é definitivo, no entanto responde claramente às especificidades deste projeto. Novos sistemas de flutuação podem significar novos sistemas de conexão, novas dimensões e novos usos para as construções móveis. Surge a possibilidade de criar edifícios de caráter social de maiores dimensões e sem preocupação de sobrecargas.

#### 4.2 DA CASA FLUTUANTE À COMUNIDADE FLUTUANTE

Construir na água desenvolve uma importante relação com o ambiente e começará a ser fator dominante das zonas urbanas com maior risco de cheias. O crescimento da população, aliado à subida do nível da água, colocará inúmeras cidades em risco. Nestes espaços sobrelotados mais do que combater contra estes problemas, deve-se adaptar a habitação a essas condições e explorar a superfície aquática para expansão das cidades.

Mas conseguirão as cidades ou comunidades adaptar-se a este grau de incerteza? Serão capazes de acomodar uma solução alternativa sem preocupações de habitabilidade quanto às alterações climáticas que surjam? Que infraestruturas necessitarão para que sejam soluções viáveis?

É necessário não esquecer o conjunto de exigências ou necessidades que poderão acontecer no futuro. A proposta apresentada refere-se a um conjunto de propostas individuais tipo, que podem ser aplicadas a áreas habitacionais que vão se localizando ao longo de rios, baías ou canais. Para locais onde as alterações climáticas poderão ter impacto num futuro próximo.

Mas os efeitos das alterações climáticas não podem ser previstos ou controlados de forma totalmente segura. A vulnerabilidade dos países depende da velocidade de subida das águas e da resposta das medidas de prevenção contra cheias. A necessidade de criação de comunidades flutuantes poderá uma realidade. Projetos como o de Kenzo Tange para Tóquio ou as comunidades flutuantes existentes na Holanda serão mais frequentes e servirão como conhecimento adquirido para a construção de novos projetos.

A complexidade de criar toda uma estrutura autossuficiente requer um estudo mais aprofundado. Deixa de ser apenas uma construção junto à margem mas começa a ser necessário pensar em vias e bairros que juntam um aglomerado de habitações. Toda esta proximidade de construções acaba por criar uma impermeabilidade visual que não se aplica a uma habitação isolada. É necessário pensar e repensar em novas questões, numa nova organização que centra a atenção no próprio edifício e menos na envolvente ainda que se possa utilizar os mesmos módulos.

Novas investigações sobre novas dinâmicas das cidades “pode transformar as mudanças arquitetónicas num processo ecologicamente eficiente, bem como uma nova experiência urbana.”<sup>93</sup> Torna-se necessário uma estrutura de suporte capaz de acoplar em si todas estas construções habitacionais, mas também - em locais onde a comunidade de casas flutuantes comece a ganhar importância - pensar em estratégias partilhadas de fornecimento de energia e locais de captação de resíduos, que posteriormente são conduzidos para locais de tratamento. A necessidade de acessos viários e a sua relação com o tráfego marítimo - em baías - são pontos de estudo necessário.

Uma nova ideia conceptual pode tomar forma. A abordagem da flexibilidade compositiva como método de experimentação formal da habitação pode deixar de ser elemento importante do projeto, tornando-se ele numa complexa estrutura fixa. Cidades inteiras podem ser pensadas como uma única estrutura flutuante e a adaptação pode ser abordada de formas diferenciadas. “A noção de lugar na cidade (...) adquire novos significados e interpretações deixando de ser entendida como uma realidade absoluta, definitiva e estática.”<sup>94</sup> Passa a ser possível viajar dentro cidade.

No entanto, a estruturação de uma cidade flutuante requer o pensamento de diversos fatores para o seu funcionamento. Necessidades económicas, de produção e indústria, de sistemas de transporte, entre outros, precisam de ser pensados para possibilitar a autossuficiência de toda a cidade. A possibilidade da cidade produzir os seus próprios recursos ou ser

93 NEELEN, M. et al., *Smart architecture*, 2003, p.19

94 MENESES, *Arquitetura(s) nómada(s)*, p.115

absolutamente dependente de estratégias de importação depende da sua caracterização<sup>95</sup> – se completamente flutuante ou se parte de um sistema interligado com a parte terrestre da cidade – e são fatores a ter em consideração.

Antes de intervir nas áreas em risco é necessário ter um entendimento da realidade envolvente. Cada área tem um sistema próprio que precisa de ser estudado antes de qualquer decisão final e que pode não ser do controlo do arquiteto. O sucesso depende de fatores externos, como a logística de transporte e rapidez de montagem, entre outros, e apesar de a habitação flutuante conseguir responder às questões imediatas das variações climáticas, criar estratégias de proteção junto às orlas costeiras continuam a ser essenciais. A exploração destes mecanismos de defesa por parte das cidades/comunidades é fator importante para o sucesso das construções flutuantes.

Ainda é necessário um longo caminho para criar grandes estruturas flutuantes funcionais. Os passos estão a ser dados e em avaliação. Os projetos atuais, como em *Ijburg* ou *Omval*, ou como o projeto apresentado, mostram que viver na água torna-se possível, mesmo em ambiente urbano, numa lógica sustentável e de relação próxima com a água. A proposta não é único caminho, mas no campo de experimentação atual surge como metodologia viável.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GERAL:

ACHARYA, Larissa – *Flexible architecture for the dynamic societies: Reflection on a journey from the 20th century into the future*. Tese de Mestrado em História de Arte apresentada à Faculty of Humanities, Social Sciences and Education, University of Tromso em 2013. Texto policopiado

BELL, Bryan, WAKEFORD, Katie – *Expanding architecture: Design as activism*. New York: Metropolis Books, 2008. ISBN 978-1933045788

CHURCH, John, et al. - *Sea Level Change*. In IPCC - *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. 2013, p.1137-1216

CUNHA, Luis Veiga – *Desenho técnico*. 5ª edição. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1982

CURTIS, William – *Modern Architecture since 1900*. 3ª edição. London: Phaidon Press, 1996. ISBN 0714833568

FAN, Lilianne – *Disaster as opportunity?: Building back better in Aceh, Myanmar and Haiti*. London: Overseas Development Institute, 2013. ISBN 978 1 909464 49 0

FRADE, Rita – *Arquitetura de Emergência: Projectar para zonas de catástrofe*. Dissertação de mestrado em Arquitetura apresentada Universidade da Beira Interior em 2012. Texto policopiado

GAUSA, Manuel, SALAZAR, Jaime – *Housing: single-family housing*. Barcelona: Actar, 2002.

ISBN: 3-7643-6759-8

KRONENBURG, Robert – *Houses in motion: The genesis, history and development of portable building*. 2ª edição. Chichester: Wiley-Academy, 2002. ISBN 0-470-84331-4

KRONER, Walter M. – An intelligent and responsive architecture. *Automation in Construction*. [s.l.]: Elsevier. ISSN 0926-5805. Vol.6: n°5-6 (1997) p.381-393

LE CORBUSIER, *Le Corbusier et Pierre Jeanneret: oeuvre complète 1910-1929*, 1ª edição. [s.l.]: Les éditions d'architecture, 1964

LE CORBUSIER, *Le Corbusier et Pierre Jeanneret: oeuvre complète 1929-1934*, 1ª edição. Zurich: Les éditions d'architecture Zurich, 1964

MENESES, Nélia – *Arquitetura(s) nómada(s): Paisagens em constante mutação*. Prova Final de Licenciatura em Arquitetura apresentada ao Departamento de Arquitetura da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra em 2007. Texto policopiado

NEELEN, Mark. et al – *Smart architecture*. Rotterdam:010 Publishers, 2003. ISBN 90 6450 490 3

OUNHCHR - The Right to Water. *The Human Rights Fact Sheet*. UNHR. Genève: United Nations, [2010]. ISSN 1014-5567

PORTAS, Nuno – *Funções e exigências de áreas de habitação*. Lisboa: LNEC, 1969

SADLER, Simon - *Archigram: Architecture without architecture*. Cambridge: The MIT Press, 2005. ISBN 978-0-262-69322-6

SANFORD, John – *University begins "critical reflection" of polymath Buckminster Fuller*. 2002. <http://news.stanford.edu/news/2002/january9/buckminster-19.html>. 10 de Janeiro de 2015. 14:42

SANTOS LOPES, Cátia – *Flexibilidade sustentável na habitação*. Dissertação de Mestrado em Arquitetura apresentada ao Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura da Universidade da Beira Interior em 2008. Texto policopiado

SCHMIDT III, Robert – *What is the meaning of adaptability in the building industry?*. Loughborough: Loughborough University, 2010

SCHNADELBACH, Holer - *Adaptive architecture: A conceptual framework*, MediaCity 2010. Weimar, 2010

UNHRP - Monitoring housing rights. *Working Paper*. UNHR. Nairobi: UN-Habitat, [2003].

VIEIRA, Álvaro Siza – *A casa*. Almada, 2006. Texto para a exposição e catálogo "Desenhos de construção com casa. e céu" de Carlos Nogueira

VILLAFRANCA, David – *Expertos al rescate: arquitectura de emergencia después de*

*las catástrofes*. 2014 <http://lifestyle.americaeconomia.com/articulos/expertos-al-rescate-arquitectura-de-emergencia-despues-de-las-catastrofes>. 19 de Agosto de 2015. 11:04

WAMSLER, Christine - *Managing urban disaster risk: Analysis and adaptation frameworks for integrated settlement development programming for the urban poor*. Tese de Doutoramento em Architecture and Built Environment, Lund University em 2007. Texto policopiado

ZEVI, Bruno – *História da Arquitectura Moderna*. 2ª edição. Lisboa: Editora Arcádia, 1973

ZIEBELL, Arnfried Cardoso – *Arquitectura de emergência: Entre o imediato e o definitivo*. Tese de Mestrado em Arquitectura apresentada à Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa em 2010. Texto policopiado

#### ESPECÍFICA:

+31ARCHITECTS – *Watervilla Amstel*. <http://www.plus31architects.nl/>. 19 de Março de 2015. 23:45

ANDERSON, Heather Christine – *Amphibious architecture: Living with a rising bay*. Tese de Mestrado de Ciência na Arquitetura apresentada à Faculty of California Polytechnic State University, San Luis Obispo em 2014. Texto policopiado

CARNEIRO, Joaquim – *Dimensionamento de sistemas fotovoltaicos: Sistemas ligados à rede e sistemas autónomos*. Projeto Interdisciplinar de 2ºano do Mestrado Integrado em Engenharia Têxtil da Universidade do Minho em 2009.

DIAS, J.M. Alveirinho, RODRIGUES, Aurora, MAGALHÃES, Fernando – *Evolução da linha de costa, em Portugal, desde o último máximo glaciário até à atualidade: síntese dos conhecimentos*. Estudos do Quaternário. Lisboa: Associação Portuguesa para o Estudo do Quaternário. ISSN 2182-8660. Vol.1: nº1 (1997) p.53-67

DUQUE, João José. – *Contributos para uma arquitetura transitória no litoral da região do Porto*. Tese de Mestrado em Design Industrial apresentada à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto em 2003. Texto policopiado

FENUTA, Elizabeth – *Amphibious architectures: The buoyant foundation project in post-Katrina New Orleans*. Tese de Mestrado em Arquitetura apresentada à University of Waterloo em 2010. Texto policopiado

FRIEDMAN, Yona – *Architecture mobile et ville spatiale*. In *Dokumenta 11*, Bienal de Xangai, 2002.

FOSTER, Nick – *Architecture: Floating home designs that rock the boat*. 2014. <http://www.ft.com/intl/cms/s/2/4e6bddc0-949c-11e3-9146-00144feab7de.html#axzz3jwlG6LM4>. 23 de Abril de 2015. 22:54

KIVI, Rose – *How does the bathroom work on a Housebat?* [s.d]. [http://www.ehow.com/how-does\\_4761149\\_bathroom-work-houseboat.html](http://www.ehow.com/how-does_4761149_bathroom-work-houseboat.html). 16 de Agosto de 2015. 10:09

KRONENBURG, Robert – *Flexible: Architecture that responds to change*. London: Laurence King, 2007. ISBN 978-1-85669-461-2

KRONENBURG, Robert – *Portable architecture: Design and technology*. 4ª edição. Berlin: Birkhäuser, 2008. ISBN 978-3-7643-8324-4

KOEKOEK, Maarten – *Connecting modular floating structures: A general survey and structural design of a modular pavilion*. Tese de Mestrado em Engenharia Civil apresentada à Delft University of Technology em 2010. Texto policopiado

LINDA, *Floating House by MOS Architects*. [s.d]. <http://scribol.com/art-and-design/floating-house-by-mos-architects>. 31 de Agosto de 2015. 11:23

NGUYEN, Binh – *Floating residence for over-flooded ground*. Dissertação de Mestrado em Estudos de Arquitetura Avançados apresentada à School of Architecture, The University of Sheffield em 2009. Texto policopiado

OLIVEIRA, Maria – *“Retirada planeada” de áreas edificadas em zonas costeiras de elevado risco*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil apresentada à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto em 2013. Texto policopiado

PHAM, Diane - *+31 Architects' Modern Houseboat Floats Peacefully on the River Amstel in Amsterdam*, 2011. <http://inhabitat.com/31-architects-modern-houseboat-floats-peacefully-on-the-river-amstel-in-amsterdam/>. 19 de Março de 2015. 23:32

ROHMER, Marlies – *Floating Houses Ijburg*. [s.d]. <https://www.rohmer.nl/en/project/waterwooningen-ijburg/>. 23 de Abril 22:34

[S.A] - *Amphibious Houses in Maasbommel*. [s.d]. <http://resiliency.lsu.edu/planning/amphibious-houses-in-maasbommel/>. 17 de Março de 2015. 17:21

[S.A] - *Floating House by MOS Architects bobs on the surface of Lake Huron*, 2015. <http://www.dezeen.com/2015/08/09/floating-house-mos-architects-bobs-surface-canada-lake-huron/>. 19 de Março de 2015. 21:59

[S.A] - *Walking City*, 2014. <http://archigram.westminster.ac.uk/project.php?id=60>. 27 de

Dezembro de 2014. 22:54

SIEGAL, Jennifer – *Mobile: The art of portable architecture*. 1ª edição. New York: Princeton Architectural Press, 2002. ISBN 1-56898-334-4

SILVA, Leandro – *A casa móvel: da configuração portátil ao veículo autónomo*. Tese de Mestrado Integrado em Arquitetura apresentada à Escola de Arquitetura da Universidade do Minho em 2009. Texto policopiado

SILVA, Luís Samuel Alves Freitas da - *A casa itinerante: Uma solução de habitação para uma sociedade em mudança*. Tese de Mestrado em Arquitetura apresentada à Escola de Arquitetura da Universidade do Minho em 2014. Texto policopiado

SIQUEIRA, Nadja – *Casa Vitória Régia: Habitações populares, flutuantes e sustentáveis*. Trabalho final em Arquitetura e Urbanismo apresentada à Faculdade Interamericana de Porto Velho em 2011. Texto policopiado

SONI, K. M. - *Floating and Moving Houses: A Need of Tomorrow*. [s.d]. <http://mgsarchitecture.in/projects/380-floating-and-moving-houses-a-need-of-tomorrow>. 08 de Março de 2015, 17:28

STOPP, Horst, STRANGFELD, Peter – *Floating houses: Chances and problems*. *Architecture Civil Engineering Environment*. Cottbus: Quaterly. ISSN 1899-0142. Vol.3: n°4, (2010) p.81-90

WILLIAMS, Erica – *Aquacture: Architectural adaptation to rising sea levels*. Tese de Mestrado apresentada à School of Architecture and Community Design, University of South Florida em 2009. Texto policopiado

WITSEN, Peter Paul – *Floating Amsterdam: The development of IJburg's Waterbuurt*. 1ª edição. Amsterdam: Ontwikkelingscombinatie Waterbuurt West and Projectbureau IJburg, 2012.



## ÍNDICE DE FIGURAS

- 8 1. Cheias em Reguengo do Alviela, Portugal, 2014 (acedido em 27 de Outubro de 2014). <http://www.jm-madeira.pt/artigos/mau-tempo-descida-da-%C3%A1gua-na-bacia-do-tejo-j%C3%A1-permite-acesso-reguengo-do-alviela>
- 8 2. Cheias após tsunami, Japão, 2011 (acedido em 23 de Setembro de 2015). <http://www.risk.net/asia-risk/news/2108363/asian-reinsurance-costs-soar-natural-disaster-payouts-moody-s>
- 12 3. Proposta de *La città nuova*, Antonio Sant'Elia, 1913-14. In CURTIS, William, *Modern Architecture since 1900*, 1996. p.110
- 12 4. Final do processo de produção em série do Ford *Model T*, Henry Ford, 1913 (acedido em 05 de Janeiro de 2015). [http://www.shadetreemechanic.com/ford\\_centennial\\_in\\_atlanta.htm](http://www.shadetreemechanic.com/ford_centennial_in_atlanta.htm)
- 14 5. Alçado e planta do protótipo *Dymaxion House*, Buckminster Fuller, 1928. In SADLER, Simon, *Archigram: Architecture without Architecture*, 2005, p.102
- 16 6. *Wichita House*, baseado nos protótipos *Dymaxion*, Buckminster Fuller, 1946 (acedido em 05 de Janeiro de 2015). <http://www.styleofdesign.com/architecture/ad-classics-the-dymaxion-house-buckminster-fuller/>
- 16 7. Montagem da *Wichita House*. Mastro central suporta toda a estrutura, Buckminster Fuller, 1946 (acedido em 23 de Setembro de 2015). <https://www.tumblr.com/search/wichita%20house>
- 18 8. *Capsula*, Archigram, 1964 (acedido em 05 de Janeiro de 2015). In SADLER, Simon, *Archigram: Architecture without Architecture*, 2005, p.20
- 18 9. Implementação da *Capsula* na *Plug-In City*, Archigram, 1964. In SADLER, Simon, *Archigram: Architecture without Architecture*, 2005, p.108
- 18 10. Flexibilidade interior da *Living Pod*, Archigram, 1966 (acedido em 05 de Janeiro de 2015). <http://rhino494asu.wordpress.com/rhino-assessment-1-the-living-pod-and-living-pod-tower/>
- 20 11. *Walking City*, Archigram, 1964. Explora o conceito de cidade nómada. In ZEVI, Bruno, *História da Arquitectura Moderna*, 1973, p.602
- 22 12. Vista exterior de *PCTC*, Jennifer Siegal, 1998 (acedido em 08 de Janeiro de 2015). <http://www.designmobile.com/pctc.html>
- 22 13. *Portable House*, Jennifer Siegal (acedido em 08 de Janeiro de 2015). <http://www.archphoto.it/archives/186>
- 24 14. Planta do *DIM Mobile Retail Unit*, Lot-Ek, 2004 (acedido em 08 de Janeiro de 2015). <http://www.lot-ek.com/DIM-Mobile-Retail-Unit>
- 24 15. Monitores digitais, capta a reação das pessoas e altera o interior, *DIM Mobile Retail Unit*, Lot-Ek, 2004 (acedido em 23 de Setembro de 2015). <http://www.lot-ek.com/DIM-Mobile-Retail-Unit>
- 26 16. O contentor é aproveitado para criar o *Mobile Dwelling Unit*, Lot-Ek, 2002 (acedido em 08 de Janeiro de 2015). <http://www.lot-ek.com/filter/mobile/MDU-Mobile-Dwelling-Unit>
- 26 17. Vista interior do *Mobile Dwelling Unit* em utilização, Lot-Ek, 2002 (acedido em 08 de Janeiro de 2015). <http://www.lot-ek.com/filter/mobile/MDU-Mobile-Dwelling-Unit>
- 30 18. Projeto de expansão da Baía de Tóquio, Kenzo Tange, 1960 (acedido em 23 de Setembro de 2015). <http://arquiscopio.com/archivo/2012/07/14/plan-para-la-bahia-de-tokio/>
- 34 19. Casa anfíbia em posição de repouso e em eventos de cheias, vila flutuante, *London's Royal Docks* (acedido em 17 de Setembro de 2015). <http://eandt.theiet.org/magazine/2013/06/floating-new-ideas-in-development.cfm> - manipulada pelo autor

- 34 20. Vista global de *Maasbommel*, Dura Vermeer, 2006 (acedido em 12 de Janeiro de 2015). <http://worldoceanreview.com/wor-1/kuesten/lebensraum-kueste/>
- 34 21. Base de betão permite que a habitação flutue em caso de cheias, *Maasbommel*, Dura Vermeer, 2006 (acedido em 12 de Janeiro de 2015). <http://www.inspirationgreen.com/floating-homes.html>
- 34 22. Exemplo de pilares de amarração, *Maasbommel*, Dura Vermeer, 2006 (acedido em 12 de Janeiro de 2015). <http://www.urbangreenbluegrids.com/projects/amphibious-homes-maasbommel-the-netherlands/>
- 34 23. Sistema de cremalheira, *Flotation system for buildings*, Raymond Ackley e Herman Carlinsky, 1997. (acedido em 02 de Setembro de 2015). <http://www.google.com/patents/US5904446>
- 36 24. Base flutuante em condições em construção em estaleiro, Dirkmarine (acedido em 08 de Setembro de 2015). <http://www.dirkmarine.com/folio/houseboat-dirkmarines-concrete-hubb/>
- 36 25. Preparação da base flutuante para receber a estrutura da habitação, Dirkmarine (acedido em 02 de Setembro de 2015). <http://www.dirkmarine.com/folio/houseboat-dirkmarines-concrete-hubb/>
- 38 26. Exemplo de conexões entre bases: barra de bloqueio e em *puzzle*. Imagem de autor
- 38 27. Exemplo de conexões entre bases: abraçadeira lateral. KOEKOEK, Maarten, *Connecting modular floating structures*, 2010, p.II-23
- 38 28. Exemplo de conexões entre bases: *Hann Ocean connection* (acedido em 02 de Setembro de 2015). <http://www.hann-ocean.com/products/rigifloat-rigid-pontoon-connector/features-benefits/>
- 38 29. Exemplo de conexões entre bases: *Flexifloat Locking System* (acedido em 02 de Setembro de 2015). <http://www.flexifloat.com/>
- 38 30. Ligação de casa com pilar de amarração (acedido em 14 de Setembro de 2015). <http://infinitelegroom.com/2015/06/11/gaze-upon-the-floating-houses-of-amsterdam/>
- 38 31. Pormenor de ligação com pilar de amarração (acedido em 14 de Setembro de 2015). <http://images.tradingpost.com.au/Q5CG8XVK/QMXK9C/5K9B-Resized320x240.jpg>
- 40 32. Exemplos de mecanismos de flutuação: base de barris vazios. *Makoto Floating School*, NLE, 2014 (acedido em 02 de Setembro de 2015). <http://www.dezeen.com/2014/03/25/makoto-floating-school-nigeria-nle/>
- 40 33. Exemplos de mecanismos de flutuação: bases compostas, Dura Composite (acedido em 02 de Setembro de 2015). <http://www.duracomposites.com/dura-grating-fibreglass-pontoon-decking/composite-pontoons-marina-pontoon-builders-marina-pontoons>
- 40 34. Exemplos de mecanismos de flutuação: base de betão e EPS, John Letton (acedido em 02 de Setembro de 2015). <http://www.floatinghomes.ltd.uk/concrete-composite.html>
- 42 35. Vista panorâmica de *Omval* de dia, +31Architects, 2010 (acedido em 14 de Setembro de 2015). <http://www.plus31architects.nl/>
- 42 36. Vista panorâmica de *Omval* de noite, +31Architects, 2010 (acedido em 14 de Setembro de 2015). <http://www.plus31architects.nl/>
- 42 37 e 38. Plantas (em cima) e Seções (em baixo) de *Omval*, +31Architects, 2010 (acedido em 14 de Setembro de 2015). <http://architecturelab.net/watervilla-de-omval-amsterdam-by-31architects/> - manipulada pelo autor
- 44 39. Vista panorâmica de *Ijburg Waterbuurt*, Marlies Rohmer, 2011 (acedido em 14 de Setembro de 2015). <https://www.rohmer.nl/project/waterwoningen-ijburg/>
- 44 40. Organização espacial *Ijburg Waterbuurt* em pirâmide, Marlies Rohmer, 2011 (acedido em 14 de Setembro de 2015). <http://www.jlgrealestate.com/english/2014/02/18/floating-houses/>
- 46 41. Ligação entre habitações para aumentar a estabilidade, Marlies Rohmer, 2011 (acedido em 14 de Setembro de 2015). <https://www.rohmer.nl/project/waterwoningen-ijburg/>
- 46 42. Plantas e cortes das tipologias de *Ijburg Waterbuurt*, Marlies Rohmer, 2011 (acedido em 14 de Setembro de 2015). <https://www.rohmer.nl/project/waterwoningen-ijburg/>
- 48 43 e 44. Vista panorâmica do alçado oeste (esquerda) e alçado norte (direita) da *Floating House*, MOS Architects, 2005 (acedido em 13 de Setembro de 2015). <http://www.archiii.com/2012/07/floating-house-design-by-mos-architects/>
- 48 45. Corte perspético da maquete da *Floating House*, MOS Architects, 2005 (acedido em 13 de Setembro de 2015). <http://www.archiii.com/2012/07/floating-house-design-by-mos-architects/>
- 48 46 e 47. Plantas e Corte da *Floating House*, MOS Architects, 2005 (acedido em 13 de Setembro de 2015). <http://www.archiii.com/2012/07/floating-house-design-by-mos-architects/>
- 54 48. Planta da estrutura modular tipo. Imagem de autor
- 56 49. Planta de módulos-tipo (Cozinha, Sala de Estar, Serviços, Quartos). Imagem de autor
- 58 50. Distinção entre espaço de estar e espaço de circulação do módulo-tipo (planta). Imagem de autor
- 60 51. Esquema representativo das composições modulares (planta). Imagem de autor
- 62 52. Esquema representativo da organização espacial da matriz linear (planta e corte). Imagem de autor
- 62 53. Esquema representativo da organização espacial da matriz quadrangular (planta e corte). Imagem de autor
- 64 54. Esquema representativo da organização espacial da matriz em T (planta e corte). Imagem de autor
- 66 55. Esquema representativo da evolução da tipologia de habitação-tipo. Imagem de autor
- 68 56. Axonometria representativa da peça de conexão e das suas várias fases para a ligação entre bases flutuantes. Imagem de autor
- 70 57. Axonometria da estrutura principal da habitação-tipo. Imagem de autor
- 70 58. Corte perspético da parede externa da habitação-tipo. Imagem de autor

79	59. Vista exterior 1 da habitação-tipo. Imagem de autor
79	60. Vista exterior 2 da habitação-tipo. Imagem de autor
81	61. Vista aérea da habitação-tipo. Imagem de autor
83	62. Vista exterior 3 da habitação-tipo. Imagem de autor
85	63. Planta 3D da habitação-tipo. Imagem de autor
87	64. Vista da sala. Imagem de autor
87	65. Vista do quarto. Imagem de autor