

HABITAÇÃO FLUTUANTE: UMA RESPOSTA RESILIENTE AO PROBLEMA DAS INUNDAÇÕES URBANAS

Laura Cardone (IC) e Ricardo Carvalho Lima Ramos (Orientador)

Apoio: PIBIC Mackenzie

RESUMO

O processo de urbanização acelerado das cidades brasileiras, originou uma população urbana com um alto deficit de infra-estrutura, sentido até os dias atuais, principalmente no aparelhamento urbano relativo aos recursos hídricos. Uma das consequências desse processo, são as enchentes e inundações urbanas ocasionadas pela canalização de rios, remoção da vegetação das margens, impermeabilização do solo pela presença de edificações e a pavimentação de ruas e calçadas. Esses fenômenos, ocorrentes com cada vez mais frequência e intensidade, são problemas permanentes em muitas metrópoles, entre elas a cidade de São Paulo. Diversas ações humanas vinculadas à industrialização têm sido responsáveis pelo agravamento do aquecimento global, gerando o aumento da temperatura do planeta e causando mudanças climáticas que se relacionam diretamente com os desastres naturais dos centros urbanos. Através de levantamento bibliográfico, e análise comparativa e qualitativa de dois modelos de habitação flutuante, a finalidade dessa pesquisa é estabelecer parâmetros projetuais resilientes às inundações e enchentes urbanas. Para isso, foram selecionados dois objetos de pesquisa considerados respostas já consolidadas em relação às variações dos níveis de água. No âmbito da arquitetura vernacular, estuda-se a habitação flutuante da população ribeirinha do Lago Mamori, no estado do Amazonas (Brasil), enquanto as habitações flutuantes do bairro de IJburg, na cidade de Amsterdã (Holanda), são abordadas no âmbito do desenvolvimento tecnológico.

Palavras-chave: Resiliência. Habitação flutuante. Inundação Urbana.

ABSTRACT

Throughout the years, Brazil experienced a significant, a rather disorganized, growth of its urban population, creating areas known as Metropolitan Regions. The acceleration of the urbanization process, resulted in a population with a high shortage of infrastructure, which affects population until today, especially in relation of its hydric resources. One of the consequences of this process are the floods and urban inundations, due to the canalization of rivers, removal of bank vegetation, waterproofing of the ground and by the presence of buildings and the paving of streets and sidewalks. This phenomenon's, occurring with more frequency and intensity, are permanent problems of many metropolis, among them, the city of São Paulo. Various of the human actions related to industrialization are responsible for the worsening of global warming, rising the planet's temperature and causing climate changes,

which are directly related to the natural disasters occurring in urban centres. The purpose of this research is to establish resilient design parameters to inundations and urban floods, through a bibliographical survey followed by a comparative and qualitative analysis of two models of floating housing, consolidated as resilient answers to variations in water levels: floating habitation of the riverbank population of the Solimões River in Amazonas (Brazil) and floating housing in the IJburg neighborhood, in Amsterdam (The Netherlands).

Keywords: Resilience. Floating house. Urban flood.

1. INTRODUÇÃO

A presente pesquisa refere-se à necessidade contemporânea de se estabelecer uma relação resiliente¹ entre o homem e a natureza, a partir de soluções arquitetônicas desenvolvidas frente aos impactos naturais que têm se intensificado constantemente ao longo da história da civilização. O aprendizado através da convivência com os elementos naturais, altera a dinâmica do desenvolvimento humano, gerando padrões comportamentais que refletem na ocupação do ambiente físico. Fenômenos naturais, ao atingirem civilizações despreparadas geram danos de magnitudes diversas, atingindo desde à saúde pública até os sistemas econômicos (CASTRO, 1998). Entre eles, estão as enchentes e inundações urbanas, presentes em mais da metade dos registros de desastres naturais do território brasileiro, sendo os centros urbanizados, os de maior ocorrência (MARCELINO, 2007 apud SILVA; CAVALCANTI; CABRAL, 2014).

As mudanças climáticas causadas pelo aquecimento global, é um assunto discutido no meio científico há décadas. Segundo o relatório de 2013 do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), mesmo que as ações humanas responsáveis por agravar o aquecimento da temperatura sejam controladas, as consequências serão sentidas até o final do século.

As mudanças climáticas refletem o impacto de processos socioeconômicos e culturais, como o crescimento populacional, a urbanização, a industrialização e o aumento do consumo de recursos naturais e da demanda sobre os ciclos biogeoquímicos. (BARCELLOS et al., 2009, s/p)

A busca por sistemas resilientes à esses fenômenos equivale à necessidade de adaptação para a garantia de permanência e ocupação. Observa-se esse processo de duas formas diferentes: o sistema vernacular e o atrelado aos avanços tecnológicos (SOUZA; ALMEIDA, 2010).

Diante disso, esse estudo possui como problema de pesquisa, a arquitetura resiliente às inundações e enchentes urbanas como forma de mitigação das consequências e redução do grau de vulnerabilidade da população e do ambiente de inserção. O objetivo é compreender o funcionamento e o êxito de dois sistemas flutuantes aplicados à tipologia de habitação. Definir e registrar parâmetros projetuais resilientes a esses fenômenos, capazes de permitir a implantação desse sistema em locais e circunstâncias adversas às originais, auxiliando na solução de problemas pontuais, como inundações e enchentes nos centros urbanos. Visa

¹ Segundo Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa, 1ª edição, 2001, resiliência é definida como a capacidade de se recobrar facilmente ou se adaptar à má sorte ou às mudanças; capacidade rápida de recuperação.

iniciar uma discussão sobre a implantação do conceito de resiliência nos sistemas urbanos, a partir de uma pesquisa comparativa e qualitativa de modelos já consolidados, baseada em uma revisão bibliográfica acrescida por visita em campo ao objeto de estudo brasileiro.

No contexto resiliente vernacular, foi definida a casa flutuante da população ribeirinha do Lago Mamori, no Amazonas (Brasil), como modelo estruturado fundamentalmente, pela sabedoria popular transmitida através de gerações e adaptado ao longo dos anos conforme a necessidade em relação ao nível do rio, sendo considerado uma evolução da tipologia de palafita. Como abordado por Oliveira Junior (2009), a boa relação estabelecida entre a população ribeirinha e seu ambiente de inserção, além da abundância dos materiais construtivos locais, permitem que o desenvolvimento de diferentes tipologias moldadas a partir das condições do ambiente, se fixem como organismos adaptativos que se multiplicam de forma desordenada, porém logrando o objetivo principal de sua existência: a permanência.

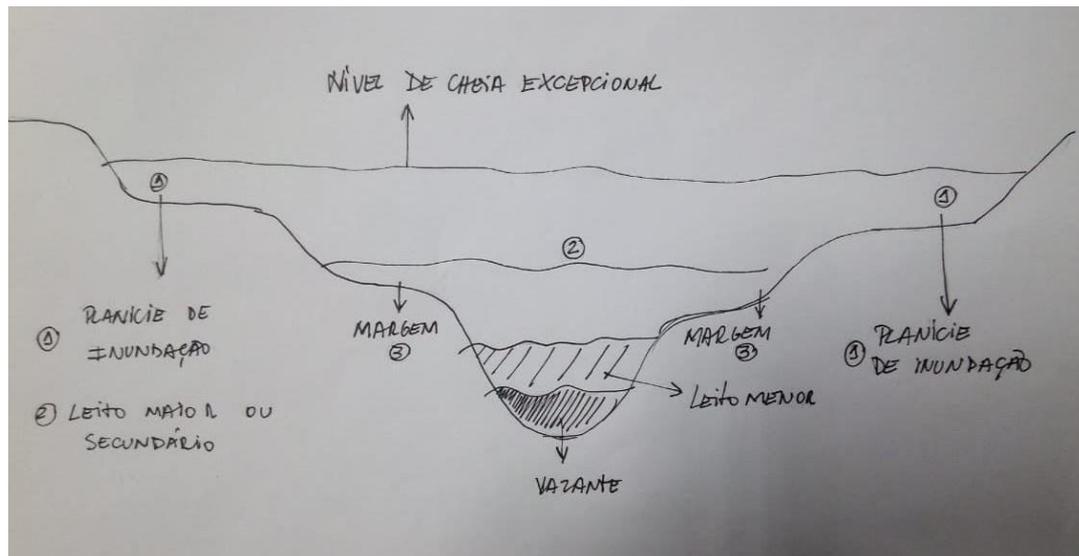
Quando abordada a resposta resiliente às variações dos níveis de água, atrelada aos avanços tecnológicos, optou-se pelo modelo holandês, resultado de um processo de investimentos em resiliência na gestão das cidades como um todo. Witsen (2012) descreve as casas flutuantes que compõem o bairro de IJburg (Amsterdã), estudadas nessa pesquisa, e destaca a viabilidade de implantação sobre a água, como possibilidade de desenvolvimento urbano no contexto mundial de agravamento das mudanças climáticas.

Embora o tema seja abordado através de um contexto contrário em relação aos objetos de pesquisa apresentados, são esses modelos, em um primeiro momento, que ilustram o êxito da resiliência aplicada diante da variação dos níveis d'água. A solução ribeirinha, inserida no contexto da dinâmica sazonal, em conjunto com a solução holandesa implantada em um território abaixo do nível do mar, atuam paralelamente ao contexto de São Paulo, onde a variação do nível das águas acontece em função ao volume das chuvas e ao processo de urbanização. Diante dessa consideração, os objetos de pesquisa e seus respectivos cenários, são utilizados como base e essência para o desenvolvimento de uma nova forma de utilização da tipologia flutuante, visando a solução pontual de problemas contemporâneos, e com prognósticos futuros, enfrentados por cidades brasileiras.

2. DESENVOLVIMENTO DO ARGUMENTO

Enchentes e inundações são eventos naturais inerentes da hidrográfica dos rios, são a dinâmica hidrológica de qualquer curso d'água. Há quatro tipos de leitos de rio: leito menor (parte ocupada pelo curso das águas, onde não há crescimento de vegetação), leito vazante (ocupado pelas águas durante o período de seca), leito maior ou secundário (ocupado pelas águas durante o período de cheia) e o leito excepcional (ocupado nos períodos de grandes cheias, com intervalos irregulares) (CUSTÓDIO, 2002).

Figura 1: Esquema dos tipos de leitos e planície de inundação.



Fonte: Desenho esquemático da autora

Como abordado por Bombonato (apud CUSTÓDIO, 2002), “[...] enchente é apenas um fenômeno natural dos regimes dos rios. Não existe rio sem enchente. Por outro lado, todo e qualquer rio tem sua área natural de inundação.” Ostrowsky e Zmitrowicz (1991) complementaram ao afirmar que “[...] inundação é um fenômeno natural, que acontece toda vez que a vazão a ser escoada é superior à capacidade de descarga da calha do curso d’água”. Custódio (2002) concluiu ao dizer que, “ao extravasarem o canal dos rios, as cheias formam, ao longo do tempo, as planícies de inundação”. Diante disso, reafirma-se que se trata de um processo natural inevitável, que deveria ser abordado no contexto urbano, como um fator condicionante de desenvolvimento, e não como um fator de contenção.

Portanto, as enchentes caracterizam-se como fenômenos hidrológicos resultantes do transbordamento das águas em relação ao leito menor do curso d’água, enquanto as inundações são fenômenos geomorfológicos específicos das áreas marginais atingidas pelas águas da cheia. Embora haja uma distinção clara entre esses dois termos, em acordo com Custódio (2002), esse estudo aborda ambos como fenômenos similares, por conterem igualmente caráter natural e sofrerem alterações em seus ciclos como resultado direto de ações humanas.

[...] a inundação é o resultado de uma grande quantidade de chuva que não foi suficientemente absorvida por rios e outras formas de escoamento, causando transbordamentos. A situação é pior nas cidades, porque os prédios, casas e o asfalto recobrem áreas antes cobertas por vegetação, que em um momento anterior seguravam a água no solo e também absorviam parte da chuva, isso tudo impede que a água se infiltre no solo, gerando a

chamada impermeabilização do solo. (KOBAYAMA, 2008, p.8 apud SILVA, [2014])

Sendo assim, é coerente o aumento constante desses fenômenos nas grandes cidades, e alarmante a vulnerabilidade dos sistemas urbanos para lidar com as consequências.

As inundações foram os desastres mais frequentes no Brasil nos últimos anos, representadas tanto pelas graduais quanto pelas bruscas, com 59% dos registros totais, sendo mais da metade dos desastres que ocorrem em todo o território brasileiro (MARCELINO, 2007 apud SILVA; CAVALCANTI; CABRAL, 2014).

Desastres naturais podem ser definidos como o resultado do impacto de fenômenos naturais extremos ou intensos sobre um sistema social, causando sérios danos e prejuízos que excedem a capacidade da comunidade ou da sociedade atingida em conviver com o impacto. (TOBIN; MONTZ, 1997; MARCELINO, 2008 apud TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2009, s/p).

Segundo Castro (1998), a tonicidade de um desastre está essencialmente relacionada a amplitude do evento em questão e ao grau de vulnerabilidade do sistema receptor afetado.

A noção de vulnerabilidade de qualquer sistema, em qualquer escala, é o reflexo, ou função, da exposição e sensibilidade do sistema a condições perigosas, e da capacidade do sistema para lidar, se adaptar ou se recuperar dos efeitos dessas condições (SILVA; CAVALCANTI; CABRAL, 2014, p. 42).

Diante disso, faz-se imprescindível a implantação de sistemas resilientes a esses desastres, capazes de mitigar os impactos e diminuir o grau de vulnerabilidade do sistema como um todo.

De acordo com uma pesquisa sobre informações básicas municipais feita em 2002 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) foram apresentados dados que mostram que cerca de 50% dos municípios brasileiros declararam alterações ambientais nos 24 meses antecessores à pesquisa, sendo 19% relacionados às inundações. Em um evento realizado pelo Ministério da Integração Nacional e pela Secretaria Nacional de Defesa Civil, também no ano de 2002, foram definidos perfis regionais das inundações no território brasileiro, destacando que as enchentes e inundações ocorrem em todo o país. (BRASIL, 2002, apud SILVA; CAVALCANTI; CABRAL, 2014)

A mancha urbana da Grande São Paulo está assentada sobre a Bacia do Alto Tietê, composta, entre outros, pelos rios Tietê, Tamanduateí e Pinheiros, fazendo parte da Região Metropolitana de São Paulo, área mais urbanizada do país. A importância da Bacia para o início e desenvolvimento da ocupação urbana foi primordial. A variação topográfica que pouco

ultrapassa os 100 metros, favoreceu a apropriação das colinas ao redor, que por sua vez, ofereciam a proteção contra-ataques indígenas e inundações, e o fácil acesso aos rios que forneciam água, peixes e caminhos naturais de penetração no território. “A bacia constitui, portanto, o esqueleto natural da mancha urbana.” (CUSTÓDIO, 2002 p.73) O Planalto Paulistano, divide-se em duas áreas, Bacia Sedimentar e Borda Cristalina. A primeira, estreita e com altitudes modestas, possui condições naturais favoráveis à ocupação urbana. No entanto, essa premissa excluiu as várzeas, que evidentemente apresentam pré-condições para a ocorrência de enchentes e inundações naturais. “[...] As várzeas paulistanas, muito bem representadas no fundo dos vales do Tietê, Pinheiros e Tamanduateí, constituem planícies aluviais típicas [...] sujeitas a grandes inundações anuais [...]” (AB´SABER, 1961,p.11. apud CUSTÓDIO, 2002). Dessa maneira, faz-se relevante destacar a importância do conhecimento das pré-disposições da área de inserção, visando evitar maneiras indevidas de ocupação.

Foram muitas as alterações sofridas pelos rios que suprem a cidade de São Paulo. As construções da empresa de energia elétrica *Light and Power Co.*, a partir de 1901, foram as primeiras grandes intervenções feitas no canal do Rio Tietê, e deram início à uma série de alterações que aos poucos modificaram a dinâmica hidráulica do curso das águas. Retificação/canalização dos leitos, ocupação dos fundos de vale, pavimentação das margens seguindo o Plano de Avenida de Prestes Maia, ocupação irregular de áreas inundáveis, entre outros, segundo Custódio (2002) são agentes causadores da intensificação das enchentes e inundações da capital.

Por sua vez, a intensificação desses fenômenos, causa consequências sociais, ambientais, materiais e econômicas. Segundo os resultados da análise de Minervino e Duarte (2015), São Paulo é um dos cinco estados brasileiros mais afetados por inundações, sendo as unidades habitacionais, dentre a categoria de edificações, as que têm maiores prejuízos materiais.

O período de maior ocorrência de chuvas na cidade, de outubro a março, com destaque para os meses equivalentes ao verão (dezembro, janeiro e fevereiro), elevam o nível dos rios, caracterizando seu período natural de cheia. É nesta estação, que o transbordamento das águas nas margens e planícies de inundação urbanizadas, transforma-se em desastre natural. Como apontado por Vasconcelos (2018), segundo o Centro de Gerenciamento de Emergências da Prefeitura de São Paulo, entre novembro de 2016 e abril de 2017, ocorreram 55 inundações, média de uma a cada três dias, colocando em risco vidas humanas e gerando prejuízo para quem vive às margens dos cursos d'água.

Além dos danos já citados acima, outra questão social envolvendo as consequências

dos desastres em pauta, são os danos causados à saúde pública. Segundo a Secretaria Municipal da Saúde de São Paulo, os principais riscos durante e após enchentes, inundações e/ou alagamentos são: traumatismo (afogamento, lesões corporais, choques elétricos, entre outros), acidentes com animais peçonhentos e o surgimento de doenças infecciosas, em particular a leptospirose e doenças de transmissão hídrico-alimentar.

“Cabe ressaltar que o regime fluvial do Alto Tietê é determinado por regime pluviométrico marcado por chuvas de verão, período de cheias, e diminuição das mesmas no inverno, o período das vazantes” (SANTOS, 1958, p. 66 apud CUSTÓDIO, 2002). Uma vez que a dinâmica dos rios da cidade é diretamente regulada pelo regime das chuvas, qualquer mudança que aconteça nesse ciclo influencia proporcionalmente o comportamento do curso de suas águas.

As mudanças climáticas que ocorrem naturalmente, têm sido agravadas principalmente pelo aquecimento global induzido pela ação humana através do processo de industrialização e emissão de gases CO₂ e CH₄ na atmosfera. Estes são responsáveis pelo aumento do efeito estufa, produzindo um acréscimo de calor à temperatura do planeta, que atualmente ultrapassa a marca de um grau Celsius. A tendência do aquecimento é mundial, mas em grandes cidades, como São Paulo, pode ser agravada pela urbanização. (BARCELLOS et al., 2009).

Segundo o relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), divulgado em 2013, mesmo que houver diminuição das emissões de gases do efeito estufa, a Terra continuará sofrendo com os danos residuais e terá que se preparar para lidar com o aumento gradual da temperatura. Os países tropicais, tais como o Brasil, estão entre os mais afetados pelas consequências da mudança climática. De acordo com o relatório, com o aumento da temperatura, haverá a intensificação das tempestades, gerando uma série de inundações em contraste com períodos longos de estiagem.

Conclui-se que o aumento de temperaturas impulsionado pelo aquecimento global provoca tempestades cada vez mais intensas, que ao afetarem o nível dos cursos d'água, intensifica a ocorrência de inundações e enchentes repentinas nas cidades. Nota-se, dessa maneira, que o aquecimento global tem relação direta com a dinâmica dos desastres urbanos.

Algumas medidas têm sido tomadas para a redução de emissão dos gases de efeito estufa, como proposto na 21ª Conferência das Partes (COP21) da UNFCCC em Paris. Iniciativas como essa, impulsionam que o termo resiliência seja aplicado na literatura das cidades, como o processo que engloba as capacidades adaptativas, possibilitando o funcionamento do sistema após enfrentar distúrbios e/ou desastres naturais, com padrões similares aos que apresentava anteriormente e dentro do menor espaço de tempo possível.

Como mencionado no Relatório do Painel de Alto Nível do Secretário-Geral das Nações Unidas, de 2012, as incertezas e os riscos deveriam fazer parte integrada do planejamento das cidades, onde as manifestações de resiliência deveriam ser reiteradamente incentivadas, dado que incentivar a resiliência é uma das maneiras mais eficientes de promover a sustentabilidade. No momento em que esses conceitos forem introduzidos nas políticas públicas a tendência é que haja uma mudança no tratamento dos fenômenos climáticos, passando de uma abordagem de resposta aos desastres para o gerenciamento de seus riscos, prevenção das perdas sociais e melhoria das capacidades de enfrentamento de situações desfavoráveis.

Embora essa metodologia esteja presente em alguns países europeus, como a Holanda, é inexistente no Brasil. Antes que se possa discutir resiliência diante do desenvolvimento macro da cidade, o que envolveria alterações nos sistemas já implantados, propõem-se o início da discussão através do levantamento de soluções menores e pontuais.

Como primeira análise, foi estudada a população ribeirinha do Amazonas e seu modo de habitar a região do Lago Mamori. Destaca-se por sua capacidade adaptativa, diante de fatores que causam instabilidades em seu sistema, é referência por ter como ponto inicial de seu desenvolvimento, as mudanças sazonais do leito do rio.

A habitação ribeirinha das várzeas dos rios alagáveis, harmoniza-se com as oscilações do nível d'água. Dois tipos de casas predominam: as palafitas e as casas flutuantes, ambas de madeira retirada da floresta e exemplos de construções perfeitamente ajustadas ao meio ambiente (LENCIONE, 2013, p.51).

É possível estabelecer duas analogias entre a cidade contemporânea e a comunidade ribeirinha: o modo de morar, e a necessidade de evolução da tecnologia construtiva local.

A população ribeirinha, se organiza através de um acúmulo de conhecimentos que lhe permite responder aos desafios impostos pela interação com os elementos naturais do ecossistema de inserção. Trata-se de esquemas conceituais, práticas e habilidades, resultantes de um processo histórico de aprendizagem, capaz de orientar as decisões de ocupação, desde a escolha do local mais adequado para a construção, até as técnicas construtivas propriamente ditas. É um conjunto de saberes repassado de geração a geração, responsável por manter a boa relação com o meio habitado e garantir a sobrevivência do sistema ao longo dos anos (ALENCAR; SOUSA, 2016).

No contexto da cidade contemporânea, a sabedoria popular desta comunidade é análoga às políticas públicas responsáveis pelo gerenciamento do desenvolvimento urbano. O estabelecimento de um conjunto de leis, deveria ser capaz de produzir a mesma relação

sustentável entre a sociedade e seu espaço de ocupação. Embora o objeto central desse estudo seja a construção da habitação flutuante, faz-se inevitável o reconhecimento do sistema de ocupação e da transmissão de “boas políticas de ocupação”, como um exemplo para o desenvolvimento sustentável dos centros urbanos.

Como segundo ponto de similaridade, destaca-se a necessidade de adaptação e resiliência para a garantia da continuidade e permanência da ocupação. As alterações climáticas geram impactos não apenas nos meios urbanos, mas também nas florestas. Como resposta, surgem as habitações flutuantes, avanço construtivo mais atual encontrado nas várzeas do Lago Mamori. Podem ser consideradas como a evolução da técnica das palafitas, que consiste na construção das casas sobre estacas que medem a partir de 1,5 metros de altura e são construídas basicamente de assoalho e cobertura, podendo, ou não, apresentar fechamento. Segundo Alencar e Sousa (2016), com a intensificação das mudanças climáticas, as enchentes e vazantes do rio têm se alterado de maneira a surpreender os habitantes dessa tipologia, que são obrigados a suspender os assoalhos ou buscar abrigo em terra firme. Dessa maneira, a estratégia flutuante apresenta como principal vantagem a possibilidade de adaptação à variação do nível das águas, assegurando que as famílias não sejam afetadas por variações atípicas na sazonalidade do rio.

Atualmente essa tipologia é uma constante na paisagem das margens dos rios amazonenses, e embora precise ser resistente às mudanças de níveis e à interperies climáticas, há a necessidade primordial de leveza, para que possam ser deslocadas por embarcações, quando necessário. “Sobre as águas, a casa flutuante pode mudar de lugar, vai navegando pelos rios, mas não se confunde com um barco; é lugar de morar, é uma moradia, um lar” (LENCIONE, 2013, p.51). Embora apresente a possibilidade de locomoção, a casa flutuante é amarrada em árvores de grande porte ou toras fixadas em terra firme, evitando que se derivem pelas águas.

Assim como as palafitas, as habitações flutuantes possuem pouca ou nenhuma divisão interna. O banheiro é comumente encontrado em uma construção independente, geralmente na parte posterior da habitação, podendo ser flutuante e acoplado à casa, construído sobre um jirau ou até mesmo em terra firme (LENCIONE, 2013).

O sistema estrutural se divide em dois: a base de flutuação em contato com a água, e a estrutura de cobertura e fechamentos. As toras de açacú (*Hura crepitans*) são o principal elemento de flutuação. Trata-se de uma árvore característica da floresta de várzea, com tronco retilíneo e de baixa densidade, espesso com cerca de 70 centímetros de diâmetro e altura máxima de 40 metros. Não apresenta tendência a envergar ou rachar. A difícil extração e o alto valor no mercado valorizam ainda mais seu caráter de durabilidade, que alcança cerca

de 30 anos. É constantemente reaproveitado, tendo prioridade no reuso quando a casa é desmontada, podendo estar com a mesma família por gerações (LECIONE, 2013).

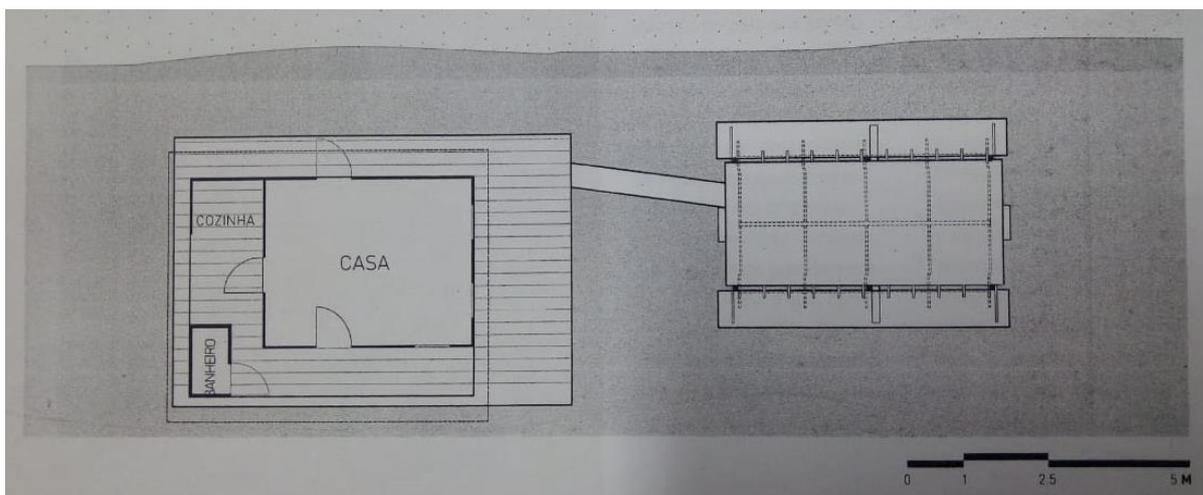
A tecnologia construtiva consiste em 3 sistemas de vigas de madeira. O primeiro é responsável por realizar a junção e fixação das toras flutuantes, são instaladas transversais a elas e é nesse momento que se realiza o nivelamento e alinhamento das “boias”. Longitudinalmente em relação às toras de açacú, e transversalmente ao primeiro sistema, é fixado o segundo conjunto de vigas, denominadas de madres, responsáveis pela base de montagem do acabamento lateral e instalação de caibros. O terceiro sistema, transversal ao conjunto de madres, recebe o tablado construído em pranchas de madeira que compõe o piso, criando um tipo de assoalho suspenso, característico dessas construções (OLIVEIRA JUNIOR, 2016). Esse conjunto de sistemas constitui a “fundação” flutuante, que posteriormente recebe fechamento em madeira itaúba, de alta resistência à água, maçaranduba, presente também nas palafitas ou, madeira tanibuca, árvore característica da região amazônica. Como verificado em visita de campo, madres e vigas, são comumente feitas de madeira camurú, também presente no território amazônico. O telhado, normalmente segue o sistema de tesouras e a cobertura tradicional é feita de palha, embora atualmente, materiais industriais também estejam sendo utilizados, como telhas metálicas e de fibrocimento.

Figura 2: A esquerda, a estrutura de madeira de uma casa flutuante ainda em construção. A direita, casa flutuante já finalizada.



Fonte: Acervo da autora, 2017

Figura 3: Planta modelo de uma casa flutuante com plataforma ao redor.



Fonte: Lecione, 2013, p. 93

Segundo Lecione (2013), para garantir o equilíbrio da construção, a altura total da casa flutuante é menor que a altura de uma palafita, e os móveis e objetos mais pesados são dispostos no centro da casa. Ainda visando a maior estabilidade da construção, é frequente a presença de uma plataforma ao redor da casa, como observado na figura 3.

As habitações flutuantes da população ribeirinha do Lago Mamori, são um típico exemplo vernacular, definido por Castelnou (et. al., 2003) pelo modo característico de construção, a partir de materiais encontrados na região e a utilização de técnicas transmitidas de geração em geração.

Como segundo objeto de estudo, escolhido pela inserção no contexto urbano, apresenta-se o sistema flutuante holandês. Com 80% de seu território abaixo do nível do mar, a Holanda vem construindo diversas soluções resilientes ao longo dos séculos, particularmente sobre os temas vinculados à gestão da água e adaptação do clima (100 RESILIENT CITIES, 2016).

Dentre suas cidades, Amsterdã e Roterdã são destaques. Esta última, ao sofrer uma grande inundação em 1953, com 2.000 casos de morte, passou a incorporar na gestão da cidade como um todo, grandes investimentos tecnológicos, obras de engenharias na infraestrutura urbana e nas edificações, entre outros. Desta maneira, demonstrando que, ao inserir a resiliência e a capacidade adaptativa nas políticas públicas, permite-se abandonar a abordagem de resposta aos desastres, para o gerenciamento de seus riscos. (SILVA; CAVALCANTI; CABRAL, 2014).

Durante o processo de desenvolvimento de infraestruturas urbanas preparadas para enfrentar as possíveis adversidades causadas pela condição geográfica, o campo da habitação também recebeu incentivo para alcançar soluções projetuais que incorporem a água

como meio de ocupação. A facilidade tecnológica atrelada a necessidade de adaptação, permitiu que um novo setor se organizasse dentro da arquitetura holandesa. Intitulado de arquitetura flutuante, tem produzido diversas soluções para casas flutuantes, atingindo um nível de desenvolvimento e variedade, em que as construções são projetadas dessa maneira, por conveniência, ou simplesmente por escolha (BAGGALEY, 2018).

Embora atualmente haja variações tecnológicas dentro desse campo, essa pesquisa aborda como sistema de estudo base, a estrutura desenvolvida para as casas flutuantes do bairro de IJburg, distrito de Amsterdã, composto por ilhas artificiais no Lago IJmeer.

Uma casa flutuante pode ser definida como uma construção destinada a habitação, que flutua na água através de um determinado sistema de flutuação, está ancorada em um local permanente, não inclui uma embarcação destinada à navegação e possui sistema de abastecimento conectado ao sistema de serviços públicos, ou possui instalações de serviço auto-suficientes. (MOON, 2015, p.99, tradução nossa)

O sistema de flutuação consiste em uma estrutura oca de concreto, parcialmente submersa, denominada de caixão ou tanque, a qual pode ser utilizada como um cômodo da casa. Seguindo a lei da física de Arquimedes², cada unidade é projetada para pesar 110 toneladas, gerando uma força de empuxo, também, de 110 toneladas de água, garantindo que a construção flutue. Se considerarmos esse peso, o valor é correspondente a 110 000 metros cúbicos, que ao serem distribuídos em uma superfície equivalente à 50 metros quadrados demanda por uma profundidade de submersão de 2 metros (WITSEN, 2012).

A casa não afundará mais. Seguindo esse padrão de construção, toda casa flutuará assim que entrar em contato com a água, isto é, desde que, não encha de água. O desafio é manter a casa estável e no nível correto em relação à superfície. (WITSEN, 2012, p.33 tradução nossa)

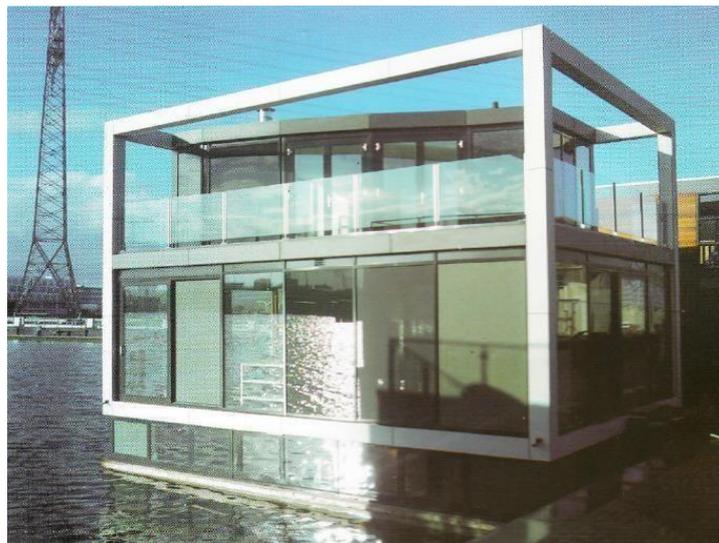
A necessidade do controle da casa em relação ao nível da água é um ponto em comum com os flutuantes do Lago Mamori, que como já citado, são amarrados em toras fincadas no solo ou no tronco de grandes árvores.

Para evitar o deslocamento horizontal das edificações, ocasionado por interpéries ou pelo movimento natural das águas, a casa é fixada a dois pilares metálicos localizados em pontos diagonais e engastados cerca de 6 metros no fundo do lago. São pilares “telescópicos” que permitem que a casa suba e desça, realizando apenas movimentos no plano vertical, além

² De acordo com o Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa, 1ª edição, 2001, o empuxo arquimediano (Teorema de Arquimedes), atua sobre um corpo parcial ou totalmente imerso em um fluido; força que age no sentido oposto ao da gravidade e cuja magnitude é igual ao peso do volume deslocado pelo corpo.

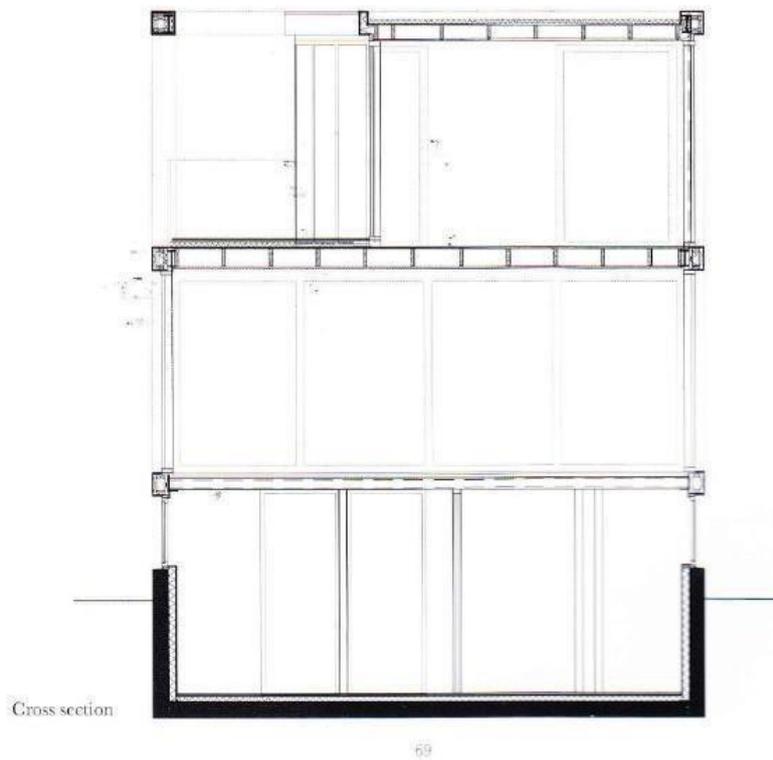
de receberem tubos flexíveis, responsáveis por fornecer eletricidade e encanamento. Qualquer rachadura no tanque de concreto pode vir a ocasionar seu enchimento, colocando a estabilidade da construção em risco. Dessa maneira, o processo de construção deve evitar a presença de juntas. Para que isso aconteça, são despejados 200 galões de concreto por minuto na forma do porão flutuante, com o intuito de que se produza as 4 paredes e o piso de uma única vez, caracterizando-o como uma estrutura monolítica. Acima da fundação de concreto é construída a casa, normalmente com elementos estruturais e piso de madeira. A principal razão para a escolha do material é a sua leveza. Ao ser sobreposto na estrutura de concreto, o sistema gera um baixo centro de gravidade, criando maior estabilidade. Metais como zinco, cobre e chumbo são proibidos de serem usados por, diferentemente da madeira, liberarem poluentes no contato mínimo com a água, além de terem peso elevado ao ideal para esse tipo de construção (WITSEN, 2012).

Figura 4: Unidade flutuante do bairro de IJburg, Amsterdã.



Fonte: Watervilla Ijburg 2, 2016

Figura 5: Corte destacando o porão de concreto de uma das unidades flutuantes do bairro de IJburg, Amsterdã.



Fonte: Watervilla IJburg, 2016

Figura 6: Pilar telescópico fixado à casa flutuante holandesa.



Fonte: Floating Amsterdam, 2012

Assim como nas casas flutuantes vernaculares, a posição de móveis e objetos tem papel importante no equilíbrio da edificação holandesa, exigindo que seja definida com precisão, antes mesmo que a construção se inicie. Segundo Kennedy (2016), isso se dá pelo fato de que as paredes serão projetadas com espessuras diferentes, dependendo do layout estabelecido, e com o intuito de gerenciar o peso total da construção. Caso, ao longo do tempo, haja o acréscimo de um novo mobiliário, haverá a necessidade de compensação através da instalação de tanques ou sacos de areia no exterior da casa, ou a reacomodação

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água é antes de qualquer definição fonte de existência, permanência e evolução. É o recurso natural presente em todas as etapas de evolução da civilização humana ao longo do seu processo de desenvolvimento e consolidação. Portanto, é evidente esperar que o progresso das cidades tenham políticas públicas capazes de priorizar a boa relação entre suas fontes de água e o desenvolvimento urbano.

Ao comparar os dois objetos de estudo apresentados, nota-se que ambos são resultados de um processo de adaptação e experimentação. A população ribeirinha do Lago Mamori (Amazonas), consolida seu caráter resiliente através da aquisição de sabedoria popular, que a cada geração torna-se mais desenvolvida e próspera. O modelo holandês do bairro de Ijburg (Amsterdã) resulta de um extenso investimento em resiliência, que ao atingir o campo habitacional possibilita, através da facilidade tecnológica, a criação de mais de um sistema de construção resiliente a inundações e enchentes.

Como conclusão, o levantamento dos objetos de estudo permitiu a definição dos seguintes parâmetros de projeto que, ao serem registrados, possibilitam que a tipologia de habitação em questão, seja implantada em locais distintos dos originais e solucionando questões diversas em relação às iniciais:

- Implantação: local considerado fixo; seguro para a instalação de pilares-guias, responsáveis por controlar a movimentação vertical da construção. No contexto urbano, deve estar inserida de modo a possibilitar a conexão com o sistema público de abastecimento;
- Tecnologias construtivas: base flutuante composta por material de baixa densidade (toras de assacú); base de concreto oca, flutuando através da força de empuxo. Ambas tecnologias podem ser aplicadas em locais diversos ao original. Uma possível adaptação às toras de assacú, é a utilização de materiais recicláveis para a construção da base flutuante, como barris de plástico;
- Materialidade: presente em todos os modelos estudados, a madeira é o material de melhor adequação à construção flutuante. Destaca-se pela leveza e por não emitir poluentes no contato com a água, além de fácil disponibilidade e possibilidade de reciclagem/reuso, podendo ser utilizado o tipo mais adequado para cada região de implantação.

Investir no aperfeiçoamento das técnicas adaptativas é investir proporcionalmente na redução da vulnerabilidade e na promoção da sustentabilidade. Diante da atual conjuntura de desastres naturais, o conceito de resiliência torna-se essencial para o desenvolvimento das cidades, fazendo-se necessário em todas as magnitudes de projeto dos centros urbanos e

tornando-se então, sinônimo de sobrevivência, permanência e evolução.

4. REFERÊNCIAS

100 RESILIENT CITIES. **Rotterdam's Resilience Story**. 2016. Disponível em: <http://www.100resilientcities.org/cities/entry/rotterdams-resilience-hallenge#/_Yz5jJmg/MCd1PWJwb28=/>. Acesso em: 27 nov. 2017.

ALENCAR, E. F.; SOUSA, I. S. de. Tradição e mudanças no modo de habitar as várzeas dos rios Solimões e Japurá, AM. **Illuminuras**, Porto Alegre, v. 17, n. 41, p.203-232, jan/jun 2016. Disponível em: <http://www.academia.edu/25724147/TRADIÇÃO_E_MUDANÇAS_NO_MODALIDADE_DE_HABITAR_AS_VÁRZEAS_DOS_RIOS_SOLIMÕES_E_JAPURÁ_AM>. Acesso em: 15 set. 2016.

BAGGALEY, Kate. **How floating architecture could help save cities from rising seas**. Disponível em: <<https://www.waterstudio.nl/tag/ijburg/>>. Acesso em: 23 fev. 2018.

BARCELLOS, C. et al. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. *Epidemiol. Serv. Saúde*, Brasília, v. 18, n. 3, p. 285-304, set. 2009. Disponível em: <<http://scielo.iec.gov.br/pdf/ess/v18n3/v18n3a11.pdf>>. Acesso em: 04 dez. 2017.

BRAÑA, Eva Rodriguez. **Las casas anfíbias de Holanda y la ciudad futurista Lilypad**. Disponível em: <<http://caxigalinas.blogspot.com/2011/12/las-casas-anfibias-de-holanda-y-la.html>>. Acesso em: 10 jul. 2018

CASTELNOU, Antonio M. N. et al. Sustentabilidade socioambiental e diálogo de saberes: o Pantanal Mato-grossense e seu espaço vernáculo como referência. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 7, p.41-67, jan. 2003.

CASTRO, A. L. C. de. **Glossário de Defesa Civil**: Estudos de Riscos e Medicina de Desastres. 2. ed. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento, 1998. 173 p. Disponível em: <www.defesacivil.pr.gov.br/arquivos/File/publicacoes/glossario.doc>. Acesso em: 27 nov. 2017.

CLIMATE Change 2013 The Physical Science Basis. [s.l]: Ippc, 2013. Disponível em: <http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_ALL_FINAL.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2017.

CUSTÓDIO, Vanderli. **A persistência das inundações na Grande São Paulo**. 2002. 333 f. Tese (Doutorado) - Curso de Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-26032010-182931/pt-br.php>>. Acesso em: 20 maio 2018.

DISTRITO FEDERAL. LELIO BRINGEL CALHEIROS. **CONFERÊNCIA GERAL SOBRE DESASTRES PARA PREFEITOS, DIRIGENTES DE INSTITUIÇÕES PÚBLICAS E PRIVADAS E LÍDERES COMUNITÁRIOS**. Brasília: Mi, 2002. Disponível em: <<http://www.defesacivil.mg.gov.br/images/documentos/Defesa%20Civil/manuais/conferencia-geral-sobre-desastres.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2017

HOUAISS, A. (Ed.). **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

LECIONE, Sandra. **Habitação ribeirinha na amazonia**. São Paulo: MCB, 2013

MARENGO, José Antônio. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, [s.l.], v. 22, n. 63, p.83-96, 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142008000200006>.

MINERVINO, A. C.; DUARTE, Elisabeth Carmen. Danos materiais causados à Saúde Pública e à sociedade decorrentes de inundações e enxurradas no Brasil, 2010-2014: dados originados dos sistemas de informação global e nacional. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s.l.], v. 21, n. 3, p.685-694, mar. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232015213.19922015>.

MOON, Changho. A study on the Floating House for the New Resilient Living. **Journal Of The Korean Housing Association**. Miryong-dong, p. 97-104. out. 2015.

Nações Unidas. **Convenção Quadro sobre Mudanças Climáticas: ADOÇÃO DO ACORDO PARIS**. Paris, 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2016/04/Acordo-de-Paris.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2018.

OLIVEIRA JÚNIOR, Jair Antonio de. **Arquitetura ribeirinha sobre as águas da Amazônia: o habitat em ambientes complexos**. 2009. 204 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16134/tde-30032010-154115/pt-br.php>>. Acesso em: 15 set. 2017.

OSTROWSKY, Maria de Sampaio Bonafé; ZMITROWICZ, Witold. **Urbanização e controle de enchentes - o caso de São Paulo: seus conflitos e inter-relações**. São Paulo: Boletim Técnico da Escola Politécnica da Usp, 1991.

P.KENNEDY. **Buoyant buildings: better than boats?** Disponível em: <<https://www.waterstudio.nl/buoyant-buildings-better-than-boats/>>. Acesso em: 15 jun. 2018.

Painel de Alto Nível do Secretário-Geral das Nações Unidas sobre Sustentabilidade Global (2012). Povos Resilientes, Planeta Resiliente: um Futuro Digno de Escolha. Nova York: Nações Unidas.

Secretaria municipal da saúde. **SECRETARIA MUNICIPAL DA SAÚDE ALERTA PARA RISCOS À SAÚDE DECORRENTES DE ENCHENTES**. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/alerta_servicos_saude_fi_nal_1295355496_1299778288.pdf>. Acesso em: 15 maio 2018.

SILVA, Edinéa Alcântara de Barros e; CAVALCANTI, Edneida Rabelo; CABRAL, Jaime Joaquim da Silva Pereira. Resiliência e capacidade adaptativa para a sustentabilidade de cidades como o Recife. **Revista Eletrônica de Estudos Urbanos e Regionais: revista eletrônica e-metropolis**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 18, p.36-47, set. 2014. Disponível em: <http://emetropolis.net/system/edicoes/arquivo_pdfs/000/000/018/original/emetropolis_n18.pdf?1447896374>. Acesso em: 25 ago. 2017.

SOUZA, J. C. R. de. Vazante e Enchente na Amazônia Brasileira: impactos ambientais, sociais e econômicos. In: SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 6; SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 2., 2010, Coimbra. **Anais....**Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2010. p. 1 - 10. Disponível em: <http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema4/jose_camilo>. Acesso em: 27 ago. 2017

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, Rosângela do. **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 197 p. Disponível

em:<<http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/DesastresNaturais.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2016.

VASCONCELOS, Yuri. **Alerta contra inundações:** Sistema desenvolvido na USP pode ajudar a reduzir transtornos gerados pelo transbordamento de rios urbanos. 2018. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2018/01/16/alerta-contra-inundacoes/>>. Acesso em: 18 jun. 2018

WATERSTUDIO. **Watervilla IJburg 2, Amsterdam, The Netherlands.** 2016. Disponível em: <<http://waterstudio.nl/projects/50>>. Acesso em: 29 nov. 2016.

WITSEN, Peter Paul. **Floating Amsterdam.** Disponível em: <<http://www.monteflore.com/wp-content/uploads/2017/03/Floating-Amsterdam-LR.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

Contatos: lauracardone94@gmail.com e movme@uol.com.br