



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA – ITEC
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO

EMERSON PENA DA CUNHA

PROJETO ARQUITETÔNICO DE UMA CASA FLUTUANTE PARA OS
RIOS DA AMAZÔNIA

Belém

2019

EMERSON PENA DA CUNHA

**PROJETO ARQUITETÔNICO DE UMA CASA FLUTUANTE PARA OS
RIOS DA AMAZÔNIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU-ITEC-UFPA) como requisito para a obtenção do título de Arquiteto e Urbanista, sob a orientação do Prof. Dr. Fabiano Homobono Paes de Andrade.

**PROJETO ARQUITETÔNICO DE UMA CASA FLUTUANTE PARA OS
RIOS DA AMAZÔNIA**

Belém

2019

EMERSON PENA DA CUNHA

**PROJETO ARQUITETÔNICO DE UMA CASA FLUTUANTE PARA OS
RIOS DA AMAZÔNIA**

Prof. Dr. Fabiano Homobono Paes de Andrade
(Orientador – FAU-UFPA)

Professor MSc. Nagib Charone Filho
(Membro Banca TCC II – FEC-UFPA)

Professor Dr. Hito Braga de Moraes
(Membro Banca TCC II – FENAV-UFPA)

Dedico esta conquista a Deus pelo dom da vida e ao meu saudoso pai, Miguel (in memoriam), que sempre incentivou os seus filhos a trilharem pelo caminho do conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Miguel e Bernadete, pelo incentivo que sempre me deram.

À Universidade Federal do Pará, que me proporcionou um satisfatório desenvolvimento profissional e pessoal.

Ao meu amigo Mauro Ferreira, pelo apoio fundamental na minha trajetória acadêmica.

Ao Professor Dr. Hito Braga de Moraes por se dispor a fazer parte da minha banca de defesa.

Ao Professor MSc. Nagib Charone pela disposição em compor a minha banca de defesa.

Agradeço a todos os demais técnicos e professores que participaram da minha formação na FAU-UFPA.

E, em especial, ao Professor Dr. Fabiano Homobono Paes de Andrade, pelas valiosas orientações que me nortearam durante a feitura deste trabalho.

[...] Prognósticos são de que até 2050 cerca de 70% da população mundial viverá em áreas urbanizadas. Dado o fato de que cerca de 90% das maiores cidades do mundo estão situados na margem do rio, somos forçados a repensar a maneira como vemos a água no ambiente construído. Dada a imprevisibilidade da evolução do futuro, precisamos de estratégias flexíveis - Planejamento para a mudança. Nossa visão é que os grandes flutuantes no ambiente urbano possam fornecer uma solução para esses problemas, que seja flexível assim como sustentável.

Disponível em: www.waterstudio.nl/en/vision.html

RESUMO

O potencial construtivo sobre as águas dos rios na Amazônia é o objeto de estudo abordado neste trabalho. Propõe-se um modelo de casa flutuante adequado aos contextos locais e globais para o momento presente e para as perspectivas de futuro. Um projeto arquitetônico foi elaborado de modo a oferecer alternativas de construção flutuante viável, com soluções para o habitual problema de enchentes e desabamentos de barrancos nas margens dos rios da região. É um projeto ecologicamente correto, economicamente viável e definido como uma proposta construtiva frente à precariedade encontrada nas edificações ribeirinhas da região. Neste projeto prevê-se o uso permanente da casa pelos usuários ao longo do ano no mesmo local e conta com um sistema construtivo racionalizado, tratamento adequado de esgoto, conforto térmico e aproveitamento de águas pluviais.

Palavras-Chave: Casa Flutuante; Arquitetura Bioclimática; Habitação Ribeirinha; Casa Sustentável.

ABSTRACT

The constructive potential on the waters of rivers in the Amazon is the object of study addressed in this work. It is proposed a model of floating house suitable to the local and global contexts for the present moment and for the perspectives of future. An architectural project was designed to offer alternatives of viable floating construction, with solutions to the usual problem of floods and landslides of ravines on the banks of the rivers of the region. It is an ecologically correct project, economically feasible and defined as a constructive proposal in view of the precariousness found in riverside buildings in the region. This project provides for the permanent use of the house by users throughout the year in the same place and has a streamlined construction system, adequate sewage treatment, thermal comfort and use of rainwater.

Keywords: Floating House. Bioclimatic Architecture. Riverfront Housing. Sustainable Building.

LISTA DE FIGURAS	PG
Fig. 01- Casa flutuante na Holanda.....	24
Fig. 02 - Hamburgo é a segunda maior cidade alemã.....	25
Fig. 03 - O Rio de Janeiro é a cidade brasileira mais conhecida no exterior.....	25
Fig. 04 - O Rio Ganges.....	26
Fig. 05 - Praia de Copacabana, no Rio de Janeiro.....	27
Fig. 06 – Variação da Zona de Convergência Intertropical (ITCZ).....	33
Fig. 07 - Direção dos ventos na região equatorial.....	34
Fig. 08 – Precipitação Pluviométrica em Belém.....	34
Fig. 09 - Casas flutuantes às margens do Rio Negro, no Amazonas.....	36
Fig. 10 - Capitais estaduais e municípios de médio porte da Amazônia Legal, 2007.....	37
Fig. 11 - Habitação ribeirinha, no Amazonas.....	39
Fig. 12 - Projeto <i>City App</i> em Korail, maior favela de Dhaka, a capital de Bangladesh.....	41
Fig. 13 - Interior do <i>City App</i> educacional.....	42
Fig. 14 – Casa flutuante projetada pelo arquiteto amazonense Renato Rayol.....	44
Fig. 15 - Casa projetada com o sistema construtivo <i>Light Steel Frame</i>	44
Fig. 16 - A infraestrutura projetada favorece a interação cultural e comercial.....	46
Fig. 17 - O projeto transfere atividades atualmente sobre o cais fragmentado para uma plataforma flutuante que conecta o rio e a cidade.....	46
Fig. 18 - A passarela garante a conexão entre o projeto e a cidade.....	47
Fig. 19 - Logística e o intercâmbio entre rios e rodovias.....	48
Fig. 20 – Área de uso misto e apropriação espontânea.....	49
Fig. 21 - Projeto <i>Floatec</i> , coordenado por Edwin Blom, na Holanda.....	51

Fig. 22 - <i>WaterNest 100</i>	52
Fig. 23 - 03 possíveis layouts da residência da <i>WaterNest 100</i>	53
Fig. 24 - Layout de escritório da <i>Water Nest 100</i>	54
Fig. 25 - Layout de loja ou sala de exposição da <i>Water Nest 100</i>	55
Fig. 26 - Layout de bar da <i>Water Nest 100</i>	56
Fig. 27 - A casa possui um sistema de microventilação, que ajuda a reduzir custos.....	57
Fig. 28 - A ecopólis pode ser expandida com vias de acesso flutuantes.....	58
Fig. 29 – Mapa de localização da Ilha de Cotijuba.....	59
Fig. 30 - Mapa turístico da Ilha de cotijuba, com os principais logradouros.....	60
Fig. 31 - Terminal Hidroviário Poeta Antônio Tavernard.....	61
Fig. 32 - No detalhe, a presença de fornecimento de energia elétrica na ilha.....	61
Fig. 33 - Praia da Saudade, na Ilha de Cotijuba.....	62
Fig. 34 - Travessia de Cotijuba para a parte continental de Belém.....	62
Fig. 35 - Abelhas finalizando a construção de reservatórios de mel.....	66
Fig. 36 - A cada 40g de cera, as abelhas armazenam 2 kg de mel, uma razão de 1 para 50.....	67
Fig. 37 - As <i>Hex Houses</i> têm custo estimado entre R\$ 52,9 mil e R\$ 70,5 mil e durabilidade de 15 a 20 anos.....	68
Fig. 38 - Unidades podem ser combinadas para formar casas maiores.....	69
Fig. 39 - Área e perímetro de triângulo equilátero.....	70
Fig. 40 - Área e perímetro de quadrado.....	71
Fig. 41 - Área e perímetro de pentágono.....	71
Fig. 42 - Área e perímetro de hexágono.....	72
Fig. 43 - Área e perímetro de círculo.....	72

Fig. 44 - Processo de criação da forma da casa hexagonal.....	75
Fig. 45 - Setorização 01.....	76
Fig. 46 - Layout 01.....	77
Fig. 47 - Setorização 02.....	78
Fig. 48 - Layout 02.....	79
Fig. 49 - Setorização 03.....	80
Fig. 50 - Layout 03.....	81
Fig. 51 - Setorização 04.....	82
Fig. 52 - Layout 04.....	83
Fig. 53 - Setorização 05.....	84
Fig. 54 - Layout 05.....	85
Fig. 55 - Setorização 06.....	86
Fig. 56 – Layout 06.....	87
Fig. 57 - Bolhas de EPS.....	88
Fig. 58 - <i>Dragonfly</i> , ou Libélula é um dos projetos de John Letton.....	90
Fig. 59 – Casa flutuante de de John Letton e Mark Salanson.....	90
Fig. 60 – Representação de toda a base flutuante.....	91
Fig. 61 - Estrutura flutuante de cada casa.....	91
Fig. 62 – Plataforma flutuante autotravada de cada residência.....	92
Fig. 63 – Bloco de concreto com encaixes do tipo macho e fêmea.....	92
Fig. 64 – Representação esquemática do bloco de concreto padrão preenchido com EPS.....	93
Fig. 65 – Modelo haste fixa no leito do rio para ancoragem de flutuantes.....	93
Fig. 66 – Sistema de fixação dos blocos de concreto.....	94

Fig. 67 - Conexão entre a plataforma flutuante e a haste fixa no leito do rio.....	94
Fig. 68 – Subestruturas do LSF.....	95
Fig. 69 – Vigas apoiadas sobre paredes centrais.....	96
Fig. 70 – Vigas apoiadas sobre parede lateral.....	96
Fig. 71 – Detalhes da conexão dos elementos estruturais com a fundação.....	97
Fig. 72 – Detalhes da conexão dos elementos estruturais com o revestimento.....	98
Fig. 73 – Detalhes da conexão dos elementos estruturais entre duas paredes.....	98
Fig. 74 - Camadas de vedação interna e externa com o LSF.....	99
Fig. 75 - OSB (Oriented Strand Board).....	100
Fig. 76 – Modelo de telhado com steel frame e telha termoacústica.....	101
Fig. 77 – Modelo de cobertura com telha termoacústica.....	101
Fig. 78 - Planta de cobertura de unidade residencial tipo.....	102
Fig. 79 – Modelo de tensoestrutura com tubos, lonas e cordoalhas.....	103
Fig. 80 - Instalações elétricas e hidráulicas no LSF.....	104
Fig. 81 – A localidade possui fornecimento de energia elétrica.....	105
Fig. 82 - Clorador industrializado.....	106
Fig. 83. Tratamento de esgoto simplificado.....	107
Fig. 84. Biodigestor instalado em um restaurante flutuante em Manaus.....	108
Fig. 85 – Planta de situação.....	110
Fig. 86 - Planta baixa da plataforma flutuante.....	111
Fig. 87 – Planta baixa geral.....	112
Fig. 88 – Planta de cobertura geral.....	113
Fig. 89 - Planta baixa de unidade habitacional.....	114

Fig. 90 - Corte AA de unidade habitacional.....	115
Fig. 91 - Corte BB de unidade habitacional.....	116
Fig. 92 - Corte CC de unidade habitacional.....	117
Fig. 93 - Corte DD de unidade habitacional.....	118
Fig. 94 - Planta humanizada de unidade habitacional.....	119
Fig. 95. Perspectiva 01. Acervo do autor.....	120
Fig. 96. Perspectiva 02. Acervo do autor.....	120
Fig. 97. Perspectiva 03. Acervo do autor.....	121
Fig. 98. Perspectiva 04. Acervo do autor.....	121
Fig. 99. Perspectiva 05. Acervo do autor.....	122
Fig. 100. Perspectiva 06. Acervo do autor.....	122
Fig. 101. Perspectiva 07. Acervo do autor.....	123
Fig. 102. Perspectiva 08. Acervo do autor.....	123
Fig. 103. Perspectiva 09. Acervo do autor.....	124
Fig. 104. Perspectiva 10. Acervo do autor.....	124
Fig. 105. Perspectiva 11. Acervo do autor.....	125
Fig. 106. Perspectiva 12. Acervo do autor.....	125
Fig. 107. Perspectiva 13. Acervo do autor.....	126
Fig. 108. Perspectiva 14. Acervo do autor.....	126
Fig. 109. Perspectiva 15. Acervo do autor.....	127
Fig. 110. Perspectiva 16. Acervo do autor.....	127

LISTA DE QUADROS**PG**

Quadro 01: cidade e história na Amazônia.....	32
Quadro 02: Principais problemas das casas flutuantes na Amazônia.....	38
Quadro 03: Programa de necessidades de conjunto flutuante.....	73
Quadro 04: Programa de necessidades de cada unidade residencial.....	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

AG – Agente.

AJB – Águas Jurisdicionais Brasileiras.

AM – Autoridade Marítima.

ART – Anotação de Responsabilidade Técnica.

CAD – *Computer Aided Design*.

CBCA - Centro Brasileiro em Construção em Aço.

CFC – Clorofluorcarboneto.

CP – Capitão dos Portos.

CREA – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia.

DC – Depois de Cristo.

DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação.

DL – Delegado.

DPC – Diretoria de Portos e Costas.

DXF – *Drawing Exchange Format*.

EPS – *Expanded Polystyrene*.

FAU-ITEC-UFPA – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Instituto de Tecnologia -
Universidade Federal do Pará.

g – Gramas.

GPS – Global Positioning System.

GRU – Guia de Recolhimento da União.

ITCZ – *Intertropical Convergence Zone*.

Kg – Quilograma.

KM – Quilômetro.

KM² - Quilômetro Quadrado.

LSF – *Light Steel Frame*.

M² - Metro Quadrado.

M³ - Metro Cúbico.

NBR – Norma Brasileira

NORMAM – Normas da Autoridade Marítima.

OCDE - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico.

ONU – Organização das Nações Unidas.

OSB - *Oriented Strand Board*.

PDF – *Portable Document Format*.

PET – Politereftalato de etileno

PIB – Produto Interno Bruto.

SEGUP – Secretaria de Segurança Pública do Estado do Pará.

SEMA - Secretaria Executiva de Meio Ambiente do Estado do Pará.

TSM - Temperatura da Superfície do Mar.

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

SUMÁRIO	PG
1 INTRODUÇÃO	18
1.1 Objetivos	19
1.1.1 Geral.....	19
1.1.2 Específicos	20
1.2 Justificativa	21
1.3 Metodologia	22
2 REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1 Casas flutuantes	23
2.2 Cidades costeiras	25
2.3 Cidades ribeirinhas	30
3 DADOS GERAIS DA REGIÃO DE INSTALAÇÃO DO PROTÓTIPO	33
3.1 Aspectos climáticos	33
3.2 As adversidades locais	35
3.3 Experiências negativas das casas flutuantes na Amazônia	36
4 ESTUDO DE CASO	40
4.1 City Apps	40
4.2 Casa flutuante sobre balsa preexistente	43
4.3 Fruit Salad: Riverside urban infrastructure redeployment	45
4.4 Floatec	50
4.5 Eco-Friendly Water Nest 100 e Lilypad.	52

5 PROJETO ARQUITETÔNICO	59
5.1 Área de implantação: Ilha de Cotijuba – Belém / Pa.	59
5.2 Legislação.....	63
5.3 Processo criativo.....	66
5.3.1 As colmeias das abelhas, como fonte de inspiração.....	66
5.3.2 A relação entre perímetro e área em 05 formas geométricas.....	70
5.3.3 Partido arquitetônico e programa de necessidades.....	73
5.3.4 Concepção projetual.....	75
6 SISTEMA CONSTRUTIVO.....	88
6.1 Material flutuador e a estrutura autotravada.....	88
6.2 <i>Light Steel Frame</i> (LSF).....	95
6.2.1 Vedação e cobertura.....	99
6.2.2 Instalações elétricas e hidrossanitárias.....	104
7 SERVIÇOS ESSENCIAIS.....	105
7.1 Fornecimento de energia elétrica.....	105
7.2 Fornecimento de água potável.....	106
7.3 Destinação de esgoto sanitário e do lixo.....	107
7.4 Segurança contra incêndio e ataque de piratas.....	109
8 MATERIAL GRÁFICO.....	110
9 CONCLUSÃO.....	128
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	130

1 INTRODUÇÃO

Os desequilíbrios ambientais que ocorrem na Amazônia são decorrentes, dentre outras condicionantes, da variação do clima, das elevadas temperaturas registradas na região e das enchentes dos seus rios. A população ribeirinha sofre bastante com a ação da natureza. Os corpos d'água na região são, via de regra, o destino de despejos de esgoto doméstico, lixo e dejetos industriais. São periódicos os prejuízos à fauna e flora. As atividades econômicas desenvolvidas ao longo dos rios, aliadas à falta de consciência ambiental das pessoas, vêm sendo a principal ameaça ao meio ambiente.

O contexto governamental e ambiental exigem iniciativas a fim de se elaborar soluções a resolver a problemática da habitação sazonal ribeirinha. As edificações às margens de rios têm pouca durabilidade devido às cheias e à erosão, expondo as fragilidades deste tipo de construção:

A ausência de critérios de usos e ocupação de áreas ambientalmente sensíveis acarreta sérios impactos ao meio ambiente: altera substancialmente a dinâmica do curso d'água, provocando desequilíbrios diversos, como a intensificação de processos erosivos, inundação das margens, assoreamento do leito, morte de nascentes. (MELLO, 2008, p.33)

As casas, escolas e edificações em geral ao longo dos rios são feitas em sua maioria de madeira. Estas estruturas de madeira apresentam deformações causadas por agentes nocivos devido à secagem e contato constante com a água. A precariedade no acesso a serviços essenciais como: esgotamento sanitário, fornecimento de energia elétrica, coleta de lixo e distribuição de água potável são entraves constantes no cotidiano dos habitantes destas localidades. Existe ainda o risco de ataques de animais como as cobras.

A arquitetura pode desempenhar um papel catalisador de mudanças de modo a adequar as edificações neste ambiente de vivência e manter os usuários em moradias e equipamentos públicos permanentes ao longo do ano. Este trabalho vem a contribuir para a proposição de alternativas de moradia em casas flutuantes frente à precariedade das palafitas e casas flutuantes encontradas na região.

1.1 Objetivos

1.1.1 Geral

Contribuir com soluções que aproveitem o potencial construtivo sobre as águas na Amazônia, haja vista às enormes áreas alagáveis em relação às áreas continentais. Este trabalho apresenta um projeto arquitetônico que pretende interagir positivamente com a natureza e com a população local. Propõe-se um projeto de casa para rios perenes, com profundidade mínima de 1,5m.

O projeto almeja que os seus usuários utilizem a casa flutuante com adequação às condições de cheias e vazantes dos rios. O objetivo é apresentar uma casa flutuante com racionalidade construtiva, viabilidade ambiental e econômica. O protótipo utiliza o tratamento de esgoto através de biodigestor; aproveitamento de águas pluviais, através de cisternas; e é construído com materiais não poluentes.

Uma tipologia arquitetônica foi escolhida de modo que permita eventuais reformas e ampliações da casa, conforme as necessidades de novos usuários. O modelo de estrutura atende aos requisitos elementares de estabilidade e segurança, e simultaneamente, garante as premissas que norteiam o partido arquitetônico.

1.1.2 Específicos

Neste trabalho foi elaborado um projeto arquitetônico de uma casa flutuante com mobilidade apenas no sentido vertical, que se movimentará conforme os níveis d'água. Através de um sistema de deslizamento, o projeto piloto será ancorado em estacas encravadas no leito do rio. Este conjunto de casas deve ser instalado na Praia da Saudade, na Ilha de Cotijuba, Belém/ PA. O sistema flutuador será composto basicamente de concreto armado e EPS, sigla internacional do Poliestireno Expandido (*Expanded Polystyrene*). No Brasil é popularmente conhecido como Isopor[®], marca registrada da empresa Knauf.

O projeto busca soluções com uma alternativa de casa flutuante ao utilizar: o EPS como material flutuador eficiente e economicamente viável; o concreto sobre o EPS na base estrutural da unidade habitacional; o sistema construtivo *Light Steel Frame* (LSF) como um método construtivo que pesa um terço das casas convencionais (de alvenaria); o tratamento de esgoto sanitário através de biodigestor; e captação e reuso de águas pluviais.

O protótipo será composto por blocos em forma de losangos, que geram ângulos de 120° entre si, com encaixes do tipo macho e fêmea. Associados, estes losangos formarão a plataforma flutuante completa, com as casas, acessos e área de convívio central. O piso funcionará como uma engrenagem onde os seus lados dispostos em zigue-zague proporcionem uma maior área de ligação entre os módulos e ofereça muita resistência ao movimento horizontal das águas. O teto de cada unidade estrutural será um hexágono com grande facilidade de acoplamento e estabilidade. Isso será possível porque o piso e o teto terão vértices em comum.

Haverá uma passarela suspensa entre a área central de convívio e a parte terrestre. As casas flutuantes serão dispostas radialmente a partir desta área central de convívio através de um losango estrutural, destinado ao uso como varanda. Cada unidade habitacional deverá atender a uma família de 04 pessoas, contendo: varanda; sala; cozinha; quarto casal com sacada; dormitório de solteiro; banheiro social; laje técnica; área de serviço e área de atracação para embarcações menores.

1.2 Justificativa

A escassez e alto custo de terrenos em terra firme nas cidades são fatores que ajudam a balizar a proposta deste projeto. Apresenta-se uma nova alternativa para a moradia às margens dos rios na Amazônia. A instalação do protótipo dispensa desocupações ou desmatamento e deve oferecer proteção em caso de enchentes, por tempo indeterminado.

O projeto busca oferecer uma edificação flexível para reformas e ampliações. Com estrutura modular, a casa torna-se adaptável às diversas circunstâncias espaciais da região às margens de rios. Possui durabilidade, com viabilidade econômica e ambiental. Pois nas margens dos rios amazônicos, encontram-se edificações precárias, a maioria destas, feita com estrutura de madeira, as chamadas palafitas. Encontram-se, também, em menor quantidade, casas flutuantes, com igual precariedade.

O modelo de casa flutuante elaborado busca atender às famílias que moram junto às margens dos rios amazônicos, com mais conforto e funcionalidade. Este projeto objetiva propor alternativas viáveis frente à precariedade encontrada em casas flutuantes na região.

1.3 Metodologia

O trabalho de pesquisa foi elaborado através de consultas a teses, dissertações, monografias, artigos, sites e livros disponíveis na web. Foi analisado todo o material resultante dos semestres concluídos anteriormente pelo autor concluinte na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Ufpa (FAU-ITEC-UFPA) para apoio do texto, que é dividido em introdução, desenvolvimento (capítulos) e referências.

Para o balizamento deste texto foram analisadas as edificações flutuantes encontradas na Amazônia e em outros países através de material bibliográfico disponível nas plataformas digitais.

O partido da casa flutuante baseou-se na forma geométrica hexagonal em decorrência da verificação da relação entre perímetro e área que proporcionam um excelente custo benefício espacial, pela versatilidade e flexibilidade de formas a partir de um conjunto de hexágonos ou de partes decompostas de um hexágono, mais especificamente o módulo do losango.

O método utilizado para estudo da forma e volume do casa flutuante deu-se pela experimentação em softwares de modelação eletrônica em 2D e 3D, onde conseguiu-se simular plantas, volumes e arranjos, até chegar-se a uma síntese espacial que abarcasse as premissas do partido arquitetônico, do sistema construtivo, do programa de necessidades e da razoabilidade estética.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir, são apresentados conceitos, visões e abordagens de autores quanto aos temas: casas flutuantes; cidades costeiras; e cidades ribeirinhas.

2.1 Casas flutuantes

Os primeiros registros de casas flutuantes foram feitos nos Estados Unidos na década de 1940 através das casas-barco, porém, conforme TAGLIABUE (2007) ganharam mais adeptos na década de 1960 e 1970, em Amsterdã, quando os barcos passaram a ser utilizados como moradia por membros do movimento hippie. Conforme o mesmo autor, a falta de instalações sanitárias ocasionava a poluição e o mau cheiro nos canais.

Historicamente, as casas-barco serviram de refúgio a pessoas que não podiam arcar com os custos de vida em terra. Após a Segunda Guerra Mundial, famílias de classe operária decidiram viver na água devido à falta de moradias, além de as velhas barcas utilizadas para navegação nos canais estarem sendo vendidas abaixo do preço, visto que a Holanda estava renovando a sua frota (TAGLIABUE, 2007).

A popularidade das casas-barco trouxe a evolução destas casas, conhecidas hoje como casas flutuantes, que despertam beleza às águas e promovem uma excelente arquitetura em diversos países. Elas ganham diversos adeptos e são cada vez mais modernas, sustentáveis, movidas a energia eólica, com sistemas de ar condicionado, flutuam sozinhas por algum rio ou formam grandes bairros flutuantes. As casas flutuantes são alternativas para os problemas climáticos ocasionados pelo derretimento das geleiras, que conseqüentemente, pode ocasionar o aumento dos níveis dos oceanos e inundações por terra.

Na Holanda, um país referência em construção de casas flutuantes, a maioria das embarcações já era usada como residência, entretanto uma casa flutuante tem tudo que uma casa comum tem: sala, cozinha, banheiro, quartos e algumas podem ter até terraço. A disseminação de casas flutuantes na Holanda se dá pela tradição local e pelas perspectivas de elevação do nível dos oceanos, haja vista que o país fica abaixo do nível do mar. O país vem fazendo investimentos massivos nas proteções de seu território para esse possível evento.



Fig. 01 - Casa flutuante na Holanda. Acessado em 09/01/2017. Fonte: <https://blogdopetcivil.com/2013/07/17/casas-flutuantes-da-holanda/>

Existem na Holanda em média 16 mil casas flutuantes prontas e habitadas e cerca de 1500 são construídas anualmente. A capital Amsterdam detém o recorde com cerca de 2.500 delas. As estruturas de concreto, construídas em cima de cascos de aço ou em boias de alumínio, podem ser ancoradas à margem ou presas em estacas que vão até o fundo, de modo que a altura do piso fica condicionada ao nível da água. As instalações elétricas e hidráulicas são feitas utilizando longos condutos flexíveis. O governo holandês tem investido em pesquisas de construções flutuantes ou sobre palafitas, além dos populares *boathouses*, como solução para os problemas da crescente demanda por habitações e o aumento incessante do nível do mar.

2.2 Cidades costeiras

Diversas cidades no mundo têm as margens de rios e mares como elemento fundamental de sua identidade e configuração histórica e espacial, com aspectos intrínsecos. Breen e Rigby afirmam que “algumas das cidades mais fascinantes do planeta – Hamburgo e Rotterdam, Sydney e Hong Kong, Rio de Janeiro e Cidade do Cabo, Nova Iorque e Tóquio – são famosas principalmente pelo seu caráter de frontal aquático (Breen e Rigby, 1996, p11)”.



Fig. 02 - Hamburgo é a segunda maior cidade alemã, abriga o porto do Mar do Norte, o maior da Alemanha e o segundo da Europa. Acessado em 11/06/2018. Fonte: www.google.com.br



Fig. 03 - O Rio de Janeiro é a cidade brasileira mais conhecida no exterior.

É uma cidade litorânea. Acessado em 11/06/2018. Fonte: www.google.com.br

Alguns aspectos devem ser observados, quando se trata da relação entre o homem e o meio ambiente, mais especificamente, o rio:

Aspectos sociológicos: A necessidade humana de convívio social se associa ao fator de atração das pessoas exercido pela presença da água. Em diversas cidades a orla de rios e lagos são locais privilegiados para o encontro cotidiano entre cidadãos ao palco para a realização de eventos. Na maioria das vezes, o encontro social se relaciona a outras funções, como as ritualísticas, de lazer, de circulação e acesso (MELLO, 2008, p. 150).



Fig. 04 - O rio Ganges desempenha um papel fundamental na história de milhares de devotos da religião hindu. Acessado em 11/06/2018. Fonte: <https://oglobo.globo.com/sociedade/ciencia/revista-amanha/purificacao-espiritual-fisica-na-india-7734019>

Os rios desempenham papéis na vida comunitária, que vão além das atividades utilitárias como o transporte e o comércio e que abarcam a sua própria história, suas emoções, tradições, rituais:

Embora os aspectos econômicos possam ser mais diretamente relacionados aos aspectos utilitários, envolvem os demais aspectos, pela exploração dos atributos estéticos (beleza cênica), simbólicos (valores culturais), afetivos (emoções), sociológicos (atração de pessoas), topoceptivos (identificabilidade e orientabilidade) e bioclimáticos (conforto ambiental) (MELLO, 2008, p. 150).

Segundo MUNFORD (1998, p.84), as vias aquáticas propiciaram o primeiro meio eficiente de transporte em massa: “Não foi por acaso que o primeiro crescimento das cidades teve lugar em vales de rios; e o aparecimento das cidades é contemporâneo dos aperfeiçoamentos da navegação, desde o feixe flutuante de juncos ou de troncos até o barco impelido por remos e velas”.

Como explica MELLO (2008), são múltiplos os fatores que determinam a relação entre corpos d’água e as cidades:

Na abordagem das relações entre cidades e os corpos d’água, estão envolvidos múltiplos fatores, relacionados aos condicionantes naturais (vegetação, clima, relevo, hidrografia, pedologia, geologia) e socioculturais (econômicos, ideológicos, tecnológicos). A multiplicidade de fatores se imbrica de tal forma que qualquer tentativa de discriminá-los padece de limitações. Por exemplo, fatores naturais, como a variação sazonal do nível d’água, provocando inundações, são compensados por fatores de ordem tecnológica, como soluções hidráulicas. (MELLO, 2008, p. 52).

MUNFORD (1998, p. 110) estabelece uma distinção entre natureza das atividades desenvolvidas na cidade que se enquadra em: “funções humanas comuns”, desempenhadas em toda a parte, porém modificadas e enriquecidas na cidade, e “funções urbanas especiais”, desempenhadas apenas a partir da formação da cidade, produto de sua estrutura complexa, onde comparecem aspectos de “mobilização, mistura e amplificação, capacidade superior de cooperação, ampliação da área de comunicação e comunhão emocional”.

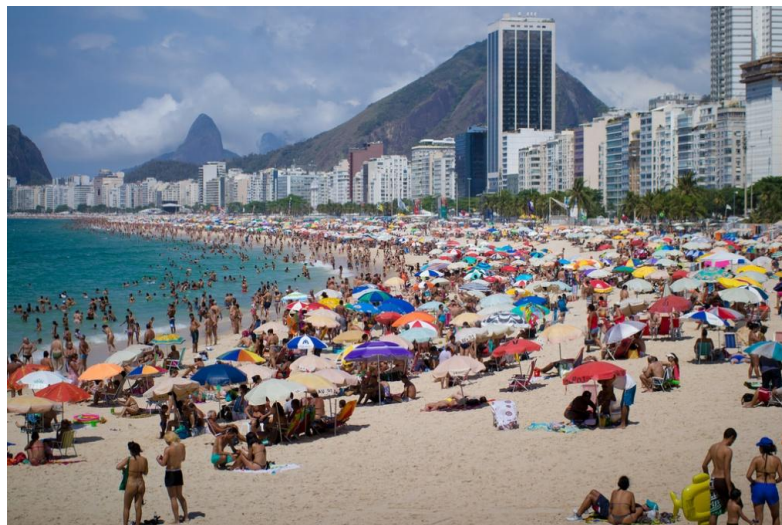


Fig. 05 - Praia de Copacabana, no Rio de Janeiro. A configuração espacial tem atribuições diversas, como exemplifica o autor acima. Acessado em 11/06/2018. Fonte: www.google.com.br

As margens de rios, lagos ou mares por diversas vezes são utilizadas como elementos indissociáveis da orientação, identidade e história de muitos centros urbanos:

A íntima relação entre cidades e corpos d'água se mostra de muitas formas. Observando plantas urbanas, perspectivas em “voos de pássaro”, fotografias aéreas de cidades de todo o mundo, em todos os tempos, é possível constatar que a grande maioria se desenvolve junto a corpos d'água, sejam rios, lagos ou mar. A relação se reflete também na quantidade de cidades que tiveram seus nomes inspirados nos rios que as acolhem (MELLO, 2008, p. 101).

As funções utilitárias das vias aquáticas e como estas podem desempenhar diferentes papéis na relação com as cidades:

As funções utilitárias dos corpos d'água variam de acordo como o contexto regional e local, envolvendo uma série de fatores, como os caracteres biofísicos, da bacia – hidrografia, relevo, clima, vegetação, fauna – e do corpo d'água – seus diferentes trechos, dimensões, padrões. Os papéis desempenhados pela cidade (cidade-porto, cidade-nó, cidade-industrial, cidade de fronteira) também exercem influência sobre os papéis atribuídos ao corpo d'água. (MELLO, 2008, p. 148).

Outras referências podem ser atribuídas à existência dos corpos d'água, como mostra a autora abaixo:

No que concerne aos aspectos topoceptivos, os corpos d'água nas cidades são elementos referenciais privilegiados, cujas peculiaridades podem responder fortemente às expectativas humanas de orientação e identificação espacial. Quanto a aspectos estéticos, rios e lagos são preciosos componentes de qualificação da paisagem urbana, capazes de estimular os sentidos visual, auditivo e olfativo. Quanto aos aspectos bioclimáticos, evidenciam-se os efeitos benéficos da presença da água e da vegetação ripária sobre o conforto ambiental. Os aspectos simbólicos relacionados à água ocupam lugar central em diversas manifestações culturais e ritualísticas, como o batismo, a purificação, os ritos de passagem; os lugares em beira d'água residem frequentemente na memória e no imaginário das pessoas. No que concerne aos aspectos afetivos, os corpos d'água são capazes de provocar emoções e sensações diferenciadas em função de suas peculiaridades: tranquilidade/dinâmica, relaxamento/excitação, envolvimento/repugnância. . (MELLO, 2008, p. 54)

HOLANDA (2008 p. 50) defende a proposição de uma taxonomia para o enfoque multidimensional do espaço arquitetônico – incluindo o espaço urbano e natural – que relaciona atributos mórficos do espaço e expectativas humanas diante dele. O autor identifica oito aspectos de desempenho do espaço e os classifica da seguinte maneira:

*Funcionais: relativos às exigências práticas da vida cotidiana, às condições para a realização de atividades humanas;

*Econômicos: relativos aos custos de implantação, manutenção e uso dos lugares;

* Sociológicos: relativos às condições de permanência e movimento de pessoas, de encontros e esquivanças interpessoais;

*Topoceptivos: relativos à legibilidade e visibilidade do lugar, conferindo-lhe propriedade de identificação e orientabilidade para as pessoas;

*Bioclimáticos: relativos ao conforto ambiental, às condições de iluminação, acústica, temperatura, umidade, velocidade do vento, qualidade do ar;

*Simbólicos: relativos ao conteúdo semântico do lugar, a capacidade de remeter a outros elementos significativos, valores, memória;

*Estéticos: relativos à beleza cênica, as características de um modo estruturado, à “estimulação autônoma dos sentidos para além das questões práticas”;

*Afetivos: relativos ao modo como o lugar afeta o estado emocional das pessoas.

Esses oito aspectos apresentados por HOLANDA são importantes para a interpretação dos espaços a beira de rios.

2.3 Cidades ribeirinhas

Pode-se destacar como cidades verdadeiramente ribeirinhas no Estado do Pará: Mocajuba, Cametá, São Domingos do Capim e Tucuruí. Além dessas cidades, a cidade de Belém, pode ser perfeitamente considerada ribeirinha, tendo em vista sua forte relação com o rio através de suas ilhas de veraneio e de lazer como as ilhas de Mosqueiro e de Caratateua e o transporte de pessoas e mercadorias através de portos.

Várias cidades fundadas ao longo dos rios permanecem dependentes da hidrografia para inúmeras atividades, como o transporte de pessoas e mercadorias. O cais, porto ou trapiche, são quase sempre improvisados, onde tudo é transitório. A vida começa no porto, pois quase tudo o que a cidade possui está nas proximidades deste. O porto é o intermédio entre o rio e a floresta, e a cidade é a fronteira de diferentes realidades que nos permite várias análises.

Os autores explicam que o conceito de cidade ribeirinha não parte da localização absoluta, fisiográfica, ou seja, do espaço à beira do rio, a exemplo de muitas cidades localizadas à beira do rio em que suas características sócio-geográficas não são fatores determinantes para adjetivá-las dessa maneira. Essas cidades apresentam um traçado de ruas cujo final ou início é o rio que está às margens da cidade, como exalta TRINDADE et al, (2008, p.33): “as pequenas cidades amazônicas tem um padrão urbano característico: as ruas e os caminhos que terminam no porto”.

TRINDADE e TAVARES (2008, p. 9) explicam que o surgimento dos primeiros núcleos urbanos na Amazônia se deu ao longo dos rios, uma vez que essa localização dava um papel estratégico a essas cidades, devido à circulação de mercadorias e de pessoas e, posteriormente, devido à exploração das drogas do sertão e da borracha.

OLIVEIRA (2000, p. 158) explica com pormenores as peculiaridades da paisagem encontrada nas pequenas cidades ribeirinhas na Amazônia:

As pequenas cidades amazônicas têm um padrão urbano característico: as ruas e caminhos terminam invariavelmente no porto. A rua da frente ou rua primeira tem as melhores casas e as ruas de trás, casebres cobertos de palha. Essas cidades localizadas às margens dos grandes rios parecem ter sido criadas para serem vistas de longe, pois de perto toda a dimensão de beleza que existia no primeiro olhar esvai-se no arruamento caótico, nas casas novas, mas com as fachadas descobertas e precocemente envelhecidas. Talvez fosse melhor que delas só tivéssemos a primeira impressão (OLIVEIRA, 2000, p. 158).

Contudo, esse padrão urbanístico representa um tempo, um ritmo, expresso no ordenamento socioespacial da cidade herdado de um momento específico de produção do espaço regional amazônico, qual seja, o da defesa, o da conquista do território colonial. Em sua maioria, são cidades de pequeno porte, às margens dos rios. Essa localização à beira do rio não se deu por acaso como alerta Visentini (2004, p. 63), pois “nascia o urbano colonial barroco na Amazônia como lógica de penetração, a presença local do além-mar das metrópoles do colonizado, o urbano da soberania dos estados absolutistas”.

TRINDADE JR., SILVA e AMARAL (2008), ao escreverem sobre a cidade ribeirinha na Amazônia, admitem inicialmente a existência de especificidades nos padrões de organização do espaço nessa região. Esta especificidade advém da complexa combinação de vários modelos de urbanização, desenvolvidos principalmente pelas frentes de expansão econômica que se materializaram a partir década de 1960:

Quadro 01: cidade e história na Amazônia

TIPOS DE CIDADES	VÍNCULOS/VINCULAÇÕES
Metrópoles contemporâneas	Estruturas urbanas complexas, associadas às repercussões dos novos processos de ocupação regional (Belém, Manaus, São Luiz).
Cidades novas e modernas	Bases de operação e de reprodução social dos grandes projetos minerometalúrgicos implantados na região (Company Towns de Barcarena, Tucuruí e Carajás, principalmente) ou associadas às necessidades de consolidação de novas estruturas territoriais que demandam uma relativa estrutura urbana concentrada de apoio às atividades econômicas e políticas (Palmas).
Cidades da colonização	Núcleos de apoio ao processo de colonização do final da década de 1960 e pontos de apoio aos eixos de penetração rodoviários (agrovilas, agrópoles e rurópolis).
Cidades “espontâneas”	Estruturas urbanas novas e precárias associadas às atividades e serviços complementares, formais ou não, relativas aos grandes projetos ou de apoio às novas frentes econômicas.
Cidades tradicionais	Estruturas urbanas mais antigas e sujeitas a transformações recentes, decorrentes de impactos sociais, culturais e ambientais promovidos pela introdução de novos modelos de produção e de inovações tecnológicas na região.

Fonte: Trindade Jr., Silva e Amaral (2008, p. 31).

As cidades ribeirinhas se assemelham nas suas configurações espaciais, suas tradições, como resultado da colonização, da presença da igreja católica e do uso do rio como via de transporte. A partir da década de 1960 o cenário de transformação e formação das cidades na Amazônia é alterado com a abertura de rodovias, estabelecendo uma nova dinâmica socioeconômica na região, o processo de ocupação muda de rota: dos rios para as ruas.

3 DADOS GERAIS DA REGIÃO DE INSTALAÇÃO DO PROTÓTIPO

3.1 Aspectos climáticos

Variadas localidades às margens dos rios da Amazônia são de difícil acesso, onde o principal meio de transporte é o fluvial, de diversos portes. As chuvas intensas no inverno amazônico ocasionam enchentes e inundam várias dessas localidades. Nos períodos de vazante, a edificação de casas comuns, em terreno permanentemente seco, os faria ficar muito distante da água, que lhes fornece também a sua principal fonte de proteínas. Para esse tipo de circunstância, um projeto ideal de casa deve ser do tipo casa anfíbia, que pode flutuar durante o período das cheias dos rios e repousar sobre uma base de superfície plana durante o período da seca amazônica.

O índice pluviométrico de Belém, a partir de dezembro, está ligado à influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). A posição desta varia aproximadamente de 10° N à 5° S. Normalmente, a posição ao Norte ocorre em agosto - setembro. A posição mais ao Sul ocorre em março e abril. Esse deslocamento está associado à variação na circulação atmosférica e na TSM (Temperatura da Superfície do Mar). A ZCIT se apresenta como uma faixa de nuvens com grande desenvolvimento vertical (Cumulonimbus), de 3 a 5 graus de largura, frequentemente de tempestades, que circunda o globo próximo ao Equador.

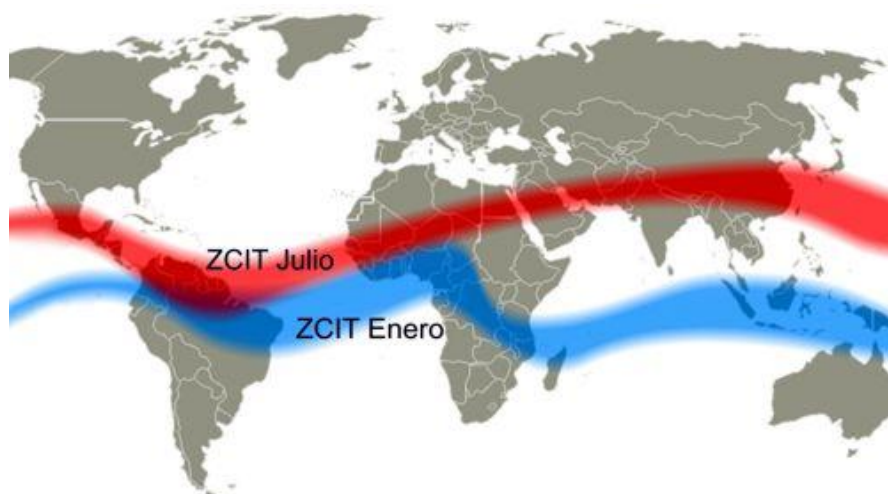


Fig. 06 - Variação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) ao longo do ano na região equatorial. Acessado em: 22/02/2017. Fonte: <http://geomaurotorres.blogspot.com.br/2012/02/chuvas-em-belem.html>.

No hemisfério norte, os ventos alísios se movem de nordeste para sudoeste, enquanto no hemisfério sul eles vão de sudeste para noroeste.

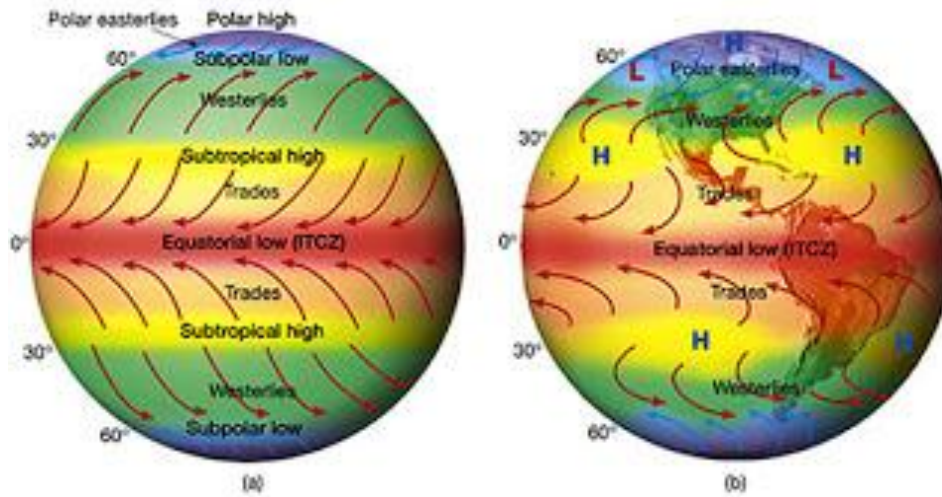


Fig. 07 - Direção dos ventos na região equatorial. Acessado em: 22/02/2017. Fonte: <http://geomaurotorres.blogspot.com.br/2012/02/chuvas-em-belem.html>.

Mais precisamente em Belém, os dados da precipitação pluviométrica:

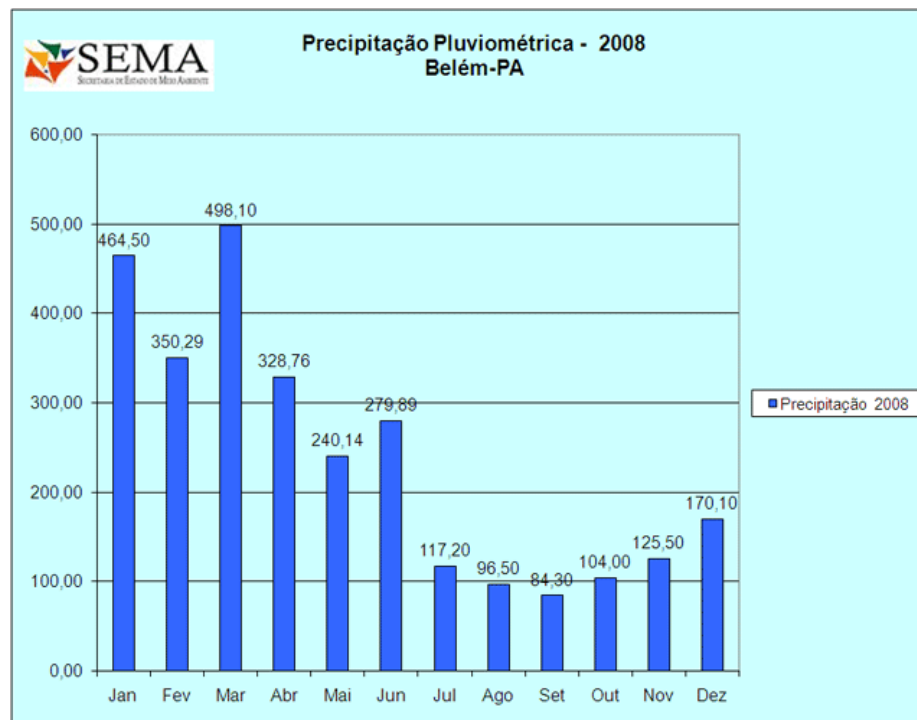


Fig. 08 – Precipitação Pluviométrica em Belém, em 2008. Fonte: Secretaria Executiva de Meio Ambiente do Estado do Pará. http://www.para30graus.pa.gov.br/precipitacoes_mensal.htm. Acessado em 22/02/2017.

3.2 As adversidades locais

O isolamento territorial e informacional acarreta a maioria dos problemas das comunidades ribeirinhas. A precária ou inexistente infraestrutura como esgotamento sanitário, coleta de lixo, fornecimento de energia elétrica, água potável, configuram as principais adversidades nas cidades ribeirinhas.

Decorrentes da falta de infraestrutura básica, muitos outros problemas surgem como a falta de escolas, postos de saúde, delegacias, bancos, dentre outros serviços essenciais. A oferta de oportunidades de profissionalização também é prejudicada pela logística dificultosa dessas comunidades.

A qualidade de vida nas cidades ribeirinhas apresentam números muito abaixo da média nacional. O esgoto sanitário, por exemplo, carece de tratamento e está concentrado em algumas cidades. A água encanada não significa água potável de qualidade. Na maioria das pequenas cidades essa canalização é feita de água diretamente do rio, sem tratamento. O lixo também não é tratado adequadamente, onde se predominam os lixões.

Diante das imprevisões do nível de elevação das águas, que em certos anos provocam as “grandes cheias” e as “grandes secas”, os ribeirinhos permanecem atentos e sob grande expectativa durante os meses da enchente. Estes sofrem com a ação da erosão e o assoreamento dos rios.

O fornecimento de energia elétrica e, por conseguinte, os acessos a máquinas, eletrodomésticos e outras tecnologias, como o uso de telefonia celular, ainda é um entrave que muitas comunidades ribeirinhas enfrentam, apesar da maior disseminação atual de torres de transmissões de energia elétrica e de telefonia. A solução para iluminação noturna por diversas vezes se dá pelo uso de motores geradores de energia elétrica a base do óleo diesel.

3.3 Experiências negativas das casas flutuantes na Amazônia

Os ribeirinhos têm dificuldades para construir moradias adaptadas às adversidades devido a fenômenos naturais, como a erosão das margens, assoreamento dos rios e desequilíbrios ambientais causados pelo homem, como o desmatamento desordenado e a poluição dos rios. Mesmo assim, eles conhecem a séculos os regimes das marés da região e se adequaram, elevando o nível do piso de suas edificações, com estruturas de madeiras, as chamadas de palafitas. Essa elevação do piso os protegem das águas e animais silvestres, como cobras por exemplo.

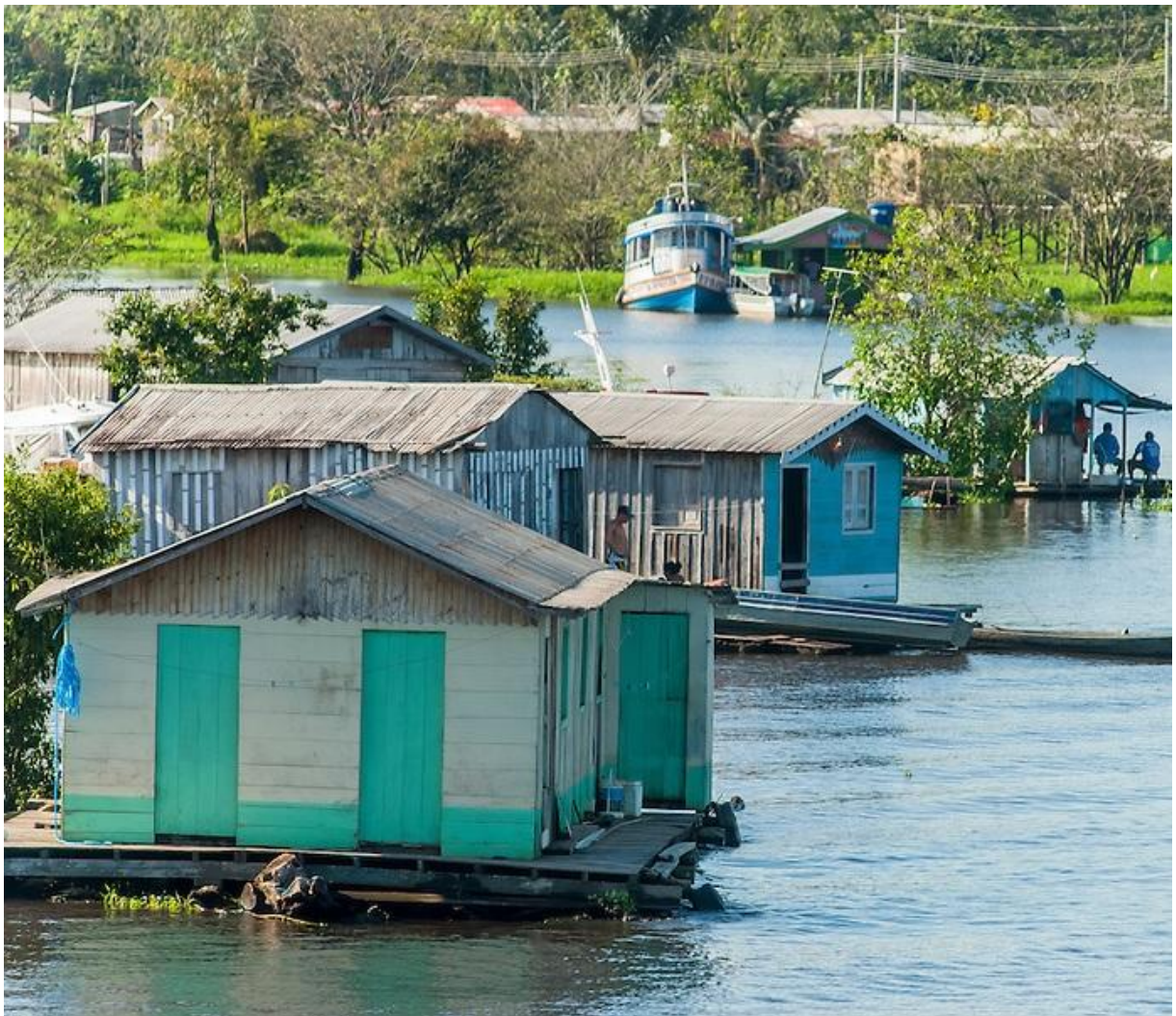
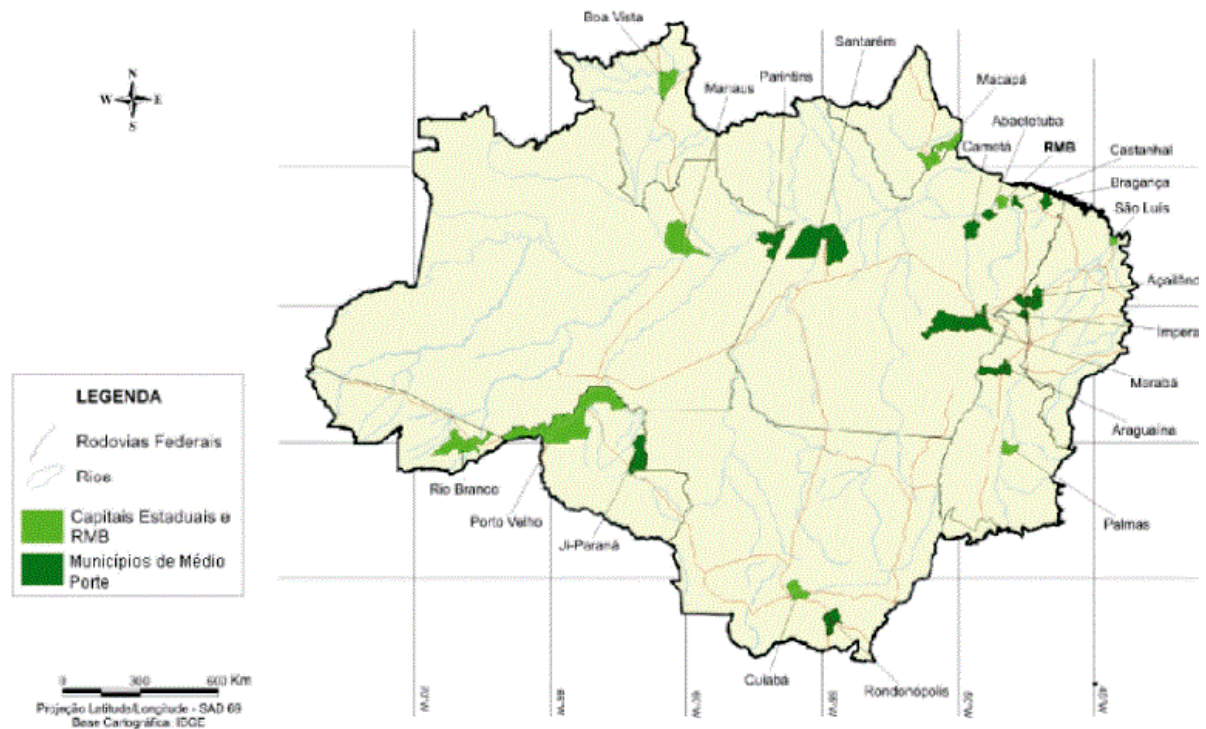


Fig. 09 - Casas flutuantes às margens do Rio Negro próximo ao Porto de Cacao Pirêra, no Amazonas. Acessado em 12/01/2017. Fonte: <http://fotonatural.photoshelter.com/image/I0000cQN7GTUzwvQ>

As distâncias entre as ilhas e as sedes dos municípios amazônicos conferem certo isolamento aos ribeirinhos, tornando-os sujeitos às diversidades do tempo e aumentando as dificuldades para edificar suas casas. A imagem abaixo apresenta os principais municípios:

Capitais estaduais e municípios de médio porte da Amazônia Legal, 2007



Fonte: Base Cartográfica do IBGE. IBGE. Contagem da população (2007).

Fig. 10 – Capitais estaduais e municípios de médio porte da Amazônia Legal, 2007. Acessado em 16/06/2018.

Fonte: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-63512009000100002

As casas flutuantes encontradas na Amazônia apresentam alguns pontos inconvenientes como mostra a tabela abaixo:

Quadro 02: Principais problemas das casas flutuantes na Amazônia.

NATUREZA DO PROBLEMA	DESCRIÇÃO
Natural	Possíveis ataques de animais, como cobras e jacarés.
	Oscilação e movimentação da casa quando pela passagem de uma embarcação de maior porte, ou durante tempestades.
Infraestrutural	Eliminação de dejetos líquidos e sólidos diretamente nas águas.
	Precário ou inexistente fornecimento de energia elétrica, água potável e coleta de lixo.
	Precário ou inexistente serviço de telefonia celular.
	Risco de afogamento de crianças e idosos.
	Uso de materiais construtivos com durabilidade relativamente inferior.
Social	Em alguns casos, na Amazônia, há a segregação e preconceito por parte de moradores de residenciais em terra firme, em relação aos moradores de casas flutuantes.

Fonte: Acervo do autor.

A figura 11 ilustra o quadro acima, com destaque para o precário sanitário localizado na parte externa da casa flutuante e para a antena de recepção de sinal de telefonia celular:

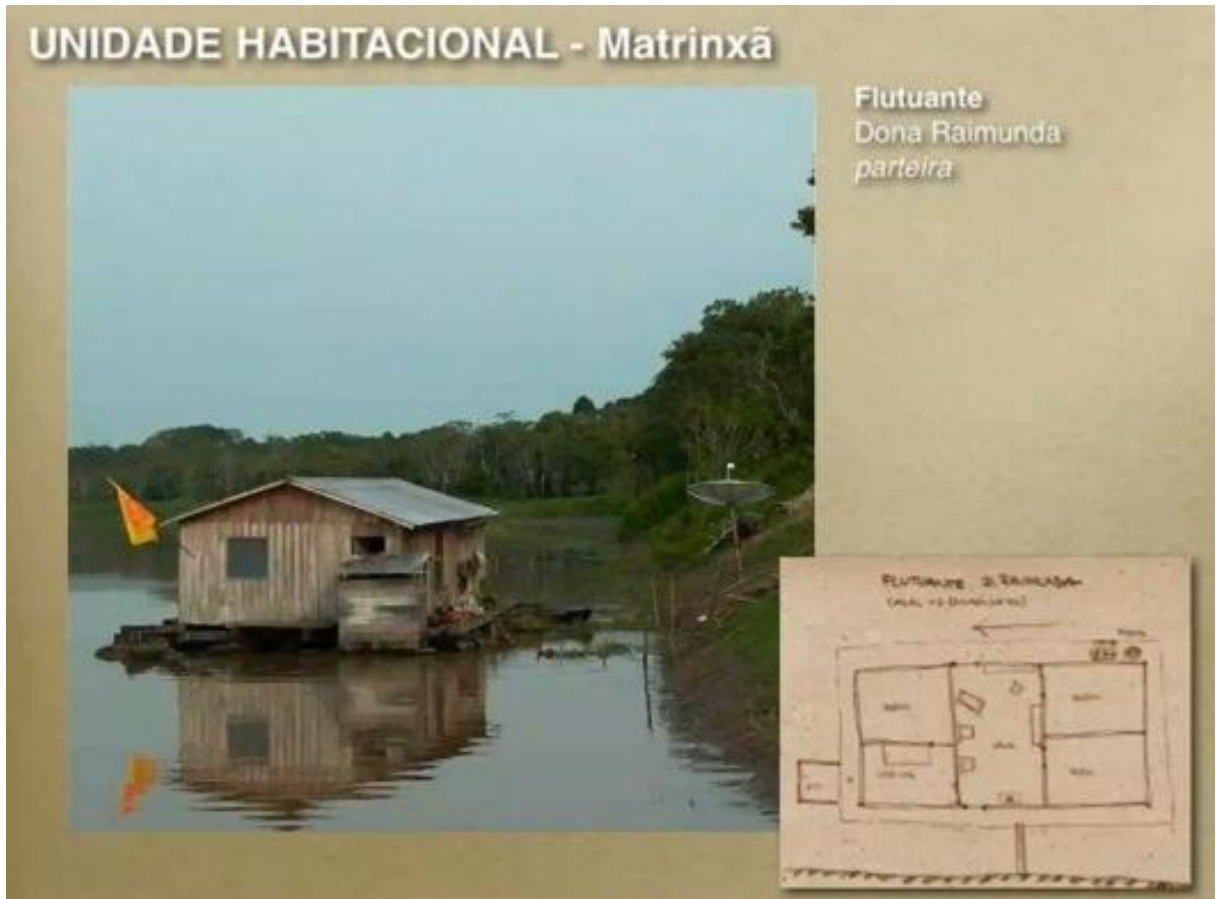


Fig. 11 - Habitação ribeirinha, no Amazonas. Foto: Daniel Cardoso. Acessado em 09/01/2017. Fonte: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/17.198/6307>

Como sistema flutuador, são utilizadas espécies de madeiras flutuantes conhecidas como o Assacú ou a Sapucaia, que duram décadas sob a água. A ancoragem dessas casas flutuantes é feita de maneira rudimentar, através de fixação de piquetes junto à margem e amarração com cordas.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 City Apps.

Tema: Unidades Educacionais e Assistenciais Flutuantes.

Arquiteto: Koen Olthuis.

Escritório: *WaterStudio*.

Data de construção: 2014.

Local de construção: Construído na cidade de Hague, na Holanda e instalado em Korail, a maior favela de Dhaka, a capital de Bangladesh.

Definição espacial: O protótipo possui uma plataforma retangular maior que a edificação, que garante estabilidade e área de convívio para crianças.

Volumetria: Volume monolítico, um retângulo regular estrudado.

Relação com o tema deste trabalho: Projeto de caráter social, com flexibilidade para ser implantado em vários pontos à beira rio.

O projeto tem subsídio da Organização das Nações Unidas (ONU) e oferece oportunidade de trazer hospitais e escolas a muitas favelas que cresceram à beira de rios. A unidade educacional possui 20 computadores e foi inaugurada em março de 2016 na cidade de The Hague, na Holanda e viajou de navio para Korail, a maior favela de Dhaka, a capital de Bangladesh, país pobre suscetível a inundações provocadas por mudanças climáticas. O protótipo é feito com contêineres sobre plataformas flutuantes construídas com garrafas PET (Politereftalato de etileno) recicladas. As unidades flutuantes podem ser facilmente adicionadas a uma cidade, colocando-as na água quando necessário. Elas oferecem um *design* flexível e adaptável, criando soluções para as necessidades específicas de cada área.

Um conjunto de *City Apps* é desenvolvido em Bangladesh. Os responsáveis pelo projeto fornecem comida, saneamento, abrigo e energia. A tecnologia flutuante que tem sido usada em projetos para pessoas de maior poder aquisitivo agora será usada para as pessoas que realmente estão em necessidade. Os “*City Apps*” são alugados para a comunidade local e são concebidos de modo que os torna reutilizáveis como eles podem ser facilmente movidos para outro lugar.

Os holandeses do *WaterStudio* imaginaram uma mudança de perspectiva na construção. “A arquitetura tradicional se preocupa muito com os prédios na terra, mas achamos necessário mudar o conceito geral de cidade, a água pode ser parte dela. Não como algo que devemos ter medo, mas algo para usarmos”, defende o arquiteto Koen Olthuis, que está à frente do estúdio.



Fig. 12 – Projeto *City App* em Korail, maior favela de Dhaka, a capital de Bangladesh.

Fonte: <http://zoom.blog.br/a-arquitetura-flutuante-do-waterstudio/>. Acessado em 19/01/2017.



Fig. 13 - Interior do *City App* educacional. O projeto funciona como escola durante o dia e como *cybercafé* à noite . Acessado em 19/01/2017. Fonte: <http://zoom.blog.br/a-arquitetura-flutuante-do-waterstudio/>

Os arquitetos holandeses dominam com tal maestria a construção sobre as águas, que a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) conduz um projeto com o grupo para tentar viabilizar casas flutuantes para todas as pessoas, independentemente de renda. “Não é só para os ricos. Agora tentamos com a tecnologia solucionar problemas do mundo todo”, ressalta o diretor do *WaterStudio*. “Muitos vivem em favelas perto da água, por exemplo. Seria maravilhoso se conseguíssemos trazer escolas e hospitais flutuantes para esses lugares.” Bangladesh será o primeiro lugar a testar essa ideia.

4.2 Casa flutuante sobre balsa preexistente

Tema: Residência flutuante sobre balsa.

Arquiteto: Renato Rayol.

Escritório: *Quantte* Engenharia.

Data de construção: Em nível de projeto.

Local de construção: Rio Negro, Manaus, Amazonas, Brasil.

Definição espacial: Uma casa flutuante para fins de lazer, edificada sobre pilotis. A casa foi projetada sobre a estrutura de uma balsa existente.

Volumetria: O volume construído da casa fica dividido em duas partes, sendo o maior um retângulo estrudado e suspenso, com vazios entre pilotis. Um volume retangular menor junto ao piso da balsa, com esquadrias em vidro, possibilita uma interação com o meio externo.

Relação com o tema deste trabalho: Projeto de casa residencial flutuante, projetado com o sistema construtivo LSF.

O projeto foi elaborado em parceria com a empresa *Quantte* Engenharia. Trata-se de uma casa flutuante, com cinco suítes, cozinha americana e uma área aberta livre. É uma releitura moderna das casas dos ribeirinhos.

Nesse projeto, o LSF ajuda muito na diminuição do peso da construção, possibilitando uma construção mais leve, gerando economia inclusive na estrutura dos flutuadores necessários para manter a balsa flutuando. Além de ser uma construção que não gera entulhos, é limpa. A mão de obra precisa ser qualificada e o aço utilizado pode ser reciclado.

A casa possui 23m x 8m sobre uma estrutura que fica no máximo 1m submersa, o que facilita a locomoção em espaços onde as águas são mais rasas. Na superfície, além das cinco suítes, a casa conta com uma sala fechada, uma cozinha americana, uma área aberta, a casa de máquinas e ainda uma área para o vigia ou caseiro. A 'balsa' possui também uma estação de tratamento própria, típica de iates.



Fig. 14 - Casa flutuante projetada pelo arquiteto amazonense Renato Rayol. Acessado em 09/01/2017. Fonte: <https://www.blogger.com/profile/07543350437559939553>

A ideia é que toda a estrutura seja erguida com a técnica de LSF, um tipo de construção a seco, que utiliza o aço galvanizado. Ou seja, são edificações criadas com elementos em aço leve e fino, com resistência e durabilidade. “Essa tecnologia é usada nos Estados Unidos há mais de 100 anos”, esclarece o arquiteto Renato Rayol.



Fig. 15 - Casa projetada com o sistema construtivo *Light Steel Frame* sobre uma balsa pré-existente. Acessado em 09/01/2017. Fonte: <https://www.blogger.com/profile/07543350437559939553>

4.3 Fruit Salad: Riverside urban infrastructure redeployment

Tema: Projeto vencedor da categoria *Next Generation do Holcim Awards 2014* para a América Latina. Com o tema: *Fruit Salad: Riverside urban infrastructure redeployment* (Salada de Frutas: realocação da infra-estrutura urbana ribeirinha).

Arquiteto: Christian Barrera - Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina; Alaniz Gerardo Alejandro - Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina; Ivan Gabriel Baez - Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina; Patricio Francisco Cuello - Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

Escritório: Estudantes da Universidade de Córdoba, Argentina.

Data de construção: Em nível de projeto.

Local de construção: Rio Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil.

Definição espacial: Plataforma flutuante com uso misto para atividades comerciais com píers de atracação e passarelas de acesso à terra firme.

Volumetria: Estrutura longitudinal com cobertura em formato de guarda chuva invertido, garantindo ventilação horizontal cruzada e captação de água da chuva para usos diversos.

Relação com o tema deste trabalho: Tipo de telhado inteligente que permite ventilação horizontal, captação de águas pluviais para usos diversos. Projeto em harmonia com o meio ambiente.

O projeto prevê a reurbanização de um trecho da margem do Rio Amazonas, em Manaus, no Amazonas. Propõe-se a transferência das atividades comerciais, atualmente realizadas de forma fragmentada na faixa de areia do rio, para uma plataforma flutuante. O Projeto responde a uma situação climática desafiadora da região: os níveis do rio Amazonas variam até 15 m, entre as estações seca e chuvosa, com inundações frequentes em áreas de comércio.



Fig. 16 - A infraestrutura projetada favorece a interação cultural e comercial. Acessado em 09/02/2017. Fonte: <https://www.lafargeholcim-foundation.org/Projects/fruit-salad>



Fig. 17 - O projeto transfere atividades atualmente sobre o cais fragmentado para uma plataforma flutuante que conecta o rio e a cidade. Acessado em 09/02/2017. Fonte: <https://www.lafargeholcim-foundation.org/Projects/fruit-salad>

De modo a respeitar as atividades comerciais já consolidadas ao longo do curso d'água, mas adaptá-las de maneira mais funcional e sustentável ao ecossistema local, os estudantes projetaram uma estrutura que avança o perímetro navegável, sendo ligada à terra firme por meio de passarelas.



Fig. 18 - A passarela garante a conexão entre o projeto e a cidade. Acessado em 09/02/2017. Fonte: <https://www.lafargeholcim-foundation.org/Projects/fruit-salad>

A estrutura tem 40m de largura por 500m de comprimento, podendo ser utilizada tanto como um porto na atracação de pequenos barcos mercantis, quanto como um mercado com comércios e serviços gastronômicos. Um grande telhado oferece proteção contra o sol e a chuva. O reflorestamento da borda do rio e a criação de uma lagoa de retenção fazem parte de uma estratégia para retardar as inundações.



Fig. 19 - Logística e o intercâmbio entre rios e rodovias. Acessado em 09/02/2017. Fonte: <https://www.lafargeholcim-foundation.org/Projects/fruit-salad>

A ventilação da plataforma é garantida pela abertura nas laterais da estrutura. Já a cobertura, em formato de guarda-chuva invertido, facilita a captura da água de chuva, para armazenamento e posterior reuso na manutenção dos serviços.



Fig. 20 - Área de uso misto e apropriação espontânea. Acessado em 09/02/2017. Fonte: <https://www.lafargeholcim-foundation.org/Projects/fruit-salad>

Na avaliação de Bruno Stagno, arquiteto coordenador do júri da *Holcim Awards* 2014, a principal contribuição do projeto cordobês é "refletir sobre modos sustentáveis de habitar uma região altamente adensada e com redes multifuncionais, sem perturbar seu ecossistema".

4.4 Floatec

Tema: Casas anfíbias.

Arquiteto: Edwin Blom.

Escritório: Dura Vermeer.

Data de construção: Em nível de projeto.

Local de construção: Holanda.

Definição espacial: Bairro flutuante com distribuição radial de casas.

Volumetria: Variável.

Relação com o tema deste trabalho: Foi utilizado o EPS no sistema flutuador, material com viabilidade técnica, econômica e ambiental, com capacidade de empuxo para flutuar grandes estruturas.

O projeto *Floatec*, na Holanda, prevê a flutuação das casas em uma eventual enchente. As fundações começaram sendo feitas de múltiplas camadas de uma espuma plástica muito leve, por cima das quais é aplicado o concreto tradicional. A partir daí, a casa inteira é uma casa normal. Na ocasião de uma enchente, a camada de plástico faz a casa inteira flutuar, como se fosse um barco, evitando que a água penetre e permitindo que a família permaneça em seu interior. O protótipo funcionou bem, mas o projeto apresentava limitações de tamanho e peso máximos da casa, que, se não fossem respeitados, fariam com que a casa perdesse a flutuabilidade e afundasse.

A solução encontrada pelo pesquisador Edwin Blom, foi a nanotecnologia. O material básico é o EPS (*Expanded Polystyren*), ou poliestireno expandido, que é inserido entre várias camadas de plástico e concreto, o que permite criar grandes estruturas de suporte, tão grossas quanto necessário para suportar a casa que se deseja construir. Isso não apenas solucionou o problema da limitação do tamanho e peso, como reduziu o custo da casa anfíbia, cuja base flutuante agora é mais barata do que a solução inicial.

O pesquisador Edwin Blom, coordenador do projeto, conta que foi encontrar a solução em uma empresa de nanotecnologia da Espanha, a Acciona Infrastructures, especializada no uso da nanotecnologia para a fabricação de compósitos - os chamados nanocompósitos.



Fig. 21 - Projeto *Floatec*, coordenado por Edwin Blom, na Holanda. Acessado em 09/01/2017. Fonte: <http://www.eurekanetwork.org/content/e-4446-eurekabuild-floatec>

Os nanocompósitos já são usados pela indústria aeroespacial, mas o grupo teve que desenvolver uma solução mais barata. "Nós simplesmente não precisamos mais usar tanto material quanto usávamos. Blocos pequenos agora podem suportar grandes estruturas e, no fim, o custo da construção inteira foi reduzido," diz Blom, que já criou uma empresa, a Dura Vermeer, para comercializar a tecnologia das casas flutuantes.

4.5 Eco-Friendly Water Nest 100 e Lilypad.

Tema: Casa e Ecópolis Flutuante.

Arquiteto: Giancarlo Zema e Vincent Callebaut.

Escritório: EcoFloLife.

Data de construção: Em nível de projeto.

Local de construção: Londres, Inglaterra.

Definição espacial: Casa flutuante futurista com base circular, ancorada com passarela de acesso.

Volumetria: Volume oval, sem arestas. Possui micro aberturas para ventilação.

Relação com o tema deste trabalho: O projeto tem versatilidade de plantas de modo atender a diversas demandas; uso de microventilação natural e energias renováveis.

A casa flutuante *Eco-Friendly Water Nest 100*, projetada pelo arquiteto italiano Giancarlo Zema para a empresa *EcoFloLife* possui 100 m², 12m de diâmetro e 4m de altura, feita inteiramente de madeira laminada reciclada e um casco de alumínio reciclado. Esta casa é alimentada por painéis fotovoltaicos amorfos que geram 4kWp - tornando-a uma fonte de energia auto-suficiente.



Fig. 22 – *Water Nest 100*, Casa Projetada em Londres pelo arquiteto italiano Giancarlo Zema. Acessado em 09/01/2017. Fonte: <http://www.giancarlozema.com/waternest-100/>

O projeto tem flexibilidade para servir de casa ecológica, escritório, *lounge bar*, restaurante, loja ou exposição em espaço flutuante. A *WaterNest 100* pode ser posicionada ao longo de cursos de rios, lagos, baías, atóis e áreas marinhas com águas calmas. A utilização de materiais e sistemas de produção sustentáveis que esta casa flutuante reciclável possui pode chegar até 98%. O protótipo inclui um sistema de micro-ventilação natural interna e ar condicionado, é classificada como *habitat* residencial de baixo consumo.

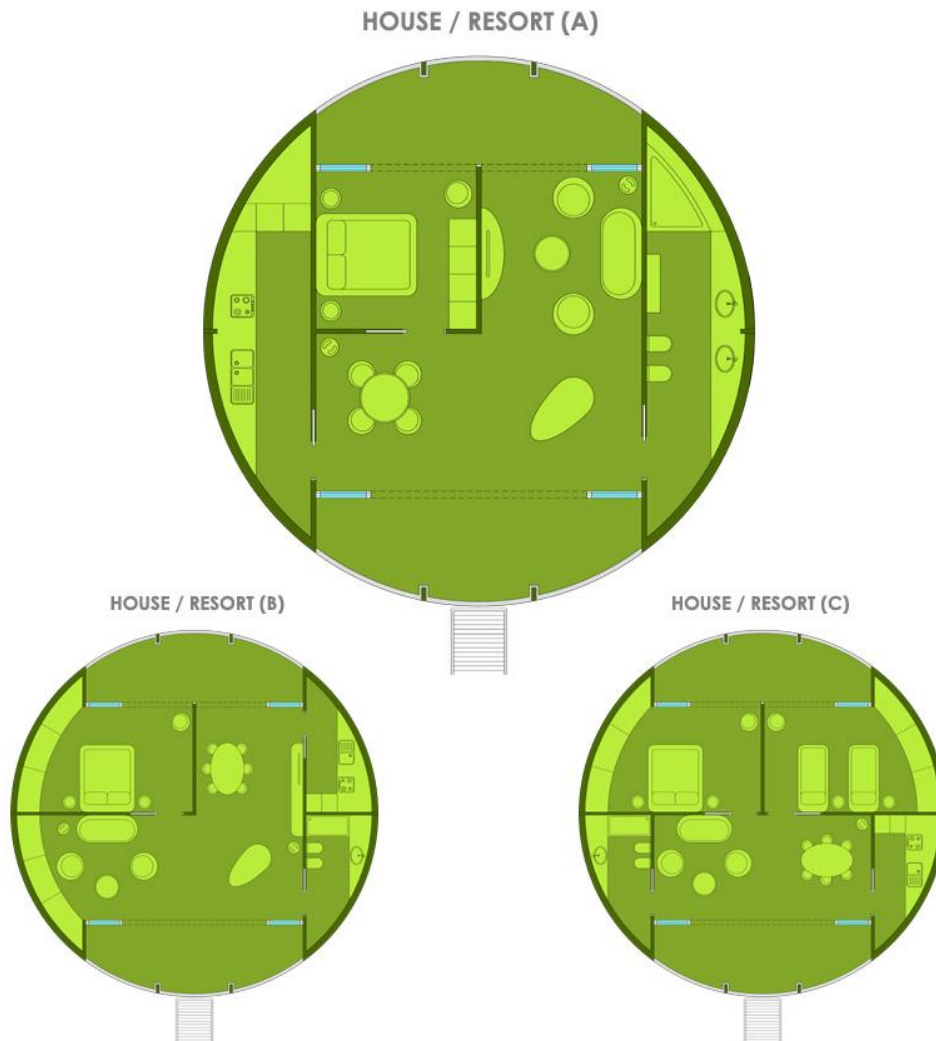


Fig. 23 – 03 possíveis layouts da residência *WaterNest 100*. Acessado em 25/06/2018. Fonte: <https://www.ecofloline.com/interior/>

O *designer* italiano Giancarlo Zema e o arquiteto belga Vincent Callebaut apresentaram dois conceitos de *design* separados, mas igualmente eficazes, que podem resolver a questão da superpopulação e da crise pendente de refugiados do clima.

Esta versão do *WaterNest 100* é adequada para equipes de trabalho que desejam se comunicar e trabalhar em um espaço único, em contato direto com a natureza. A casa flutuante pode acomodar estações de trabalho separadas ou contíguas, um banheiro, armazenamento e arquivo:

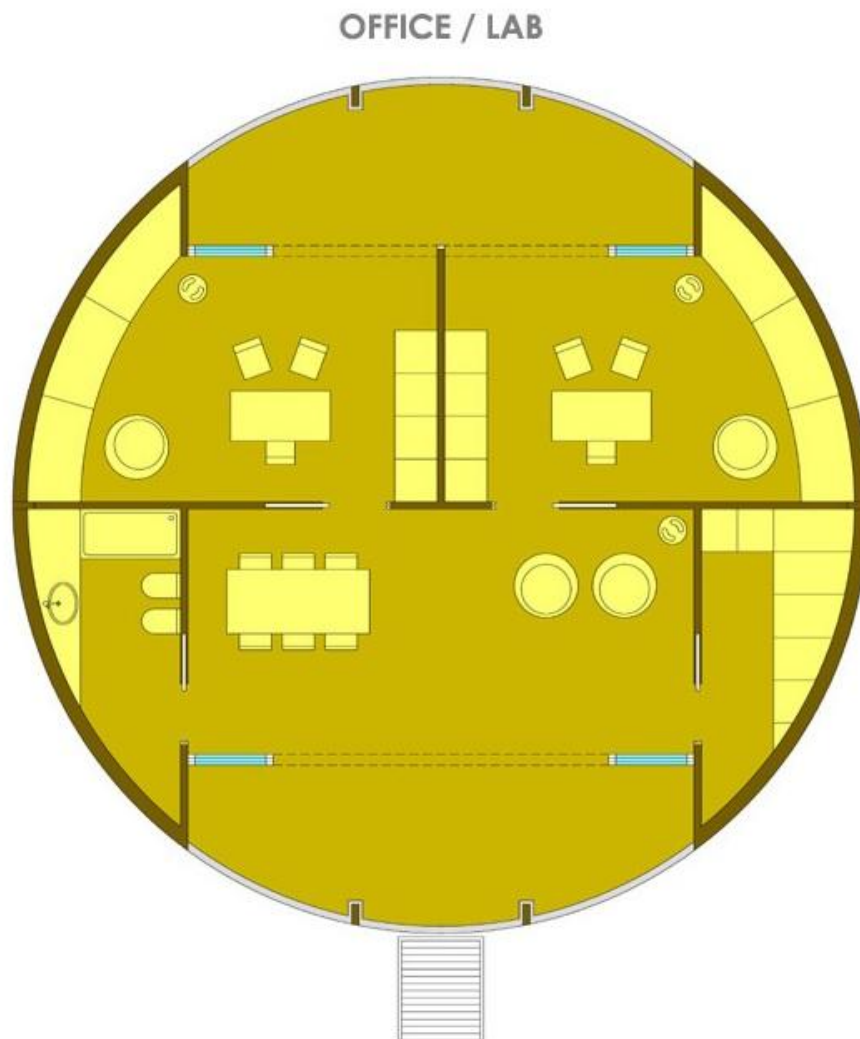


Fig. 24 – *Layout* de escritório da *Water Nest 100*. Acessado em 25/06/2018. Fonte: <https://www.ecoflolfife.com/interior/>

A flexibilidade de plantas pode atender a espaços comerciais. Um grande espaço aberto que pode ser modelado de acordo com as várias necessidades de negócios com armazenamento, vestiário e banheiro.

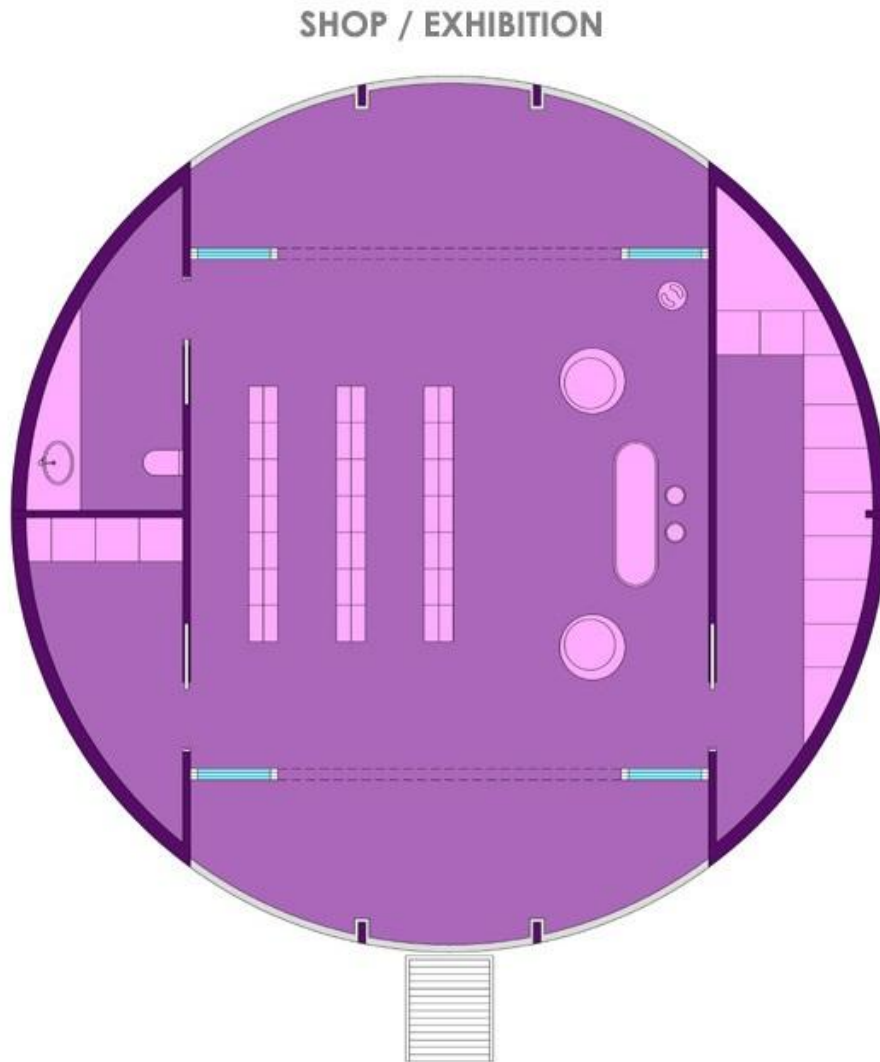


Fig. 25 – *Layout* de loja ou sala de exposição da *Water Nest 100*. Acessado em 25/06/2018. Fonte: <https://www.ecofloline.com/interior/>

A disposição interna de paredes pode acomodar um restaurante ecológico ou um bar flutuante. O espaço aberto com bar, banquetas, mesas, cadeiras, cozinha e banheiros tem capacidade máxima de 40 pessoas:

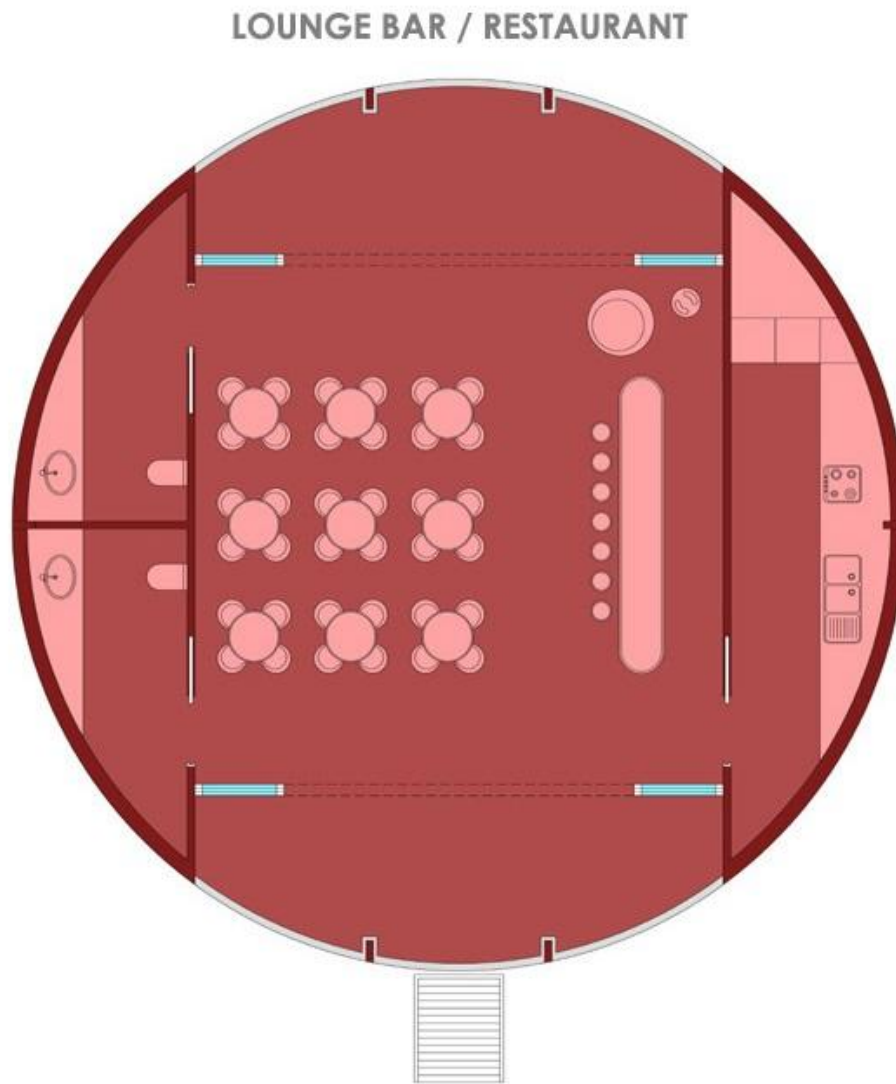


Fig. 26 – *Layout* de bar da *Water Nest 100*. Acessado em 25/06/2018. Fonte: <https://www.ecofloline.com/interior/>

A criação do arquiteto belga Vincent Callebaut, um pouco mais ambiciosa em escala, é uma ecopólis flutuante projetada especificamente para refugiados ecológicos, chamada *Lilypad*. É uma cidade anfíbia autossuficiente que satisfaz os quatro desafios que a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) descreveu em março de 2008: clima, biodiversidade, água e saúde.



Fig. 27 - A casa possui um sistema de microventilação, que ajuda a reduzir custos. Acessado em 11/06/2018.
Fonte: <https://www.ireviews.com/news/2017/01/12/waternest-eco-friendly-floating-home>

O conjunto flutuante tem capacidade de suportar 50.000 refugiados e possui três marinas, três montanhas, uma lagoa artificial localizada no centro. É feito de fibras de poliéster cobertas por uma camada de dióxido de titânio (T.O₂). A Cobertura abriga habitações plantadas em jardins suspensos e uma rede de ruas.

A Ecopólis anfíbia integra todas as energias renováveis (energias solar, térmica e fotovoltaica, energia eólica, hidráulica, central de energia das marés, energias osmóticas, fitopurificação e biomassa). A *Lilypad* é uma cidade totalmente sustentável, de emissão zero, que atende aos ciclos da natureza. Seja purificando a água usada com minerais dos campos de aquicultura ou absorvendo a poluição atmosférica por meio do efeito fotocatalítico.



Fig. 28 - A ecopólis pode ser expandida com vias de acesso flutuantes. Acessado em 11/06/2018. Fonte: <https://www.ireviews.com/news/2017/01/12/waternest-eco-friendly-floating-home>

Da bolha flutuante de Zema até a utopia ecológica de Callebaut, a tecnologia de construção sustentável parece ser a solução para o aumento da água e a perda de terras. Com a OCDE prevendo 250 milhões de refugiados do clima deslocados e 9% do PIB afetado pela dilatação da água, o mundo precisa se unir e abraçar a inovação de arquitetos como Vincent Callebaut e Giancarlo Zema.

5 PROJETO ARQUITETÔNICO

5.1 Área de implantação: Ilha de Cotijuba – Belém / Pa.

A ilha de Cotijuba se localiza no extremo oeste do município de Belém e possui belas praias em sua costa oeste, de frente para a baía do Marajó. Apresenta 18 km de trilhas e ruas, assim como de zona urbana e zona do ambiente natural, onde existem lagos naturais em ecossistema de várzea a ser preservado e utilizado no imenso potencial turístico que a ilha possui, atrelado às suas dez praias e diversas pousadas.

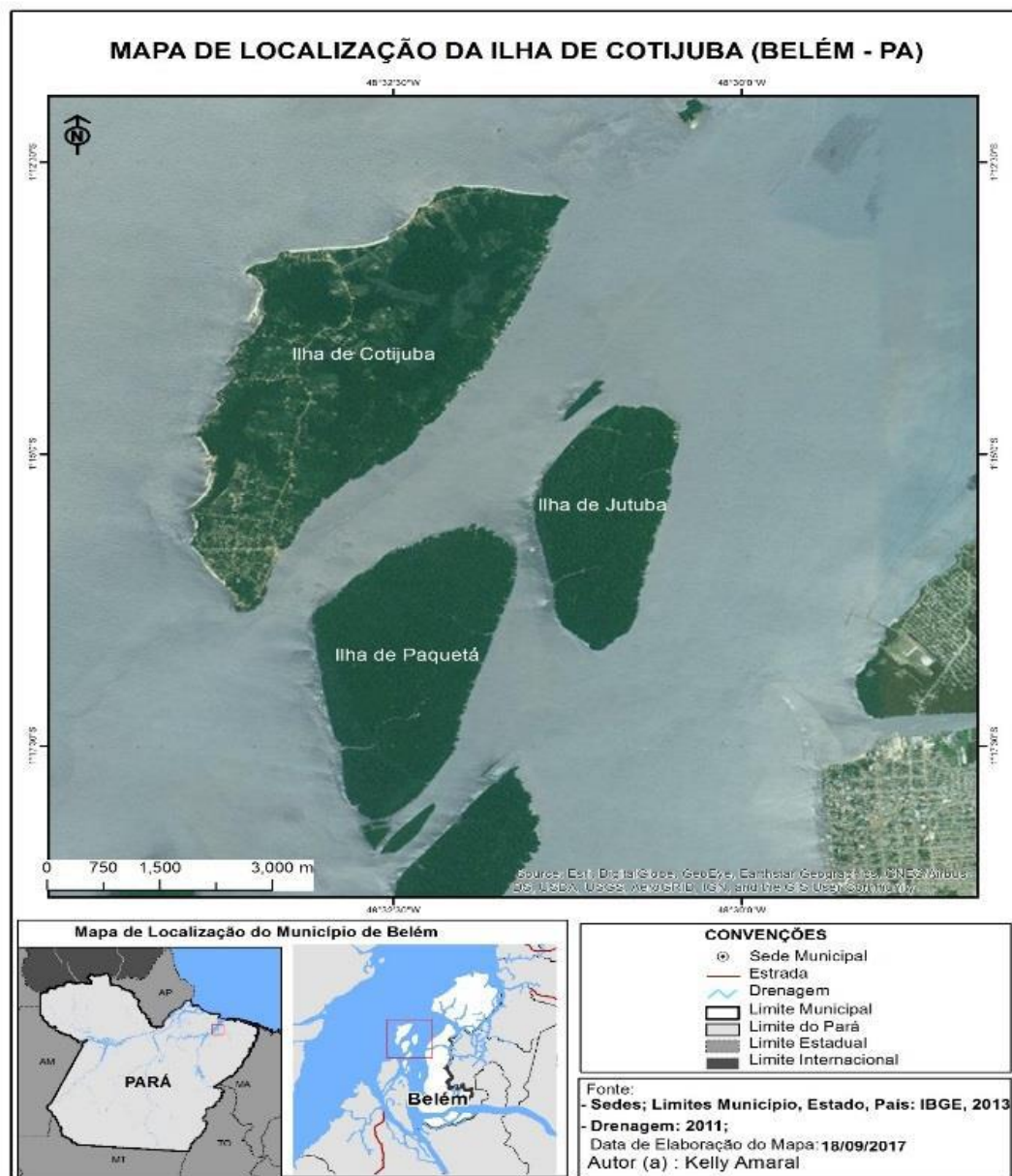


Fig. 29 – Mapa de localização da Ilha de Cotijuba. Fonte: Cartografia Aplicada ao Turismo da Ilha de Cotijuba (Belém-Pa).

O protótipo será instalado precisamente na Praia da Saudade. A área escolhida apresenta águas calmas, proximidade com a capital e possibilita uma maior visibilidade para o modelo de construção. A localização proporciona harmonia da casa com o meio ambiente e seu uso para o lazer.



Fig. 30 – Mapa turístico da Ilha de cotijuba, com os principais logradouros. Fonte: Cartografia Aplicada ao Turismo da Ilha de Cotijuba (Belém-Pa).

Cotijuba carece de equipamentos comunitários, embora existam um posto de saúde e escolas, igrejas, trapiche e outros. Recentemente, foi implantada a distribuição de energia elétrica, sendo ainda incipiente o abastecimento de água e o saneamento, o que ajuda na escolha do local de implantação do projeto.



Fig. 31 - Terminal Hidroviário Poeta Antônio Tavernard, ponto de chegada à ilha de Cotijuba. Fonte: <http://www.maiorviagem.net/ilha-de-cotijuba-amazonia-paraense/>. Acessado em 01/11/2018.



Fig. 32 - No detalhe, a presença de fornecimento de energia elétrica na ilha. Acessado em 01/11/2018.

Fonte: <https://www.google.com.br/maps>

A proximidade com a parte continental da capital auxilia no suprimento de produtos e serviços necessários às casas flutuantes. A localização permite uma resposta mais rápida em casos de emergências e em questões de segurança das casas.



Fig. 33 – Praia da Saudade, na Ilha de Cotijuba. Acessado em 01/11/2018. Fonte: <https://www.flickr.com/photos/viniciusalexandre758/24939810056/in/photostream/>



Fig. 34 – Travessia de Cotijuba para a parte continental de Belém. Acessado em 01/11/2018. Fonte: <https://www.flickr.com/photos/viniciusalexandre758/24335748784/in/photostream/>

5.2 Legislação

É perfeitamente legal residir sobre as águas, no Brasil, desde que se cumpram as exigências da Marinha. A primeira medida é verificar onde é permitido ancorar residências. A Marinha, por questões de segurança e controle, determina onde é possível navegar, morar e pescar, além de outras atividades. São levados em considerações profundidade dos rios, correnteza, vias de comércio marítimo, etc.

Os projetos devem prever luzes de segurança, boias de emergência e extintores de incêndio, obrigatoriamente. Uma vez aprovado o projeto pela Marinha, uma das vias do projeto será devolvida ao interessado, que então promoverá a sua construção. Terminado, a Marinha realizará as vistorias necessárias.

Os valores das taxas, para a aprovação do projeto e vistorias são devidos somente uma vez. Não há outros impostos, taxas ou contribuições de qualquer natureza, exceto o Seguro Obrigatório, que é anual. Não é requerida licença ambiental para projetos residenciais, somente comerciais.

Para a construção e instalação de flutuantes, devem-se respeitar as Normas da Autoridade Marítima para Obras sobre Margens das Águas, mais conhecida como Norma nº 11. Na instalação de flutuantes é levado em conta, principalmente, a localização e sua influência na navegabilidade do local. Os flutuantes são vistos como embarcação e, por isso, devem cumprir todas as especificações exigidas para os barcos, como luzes, boias e demais equipamentos obrigatórios. Segue abaixo a referida norma:

MARINHA DO BRASIL

DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS (DPC)

NORMAS DA AUTORIDADE MARÍTIMA PARA OBRAS, DRAGAGENS, PESQUISA E LAVRA DE MINERAIS SOB, SOBRE E ÀS MARGENS DAS ÁGUAS JURISDICIONAIS BRASILEIRAS. – NORMA 11

0214 - INSTALAÇÃO DE ESTRUTURAS FLUTUANTES NÃO DESTINADAS À NAVEGAÇÃO

O interessado na instalação de estruturas flutuantes não destinadas à navegação, conforme definição contida no capítulo 1 deverá apresentar à CP/DL/AG com jurisdição sobre o local onde será instalado o flutuante, duas vias originais dos seguintes documentos:

a) Requerimento ao Capitão dos Portos, Delegado ou Agente (conforme modelo contido no Anexo 2-B); **b)** Planta de localização, em papel; **c)** Planta de situação, em papel e se possível, em formato digital compatível com os sistemas CAD (DXF, DWG, etc.); **d)** Memorial descritivo contendo descrição do tipo de estrutura, material empregado na construção, disposição das luzes, equipamento utilizado para fundeio, altura máxima acima da linha de flutuação, finalidade do emprego da estrutura flutuante, tais como tipo de comércio, propaganda comercial e a mensagem veiculada, captação de água etc; **e)** ART do Engenheiro naval responsável; **f)** Alvará da Prefeitura, caso seja desenvolvida atividade comercial; **g)** GRU com o devido comprovante de pagamento (cópia simples), nos valores constantes no Anexo 2-A destas normas, referente ao serviço de análise do processo e emissão de parecer e/ou realização de inspeção no local da obra em AJB, caso a CP/DL/AG julgue necessário. Neste caso a GRU e o referido comprovante de pagamento referente à inspeção da obra deverá ser entregue pelo interessado à CP/DL/AG somente quando confirmada a necessidade da inspeção, para que seja anexada ao processo.

Após a análise do processo, o requerimento será despachado e devolvido ao interessado, com o parecer da AM, cabendo-lhe cumprir, em caso de parecer favorável, as seguintes exigências, além de outras porventura estabelecidas:

- I) Obter o TIE na CP/DL/AG observando o disposto no Capítulo 2 da NORMAM-02/DPC; e

- II)** Informar o início e término dos serviços à CP/DL/AG, para avaliação quanto à divulgação em Avisos aos Navegantes e/ou Avisos Rádio Náuticos. Ressalta-se que somente as obras sob e sobre águas em andamento, localizadas em áreas cartografadas pela DHN e com pelo menos uma de suas dimensões superiores a 20m, serão objeto de divulgação em Avisos Rádio Náuticos e/ou Avisos aos Navegantes.

Notas:

- 1) O requerimento deve ser assinado pelo proprietário da obra ou seu representante legal, neste caso, anexando cópia da procuração ou Contrato Social (no caso de firma);
- 2) A escala a ser utilizada na planta deve ser suficiente para permitir uma interpretação fácil e clara da informação representada;
- 3) Tanto a planta de localização e situação, bem como o memorial descritivo deverão observar as definições contidas no Capítulo 1. As plantas de localização e situação deverão ser assinadas por engenheiro cartógrafo, de geodésia e topografia, - 2-19 - NORMAM-11/DPC REV. 1 geógrafo ou civil, e o memorial descritivo deverá ser assinado por engenheiro naval, devendo constar o nome completo do responsável e o seu registro no CREA, não podendo apresentar correções que alterem sua originalidade;
- 4) Estas estruturas deverão ser sinalizadas por luz fixa amarela, com alcance mínimo de duas milhas náuticas, estabelecida no seu tope ou em local de melhor visibilidade para o navegante;
- 5) Fica facultada à CP/DL/AG a solicitação de informações e documentos adicionais ao interessado pela obra que porventura venham a ser identificados como necessários para a conclusão de seu parecer, bem como a realização de inspeções no local da obra;
- 6) As CP/DL/AG participarão aos órgãos ambientais competentes e Municípios, o local onde se pretende instalar as estruturas flutuantes não destinadas à navegação; e
- 7) Na impossibilidade de amarrar o posicionamento da estrutura flutuante à rede topo hidrográfica existente, quer seja pela inexistência de marcos nas proximidades da obra ou a distância dos mesmos impossibilite o estabelecimento do dispositivo em função do custo-benefício, poderão ser utilizados outros instrumentos para se determinar a posição, tais como: GPS diferencial ou outro método que garanta o posicionamento adequado.

5.3 Processo criativo

5.3.1 As colmeias das abelhas, como fonte de inspiração.

O primeiro a se interessar pelo estudo dos alvéolos das abelhas foi Pappus de Alexandria, matemático grego (320 DC) que estudou os alvéolos como prismas em formato hexagonal. Mas, Erasmus Bartholin foi o primeiro a considerar que o estudo sobre a “economia” (em relação a cera utilizada) não tinha relação com o trabalho das abelhas, mas sim devido à pressão exercida pelas companheiras de trabalho, que ficavam impedidas de executar paredes que não fossem planas. A relação entre geometria e o formato dos alvéolos também despertaria o interesse de outros grandes estudiosos como: Johannes Kepler, René Antoine Ferchault (físico Francês) e Jean Dominique Maraldi (astrônomo).

O hexágono é composto por seis triângulos equiláteros, em seu interior, e o formato triangular é considerado, entre todas as figuras geométricas, o mais simples e que fornece melhor estabilidade. O formato hexagonal proporciona para as abelhas maior economia de matéria prima na construção dos alvéolos, pois permite o “ladrilhamento”, ou seja, proporciona um melhor aproveitamento do espaço (área) ocupado sem desperdícios de cera e também cada parede construída serve para proteger dois alvéolos.



Fig. 35 - Abelhas finalizando a construção de reservatórios de mel. Acessado em 25/05/2018. Fonte: <http://lejardindesoules.com/installation-dune-ruche-en-septembre>

Através de cálculos de área, perímetro e volume foram constatados que para armazenar a mesma quantidade de mel, o hexágono a forma geométrica que proporciona maior economia de material (cera) para as abelhas. Um fato curioso é que com apenas 40g de cera, as abelhas conseguem armazenar aproximadamente 2 kg de mel, ou seja, uma razão de 1 para 50.



Fig. 36 - A cada 40g de cera, as abelhas armazenam 2 kg de mel, uma razão de 1 para 50. Acessado em 17/07/2018. Fonte: www.google.com.br

O início da construção de um favo de mel é uma série de pirâmides de três faces que formam o fundo convexo dos alvéolos. As reentrâncias dos fundos dos primeiros alvéolos dariam fechamentos côncavos se os alvéolos fossem colineares. Como, entretanto os alvéolos do lado oposto ficam defasados, o que é reentrante de um lado torna-se convexo do outro. Dessa maneira, com as mesmas paredes de fundo, todos os alvéolos ficam com seus fundos convexos.

Na construção civil, existem vários exemplos de casas e edifícios com forma hexagonal. O escritório *Architects for Society*, com sede em Minnesota, desenvolveu um protótipo para uma residência rapidamente implantável que poderia abrigar vítimas de eventos catastróficos. O Projeto chama-se *Hex House*. A unidade de 40 m² é em grande parte feita de aço e espuma estrutural, que pode ser embalada e entregue por caminhão para seu destino final.



Fig. 37 - As *Hex Houses* têm custo estimado entre R\$ 52,9 mil e R\$ 70,5 mil e durabilidade de 15 a 20 anos.

Acessado em 03/07/19. Fonte: <http://www.hex-house.com/#units>

Os abrigos podem ser organizados de várias maneiras e podem ser combinados com jardins exteriores, pátios, calçadas e caminhos de pedestres. "As unidades podem simplesmente ser organizadas lado a lado em padrões apropriados ou podem ser unidas e compartilhar paredes para melhorar o desempenho térmico", disse a *Architects for Society*, uma organização sem fins lucrativos criada em setembro de 2015.

O grupo foi fundado por arquitetos e designers dos EUA, Espanha, Canadá, Jordânia e Holanda. "Há eventos catastróficos naturais e provocados pelo homem que afetam as condições de vida de grandes grupos populacionais", disse a organização humanitária.

A organização abraçou a causa e desenvolveu soluções de construção que visam atender desabrigados, fornecendo projetos de habitação que não são apenas rentáveis, mas também digna. Cada unidade *Hex House* contém dois quartos, uma cozinha, um banheiro, uma sala de estar e uma pequena varanda.



Fig. 38 - Unidades podem ser combinadas para formar casas maiores. Acessado em 03/07/19.

Fonte: <http://www.hex-house.com/#units>

As paredes internas não estão presas ao teto para acomodar a personalização do layout e fornecer ventilação natural. Dois poços de ventilação em lados opostos da estrutura empurram o ar quente para cima e para fora de casa. Os interiores também apresentam acabamentos simples, funcionais e elegantes, como paredes de gesso, armários de bambu e piso de cerâmica no banheiro.

O hexágono, ao mesmo tempo em que se permite constituir espaços que aproveitem toda a sua área, proporciona uma sensação de ambiente mais suave e harmonioso. A estrutura hexagonal possibilita que a edificação seja autotravada, com estabilidade na terra ou na água. Espaços articulados ou contínuos, com grande integração do meio interior/exterior são possíveis.

5.3.2 A relação entre perímetro e área em 05 formas geométricas

Neste trabalho foi utilizado um perímetro de mesmo tamanho para experimentação na relação entre perímetro e área em cinco formas geométricas: triângulo, quadrado, pentágono, hexágono e círculo. Verificou-se que, quanto mais lados uma figura geométrica possuir, mais área inscrita este polígono consegue abranger. Logo, a figura que mais inscreve área é o círculo. Porém, este não possui arestas e para fins de construção civil, escolheu-se o hexágono que, por possuir mais lados dentre os quatro primeiros polígonos, garante maior área com o mesmo perímetro. Tomou-se como base, um perímetro específico de 30,00m.

Verificando-se, matematicamente, o perímetro igual a "p" temos que:

Ex. 1: Triângulo equilátero. Este tem lados com a medida $(p/3)$. No caso abaixo, com o perímetro de 30,00m, os lados do triângulo equilátero terão 10,00m e a área será: $A= 43,29$ m².

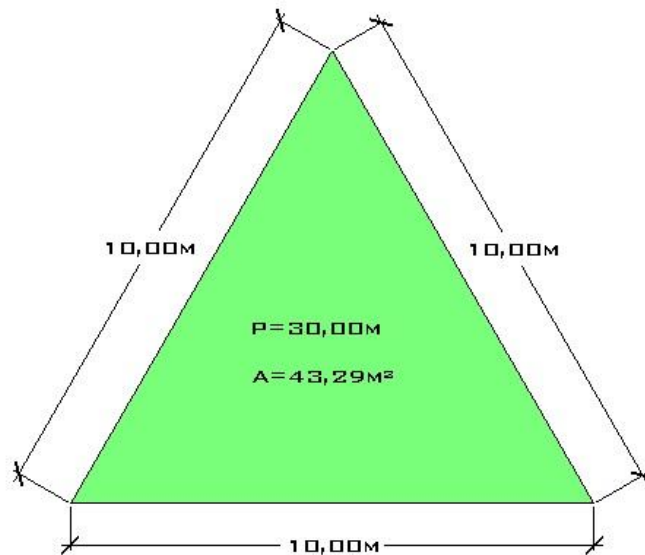


Fig. 39 – Área e perímetro de triângulo equilátero. Fonte: Acervo do autor.

Ex. 2: Quadrado. No caso abaixo, com o perímetro de 30,00m, os lados do quadrado terão 7,50m e a área será: $A= 56,25 \text{ m}^2$.

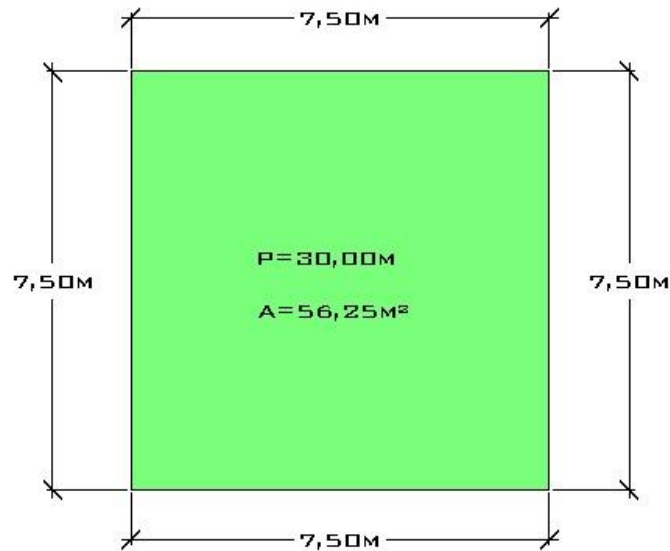


Fig. 40 – Área e perímetro de quadrado. Fonte: Acervo do autor.

Ex. 3: Pentágono. No caso abaixo, com o perímetro de 30,00m, os lados do pentágono terão 6,00m e a área será: $A= 61,95 \text{ m}^2$.

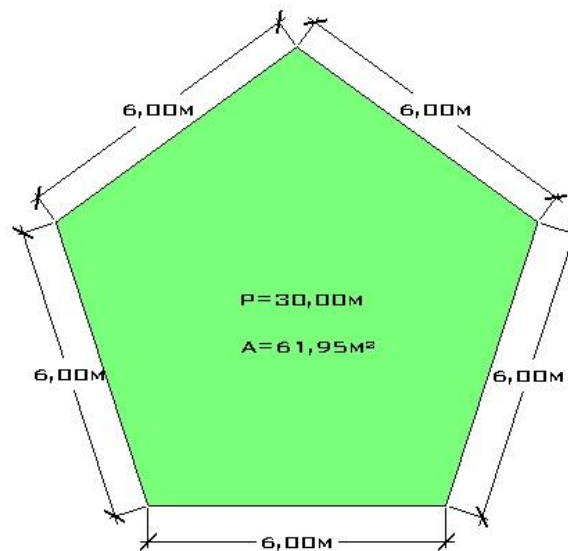


Fig. 41 – Área e perímetro de pentágono. Fonte: Acervo do autor.

Ex. 4: Hexágono. No caso abaixo, com o perímetro de 30,00m, os lados do hexágono terão 5,00m e a área será: $A = 64,95 \text{ m}^2$.

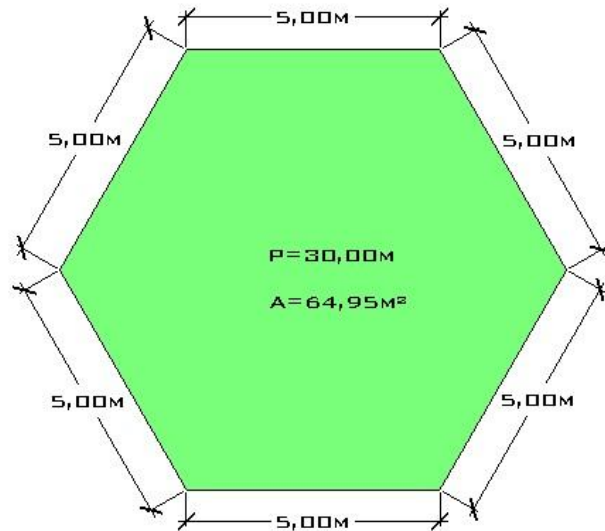


Fig. 42 – Área e perímetro de hexágono. Fonte: Acervo do autor.

Ex. 5: Círculo. No caso abaixo, com o perímetro de 30,00m, o raio do círculo terá 4,77m e a área será: $A = 71,58 \text{ m}^2$.

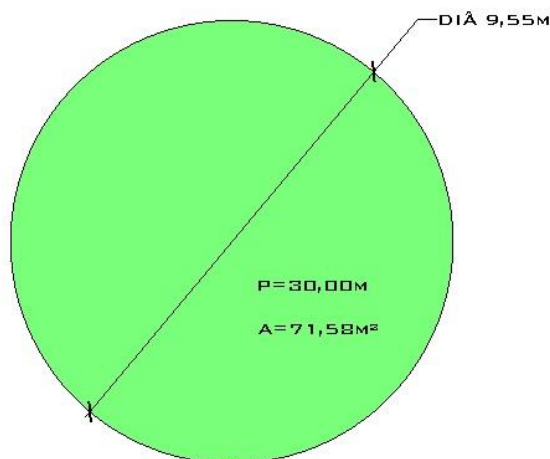


Fig. 43 – Área e perímetro de círculo. Fonte: Acervo do autor.

Portanto, a figura com maior área, considerando um mesmo perímetro, é o círculo. Porém, para fins de construção civil, escolheu-se o hexágono, que permite aproveitar melhor áreas internas como um retângulo circunscrito, por exemplo.

5.3.3 Partido arquitetônico e programa de necessidades

O presente projeto destina-se a instalação um conjunto residencial, composto de 03 unidades residenciais e uma área de convivência central com plataforma de acesso e área de atracação de embarcações. As 03 unidades residenciais serão térreas, flutuantes e possuirão cada uma: varanda, sala cozinha, banheiro social, 02 quartos, 01 área de serviço com possibilidade de atracação de embarcações e 01 área técnica para instalações de biodigestor. O projeto será implantado na Praia da Saudade, na Ilha de Cotijuba, no extremo oeste do município de Belém do Pará.

O losango é a forma geométrica utilizada nos módulos flutuantes da estrutura das partes do protótipo, exceto da passarela, onde foram utilizados módulos quadrados por se tratar de estrutura linear. O projeto busca simultaneamente aliar características estéticas, funcionais e estruturais. A configuração adotada é a da arquitetura metabolista. A base da edificação é modular e permite reformas e ampliações, conforme as necessidades dos usuários.

O Programa de necessidades pode ser verificado no quadro a seguir:

Quadro 03: Programa de necessidades de conjunto flutuante.

Conjunto Flutuante			
Ambiente	Descrição	Quantidade	Área
Área de convívio central	Construção central com área para atracação de embarcações de maior porte.	01	75,62 M ²
Passarelas de acesso	Conexão radial da área de convívio central com as residências e com a parte terrestre.	04	62,77 M ²
Casas flutuantes	Residências que se distribuem de forma radial a partir da área de convívio central.	03	243,00 M ²
Área Total			381,62 M²

Quadro 04: Programa de necessidades de cada unidade residencial.

Item	Descrição	Área (M²)
Varanda	Área coberta e cercada semiprivativa na frente da casa, em forma de losango.	6,27
Sala Estar/Jantar	Ambiente de convívio social conjugado em forma pentagonal.	14,73
Cozinha	Ambiente com acesso a vários cômodos em formato semiquadrado.	11,43
Laje técnica	Área em formato de triângulo retângulo adjacente à cozinha destinada à instalação de biodigestor para tratamento de esgoto sanitário.	1,52
Área de Serviço/ Área para atracação de embarcações menores	Área coberta e cercada anexa à cozinha, em forma semitriangular.	3,96
Banheiro Social	Cômodo retangular utilitário.	2,71
Quarto Casal	Ambiente íntimo retangular.	9,95
Closet Quarto Casal	Cômodo retangular utilitário.	2,69
Varanda privativa	Área coberta e cercada anexa ao quarto casal, em forma semitriangular.	3,96
Quarto Solteiro	Ambiente íntimo semi-hexagonal.	15,40
Circulação	Corredor de acesso entre o os setores íntimo e serviço.	2,07
Paredes	Vedações internas e externas	6,31
Área Total		81,00

5.3.4 Concepção projetual

Foram feitas 06 experimentações com layouts diferentes com o objetivo de manter as premissas de um partido arquitetônico modular, hexagonal, expansível. Porém, sem deixar de atender ao programa de necessidade, às peculiaridades do sistema construtivo e às características estéticas escolhidas. O processo de criação de plantas, arranjos, formas e volumes se deram através de experimentação com o uso de 02 softwares: o AutoCAD, em 2D e o SketchUp, em 3D.

Utilizou-se a figura do losango com todos os lados medindo 2,70m. O uso de 03 losangos associados deu forma a um hexágono com lados medindo 2,70m. Foram utilizados 13 losangos, em que 12 losangos foram associados de modo a formar 04 hexágonos. Utilizou-se o 13º losango como área destinada à varanda principal da casa flutuante.

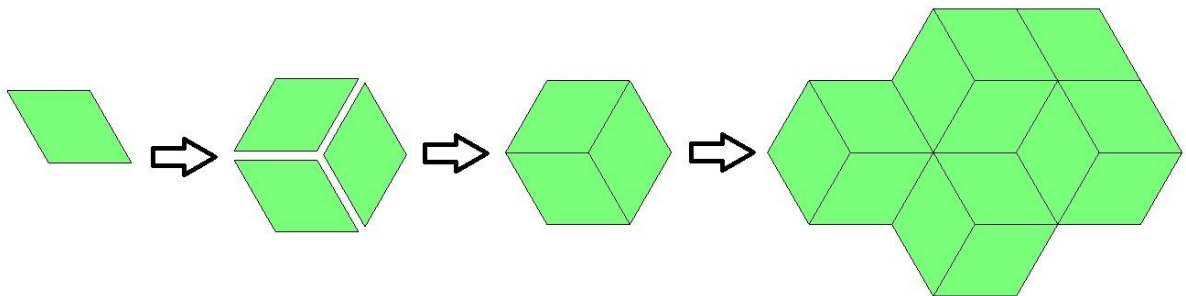


Fig. 44 – Processo de criação da forma da casa hexagonal a partir da associação de losangos. Acervo do autor.

Deste modo, foram feitas as seguintes setorizações e seus respectivos layouts:

Setorização 01:

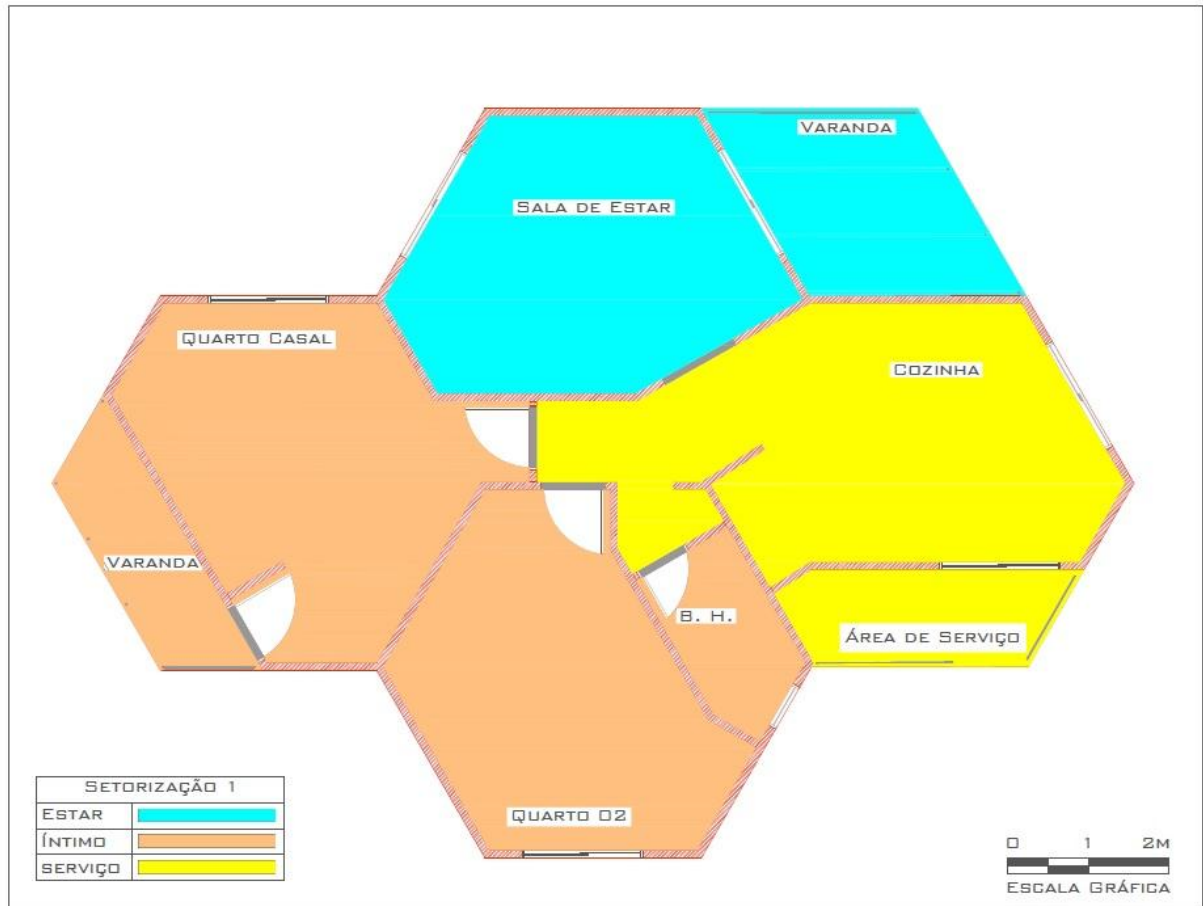


Fig. 45. Setorização 01. Acervo do autor.

Nesta setorização buscou-se trabalhar uma planta baixa com pouca área para corredores de circulação. A planta baixa apresentou muitas paredes com ângulos de 60° . Esta setorização proporcionou o layout 01:

Layout 01:

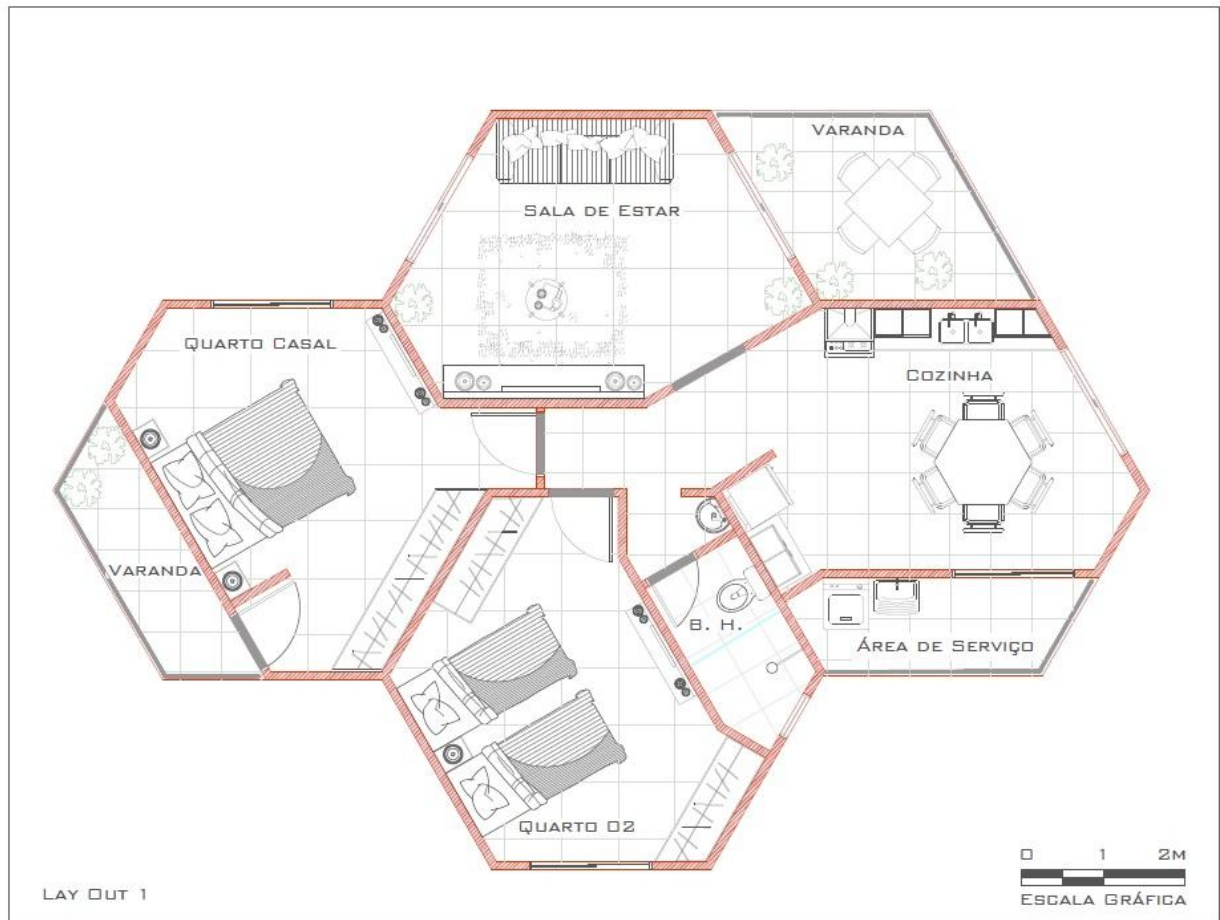


Fig. 46. Layout 01. Acervo do autor.

No primeiro layout, o projeto contou com paredes paralelas recuadas em 1,20m em 03 hexágonos para a construção da varanda privativa do quarto casal, da área de serviço e do banheiro social. O banheiro não atingiu à expectativa da funcionalidade. Deste modo, partiu-se para uma segunda setorização e segundo layout.

Setorização 02:

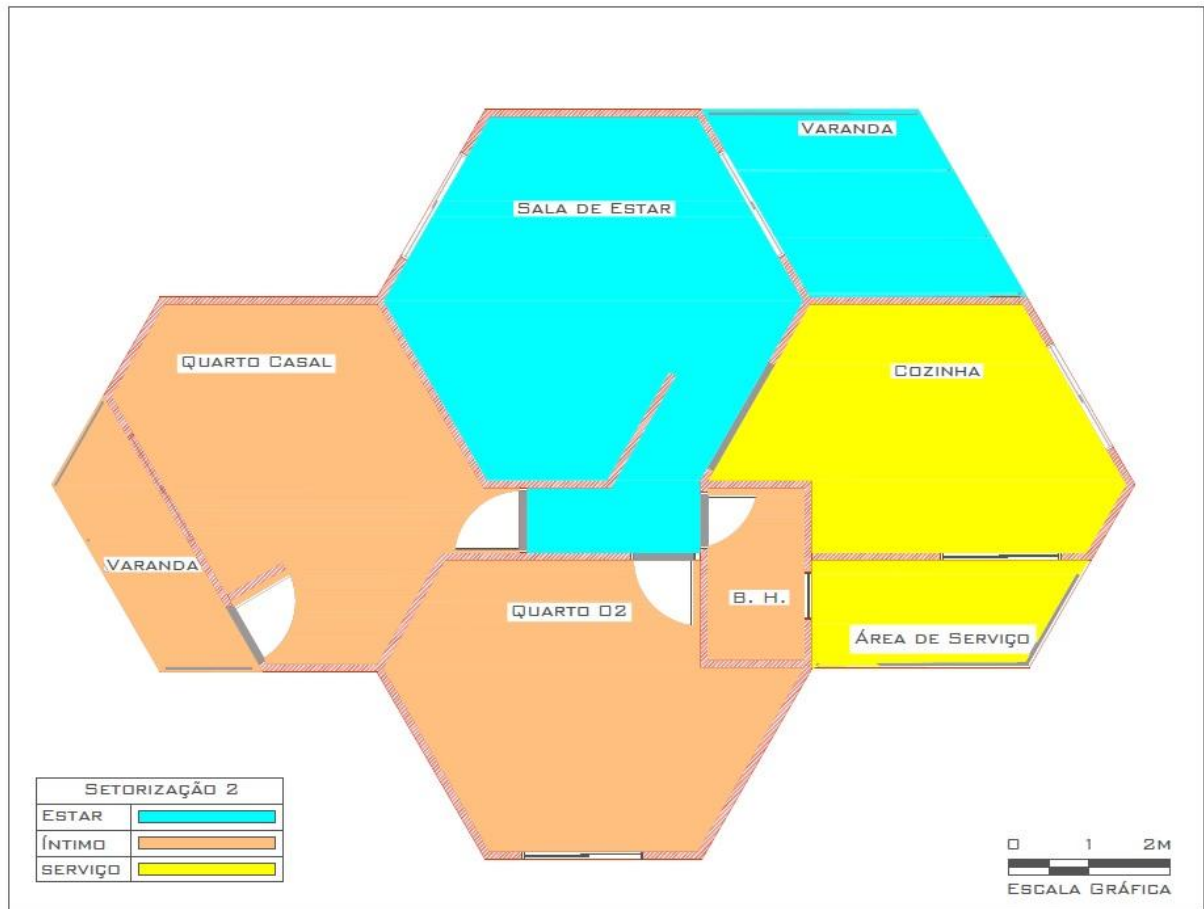


Fig. 47. Setorização 02. Acervo do autor.

Na segunda setorização pretendeu-se manter uma planta baixa com um baixo percentual de área destinada à circulação entre os ambientes e propor um banheiro com paredes de ângulos retos. A planta baixa apresentou paredes com ângulos de 90° também na área de serviço. Esta setorização proporcionou o layout 02:

Layout 02:

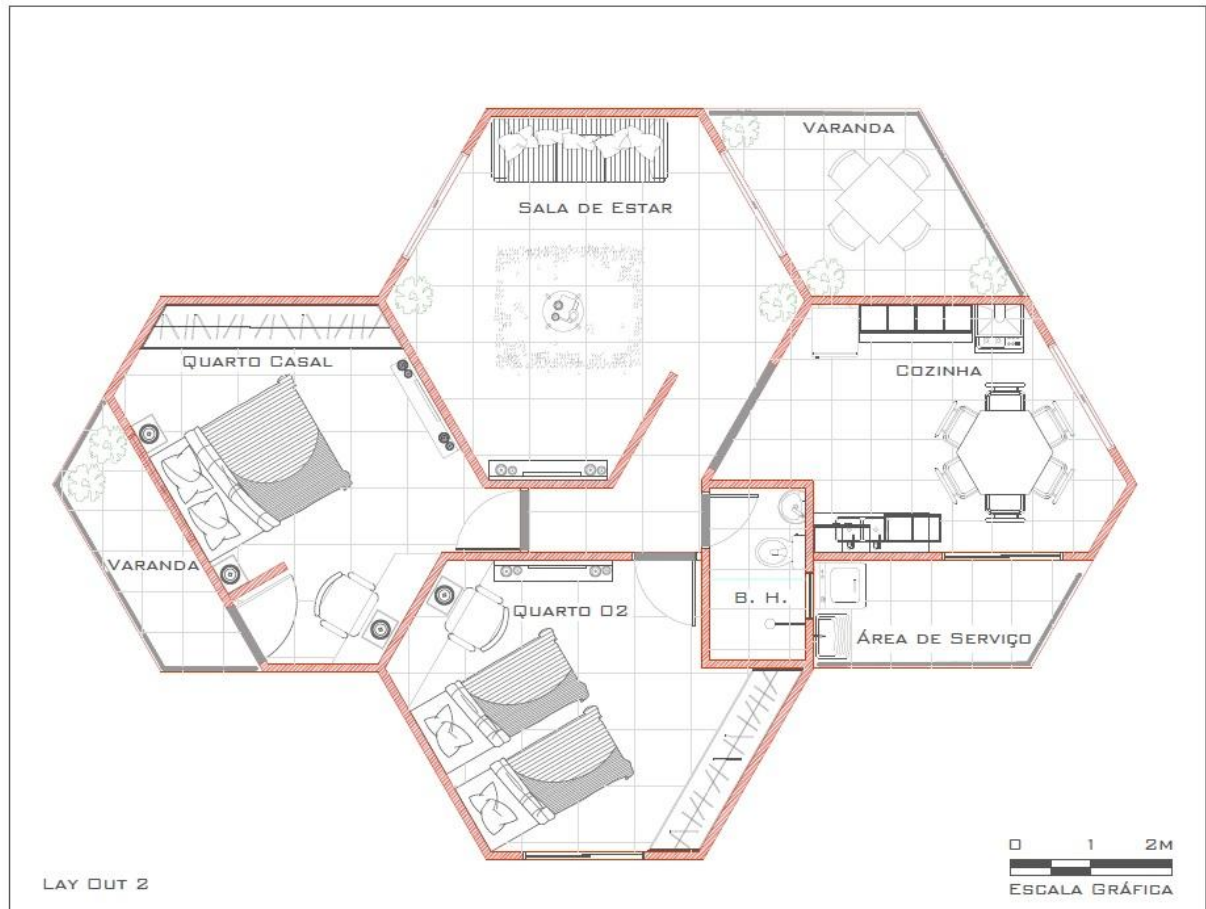


Fig. 48. Layout 02. Acervo do autor.

O segundo layout possibilitou compreender a necessidade de se utilizar paredes internas de ângulos retos, mesmo em um projeto de partido externamente hexagonal. Porém, as novas paredes internas de ângulos retos, criaram outras paredes internas de ângulos agudos, que comprometeriam a instalação de móveis e eletrodomésticos em ambientes adjacentes. Assim, tentou-se uma terceira solução.

Setorização 03:

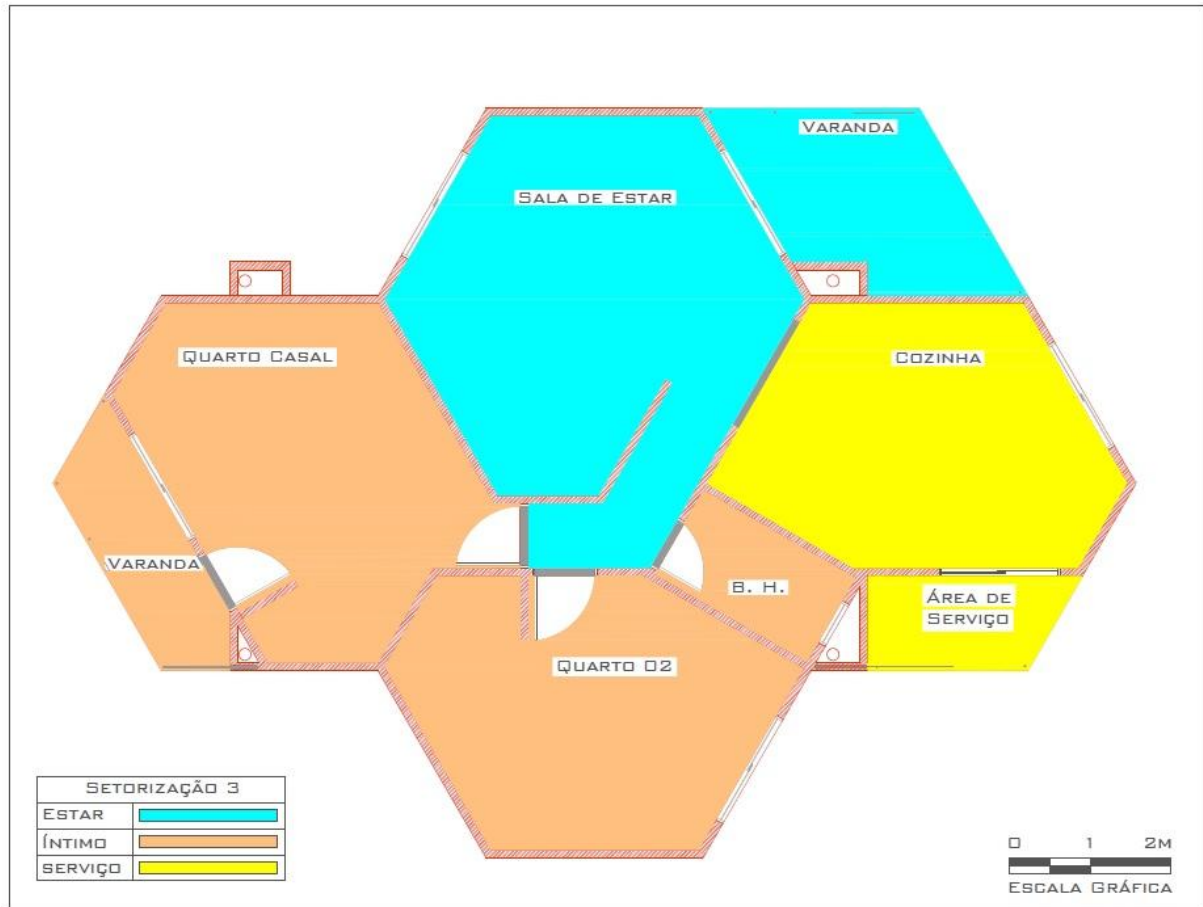


Fig. 49. Setorização 03. Acervo do autor.

Na terceira alternativa de setorização atentou-se para uma necessidade do sistema construtivo: o balanceamento das cargas e estabilização dos possíveis movimentos horizontais da casa através de 04 pilotis fixos no leito do rio com movimento apenas no sentido vertical. Tratou-se de manter o banheiro com as paredes de ângulos retos, diminuindo os ângulos agudos nos ambientes adjacentes. Esta setorização proporcionou o layout 03:

Layout 03:

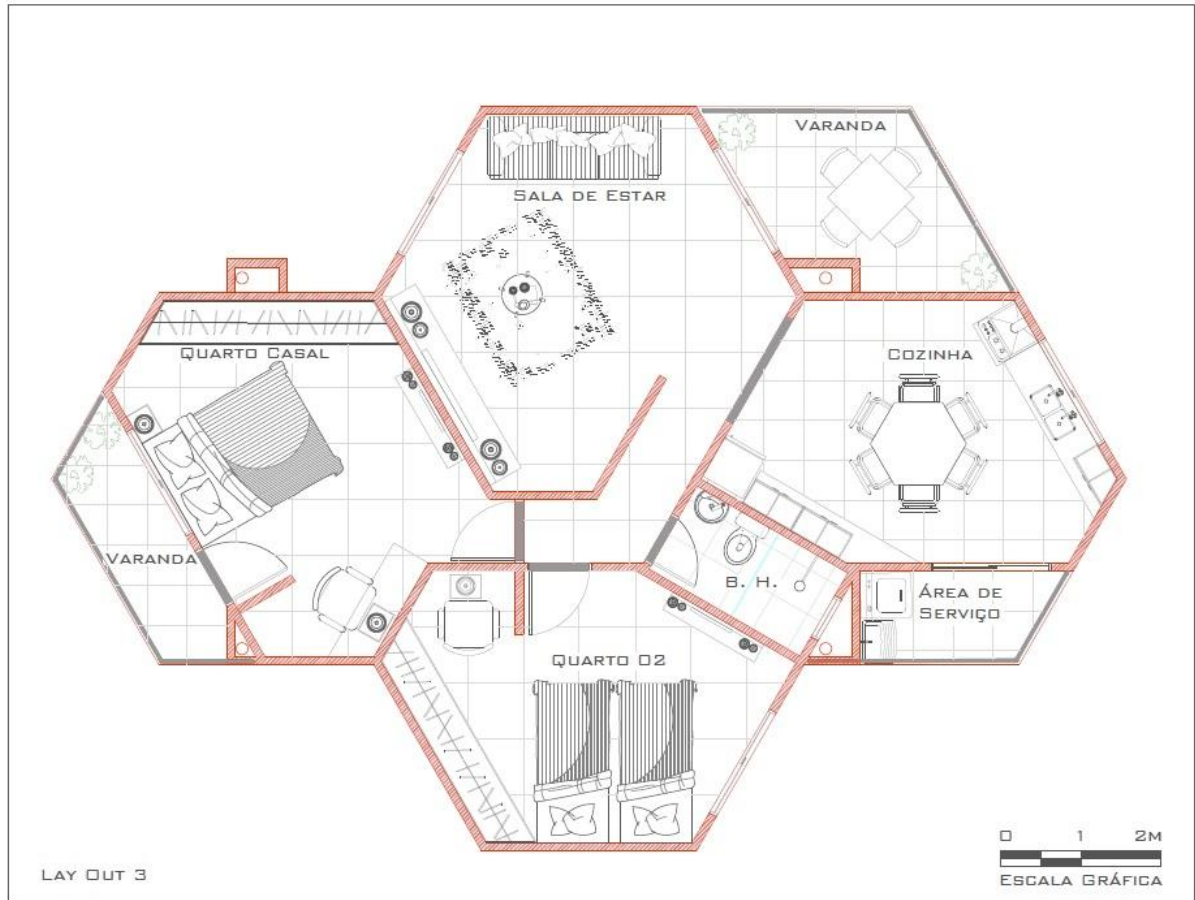


Fig. 50. Layout 03. Acervo do autor.

No layout 03, os 04 pilotis atenderam às necessidades estruturais do sistema construtivo. Porém, estes não ficaram esteticamente simétricos e harmônicos. A necessidade de aprimorar a planta baixa dentro dos hexágonos levaria a uma quarta tentativa.

Setorização 04:

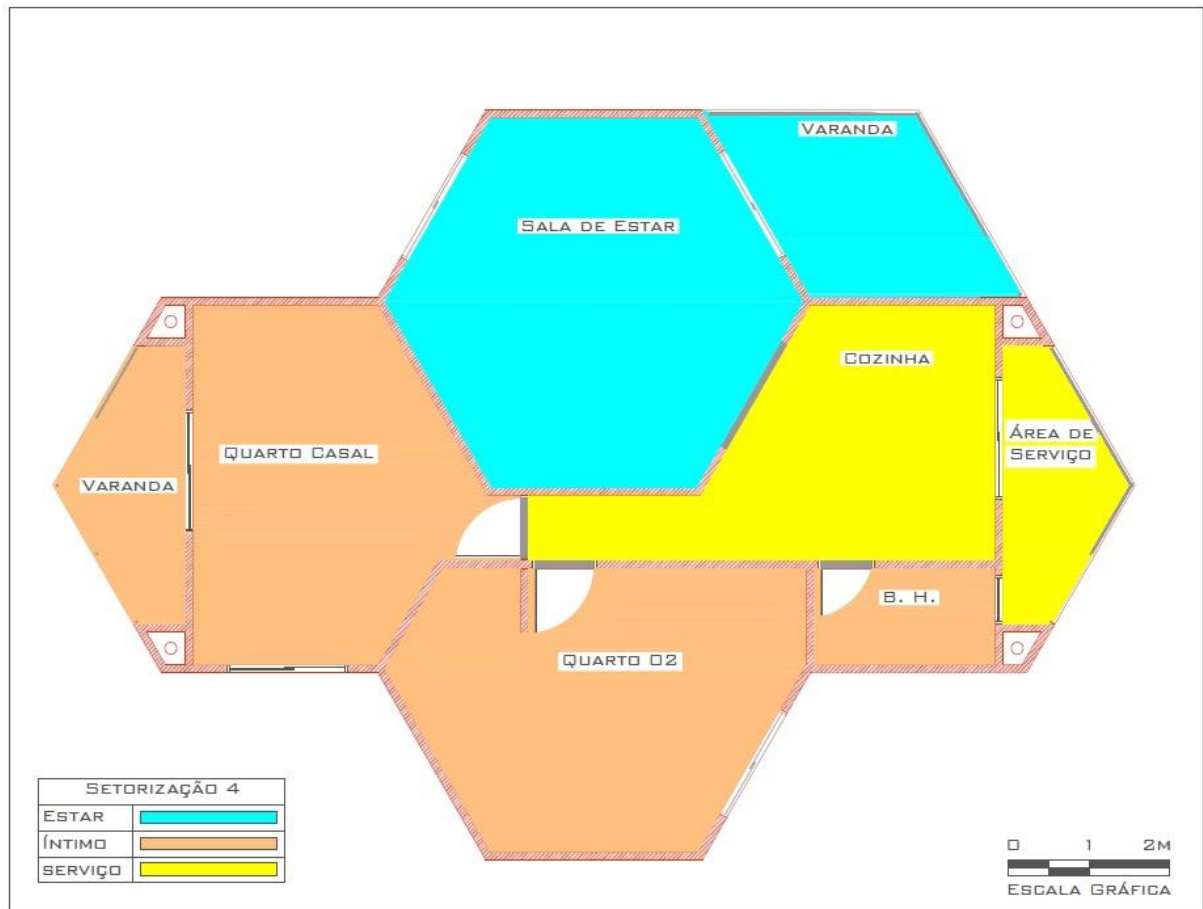


Fig. 51. Setorização 04. Acervo do autor.

Com o recurso do recuo com duas paredes perpendiculares às duas paredes paralelas dentro de dois hexágonos em duas extremidades da casa foram formados dois retângulos inscritos nos respectivos hexágonos. Este recurso permitiu a formação de mais paredes internas de ângulos retos, dentro de um projeto de partido externamente hexagonal. Assim, na quarta setorização foi solucionada a necessidade de se instalar os pilotis de modo simétrico e harmônico. Esta setorização proporcionou o layout 04:

Layout 04:

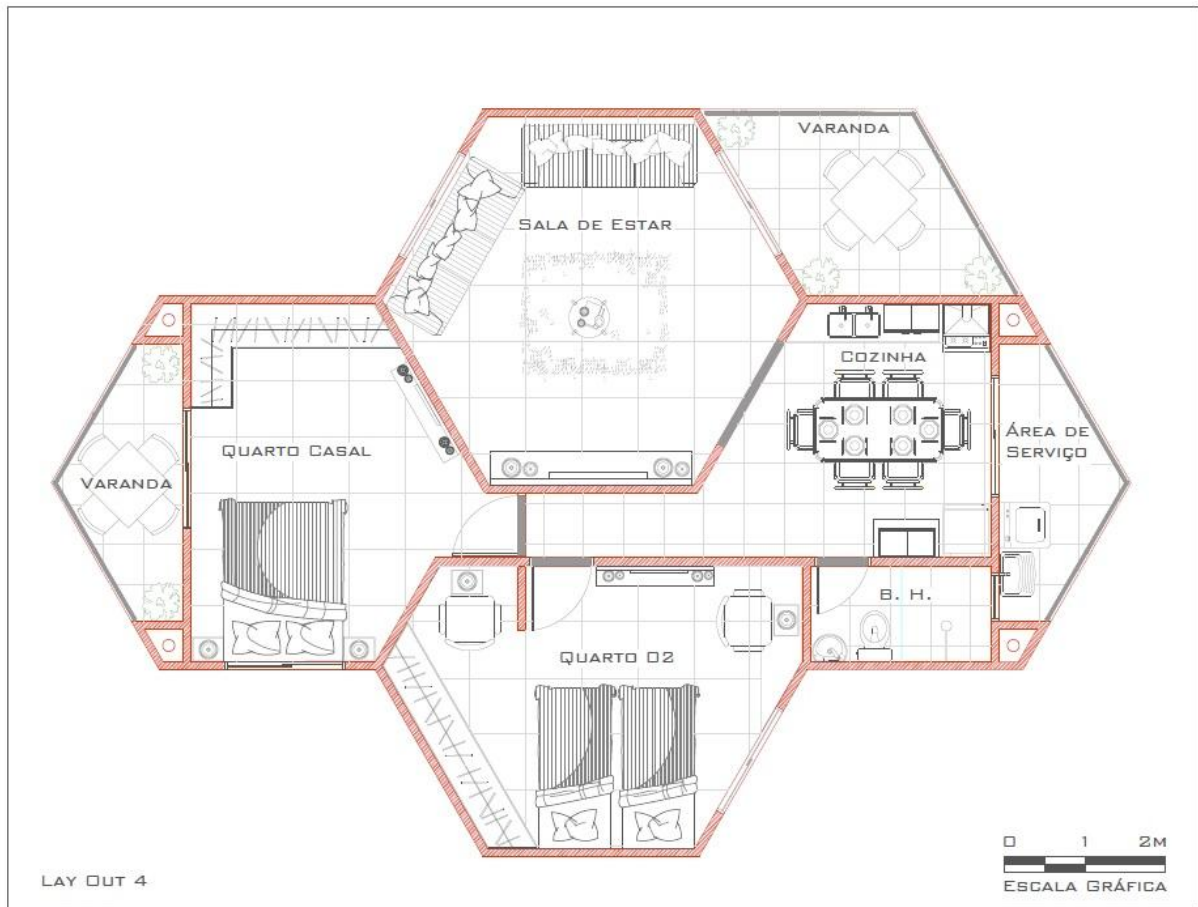


Fig. 52. Layout 04. Acervo do autor.

O layout 04 possibilitou uma melhor instalação de móveis e eletrodomésticos com o aumento de paredes internas de ângulos retos. Porém, a possibilidade de se ganhar mais recursos com o uso de paredes internas perpendiculares ainda poderia tornar a planta baixa mais flexível para eventuais reformas e ampliações. Esta possibilidade levou o autor a uma quinta alternativa.

Setorização 05:

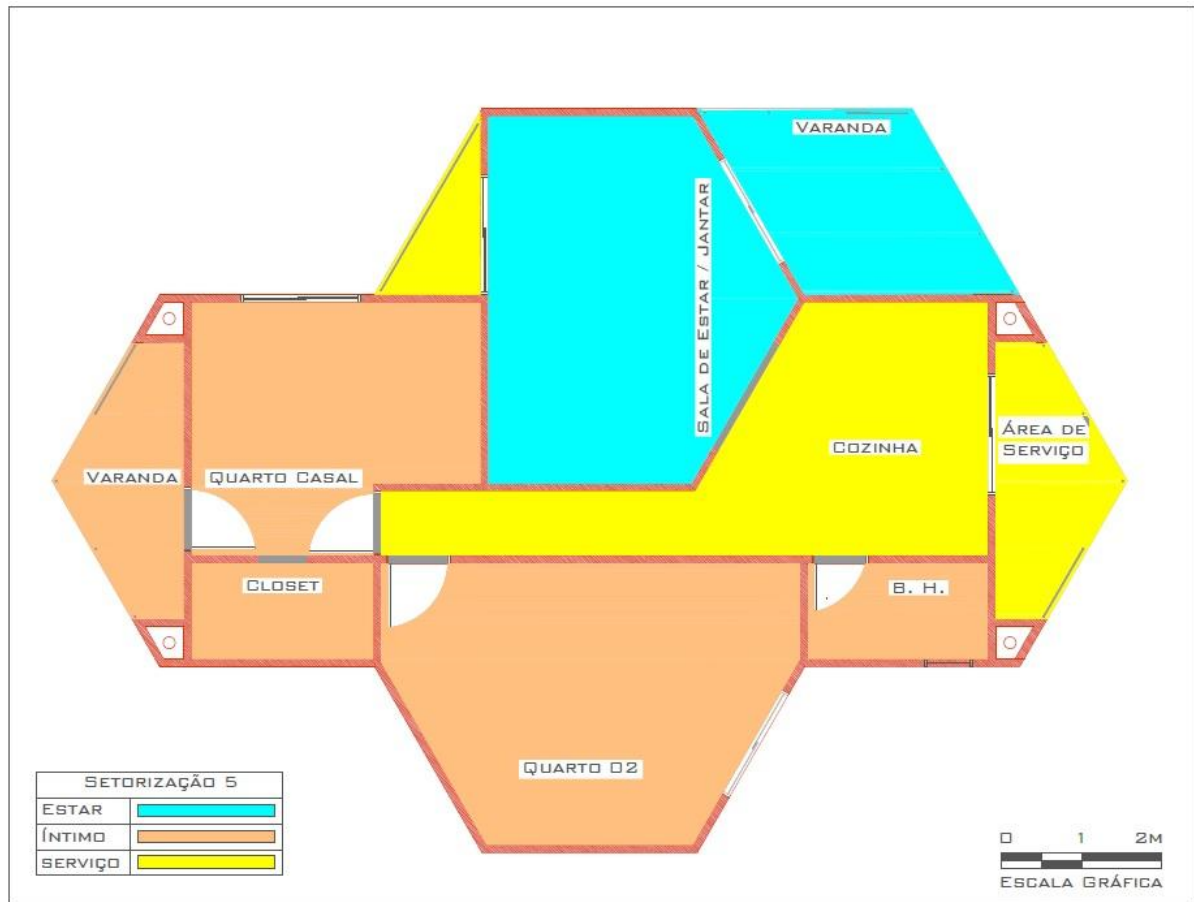


Fig. 53. Setorização 05. Acervo do autor.

O recurso do uso de paredes internas perpendiculares possibilitou a inclusão de dois retângulos, em que um retângulo poderia ser usado como banheiro ou closet em quarto casal. A quinta experimentação também permitiu a criação de uma área triangular adjacente ao quarto casal e à sala, que poderia ser utilizada como laje técnica para a instalação de biodigestor como solução para o tratamento de esgoto sanitário. A área de serviço pode servir também como uma entrada de serviço fluvial para atracação de embarcações menores. Esta setorização proporcionou o layout 05:

Layout 05:

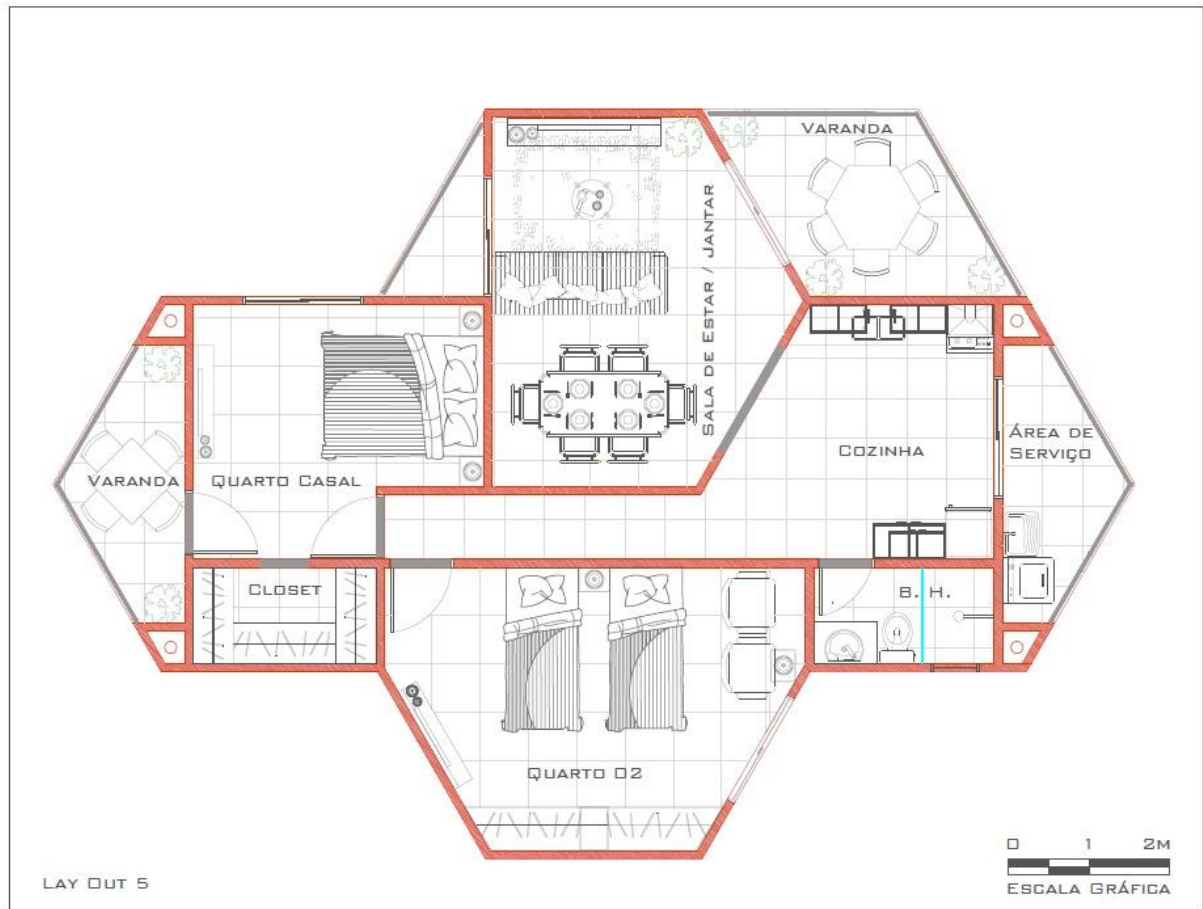


Fig. 54. Layout 05. Acervo do autor.

O quinto layout permitiu um bom aproveitamento da área útil interna dos hexágonos para instalação de móveis e eletrodomésticos. Mas a laje técnica triangular adjacente ao quarto casal e à sala não ficou devidamente posicionada como área para instalação de biodigestor, desconectada do setor de serviços da casa. Esta dificuldade levou o autor à sexta alternativa.

Setorização 06:

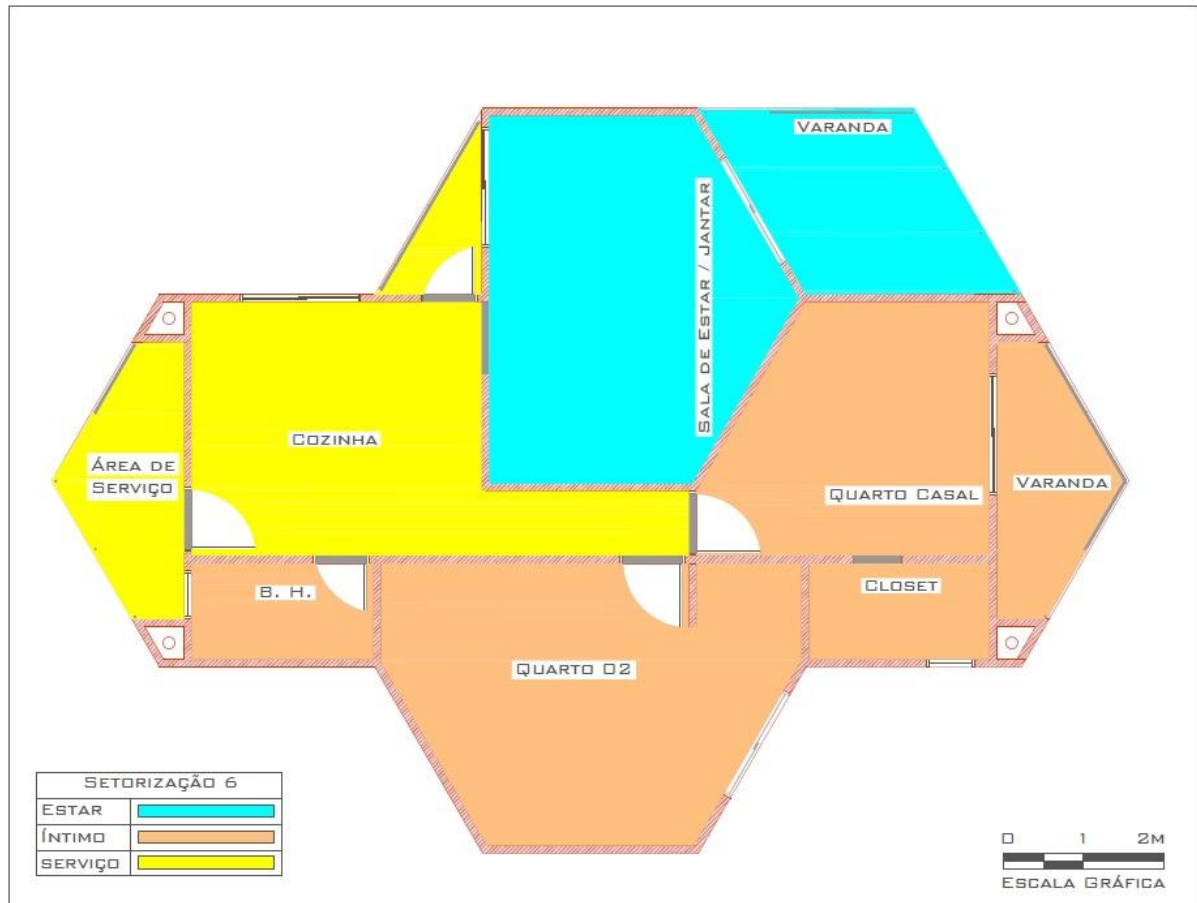


Fig. 55. Setorização 06. Acervo do autor.

Na sexta setorização buscou-se somar todas as soluções anteriores à inversão do setor íntimo com o setor de serviço para sanar a necessidade de se conectar a laje técnica triangular, criada na quinta setorização, ao setor de serviço. Desta maneira a sexta experimentação foi possível, pois a casa tem a flexibilidade de ter a cozinha e quarto casal em qualquer das duas extremidades, pois ambos ambientes possuem um retângulo adjacente que pode ser utilizado como banheiro social ou closet, respectivamente. Com este arranjo a área de serviço ficou em uma extremidade da casa, mais longe da entrada principal e conseqüentemente mais distante da área de convivência que fica anexada à parte fixa do conjunto flutuante. Deste setorização originou-se o sexto layout:

Layout 06:

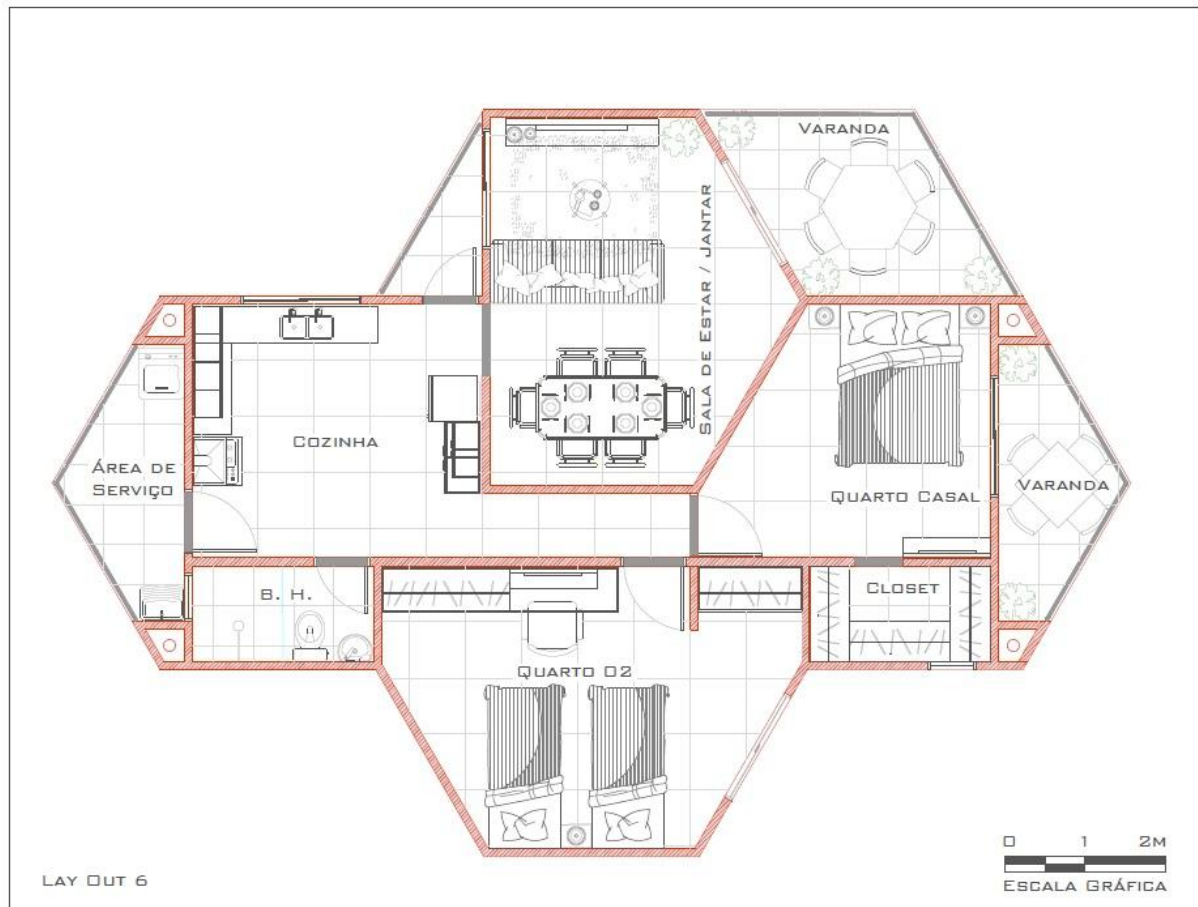


Fig. 56. Layout 06. Acervo do autor.

Este layout finalmente conseguiu solucionar às necessidades estruturais do sistema construtivo, do projeto de partido hexagonal, da funcionalidade interna dos ambientes. Além de que a relativa simetria e harmonia tornaram o projeto mais atraente, esteticamente.

6 SISTEMA CONSTRUTIVO

6.1 Material flutuador e a estrutura autotravada

O material flutuador utilizado será o EPS, sigla internacional do Poliestireno Expandido (Expanded Polystyrene). Foi descoberto na Alemanha em 1949 pelos químicos Fritz Stasny e Karl Buchholz. No Brasil é popularmente conhecido como Isopor[®], marca registrada da empresa Knauf.

O EPS é um plástico celular rígido, resultado da polimerização do estireno em água. O produto final são pérolas de até 3 milímetros de diâmetro, que se destinam à expansão. No processo de transformação, essas pérolas aumentam em até 50 vezes o seu tamanho original, por meio de vapor, fundindo-se e moldando-se em formas diversas.



Fig. 57 - Bolhas de EPS. O material é composto de 98% de ar e 2% de EPS. Acessado em 08/06/2018.
Fonte: <http://www.epsbrasil.eco.br/eps/index.html>

Expandidas, as pérolas apresentam em seu volume até 98% de ar e apenas 2% de poliestireno. Em 1m³de EPS expandido, por exemplo, existem de 3 a 6 bilhões de células fechadas e cheias de ar. O processo produtivo do EPS não utiliza o gás clorofluorcarboneto (CFC) ou qualquer um de seus substitutos. Como resultado os produtos finais de EPS são inertes, não contaminam o solo, água e ar.

Escolheu-se o EPS, pois este material apresenta diversas características que justificam o seu uso neste projeto como:

- a) durabilidade e é 100% reciclável;
- b) resistência a envelhecimento e leveza: diminui carga da estrutura nas fundações;
- c) resistência química e mecânica (compressão, tração e flexão) com pouca massa;
- d) resistência à umidade e possui amortização de impacto;
- e) facilidade de manipulação e de formatação;
- f) boa relação custo/volume útil: O custo do m³ do EPS é competitivo comparado ao custo do concreto usinado e da argamassa industrializada, por volume;
- g) resiliência e estabilidade dimensional: distribui as cargas atuantes deformando-se;
- h) dissipa tensões concentradas sem romper-se;
- i) não induz fissuras e trincas nos componentes contíguos;
- j) compatibilidade físico-química com os demais materiais empregados na construção civil;

O EPS é inserido entre várias camadas de plástico e concreto, o que permite criar grandes estruturas de suporte, tão grossas quanto necessário para suportar a casa que se deseja construir. Isso não apenas soluciona o problema da limitação do tamanho e peso, como reduz o custo da casa flutuante.

Apesar do seu peso, o concreto estabiliza em ambientes aquáticos sem qualquer problema de flutuação, suportando as estruturas das casas e garante um longo período de vida, com baixa manutenção. Este tipo de construção é 40% mais econômica que uma habitação anfíbia. (NGUYEN, Floating Residence for Over-flooded Ground, p.28).

O arquiteto inglês John Letton foi pioneiro na construção de superestruturas de casas usando EPS e concreto composto:



Fig 58 - *Dragonfly*, ou Libélula é um dos projetos de John Letton. Acessado em 16/11/2018. Fonte: <https://network-4299.mn.co/posts/concrete-composite>

Ele adaptou este método de construção para criar fundações flutuantes que são extremamente fortes, inafundáveis, livres de manutenção e de longa duração.



Fig. 59 – Casa flutuante de de John Letton e Mark Salanson. Acessado em 16/11/2018. Fonte: <https://network-4299.mn.co/posts/concrete-composite>

A estrutura é autotravada através de blocos de concreto em formato de losango e com uma passarela de acesso suspensa. Este sistema oferece uma estrutura mais leve, de grande durabilidade, de pouca manutenção e permite que se façam as instalações necessárias. Sem risco de inundação.

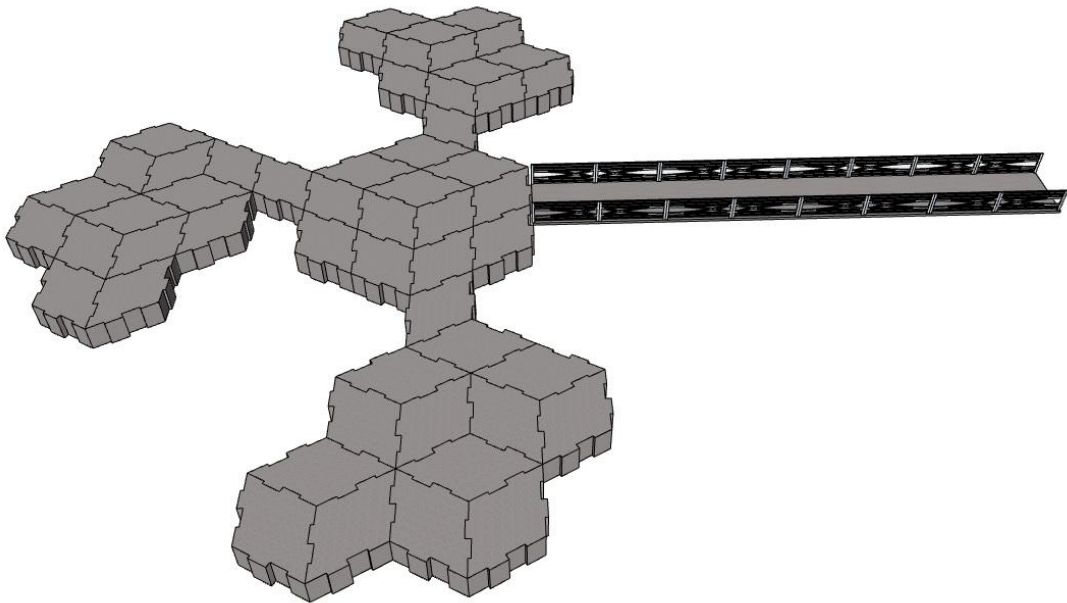


Fig. 60 – Representação de toda a base flutuante. Acervo do autor.

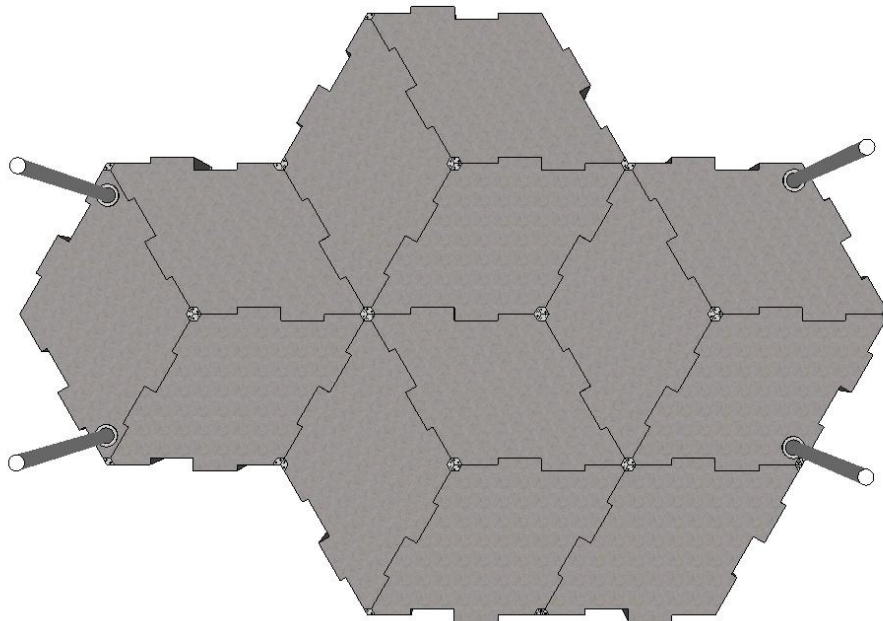


Fig. 61 – Estrutura flutuante de cada casa. Acervo do autor.

O sistema de encaixe aumenta a inércia da plataforma como um todo a tornando um grande bloco, depois de montado. Isso garante mais estabilidade e resistência aos movimentos naturais do ambiente aquático. A plataforma flutuante de cada casa será composta de 13 blocos de concretos autotravados em formato de losango, que deverão ser preenchidos com EPS.

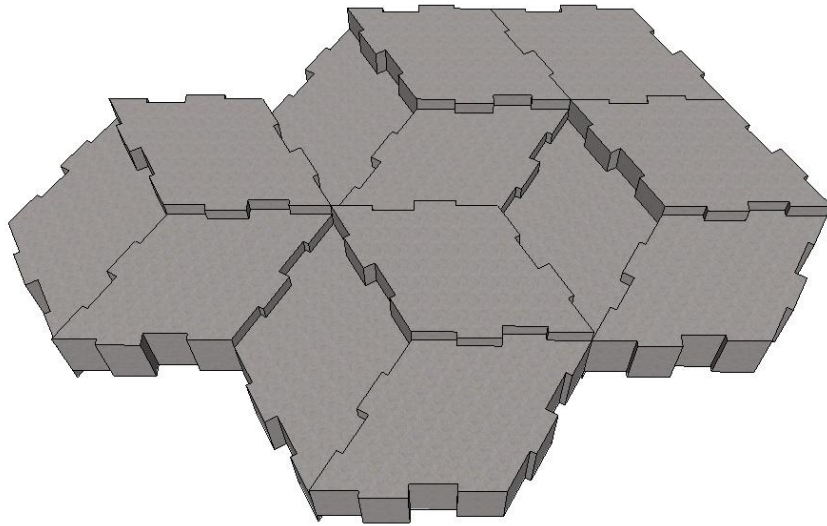


Fig. 62 – Plataforma flutuante autotravada de cada residência. Acervo do autor.

Dessa forma, se ganha versatilidade e praticidade para compor formas diversas que atenda às possíveis demandas. Esta forma de encaixe do tipo macho e fêmea entre os losangos garante resistência aos movimentos horizontais ao autotravar toda a plataforma.

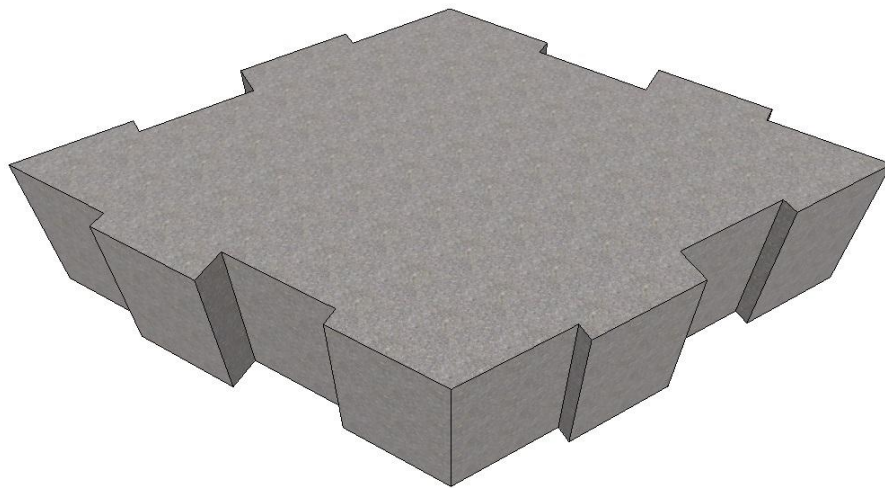


Fig. 63 – Bloco de concreto com encaixes do tipo macho e fêmea. Acervo do autor.

Cada bloco será preenchido com EPS e terá encaixes do tipo macho e fêmea nas suas 4 faces laterais idênticas. Este sistema permite que o bloco flutuante seja utilizado em arranjo com outros blocos e se tenha liberdade de criar plataformas de formas variadas.

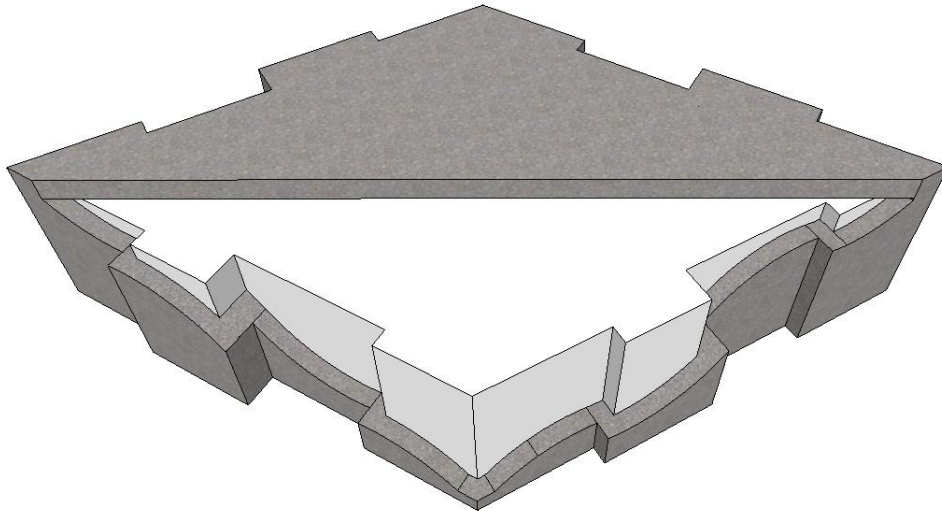


Fig. 64 – Representação esquemática do bloco de concreto padrão preenchido com EPS. Acervo do autor.

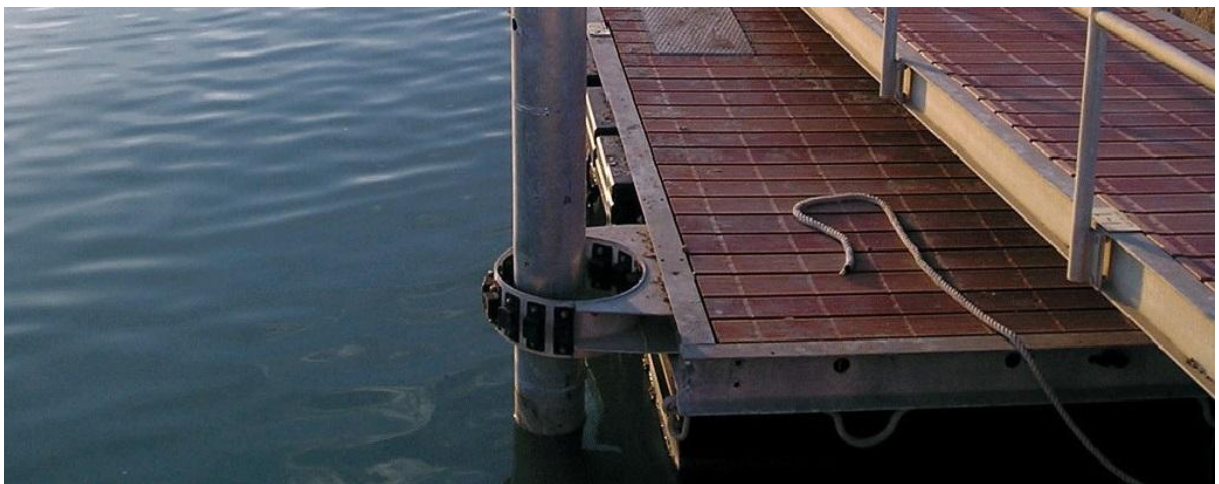


Fig. 65 – Modelo haste fixa no leito do rio para ancoragem de flutuantes. Fonte: <httpwww.nauticexpo.comptprodmartini-alfredoproduct-23818-104219.html>. Acessado em 03/07/19.

Na fig. 65, tem-se a solução dos postes verticais fixos no fundo do rio e equipados com anéis guia fixos à plataforma flutuante para permitir um movimento de deslizamento para cima e para baixo, oferecendo grande estabilidade.

Na figura 66, verifica-se o sistema de deslizamento entre o bloco de concreto e a haste fixa no leito do rio; e a fixação dos blocos por parafusos galvanizados e chapas metálicas.

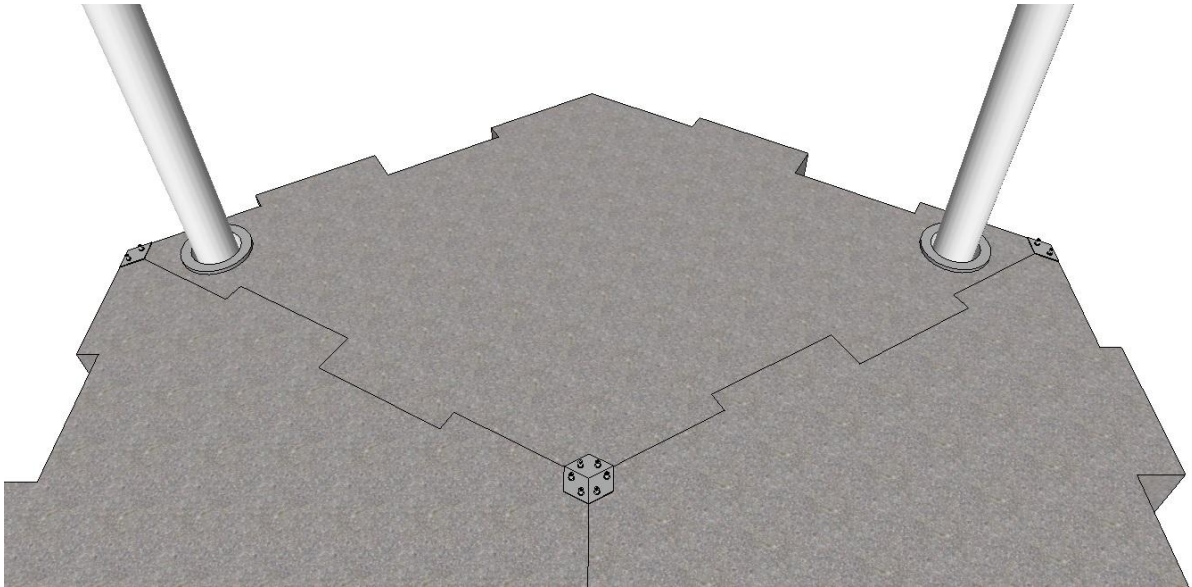


Fig. 66 – Sistema de fixação dos blocos de concreto. Acervo do autor.

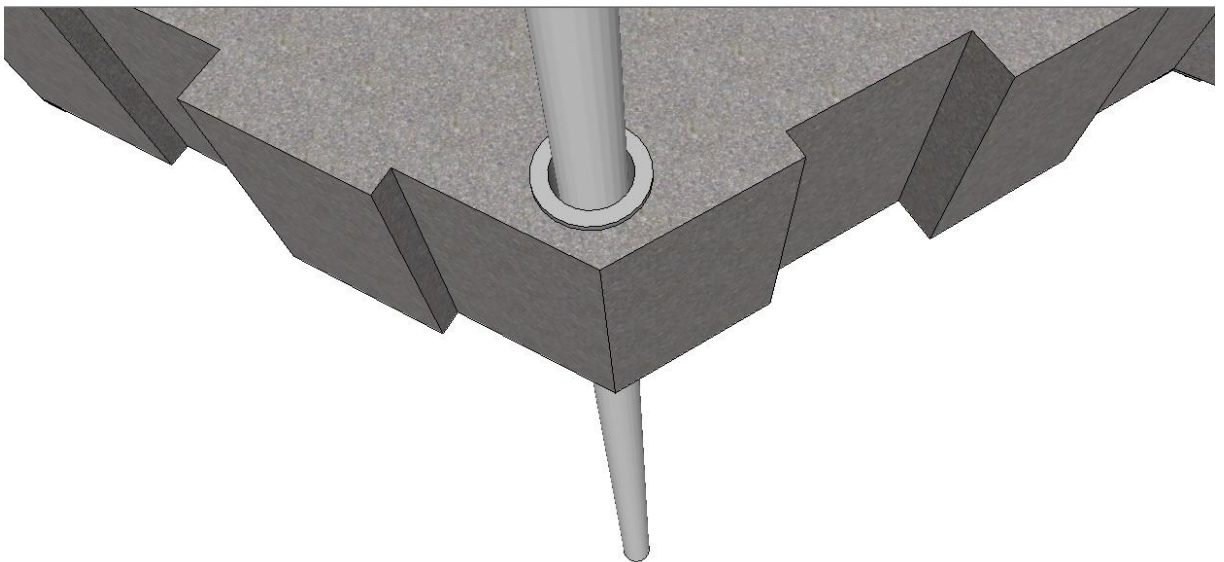


Fig. 67 – Conexão entre a plataforma flutuante e a haste fixa no leito do rio. Acervo do autor.

6.2 Light Steel Frame (LSF)

Será utilizado o LSF como sistema construtivo nas residências por ser um sistema de construção a seco com aço galvanizado, relativamente leve (cerca de um 1/3 do peso de uma construção de alvenaria convencional, mas com a mesma resistência), de montagem rápida e fácil, que caracteriza uma obra racionalizada e limpa. Este sistema não sofre ataque de cupins. A estrutura deverá ser composta por guias, perfis, montantes, enrijecedores e fitas metálicas de travamento que em conjunto proporcionam rigidez e sustentação às edificações.

O LSF é muito utilizado em países que sofrem com as ações de terremotos e furacões. Este tipo de estrutura proporciona uma maior estabilidade, permite a passagem dos canos e dutos para pavimentos superiores e também pode receber venezianas metálicas na viga composta superior para a ventilação cruzada do forro e resfriamento da temperatura interna, melhorando o conforto térmico da casa. O fechamento das paredes pode ser executado com placas cimentícias interna e externamente, pois são leves e possuem isolamento térmico e acústico.

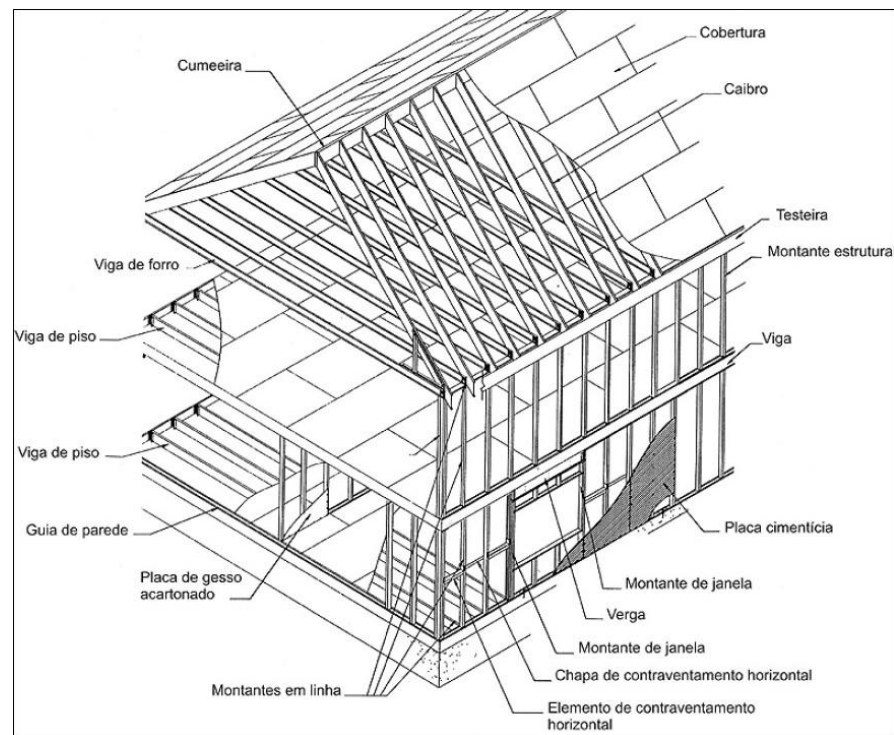


Fig. 68 – Subestruturas do LSF. Fonte: CBCA - Centro Brasileiro em Construção em Aço.

A técnica de construção com LSF pode reduzir em 1/3 os prazos de construção quando comparada com o método convencional. O alívio nas fundações, devido ao reduzido peso e uniforme distribuição dos esforços através de paredes leves e portantes, proporciona custo de 20% a 30% por metro quadrado inferior ao convencional. A vedação possui desempenho acústico através da instalação da lã de rocha e lã de vidro entre as paredes e forro. Este sistema construtivo oferece facilidade em manutenção de instalações hidráulica, elétrica, ar condicionado, gás, custos diretos e indiretos menores, devido aos prazos reduzidos e inexistência de perdas comuns nas construções convencionais.

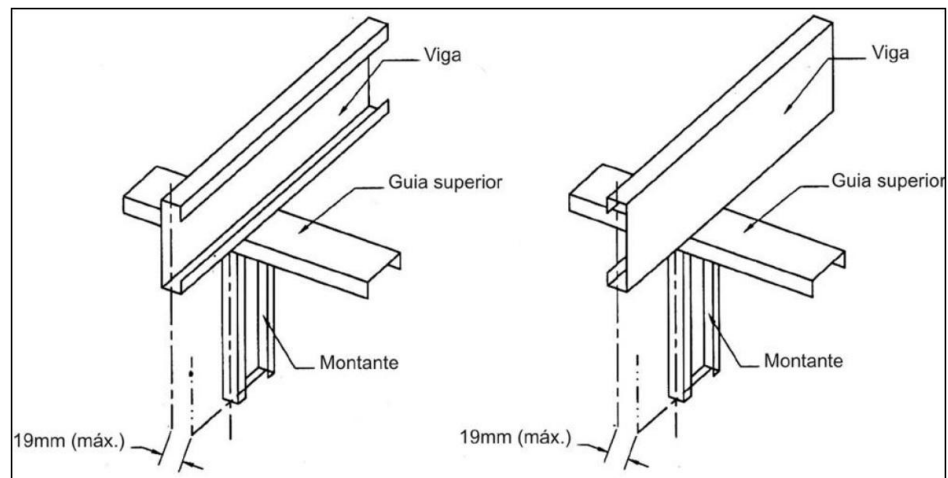


Fig. 69 – Vigas apoiadas sobre paredes centrais. Fonte: Centro Brasileiro em Construção em Aço.

A estrutura do telhado é em aço galvanizado, portanto, elimina qualquer necessidade de tratamento e despesas de manutenção, devido à sua comprovada resistência, pois o aço é capaz de vencer grandes vãos, eliminando colunas e paredes intermediárias. Com isso, oferece maiores espaços e confere flexibilidade na concepção e execução de projetos.

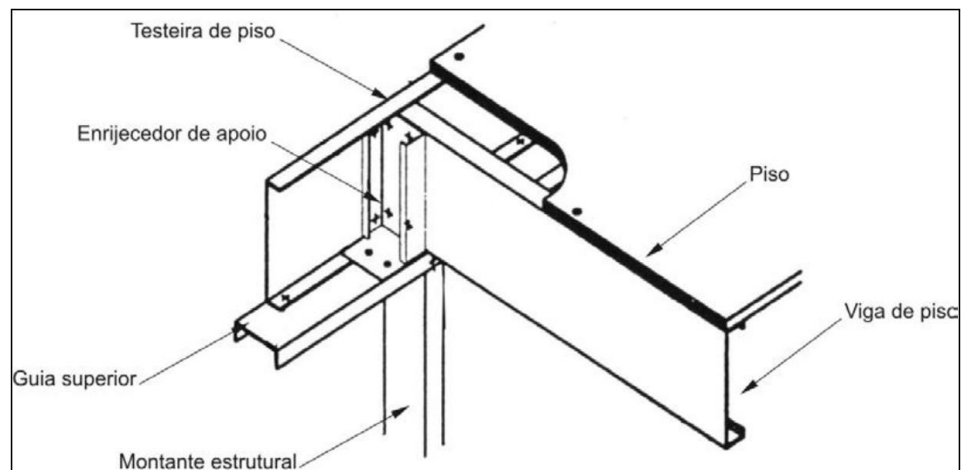


Fig. 70 – Vigas apoiadas sobre parede lateral. Fonte: Centro Brasileiro em Construção em Aço.

A fundação para este tipo de construção deve estar perfeitamente nivelada e em esquadro, permitindo a correta transmissão das ações da estrutura. As chapas têm entre 0,8 mm e 3,0 mm de espessura, sendo a mais utilizada a de espessura de 0,95 mm. O LSF é composto basicamente por três tipos de subestruturas: os pisos estruturais, as paredes estruturais e o sistema de cobertura.

As subestruturas de piso são basicamente compostas por vigas apoiadas sobre as paredes estruturais, vencendo os vãos entre elas. As cargas aplicadas sobre essas vigas são os carregamentos permanentes e acidentais de pisos, e os modelos estruturais geralmente utilizados para o dimensionamento desses elementos, são os de viga bi-apoiada ou viga contínua.

Outra subestrutura do sistema construtivo LSF são as paredes estruturais, que são basicamente compostas por montantes, que suportam as vigas de piso. Os carregamentos atuantes são oriundos do apoio das vigas de piso. Os montantes das paredes externas também estão sujeitos ao carregamento de vento, que atua diretamente sobre as paredes. Logo, esses elementos estruturais são dimensionados como se fossem colunas sujeitas a carregamentos de compressão e flexão.

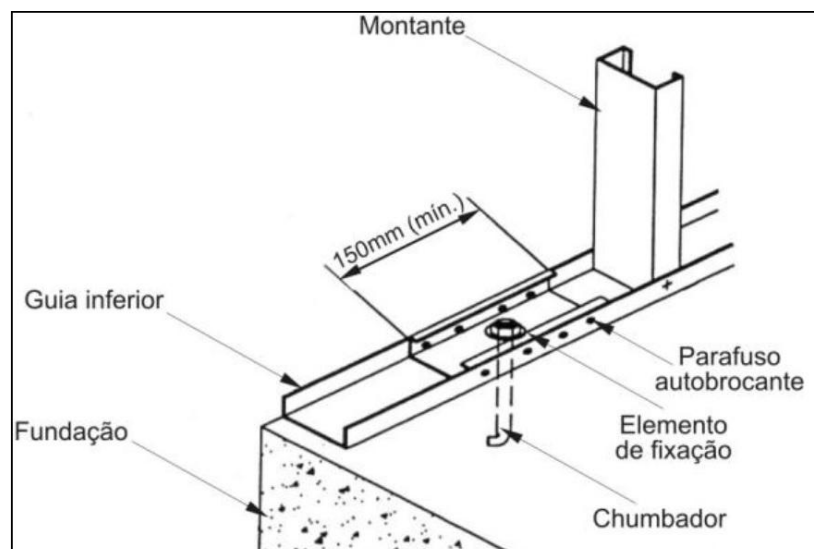


Fig. 71 – Detalhes da conexão dos elementos estruturais com a fundação. Fonte: Centro Brasileiro em Construção em Aço.

As figuras 72 e 73 ilustram respectivamente detalhes da conexão desses elementos estruturais com as fundações, com os revestimentos e entre duas paredes.

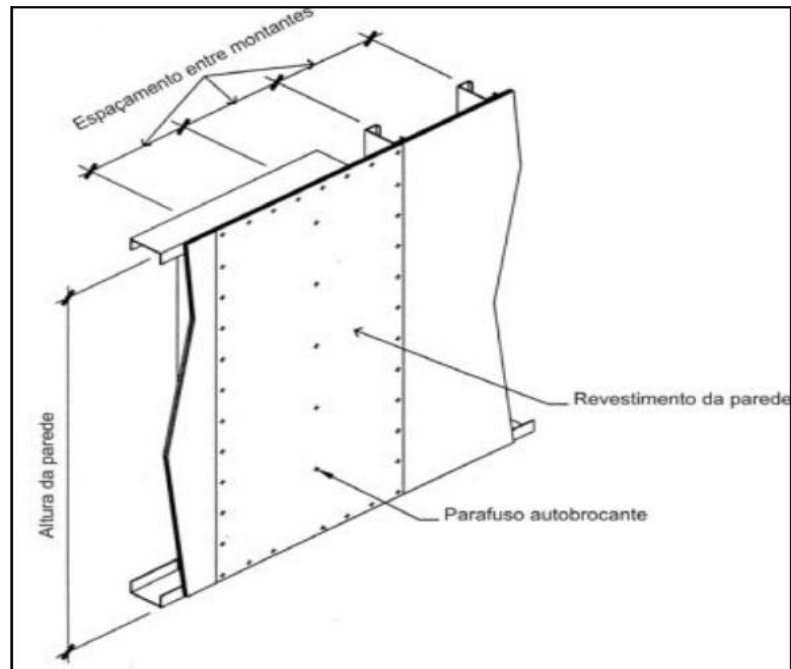


Fig. 72 – Detalhes da conexão dos elementos estruturais com o revestimento. Fonte: Centro Brasileiro em Construção em Aço.

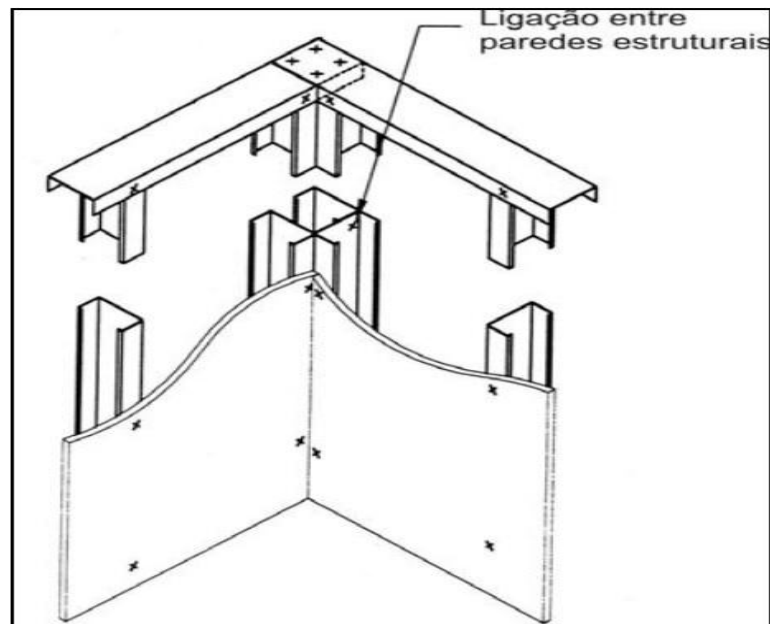


Fig. 73 – Detalhes da conexão dos elementos estruturais entre duas paredes. Fonte: Centro Brasileiro em Construção em Aço.

6.2.1 Vedação e cobertura

Para a o revestimento e fechamento da estrutura de aço, são mais utilizados atualmente três tipos de painéis: as placas cimentícias, os painéis de madeira, comercialmente denominados OSB (Oriented Strand Board), e as placas de gesso acartonado.

As placas cimentícias são placas delgadas de concreto, fabricadas a partir de argamassas especiais contendo aditivos e uma elevada porcentagem de cimento. Geralmente são confeccionadas a partir de moldes metálicos, utilizando a mesma tecnologia do concreto pré-moldado. O miolo das paredes de vedação é composto por camadas sobrepostas. O recheio, entre duas chapas de OSB de 11 mm (LP Brasil), que ajudam a travar o Steel Frame, é ocupado pelas instalações elétrica e hidráulica, além da lã, responsável pelo isolamento termo acústico.

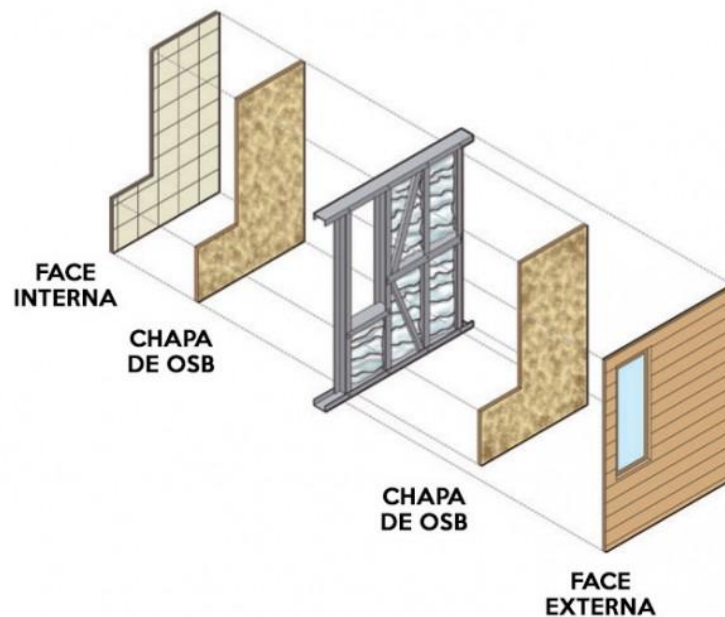


Fig. 74 - Camadas de vedação interna e externa com o LSF. Acessado em 27/05/2018. Fonte: <http://designforum.com.br/blog/?p=19492>.

No LSF, pode-se dividir o sistema de vedação vertical em três partes: a primeira corresponde aos fechamentos externos (figura 74) que delimitam as áreas molháveis; a segunda refere-se aos isolantes térmicos e acústicos, que são colocados entre as placas e entre os montantes e, por último, os fechamentos internos, instalados nas áreas secas ou úmidas, mas não molháveis.

Como componentes dos fechamentos externos, podemos citar as placas OSB, é um tipo de painel de madeira fabricado com três a cinco camadas de tiras de madeira reflorestada, cruzadas perpendicularmente, prensadas e unidas com resinas como mostra a figura 75:



Fig. 75 - OSB (Oriented Strand Board). Acessado em 27/05/2018. Fonte: <http://www.granulas.eu/product/osb-board/>.

Para executar estruturas de coberturas de steel frame utilizam-se os mesmos perfis de aço galvanizado empregados na estrutura das paredes, que são os perfis U e UE, com alma de 90 mm, 140 mm ou 200 mm de altura. O conceito de alinhamento das cargas, empregado na execução do restante da estrutura da construção, deve valer também para a cobertura.

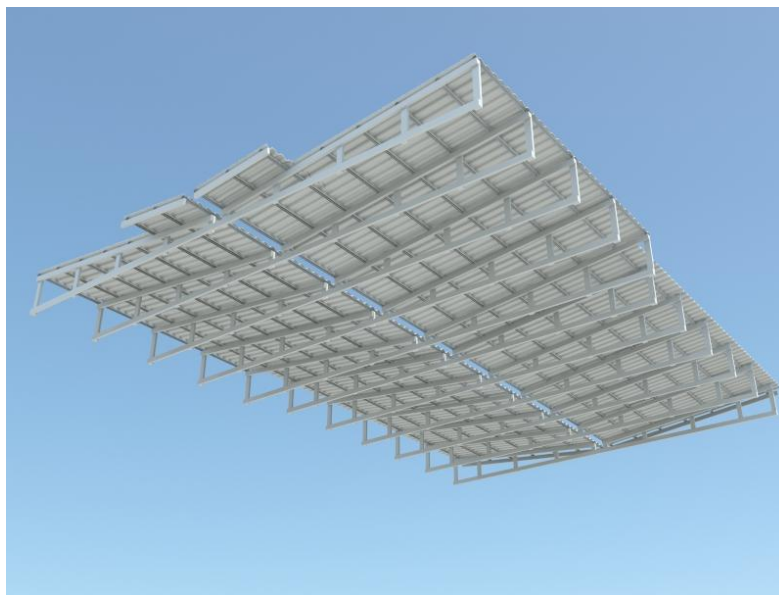


Fig. 76 – Modelo de telhado com steel frame e telha termoacústica. Acessado em 18/11/2018. Fonte: <http://tdprojetos.blogspot.com/2012/05/telhado-do-novo-residencial.html>

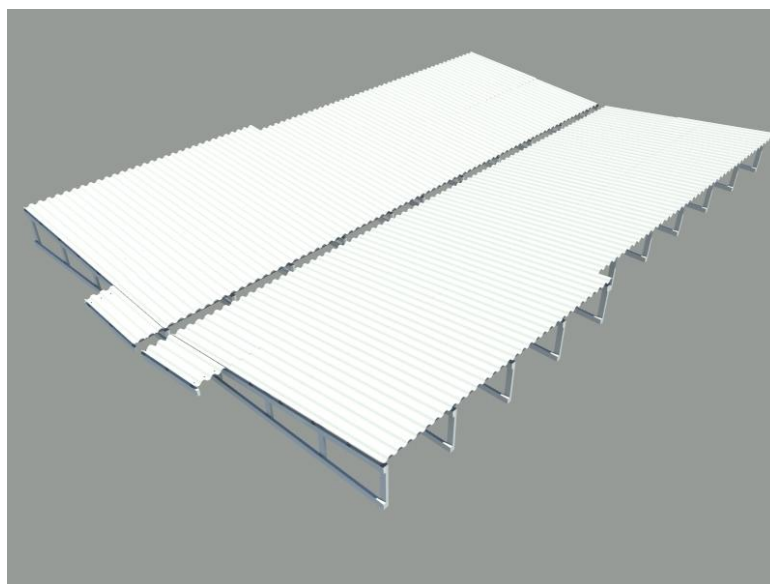


Fig. 77 – Modelo de cobertura com telha termoacústica. Acessado em 18/11/2018. Fonte: <http://tdprojetos.blogspot.com/2012/05/telhado-do-novo-residencial.html>

Os perfis metálicos devem se posicionar entre si de tal forma que gerem o mínimo de excentricidade e transmitam as ações citadas sem gerar efeitos substanciais de segunda ordem. Para tanto, construtivamente, os perfis que compõem a tesoura, treliça ou conjunto de caibros devem ter suas almas alinhadas às almas dos montantes das paredes que as suportam, para que os esforços não produzam efeitos não avaliados no dimensionamento.

A cobertura da residência será projetada para coletar as águas das chuvas e armazená-las em tanques, que serão utilizadas nas torneiras, descargas, chuveiros e limpeza em geral.

Planta de cobertura de unidade residencial:

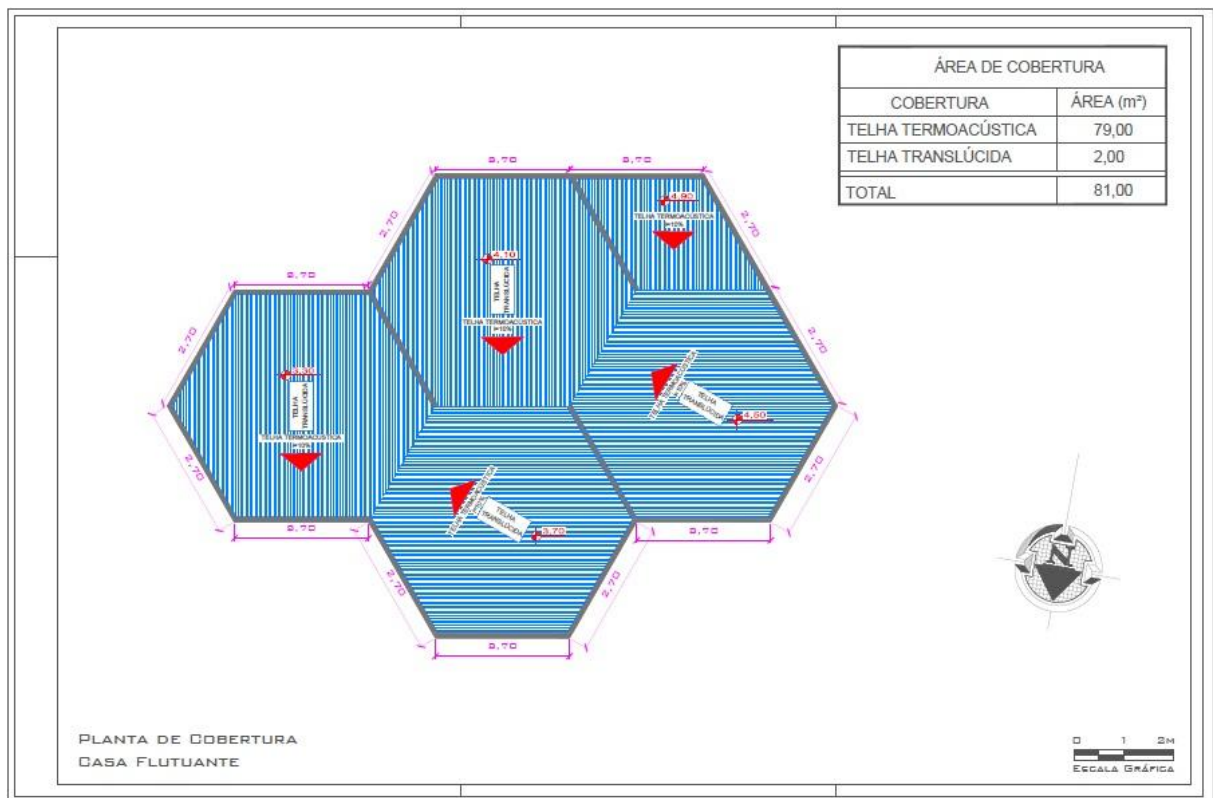


Fig. 78 - Planta de cobertura de unidade residencial tipo. Acervo do autor.

Foram escolhidas para a cobertura telhas termoacústicas do tipo sanduiche, com preenchimento de EPS. No centro de cada ambiente da casa, deverá ser instalada de 01 telha translúcida, medindo 1,00m x 0,50m. Este sistema deverá proporcionar conforto térmico, acústico, aproveitamento da iluminação natural e economia de energia elétrica.

Na cobertura da área central de convivência foi utilizada uma tensoestrutura, composta de 06 pilares curvilíneos, com 03 pilares mais altos e 03 pilares mais baixos. O conjunto forma as cristas e vales da tensoestrutura (vide perspectivas no capítulo de material gráfico).

Tensoestrutura é o termo usualmente empregado às estruturas que utilizam membranas que trabalham junto a cabos de aço na construção de coberturas, cujas principais características detêm-se na trabalhabilidade dos esforços de tração, pré-fabricação, grandes vãos e maleabilidade formal. Este tipo estrutural permite menor quantidade de material, graças à utilização de lonas com espessuras delgadas, que quando esticadas por meio da utilização de cabos de aço, criam superfícies capazes de vencer os esforços dominantes – tração, que pela leveza e espessura, não trabalham os esforços de flexão e compressão.

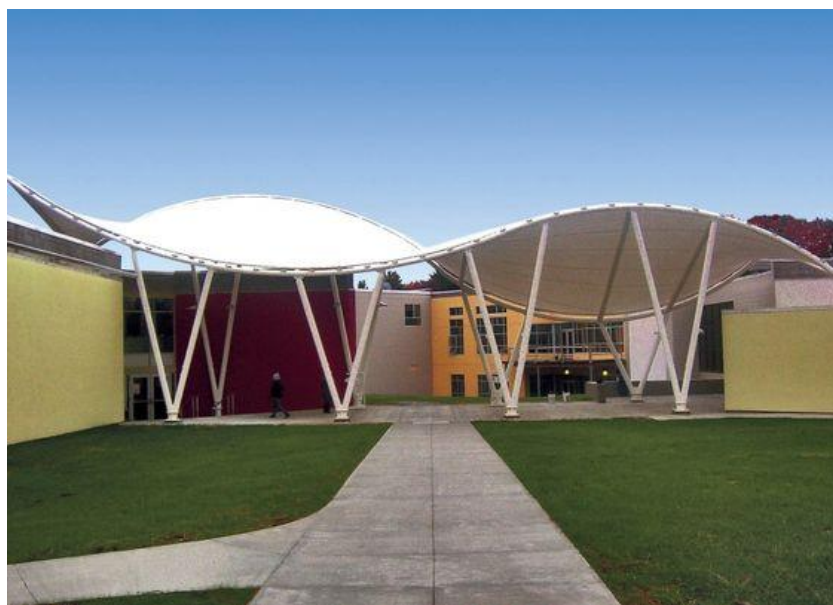


Fig. 79 – Modelo de tensoestrutura com tubos, lonas e cordoalhas. Acessado em 23/11/2018. Fonte: <https://www.fabricarchitect.com/canopies.html>.

A gama de possibilidades que ela oferece é extensa e versátil. A grande vantagem deste tipo de material é a sua estrutura leve, que possibilita desenhos diferenciados com variedade de formas. A cobertura tensionada pode ser aplicada praticamente em qualquer espaço aberto, pois é feita de cabos de aço presos a tubos flexionados, a uma combinação de dois tecidos sintéticos ou telhas metálicas, ou ainda fixada a cordoalhas de aço. A sua montagem é prática e rápida. Os cuidados envolvem tratamento antichamas (autoextinguível) e também contra mofo e fungos. Dispensa fundações, podendo ser instalada em qualquer tipo de piso nivelado. Este sistema confere uma razoável racionalidade e leveza.

6.2.2 Instalações elétricas e hidrossanitárias.

As instalações elétricas e hidrossanitárias, conforme mostra a figura 78, para edificações com LSF são as mesmas utilizadas em edificações convencionais e apresentam o mesmo desempenho, não variando em razão do sistema construtivo.



Fig. 80 - Instalações elétricas e hidráulicas no LSF. Fonte: Revista Técnica edição 141.

Assim, os materiais empregados e princípios de projeto também são os mesmos aplicados em edificações convencionais e, portanto, as considerações para projeto, dimensionamento e uso das propriedades dos materiais não divergem do tratamento tradicional nessas instalações.

7 SERVIÇOS ESSENCIAIS

7.1 Fornecimento de energia elétrica

A área escolhida para implantação do projeto tem energia elétrica ofertada pela concessionária local, conforme a fig. 81. A linha de transmissão deve acompanhar a passarela de acesso até as residências.



Fig. 81 – A localidade possui fornecimento de energia elétrica. Acessado em 04/11/2018. Fonte: www.google.com.br/maps

O consumo de energia elétrica será reduzido ao mínimo necessário. Para isso as casas devem ter aberturas de portas e janelas, de modo a favorecer a circulação de ar no interior da casa. Serão utilizadas também telhas translúcidas nos ambientes para aproveitar a iluminação zenital e lâmpadas de LED para redução do consumo. O uso de ar condicionado deve ser evitado pelo alto consumo. É recomendado o uso de ventiladores.

7.2 Fornecimento de água potável

A área escolhida para a implantação do projeto oferece boas condições de perfuração de poço artesiano na parte terrestre da ilha. A água proveniente do poço em terra deverá ser bombeada para uma caixa d'água que será instalada na parte terrestre. A água do poço será tratada em um clorador industrializado e será distribuída às unidades residenciais.

. O cloro é distribuído gratuitamente nos postos de saúde. É recomendado o uso de filtros comuns antes de a água ser ingerida. Vide imagem ilustrativa do clorador industrializado:

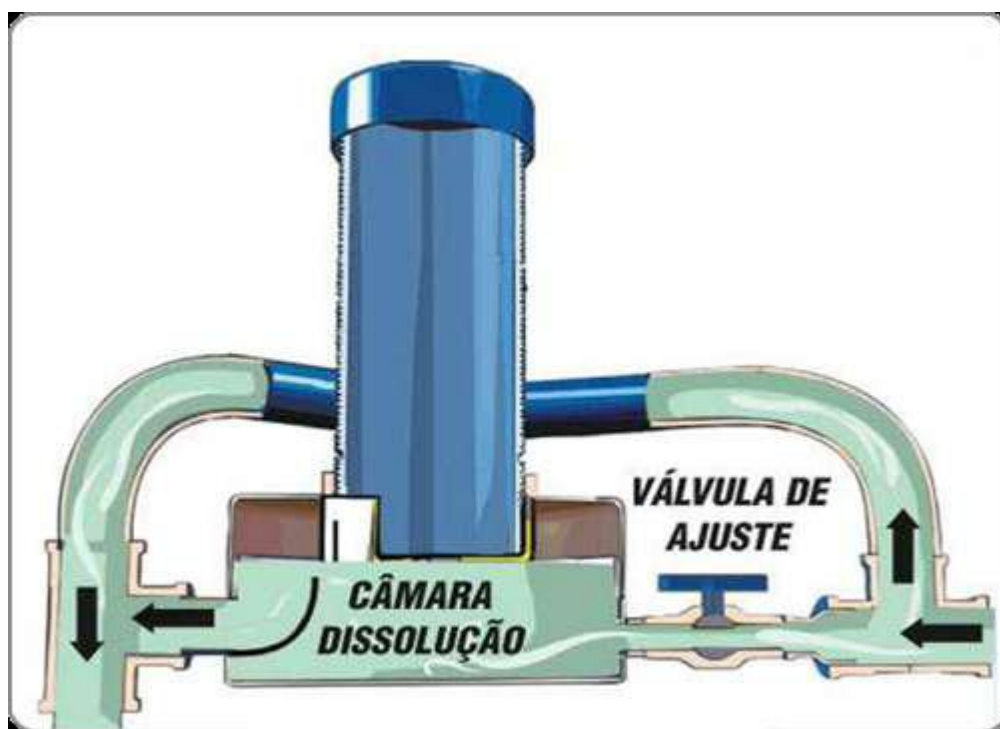


Fig. 82 - Clorador industrializado. Fonte: Siqueira, 2011.

As águas pluviais deverão ser coletadas do telhado e armazenadas em uma cisterna instalada em cima do banheiro de cada casa. Estas águas deverão ser utilizadas nas descargas de banheiros e para fins de limpeza em geral.

7.3 Destinação de esgoto sanitário e do lixo

Para este projeto adotou-se o biodigestor anaeróbico (sem oxigênio) como alternativa para tratamento do esgoto sanitário. Biodigestores são sistemas que realizam a decomposição anaeróbica dos resíduos orgânicos, como fezes de animais de estimação e restos de alimentos, e geram como produto desse processo biogás e biofertilizante. Esse sistema é conhecido por ser usado na área rural, como em fazendas, granjas, para tratar os resíduos agropecuários.

O sistema pode ser fabricado artesanalmente ou adquirido a preços convidativos. O local de instalação terá de ser aerado e ensolarado, pois as bactérias necessitam de calor para se multiplicar rapidamente, como o processo é anaeróbio não há problemas com odores e pode ser instalado perto das residências. O biogás será usado na cozinha e na geração de energia. A cápsula será instalada na laje técnica de casa residência, com acesso por meio de alçapão e localizada próximo da cozinha. A manutenção é simples, deve-se observar sempre a válvula, que tem que estar no mesmo nível da água e a limpeza do biodigestor é feita através de um dreno de fundo.



Fig. 83. Tratamento de esgoto simplificado. Disponível em: <http://www.sanar-am.com.br>. Acessado em 05/08/2017.

O biodigestor demora em torno de 30 dias para iniciar a fabricação do biogás. A produção é equivalente a um botijão de gás por mês, podendo variar dependendo do tipo de biomassa (resíduo), temperatura, tamanho das partículas e movimentação do resíduo. Como recomendação, o ideal é que a alimentação do biodigestor seja feita metade por resíduos sólidos e metade por líquidos, e o processo fica mais rápido e eficaz se os resíduos passarem por um moedor antes de irem para o biodigestor (quanto menor a partícula, mais rapidamente será deteriorada e gerará mais gás).



Fig. 84. Biodigestor instalado em um restaurante flutuante em Manaus. Fonte: Jair Antônio de Oliveira Junior, pg. 128.

O sistema é dividido em duas partes: o digestor anaeróbio e o gasômetro localizado na parte superior. A produção não será significativa usando apenas alimentos, o ideal é alimentar o biodigestor com restos de alimento e fezes. Não poderão ser inseridos resíduos inorgânicos. O biogás gerado pelo processo será armazenado no gasômetro e transportado por meio de uma mangueira do gasômetro até a cozinha. O fogão tradicional deverá ser adaptado para receber o biogás, pois o seu bico de entrada de gás tem menor diâmetro do que o bico de passagem do biogás, porque o biogás tem pressão menor do que o gás natural.

Este projeto seguirá às Normas NBR 7229 (ABNT, 1993), NBR 13969 (ABNT, 1997), e às normas da Marinha do Brasil. Os resíduos sólidos inorgânicos serão acomodados em containers ou latões fechados para o descarte apropriado em terra.

7.4 Segurança contra incêndio e ataque de piratas

Neste projeto serão utilizados materiais que não propagam fogo, como forros e revestimentos. O projeto prevê uma construção com poucos corredores e com saídas de emergências suficientes para evacuação em caso de sinistros. A edificação deverá prever luzes de segurança, boias de emergência e extintores de incêndio, obrigatoriamente. Conforme as normas da Marinha do Brasil.

Este projeto possuirá um sistema de segurança contra o ataque de piratas que incluirá o uso de rádio, celular, câmeras e sinalizadores. Para a proteção e segurança do projeto piloto o Estado do Pará, através da Secretaria de Segurança Pública (SEGUP), possui desde 2011, o grupamento fluvial, que congrega o Bombeiro Militar, Marítimo e Fluvial, a Polícia Militar Fluvial e a Polícia Civil, da Delegacia Fluvial. O grupamento reúne esforços para que a segurança pública possa dar uma resposta rápida e efetiva à ação de piratas. A Delegacia Fluvial fica localizada na Arthur Bernardes, ao lado do hospital Sara Kubitschek, em Belém.

O “modus operandi” das quadrilhas que atuam nos rios do Pará vem sendo mapeado pelas polícias Civil e Militar. Os ataques ocorrem sempre à noite com a utilização de voadeiras e “rabetas” (pequenas embarcações) velozes, tendo como suporte um barco maior que, depois da abordagem, carrega tudo o que é possível das vítimas.

O grupamento fluvial conta com homens especializados, lanchas de apoio e rádio para comunicação, armamento pesado, entre outros meios necessários ao enfrentamento dos piratas como ações de inteligência. O Centro Integrado de Operações da Polícia Militar atende pelo número 190. Existe ainda o Disque-Denúncia, número 181, que trabalha com informações de caráter sigiloso.

8 MATERIAL GRÁFICO

Planta de situação:

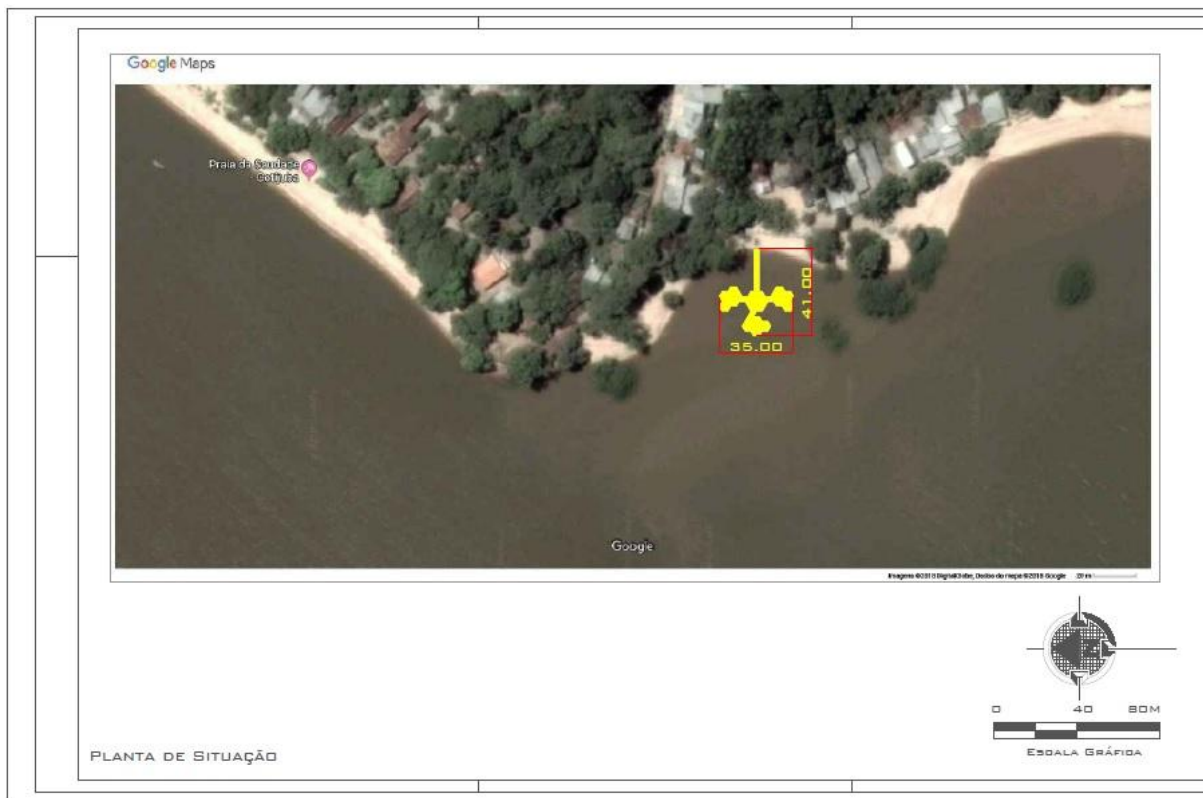


Fig. 85 – Planta de situação. Acessado em 03/11/2018. Fonte: <https://www.google.com.br/maps>

A Praia da Saudade foi o local escolhido, pois possui acesso por estrada, fornecimento de energia elétrica, além de águas calmas e boa localização no extremo oeste da Ilha de Cotijuba.

Planta baixa da plataforma flutuante:

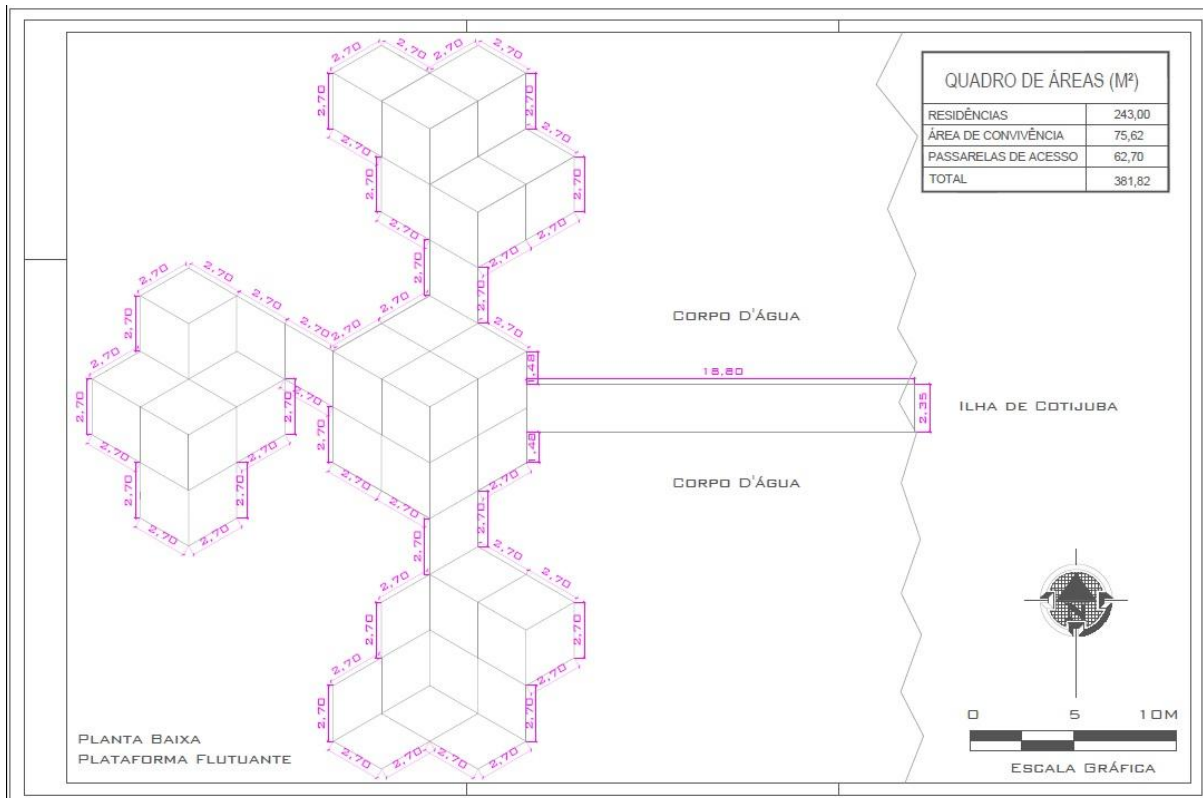


Fig. 86 - Planta baixa da plataforma flutuante. Acervo do autor.

Na figura 86 percebe-se que a planta baixa, dos blocos que formam a plataforma, é composta de losangos com lados que medem 2,70m para a base das casas e área de convívio central. Uma passarela suspensa é prevista para conectar a plataforma flutuante à parte terrestre.

Planta de cobertura geral:

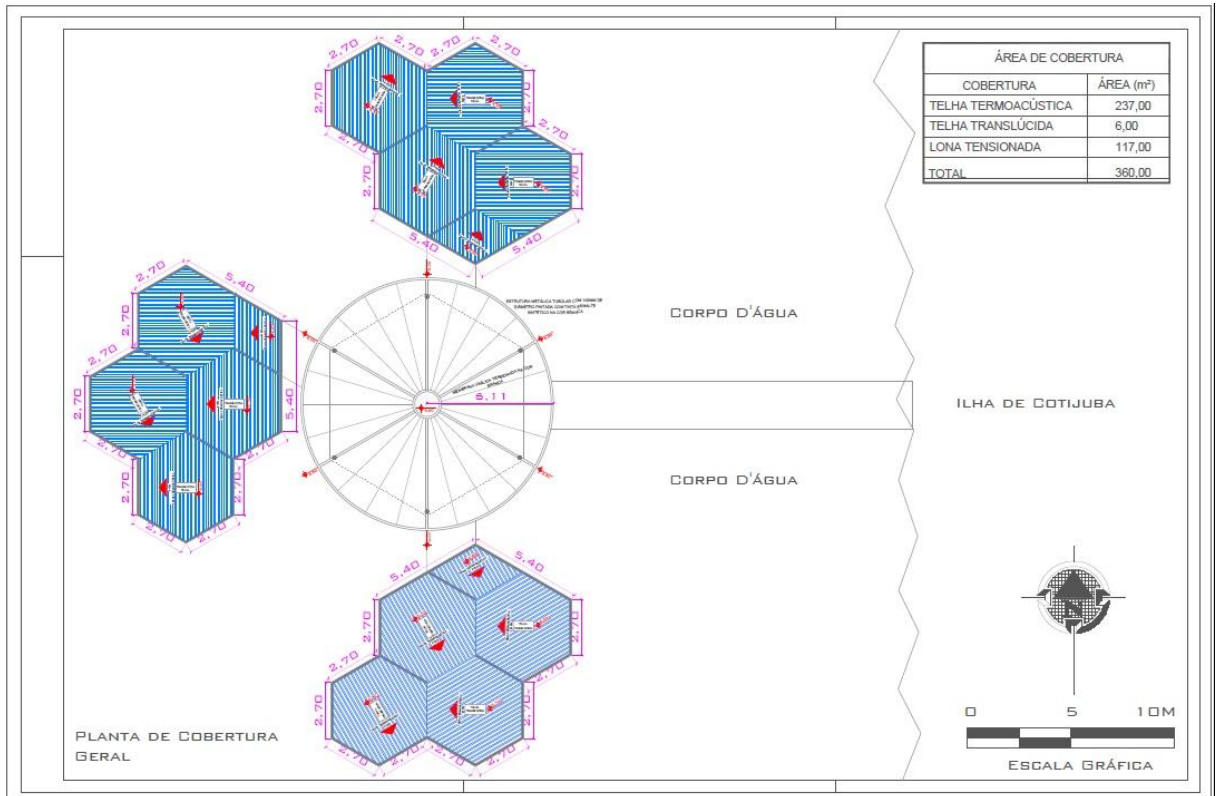


Fig. 88. Planta de cobertura geral. Acervo do autor.

Planta baixa de unidade habitacional:

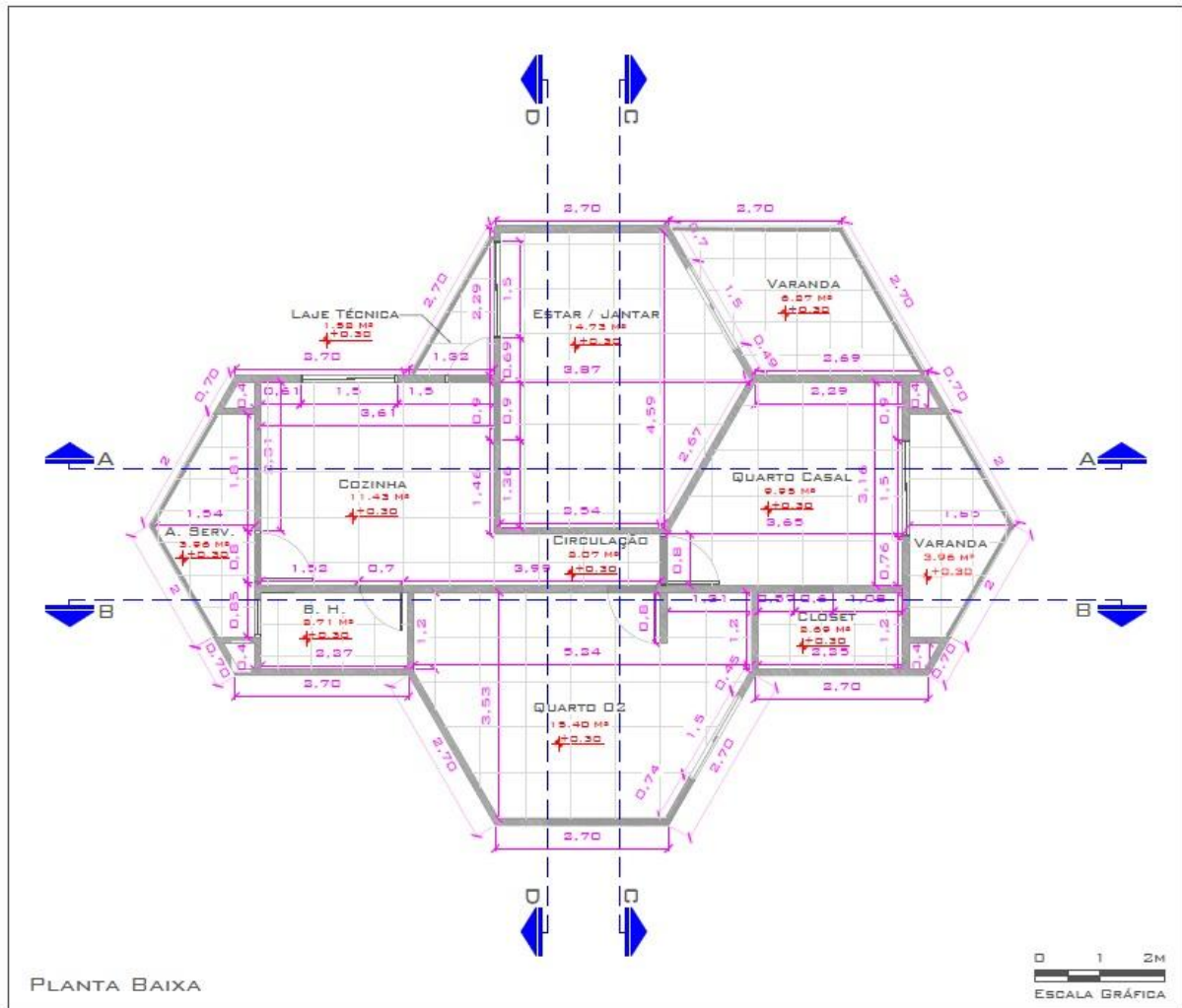


Fig. 89. Planta baixa de unidade habitacional. Acervo do autor.

A planta baixa resultante apresenta volumes hexagonais externos e paredes internas com ângulos retos. Esta disposição associa a premissa do partido arquitetônico hexagonal com a praticidade dos ambientes retangulares.

Corte AA de unidade habitacional:

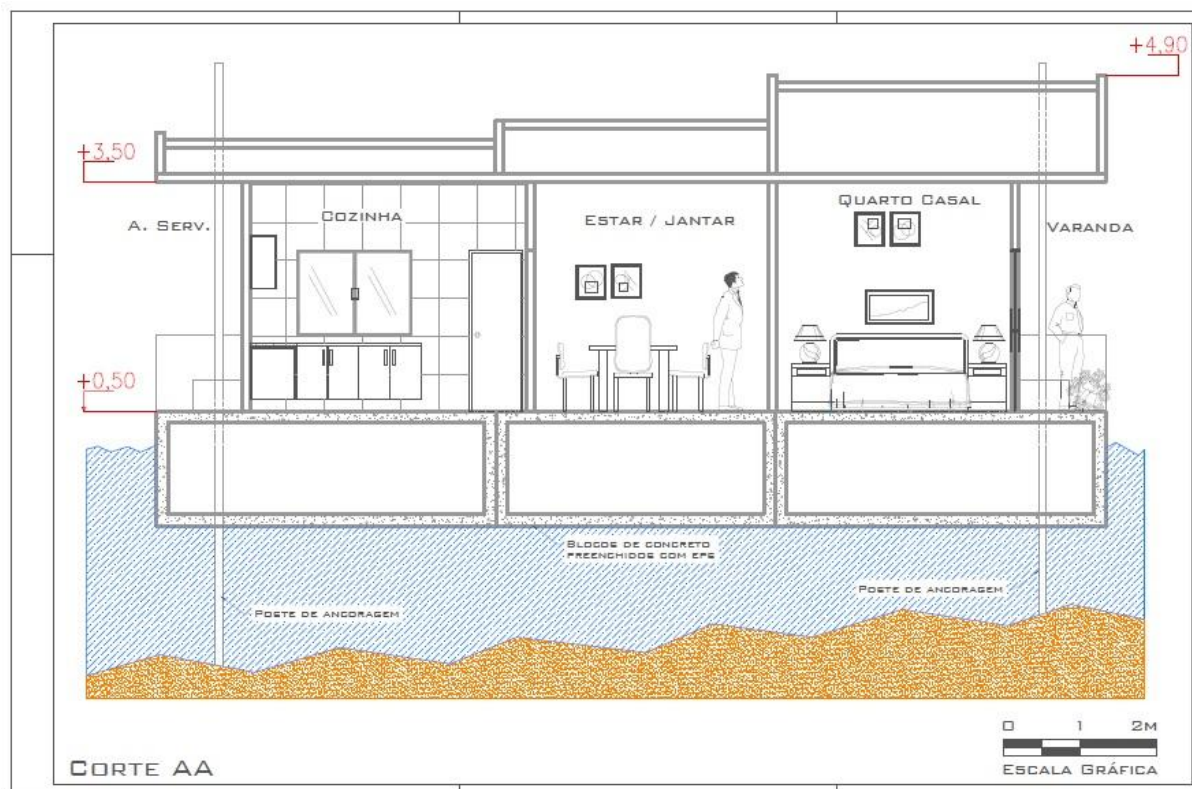


Fig. 90. Corte AA de unidade habitacional. Acervo do autor.

Os blocos de concreto serão preenchidos com EPS e serão fabricados em estaleiros em Belém. Os módulos podem ser transportados separadamente através de transporte fluvial para facilitar a sua deslocação desde fábrica até ao local de destino, para posteriormente formar o edifício final.

Corte BB de unidade habitacional:

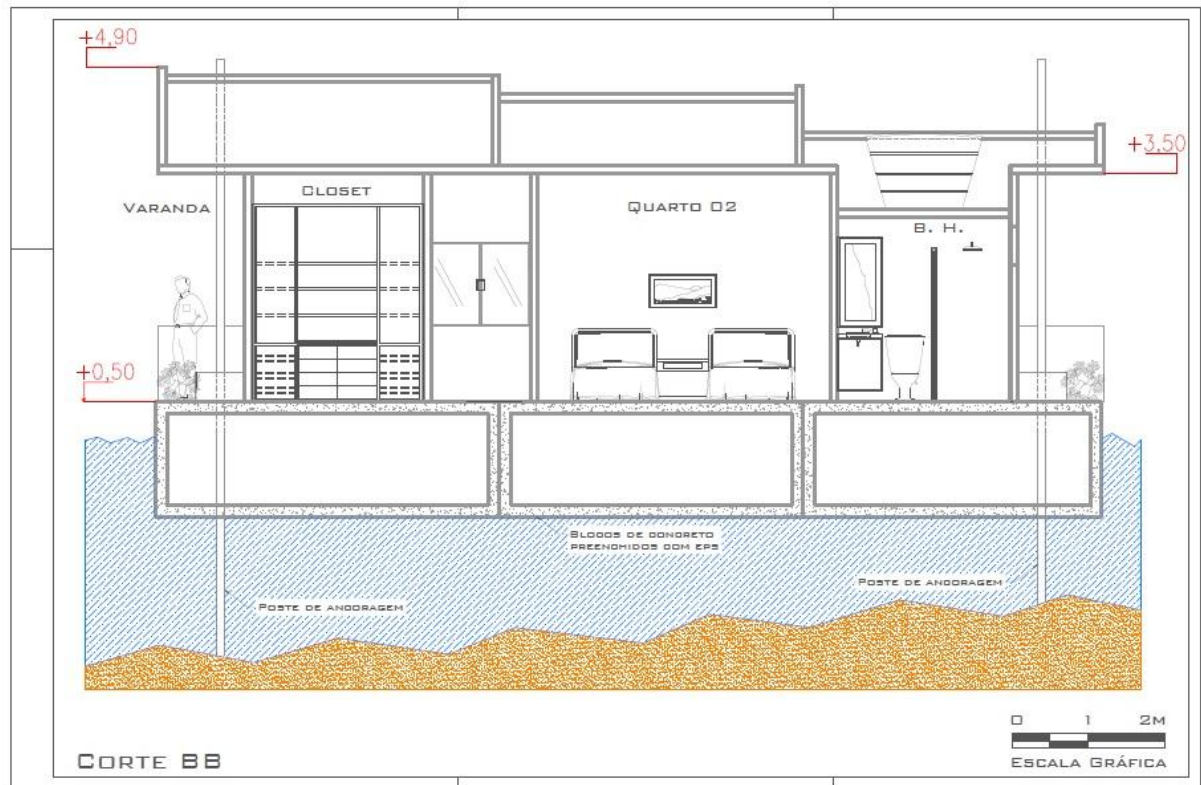


Fig. 91. Corte BB de unidade habitacional. Acervo do autor.

Serão previstos os movimentos verticais da casa através de um sistema de deslizamento em conjunto com postes de ancoragem que serão fixos no leito do rio. Apesar do seu peso, o concreto estabiliza em ambientes aquáticos sem qualquer problema de flutuação, suportando as estruturas das casas e garantindo um longo período de vida, sem a necessidade de constantes manutenções.

Corte CC de unidade habitacional:

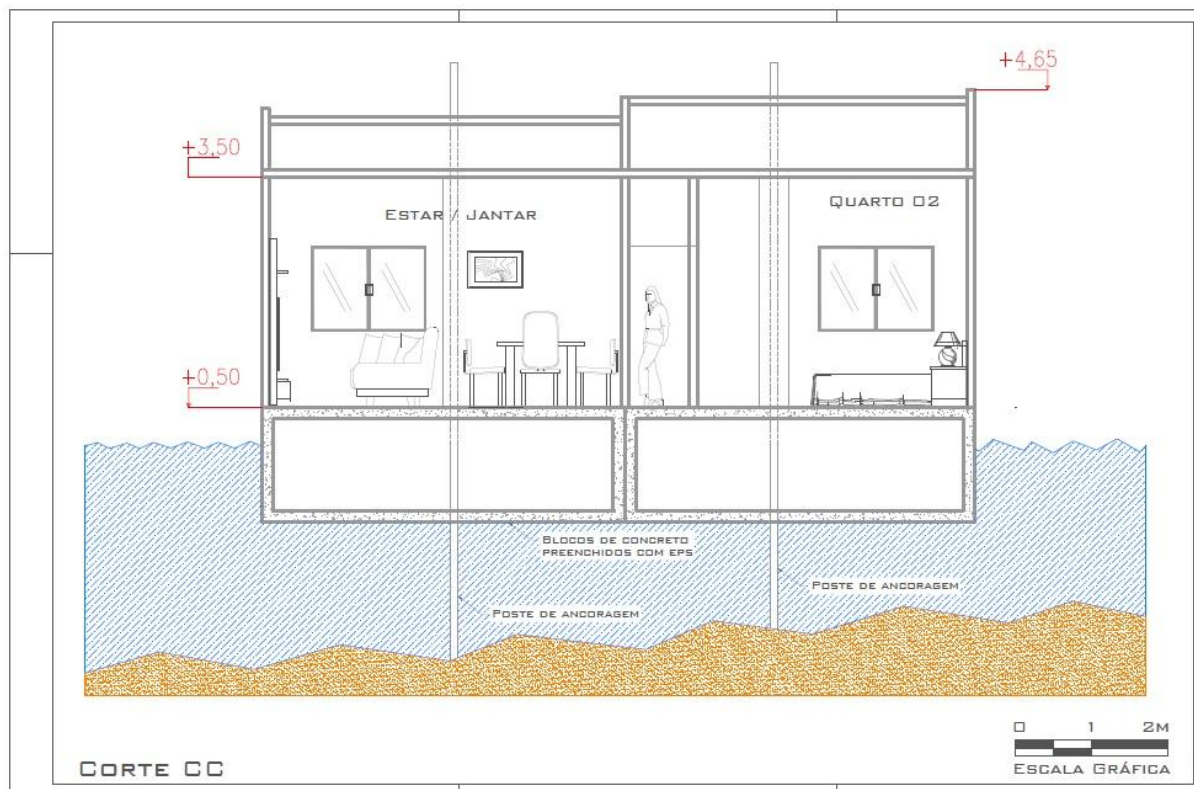


Fig. 92. Corte CC de unidade habitacional. Acervo do autor.

Os blocos serão construídos no estaleiro e transportados para o local definitivo. Os blocos que terão aberturas para o deslizamentos dos postes serão os primeiros a serem instalados. Estes guiarão o posicionamento dos blocos restantes durante a montagem. Porém, a casa fabricada com o sistema LSF deverá ser construída sobre a plataforma, quando esta estiver totalmente montada.

Corte DD de unidade habitacional:

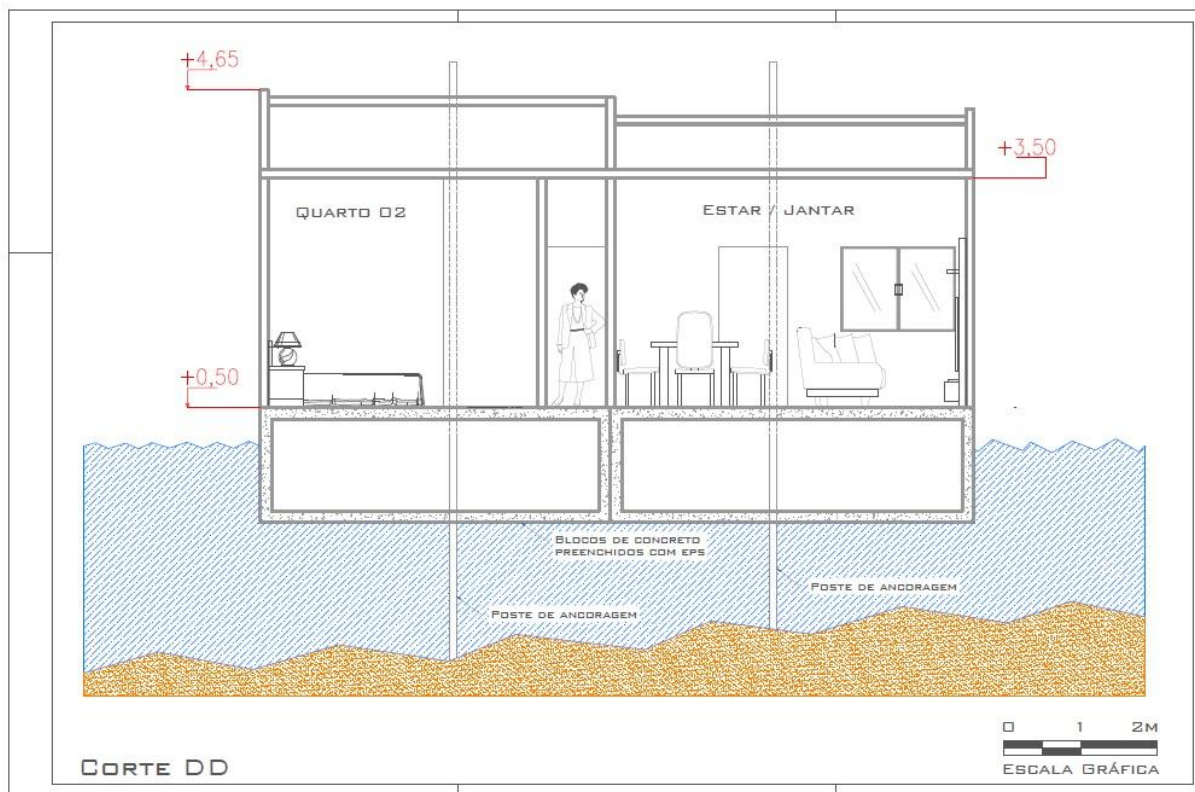


Fig. 93. Corte DD de unidade habitacional. Acervo do autor.

Planta humanizada de unidade habitacional:



Fig. 94. Planta humanizada de unidade habitacional. Acervo do autor.

Perspectiva 01:



Fig. 95. Perspectiva 01. Acervo do autor.

Perspectiva 02:

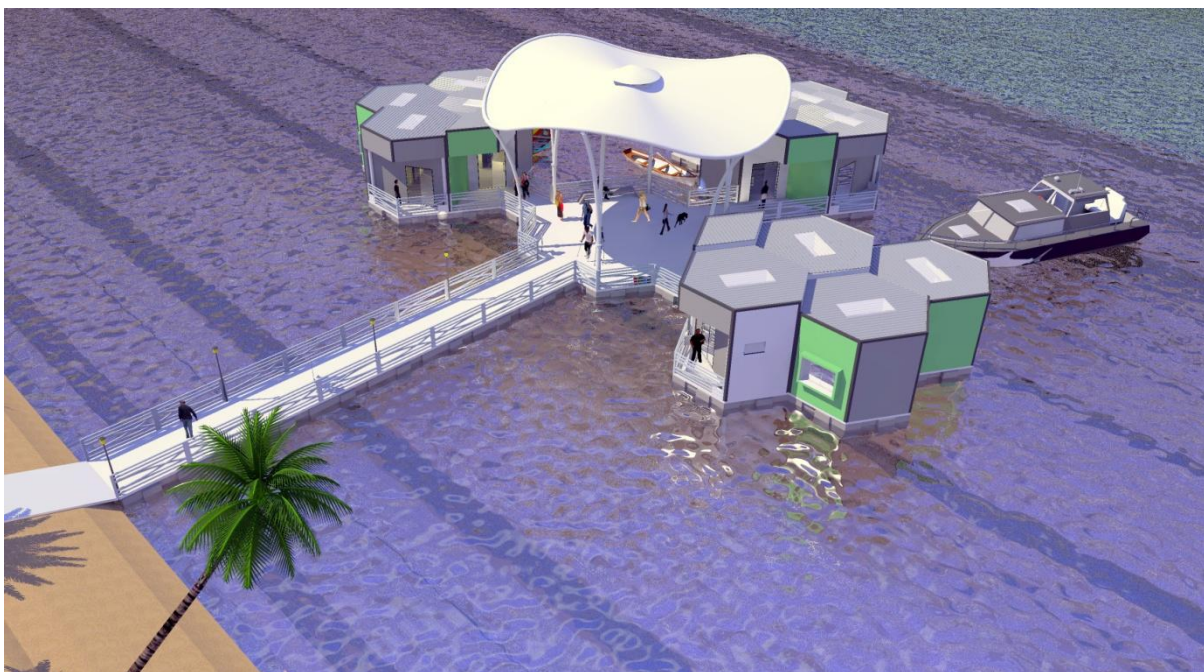


Fig. 96. Perspectiva 02. Acervo do autor.

Perspectiva 03:

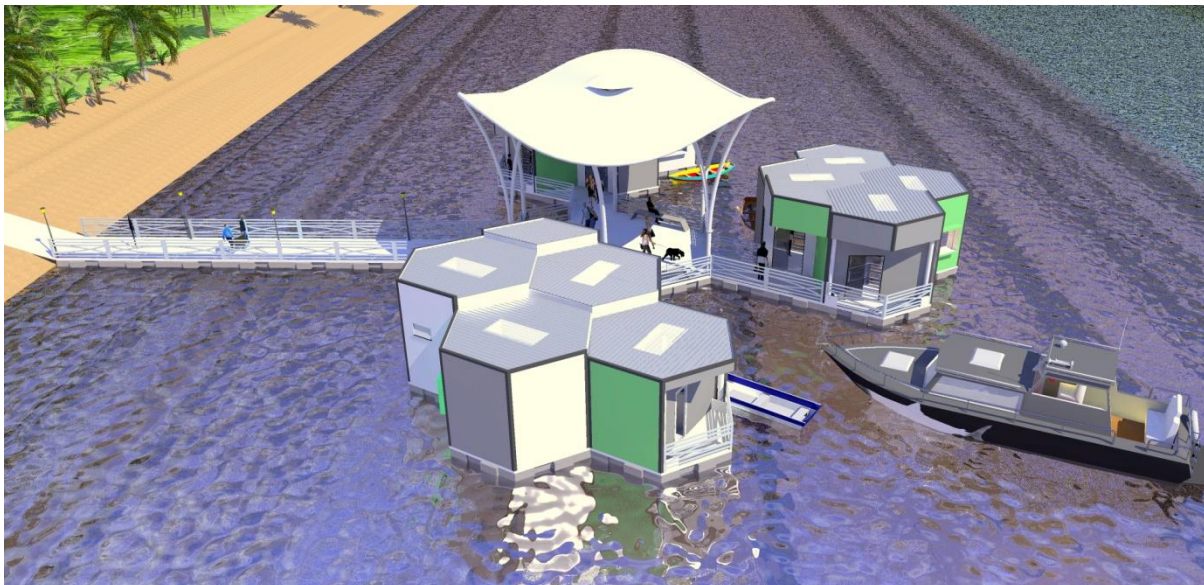


Fig. 97. Perspectiva 03. Acervo do autor.

Perspectiva 04:



Fig. 98. Perspectiva 04. Acervo do autor.

Perspectiva 05:

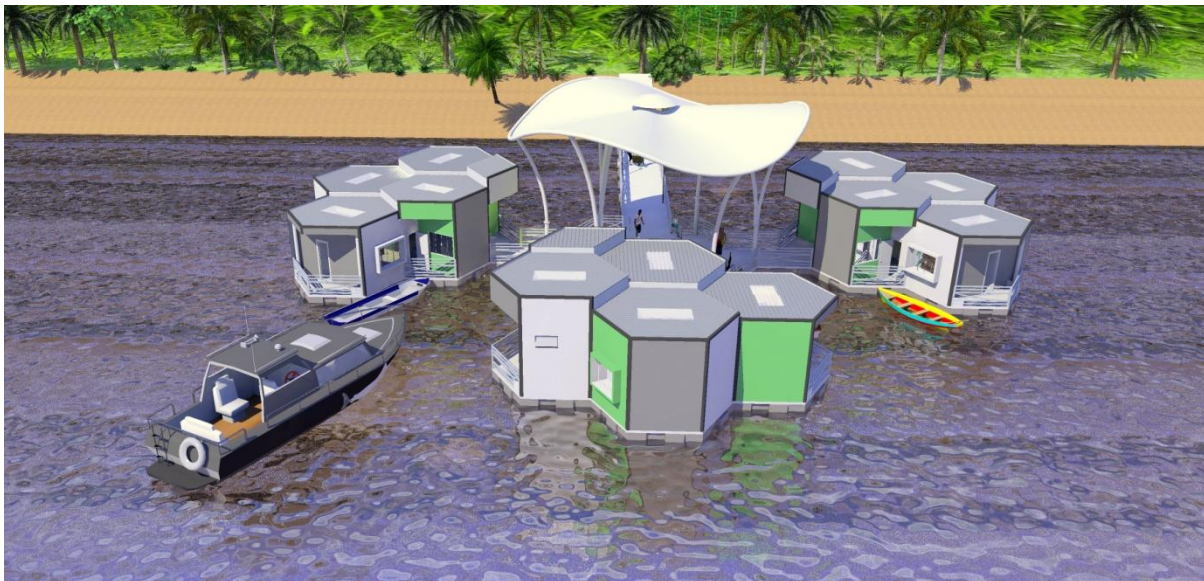


Fig. 99. Perspectiva 05. Acervo do autor.

Perspectiva 06:

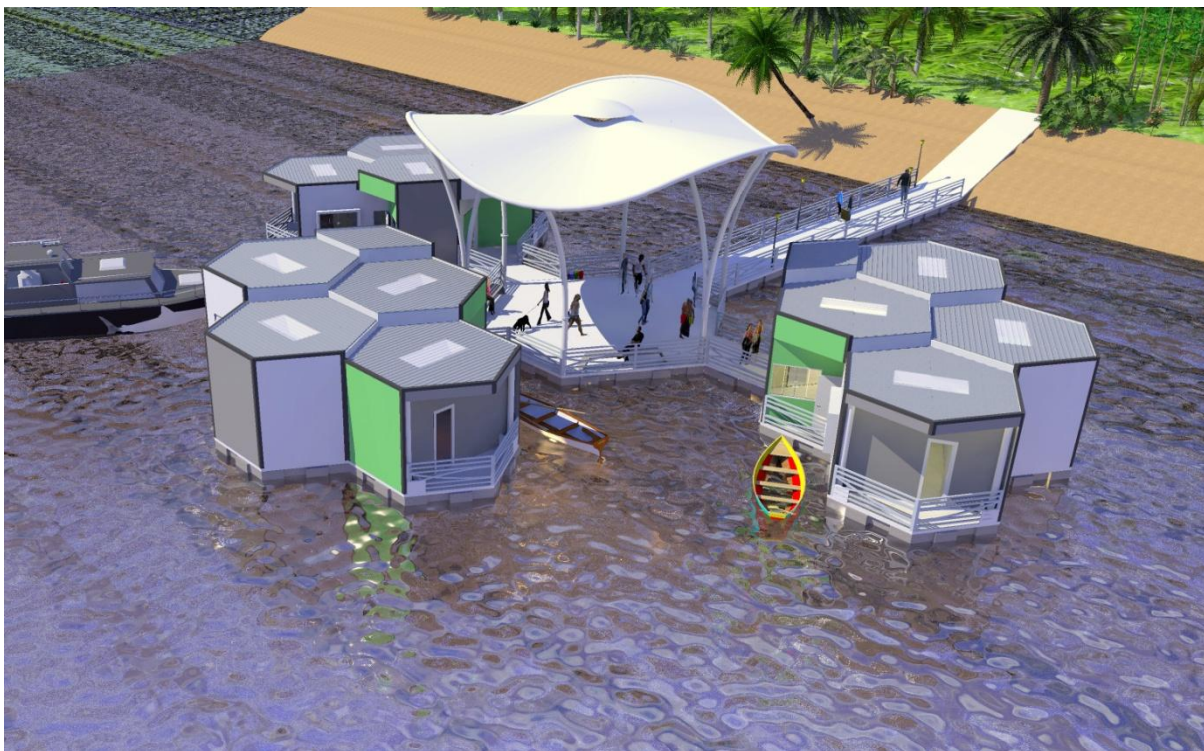


Fig. 100. Perspectiva 06. Acervo do autor.

Perspectiva 07:

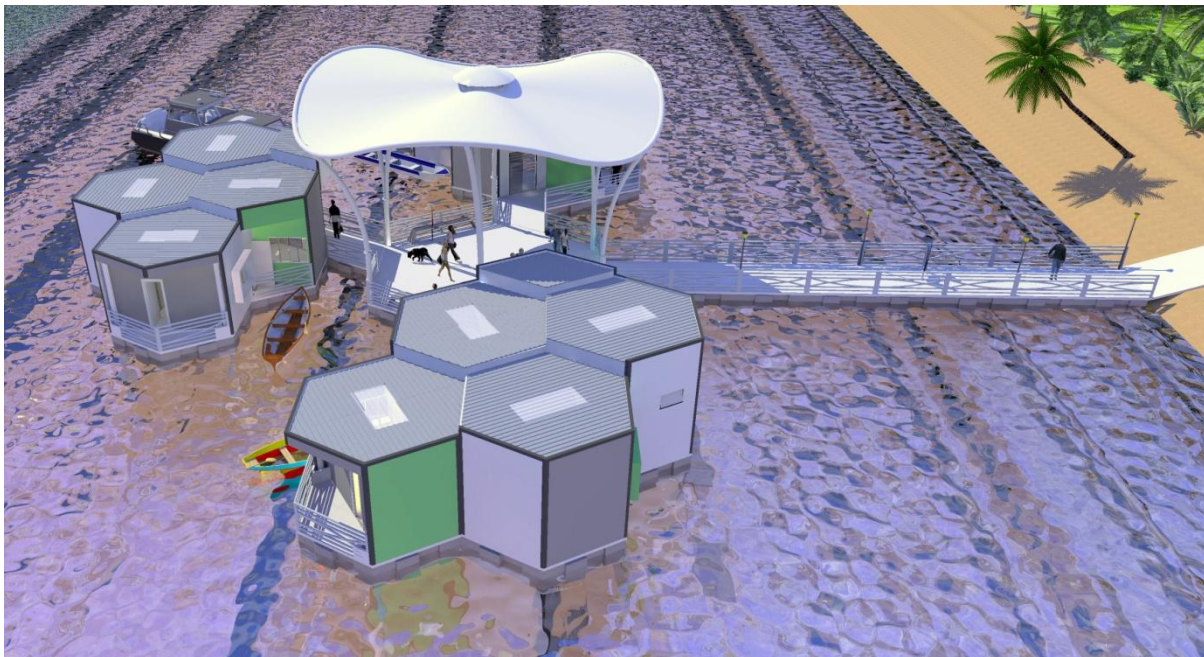


Fig. 101. Perspectiva 07. Acervo do autor.

Perspectiva 08:



Fig. 102. Perspectiva 08. Acervo do autor.

Perspectiva 09:



Fig. 103. Perspectiva 09. Acervo do autor.

Perspectiva 10:

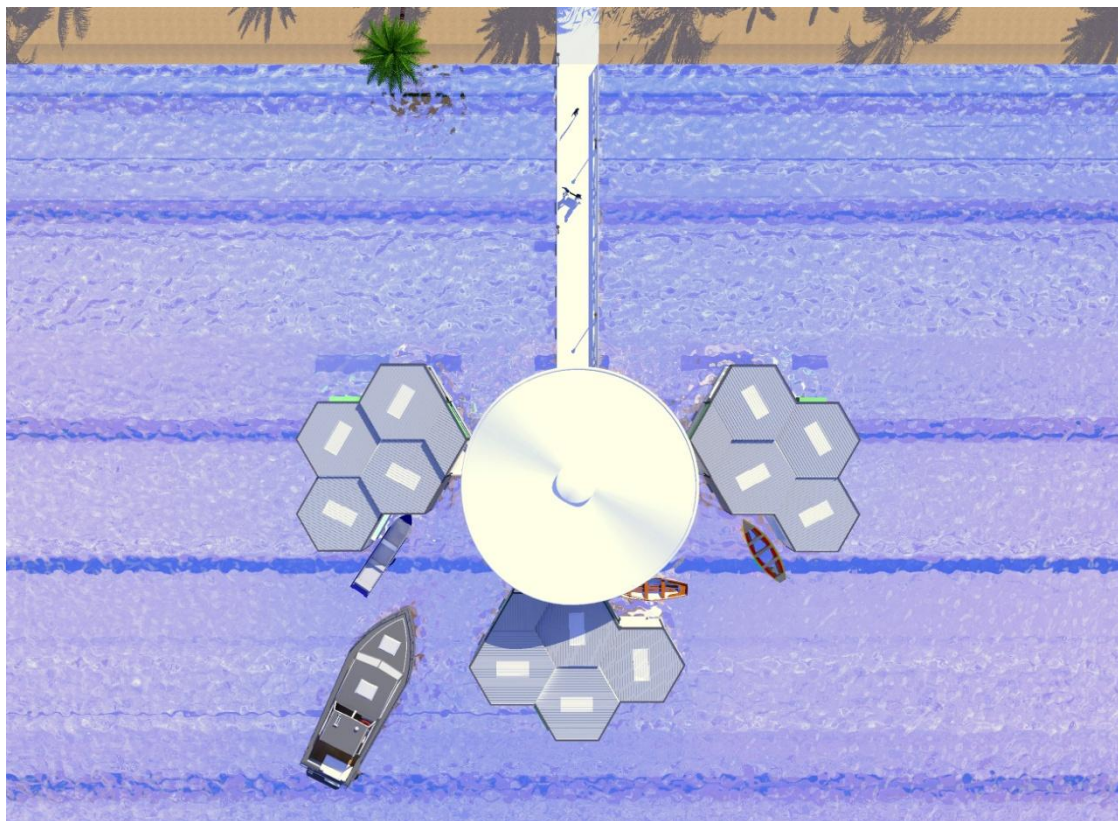


Fig. 104. Perspectiva 10. Acervo do autor.

Perspectiva 11:

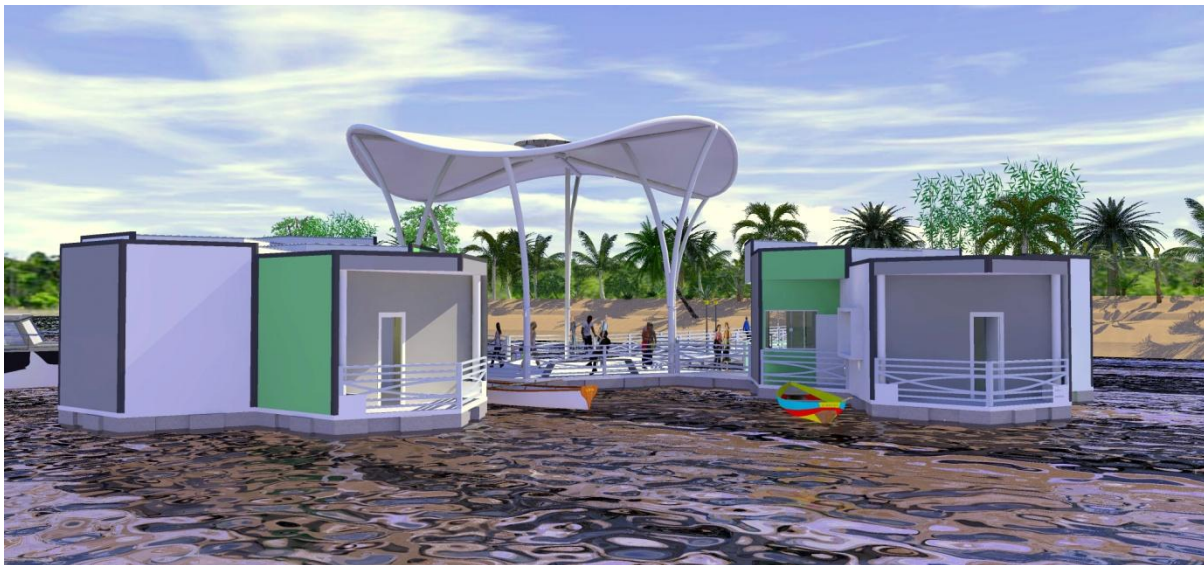


Fig. 105. Perspectiva 11. Acervo do autor.

Perspectiva 12:



Fig. 106. Perspectiva 12. Acervo do autor.

Perspectiva 13:

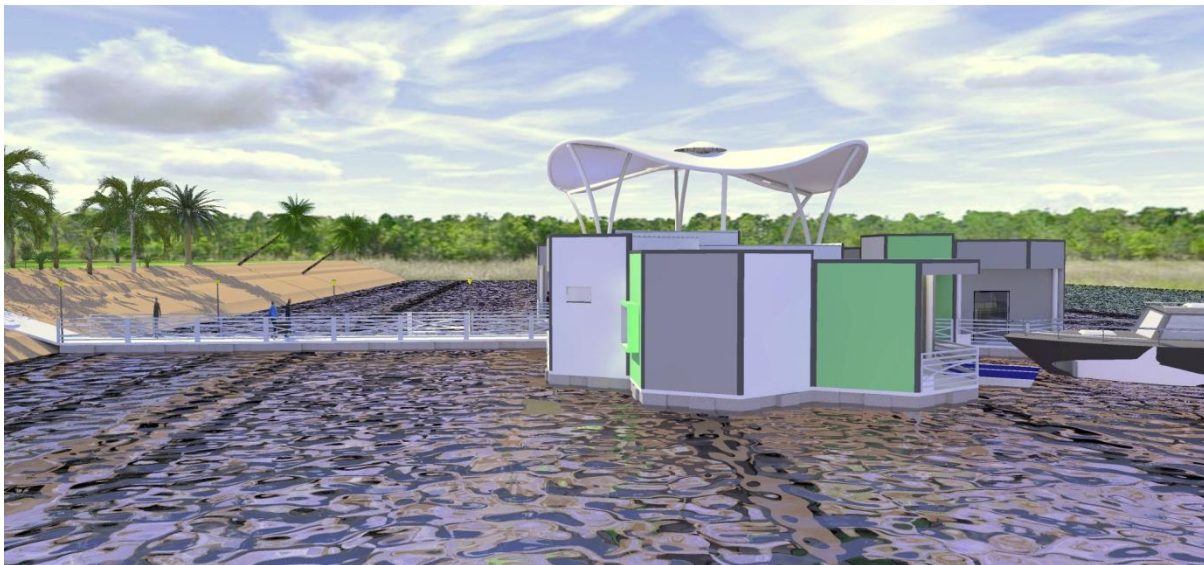


Fig. 107. Perspectiva 13. Acervo do autor.

Perspectiva 14:



Fig. 108. Perspectiva 14. Acervo do autor.

Perspectiva 15:

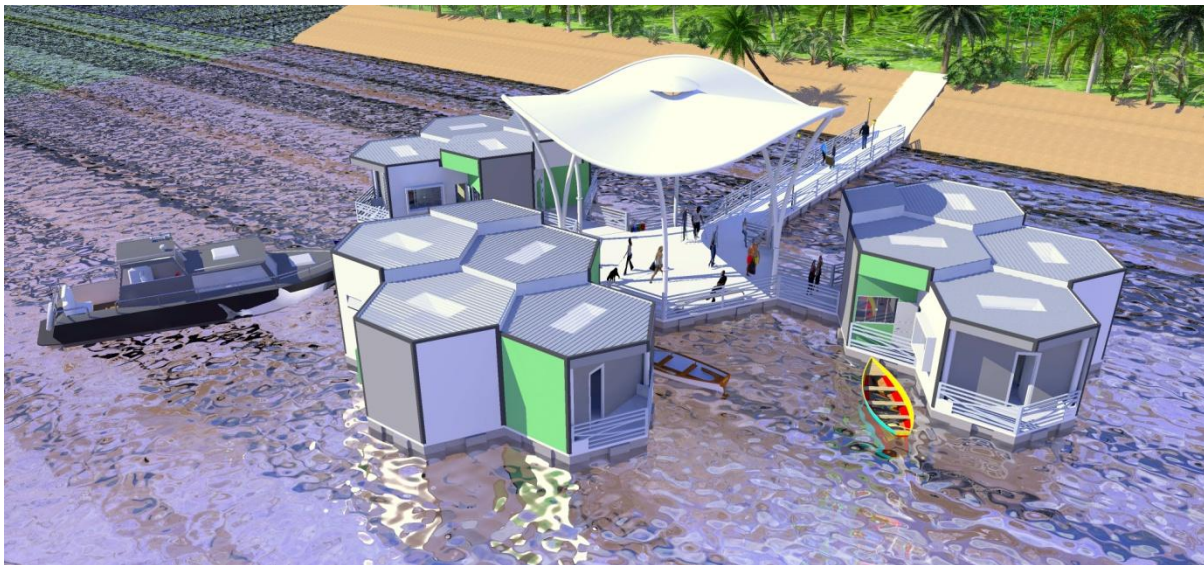


Fig. 109. Perspectiva 15. Acervo do autor.

Perspectiva 16:

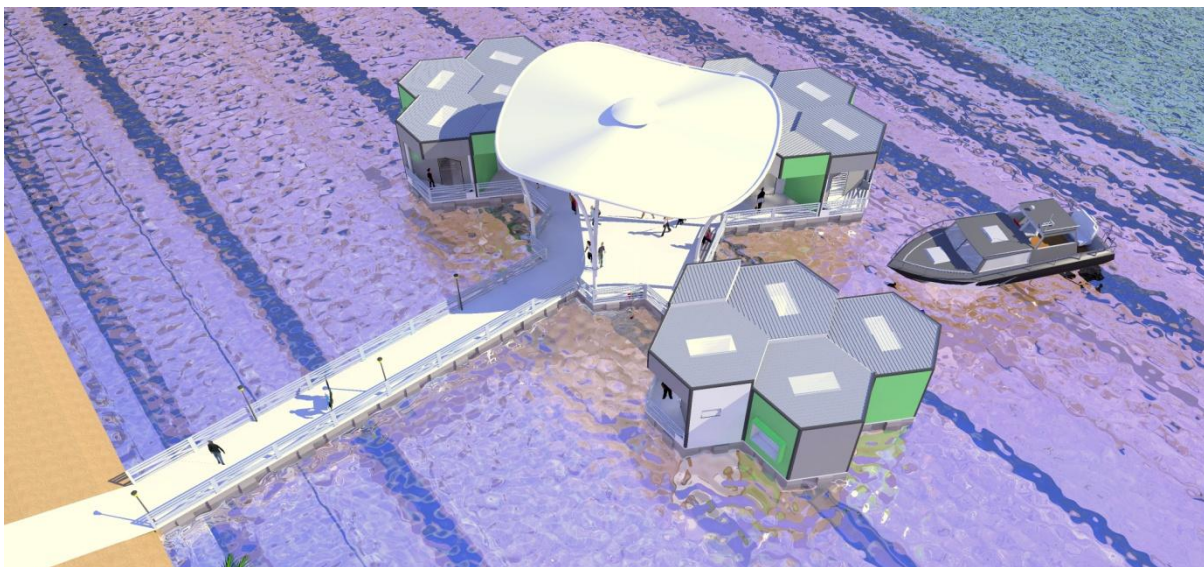


Fig. 110. Perspectiva 16. Acervo do autor.

9 CONCLUSÃO

As casas flutuantes têm uma boa aceitação na maioria dos países desenvolvidos, seja por motivos culturais ou por falta de terrenos para a construção civil. No Brasil, estas ainda possuem o estigma de moradia precária e provisória. Porém, é um tipo de edificação que possui seus benefícios, pois não necessitam de aquisição de terrenos; não se precisa fazer uso de desmatamentos; a superfície dos rios na região corresponde a grandes áreas com potencial de construção.

O modo majoritário de se construir em um endereço à beira de uma via terrestre pode dividir espaço com a construção flutuante sem deixar de atender aos aspectos utilitários convencionais de uma residência. Os rios não necessitam de toda a infraestrutura necessária das vias terrestres, como pavimentação, drenagem, iluminação e, por conseguinte, nem de suas respectivas manutenções. Para fins de deslocamento, as vias aquáticas necessitam apenas de correta sinalização. Quanto mais se constroem casas flutuantes próximas às outras, mais se economiza com infraestrutura urbanística, que como se sabe, é cara e rateada entre a população através de impostos.

As alterações climáticas influenciam no constante aumento do nível de água do planeta e este contexto exige resposta atemporal. A arquitetura pode funcionar como catalisador de mudança e fornecer soluções para ajudar as pessoas e garantir abrigo, mesmo em condições desfavoráveis. Este projeto busca oferecer alternativas às edificações efêmeras das margens dos rios da região amazônica e manter os usuários na mesma habitação durante todo o ano. Isso traz consequências positivas para o convívio social e para a identidade dos indivíduos com espaço de vivência.

Têm-se hoje cidades ribeirinhas na Amazônia com uma relativa infraestrutura para o suprimento de energia elétrica e seus benefícios tecnológicos como torres de comunicação (telefonia, internet, rádio e televisão) e demais serviços básicos que conectam os lugares mais afastados com as redes nacionais e globais, que podem receber o projeto piloto.

Neste trabalho, foi proposto um projeto de casa com respeito ambiental; com viabilidade econômica e estrutural. O presente projeto contempla os usuários com uma área de convívio central, equipamento que atende a uma demanda essencial para o desenvolvimento das crianças, por exemplo, que infelizmente não é encontrado nas casas flutuantes da região.

Com a modularidade e pré-fabricação, objetiva-se incentivar a disseminação do modelo de construção para um possível interesse dos governos em garantir um financiamento social, principalmente em regiões de grande variação do nível dos rios durante as cheias e secas. A flexibilidade estrutural confere a possibilidade de atendimento a diversas demandas espaciais a partir do bloco flutuante padronizado neste estudo.

O partido hexagonal desse projeto sugere uma racionalização de material construtivo nas vedações externas das casas. As conexões entre os blocos flutuantes podem ser repensadas. Novos módulos de flutuação podem significar novos sistemas de conexão, novas dimensões e outros usos para as casas flutuantes.

Quanto aos aspectos abstratos decorrentes da relação entre o homem e o rio, este projeto pretende proporcionar uma boa relação de visibilidade do local; Um elemento facilitador da orientação e identificação com o lugar para a comunidade. Além de um ponto de referência para a memória e afeto dos usuários.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6120/1980: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9648/1986: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626/1998: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7229/93: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6492: representação de projetos de arquitetura. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13969/97: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ANSEMI, Renato V. Amazônia: uma abordagem multidisciplinar. 188 f. Ícone Editora, 2004.

BREEN, Ann, RIGBY, Dick. *The new waterfront: a worldwide urban success*. Londres: Thames and Hudson, 1996. 224 p.

BUENO, Laura M.M.; FRANCO, Gustavo C. A. A Questão da Urbanidade nas Margens do Ribeirão Jacaré na Cidade de Itatiba (SP). São Paulo/SP, 2010.

DOMARASCKI, Conrado Sanches; FAGIANI, Lucas Sato. Estudo Comparativo dos Sistemas Construtivos: Steel Frame, Concreto PVC e Sistema Convencional. 2009. 76 f. Monografia de Graduação em Engenharia Civil. Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos.

FARINON, Suelen J.; BECKER, Débora. Casas flutuantes: habitação de interesse social e desobstrução da paisagem. - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, UNISINOS. Revista de Arquitetura da IMED, v. 2, n.1, 2013, p. 47-55, ISSN 2318-1109.

HERMES, Fernando. Elaboração de um projeto padrão de escola para regiões ribeirinhas. 2014. 95f. Dissertação (Mestrado em Processos Construtivos e Saneamento Urbano) – Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém.

HOLANDA, Frederico de. O espaço de exceção. Brasília. Editora Universitária de Brasília. 2002, p. 126.

LYNCH, Kevin. A imagem da cidade. Tradução Jefferson Luiz Camargo. São Paulo, Martins Fontes, 1997.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria de Portos e Costas. Normas da Autoridade Marítima nº 11. Disponíveis no site: <http://www.dpc.mar.mil.br/normas/normam>. Acessado em 10/05/2018.

MELLO, Sandra S. de. Na Beira do Rio tem uma Cidade: urbanidade e valorização dos corpos d'água. 348 f. Tese de Doutorado. Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UnB, 2008.

MUNFORD, Lewis. A cidade na história: suas origens, transformações e perspectivas. 4 ed. São Paulo, Martins Fontes. 1998. 741 p.

NETO, Tiago Samuel da Costa. Arquitetura Flutuante: Projetar uma habitação-tipo para um ambiente em transformação. 103 f. Dissertação de Mestrado. Escola de Arquitectura, Universidade do Minho, Portugal, 2015.

OLIVEIRA, J, A. Cidade de Manaus: Visões Interdisciplinares. Manaus: editora da Universidade Federal do Amazonas, 2003.

SATHLER, Douglas; MONTE-MÓR, Roberto L; CARVALHO, José A. M. As redes para além dos rios: urbanização e desequilíbrios na Amazônia brasileira. Belo Horizonte/MG, 2009.

SIQUEIRA, Nadja Irina Cernov de oliveira. Casa Vitória Régia: Habitação Popular e Sustentável. 46 f. Monografia de Graduação. Faculdade Interamericana de Porto Velho - UNIRON. Porto Velho. 2011.

TAGLIABUE, John. Casas-barco ganham popularidade em Amsterdã. Disponível em: <http://noticias.terra.com.br/jornais/interna/0,OI1828675-EI8255,00-Casasbarco+ganham+popularidade+em+Amsterda.html>. Acessado em 10/06/2017.

TRINDADE JR, Saint-Clair Cordeiro da; TAVARES, Maria Gorete da Costa. (Org.). Cidades ribeirinhas na Amazônia: mudanças e permanências. Belém. EDUFPA, 2008.

VISENTINI, Yara. Cidade e história na Amazônia, Curitiba, Editora da UFPR, 2004.

SITE LUIZ PRADO. Casas flutuantes, uma alternativa sustentável. Disponível em: <http://www.luizprado.com.br/2011/03/22/>. Acesso em 15/07/2017.

SITE PORTAL DO ARQUITETO. Casas flutuantes pode ser solução para zonas alagadas. Disponível em: <http://www.portaldoarquiteto.com/destaques/arquitetura/4294>. Acesso em 18/07/2017.

SITE AMAZÔNIA HOJE. Casa flutuante, morar sobre as águas com conforto vira realidade. Disponível em: <http://www.amazoniahoje.com/casa-flutuante-morar-sobre-as-aguas-com-conforto-vira-realidade/>. Acesso em 25/07/2017.

SITE INFRAESTRUTURA URBANA. Equipamentos Públicos - Projeto argentino cria mercado flutuante no Rio Amazonas. Disponível em: <http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/equipamentos-publicos/projeto-argentino-cria-mercado-flutuante-no-rio-amazonas-327651-1.aspx>. Acesso em 10/02/2017.

SITE WATERSTUDIO. Disponível em: <http://www.waterstudio.nl/projects/79#>. Acesso em 26/10/2017.

SITE GIANCARLO ZEMA. *WaterNest 100*. Disponível em: <http://www.giancarlozema.com/waternest-100/>. Acesso em 30/10/2017.

SITE ARCHDAILY. Arquitetura de morar – Severiano Porto. Disponível em: <http://www.archdaily.com.br/br/760193/arquitetura-de-morar-severiano-porto>. Acesso em 05/11/2017.

SITE LAFARGE HOCIM FOUNDATION. Salada de frutas – Requalificação da infraestrutura urbana ribeirinha. Disponível em: <https://www.lafargeholcim-foundation.org/Projects/fruit-salad>. Acesso em 04/02/2017.

BLOG DO ARQUITETO RENATO RAYOL. Casa flutuante com *Steel Frame*. Disponível em: http://renatorayol.blogspot.com.br/2014_01_01_archive.html. Acesso em 03/02/2017.

SITE DEZEEN. Arquitetos para a sociedade criam abrigos hexagonais de baixo custo para refugiados. Disponível em: https://www.dezeen.com/2016/04/14/architects-for-society-low-cost-hexagonal-shelter-housing-refugees-crisis-humanitarian-architecture/?fbclid=IwAR1EhYHQQUoiuS4fnHbbv6i5i4cVAKectLUiosI8ELf4tRaij3L_y0PzvsI. Acesso em 03/07/19

SITE EPS BRASIL. Disponível em: <http://www.epsbrasil.eco.br/eps/index.html>. Acesso em 03/04/2017.

SITE MINHA CASA MINHA VILA. Disponível em: http://minhacasaminhavila.blogspot.com/2011_04_01_archive.html. Acesso em 25/08/2017.

SITE NAUTIC EXPO. Disponível em: <http://www.nauticexpo.comptprodmartini-alfredoproduct-23818-104219.html>. Acesso em 03/07/19.

SITE PREFEITURA DE BELÉM. Disponível em: <http://www.belem.pa.gov.br/ver-belem/detalhe.php?p=191&i=1>. Acesso em 17/11/2018.