

A line drawing of a landscape. On the left, there are several jagged mountain peaks with hatched shading. In the foreground, there are several coniferous trees. On the right, there are several palm trees. The ground is represented by a simple horizontal line.

**{novas} formas de habitar:
projeto de uma habitação móvel e modular**

REBECA CRISTINA CARLOS CAMPOS

RECIFE, 2023

Trabalho de Graduação apresentado ao Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para a conclusão do curso de Arquitetura e Urbanismo

Rebeca Cristina Carlos Campos
Orientador: Pascal Machado

Recife, 2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Campos, Rebeca Cristina Carlos.

Novas formas de habitar: projeto de uma habitação móvel e modular / Rebeca
Cristina Carlos Campos. - Recife, 2023.

65 : il., tab.

Orientador(a): Pascal Machado

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação, Arquitetura e Urbanismo -
Bacharelado, 2023.

Inclui referências, apêndices.

1. Arquitetura móvel. 2. Habitação móvel. 3. Off-grid. I. Machado, Pascal.
(Orientação). II. Título.

720 CDD (22.ed.)

AGRADECIMENTOS

À minha família, mãe, irmãs, sobrinhos, tias e tio, primas e primos; por me considerarem arquiteta desde o primeiro dia da faculdade; por torcerem e apoiarem; por aguentarem os momentos que tive que dividir minha atenção para focar na faculdade ou na minha formação profissional; por todos os sonhos que têm para mim.

Aos meus amigos de sempre por serem um ponto seguro, uma companhia boa e um enriquecimento constante.

Aos amigos que fiz nessa trajetória, na faculdade ou nas experiências profissionais. Dividimos dores e aprendizados; sonhos e conquistas; surtos e conselhos; trabalho e diversão; choros e boas risadas. Obrigada por me ensinarem tanto. Que agora compartilhemos essa nova etapa.

A todos os meus professores pela dedicação em transmitir e compartilhar o seu conhecimento.

Agradeço, *in memoriam*, a minhas avós, ao meu tio e, especialmente, ao meu pai, Amauri Maurício Campos. Pessoas que ainda hoje fazem parte de quem sou, cruciais nessa trajetória, mesmo que não estejam aqui para vê-la se concluir.

P.S.: como boa irmã caçula, Raquel disse que tenho o dever moral de reconhecer e agradecer às vezes que ela e mainha pintaram e cortaram coisas para meus trabalhos da faculdade. Muito obrigada! A outros familiares e amigos que eventualmente também o fizeram - meus agradecimentos!

Agradecimentos pertinentes à confecção do trabalho em si: ao Prof Pascal Machado, meu orientador, que já nos primeiros períodos sempre mostrou esmero e dedicação com o trabalho de formar colegas e parceiros de profissão, sempre buscando ampliar horizontes, valorizar ideias, empoderar e orientar.

A Maria Dulce e Mariana Simões, calouras e parceiras que auxiliaram na pesquisa de materiais e na confecção de imagens tabelas.

A Mariana Moraes e Marina Holanda, por orientações, surtos e conselhos mútuos durante esse processo.

E, claro, ao meu amigo e presente especial dessa universidade, Diego Lopes, que engajou comigo desde o começo, esteve sempre disposto a ajudar e orientar (mesmo quando eu não queria pedir!), que revisou este trabalho e produziu comigo os últimos detalhes.

“Minha vida é andar por esse país
Pra ver se um dia descanso feliz
Guardando as recordações
Das terras onde passei
Andando pelos sertões
E dos amigos que lá deixei”

Luiz Gonzaga e H. Cordovil
A Vida de Viajante.

Para Rosa e Quel,
as melhores parceiras de viagens,
cruzaria a América do Sul com vocês

RESUMO

“Nomadismo contemporâneo”, “liberdade geográfica” e “caravanismo” são termos recorrentes na mídia; modificar o estilo de vida e “largar tudo” viver numa casa sobre rodas e cruzar a América do Sul tem se tornado um sonho de muitos brasileiros. Dentre as opções mais comuns estão os trailers e motorcasas, muitas vezes feitos pelos próprios usuários, e criam para si uma vida itinerante, parando e conhecendo de cidades e praias até lugares remotos e inexplorados. O objetivo do trabalho é colocar essas habitações sob a ótica arquitetônica e elaborar uma proposta sul-americana de um projeto de habitação móvel e *off-grid* (este último, para dar mais liberdade e autonomia para os viajantes). Em primeiro momento será estudado o cenário e os principais condicionantes desse meio de vida no Brasil e na América do Sul e, em seguida, serão abordados os conceitos de arquitetura/habitação móvel e habitação *off-grid*. A proposta de projeto é pautada em ser adaptável para diversas configurações familiares e também para os climas sul-americanos. Por fim, analisam-se algumas percepções sobre o espaço urbano que a habitação móvel ocupa e suas possibilidades.

Palavras-chave: arquitetura móvel, habitação móvel, *off-grid*

ABSTRACT

“Contemporary nomadism”, “geographic freedom” and “caravanism” are recurring terms in the media; and since the corona virus pandemic, the desire to change your lifestyle and “give up everything” to live in a house on wheels and explore new places. Among the most common options are travel trailers and motorhomes, which can be sold or built by specialized companies, or even made by the users themselves, who create an itinerant life for themselves, stopping and exploring cities and beaches to remote and unexplored places. The objective of this work is to place these mobile homes from an architectural perspective and develop a South American proposal for a mobile and off-grid housing project. Firstly, the scenario and the main conditions of this way of life in Brazil and South America will be studied, and then the concepts of mobile architecture/housing and off-grid housing will be addressed. The project proposal is based on being adaptable to different family configurations and also to South American climates. Finally, some perceptions about the urban space that mobile housing occupies and its possibilities are analyzed.

Keywords: mobile architecture, mobile housing, *off-grid*

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Planta baixa de Sobrado do Porto, em Ubatuba-SP (1847); a cozinha (4), localizada ao fundo da casa; ambientes como as alcovas foram extintas nas plantas atuais.....11	Figura 18 - Exemplo de chuveiro externo para trailers e campers; embora possa suprir o desejo de muitas pessoas, esse é um exemplo do que não será considerado como “casa móvel” neste trabalho17
Figura 02 - Planta baixa de um lançamento imobiliário (em construção, em agosto de 2023), em Jaboatão dos Guararapes-PE; a circulação é mínima, e a cozinha é próxima às áreas sociais, com acesso direto.....11	Figura 19 - O casal Evelin Marinho e Matheus Oliveira adaptaram um carro celta para uma “casa” de 2m ² ; removeram o banco traseiro, que virou depósito (e guarda inclusive um fogareiro portátil) e, junto dos bancos frontais abaixados, formam uma cama. O teto do carro tem uma placa solar, cuja bateria abastece duas tomadas, onde carregam celulares e ligam um mini ventilador. Para manter a privacidade e amenizar o calor, usam telas reflexivas; também possuem uma caixa d’água de 25L. Embora supra os desejos do casal, esse é um exemplo do que não será considerado como “casa móvel” neste trabalho.....17
Figura 03 - Planta de um apartamento médio de 2 quartos (100,00m ²) no Rio de Janeiro, anos 1970.....12	Figura 20 - <i>Plug-in city</i>18
Figura 04 - Planta de um apartamento médio de 2 quartos (59,60m ²) no Rio de Janeiro, anos 2010.....12	Figura 21 - <i>Living Pod Project</i>18
Figura 05 - Exemplo de uma casa autossustentável.....12	Figura 22 - <i>Living Pod Project</i> (externo).....18
Figura 06 - <i>Yurt</i> tradicional.....13	Figura 23 - <i>The Cushicle</i>18
Figura 07 - <i>Tipi</i>13	Figura 24 - <i>The Walking City</i>18
Figura 08 - Tenda beduína.....13	Figura 25 - Primeira motorcasa comercializado do mundo (produzido em 1914, modelo fotografado após ser restaurado).....18
Figura 09 - Modelo de motorcasa.....13	Figura 26 - Foto clássica do ciclista francês Alfred Letourneur transportando um trailer <i>Airstream</i> com uma bicicleta, demonstrando a leveza e a aerodinâmica do produto (1947).....22
Figura 10 - Modelo de camper.....13	Figura 27 - Caravana organizada por Wally Byam, entre 1959-1960, que se iniciou na Cidade do Cabo (África do Sul) e terminou no Cairo (Egito), sendo uma viagem de 7 meses, cortando 19.300km, contando com 106 pessoas de idades entre 6 e 86 anos.....19
Figura 11 - Modelo de trailer.....13	Figura 28 - <i>The Future House</i> (planta).....19
Figura 12 - Modelo de microcasa (um das primeiras a ser construída e legalizada no Brasil).....13	Figura 29 - <i>The Future House</i> sendo transportada.....19
Figura 13 - Fotomontagem de uma kombi adaptada para motorcasa.....13	Figura 30 - Desenho esquemático do interior de uma motorcasa, um tipo de habitação portátil (a) móvel autopropulsora, ou seja, com a mobilidade incorporada, não precisando de estrutura externa para realizar o deslocamento.....19
Figura 14 - Embora as casas sobre rodas sejam mais comuns, pela transportabilidade facilitada, existem modelos diversos, como casas-barco; a exemplo da <i>Nautilus House Boats</i> , projeto da <i>Nautilus Maxi</i> , que abriga até 6 pessoas.....14	
Figura 15 - Classificações mais comuns dos RVs norte-americanos.....14	
Figura 16 - Relação de veículo e peso que um motorista de categoria B está apto a dirigir.....14	
Figura 17 - A maioria das campervans não conseguem garantir todos os usos de uma casa dentro do perímetro interno; exemplo de cozinha externa de campervan; apesar de ser adequado para alguns usos, esse é um exemplo do que não será considerado como “casa móvel” neste trabalho.....17	

Figura 31 - Estudos sobre a transportabilidade da <i>Ecocapsule</i> , por <i>Nice Architects</i> , exemplo de habitação (a)movível realocável, que necessita de um elemento externo para deslocamento.....	19	Figura 41 - Esquema de funcionamento da captação de água da chuva; alguns fatores precisam ser considerados, como desprezar os primeiros litros de água (devido à sujeira da cobertura) e ter um ponto de escape para água (comumente chamado de ladrão) caso a capacidade do reservatório seja atingida antes da chuva acabar. Além disso, é importante não armazenar junto da água potável.....	25
Figura 32 - Esquema lógico do funcionamento do sistema solar <i>off-grid</i>	22	Figura 42 - <i>Stella Vita</i>	26
Figura 33 - Aerogerador cata-vento, com uma “cauda” que funciona como uma biruta, fazendo com que se oriente pela direção do vento.....	24	Figura 43 - Painéis solares da <i>Stella Vita</i>	26
Figura 34 - Esquema do funcionamento de um aerogerador.....	24	Figura 44 - <i>Ecocapsule</i> : abastecimento energético por aerogerador e painéis solares.....	26
Figura 35 - À esquerda, um aerogerador de eixo horizontal; os outros três são modelos recorrentes de aerogeradores de eixo vertical.....	24	Figura 45 - Esquema dos sistemas de geração de energia e de captação de água da <i>Ecocapsule</i>	26
Figura 36 - A caixa d’água costuma ficar na parte inferior da motorcasa ou do reboque, para evitar o desequilíbrio; uma opção é colocar embaixo do chassis, deixando mais espaço interno livre, mas, caso circule por lugares frios, aumenta o risco da água congelar, podendo romper a caixa ou até mesmo a tubulação inicial.....	25	Figura 46 - Peças pré-fabricadas que compõem a <i>packaged house</i> (1942).....	38
Figura 37 - Instalação de caixa d’água dentro da motorcasa (interno a um banco/sofá-cama); perde-se espaço de armazenamento, mas garante mais durabilidade e previne o congelamento em locais frios.....	25	Figura 47 - Esquema de montagem e planta baixa da <i>packaged house</i>	38
Figura 38 - Estrutura interna de um reservatório de polipropileno; a parte interna conta com montantes verticais para prevenir a formação de ondas, quando em movimento, que poderiam romper a caixa.....	25	Figura 48 - Adição do material por meio de camadas de espessura pré-definida, com desenho seguindo o modelo digital.....	38
Figura 39 - Estrutura de reservatório composta por galões separados, também eficientes em prevenir a formação de ondas; algumas pessoas aproveitam o sistema em galões para ter mais controle sobre o consumo de água.....	25	Figura 49 - A <i>Azure Printed Homes</i> é uma empresa estado-unidense que imprime em 24h micro-casas, utilizando um polímero específico (60% composto por garrafas recicladas). A empresa possui alguns modelos, que o cliente pode escolher, bem como quais acabamentos serão utilizados; são impressas como um volume único, e depois transportadas para o local de uso (Modelo na imagem: <i>Azure Marina D-Series</i>).....	38
Figura 40 - Esquema do funcionamento do sistema hidráulico de uma habitação móvel começa com a fonte de abastecimento (externa ou de tratamento interno da água; e depois segue por um registro e bomba que leva a água para todo o sistema; normalmente o aquecimento é realizado ao sair da bomba, por meio de um aquecedor de passagem; e depois segue a água fria e a quente para abastecer os pontos de uso, que contam com um ralo que liga para um reservatório de água cinza ou negra.....	25	Figura 50 - Casa da empresa <i>Azure</i> sendo impressa.....	38
		Figura 51 - Aproximação da impressão.....	38
		Figura 52 - <i>BioHome 3D</i> foi produzida pela Universidade de Maine, com um bioplástico totalmente reciclável, composto com 20% de bambu e o restante de PLA (ácido polilático) e bioplástico. O tempo de impressão não foi divulgado, mas pretendem desenvolver a tecnologia para que possam imprimir uma casa, que tem 61,30m ² , a cada dois dias.....	38
		Figura 53 - Impressão da <i>BioHome 3D</i>	38

Figura 54 - A <i>Urban Cabin</i> , é um projeto do <i>DUS Architects</i> , em Amsterdã, com 8m ² e é feita de um bioplástico cujo principal componente é a semente de linho; e é passível de ser totalmente reciclado e até mesmo reimpresso.....	38	Figura 69 - Fotomontagem da <i>nomus</i> na Patagônia (Argentina).....	59
Figura 55 - Uma foto montagem da Cidade Espacial, com as casas encaixadas na superestrutura que paira acima da cidade antiga e tradicional (ao fundo, a torre <i>Eiffel</i>).....	56	Figura 70 - A casa parasita, que pode ser montada em diversos lugares, inclusive no topo de edifícios.....	59
Figura 56 - Corte transversal exemplo de uma estrutura da Cidade Espacial.....	56	Figura 71 - Fotomontagem da <i>nomus</i> em edifícios de Medellín (Colômbia)	59
Figura 57 - Esboço da Cidade Espacial atualizado para o século XXI, onde Friedman entendia essa superestrutura como uma das soluções para a questão dos refugiados e desabrigados na Europa.....	56		
Figura 58 - Cidade do Ar.....	56		
Figura 59 - Colagem de Ron Heron de um “estacionamento” vertical de trailers.....	56		
Figura 60 - Exemplo de <i>camping</i>	57		
Figura 61 - Proposta de <i>camping</i> do MTur: módulo 1 - Circulação (acesso), módulo 2 - Acolhimento (estrutura de serviços e entretenimento), módulo 3 - Acampamento (área de montagem de barracas e paradas de motorcasas e trailers, com toda a infraestrutura necessária), módulo 4 - abastecimento (destinado à manutenção dos veículos) e módulo 5 - parada (um extra, que serviria de apoio seguro e regulamentado para caminhoneiros).....	57		
Figura 63 - Fotomontagem da <i>nomus</i> em uma rua de Buenos Aires.....	58		
Figura 62 - Estacionada na rua.....	58		
Figura 64 - Casa flutuante.....	58		
Figura 65 - Fotomontagem da <i>nomus</i> em uma balsa no rio Amazonas.....	58		
Figura 66 - O artista britânico Harrison Marshall, construí uma casa portátil que usa em um terreno desocupado.....	59		
Figura 67 - Fotomontagem da <i>nomus</i> em um terreno desocupado na Av. Caxangá (Recife-PE.....	59		
Figura 68 - Trailer no salar Uyuni (Bolívia).....	59		

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Altura máxima de veículo sem alguns países americanos.....	14
Tabela 02 - Exemplo de tabela de cálculo da ECD.....	23
Tabela 03 - Irradiação solar no plano inclinado, Recife-PE.....	23
Tabela 04 - Relação de energia consumida; observação: geladeiras são assinaladas com o uso diário de 8h como instrução dos fabricantes, visto que os motores não precisam estar 24h ligados.....	24
Tabela 05 - Sistematização da capacidade de armazenamento de água limpa e água servida de alguns trailers e motorcasas, segundo a quantidade de pessoas/leito de projetos/produtos estudos ao longo do trabalho.....	25
Tabela 06 - Sistemas de vasos sanitários para habitações móveis.....	26
Tabela 07 - Acampamentos turísticos (<i>campings</i>) cadastrados no MTur, por unidade da federação (anos de 2017, 2018 e 2019).....	57

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Metragem média dos lançamentos de imóveis na cidade de São Paulo.....	11
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Tipos de habitações móveis mais comuns.....	20
Quadro 02 - Pesquisa inicial.....	29
Quadro 03 - Premissas projetuais.....	30
Quadro 04 - Transportabilidade.....	32
Quadro 05 - Modulação.....	34
Quadro 06 - Estudo de combinações - nomus mínima.....	35
Quadro 07 - Estudo de combinações - nomus dupla.....	36
Quadro 08 - Estudo de combinações - nomus família.....	37
Quadro 09 - Tipos de filamentos plásticos.....	39
Quadro 10 - Definição do filamento.....	40
Quadro 11 - Perspectiva explodida.....	41
Quadro 12 - Geração de energia.....	43
Quadro 13 - Captação, uso e descarte de água.....	44
Quadro 14 - Adaptabilidade climática.....	46
Quadro 15 - Planta baixa nomus família - térreo.....	48
Quadro 16 - Planta baixa nomus família - mezanino.....	49
Quadro 17 - Corte transversal nomus família.....	50
Quadro 18 - Corte longitudinal nomus família.....	51
Quadro 19 - Detalhes - coberta.....	52
Quadro 20 - Detalhes - brises.....	53
Quadro 21 - Detalhes - móveis.....	54

SUMÁRIO

1. introdução

O habitar	11
O habitar em constante evolução	11
A humanidade já foi nômade	12
Uma proposta de habitação móvel e <i>off-grid</i> e sul-americana	15

2. o habitar e a arquitetura móvel

O mínimo para habitar	17
A arquitetura móvel	18
A habitação portátil	19

3. a habitação off-grid

<i>On-grid</i> vs <i>Off-grid</i>	22
Geração de energia	22
Captação, uso e descarte de água	24
Conectividade	26
Algumas habitações móveis <i>off-grid</i>	26

4. a proposta

O conceito	28
Uma habitação móvel	31
Uma habitação modular	33
Uma habitação off-grid	42
Uma habitação sul-americana	45
Uma habitação móvel, modular, <i>off-grid</i> e sul-americana	47

5. o espaço que a habitação móvel ocupa

Um recorte teórico	56
Um recorte da realidade	57
Ideações	58
Últimas considerações	60

6. referências

61

apêndice 01

Estudo de peso de acordo com a nomus	65
--------------------------------------	----



1. introdução

"– My mom says that you're homeless. Is that true?
– No, I'm not homeless. I'm just houseless. Not the same thing, right?"



O habitar

Ao longo da história, muitas imagens e percepções foram teorizadas sobre o surgimento da arquitetura e sobre sua essência; uma das imagens mais recorrentes é a ideia intrínseca da arquitetura como abrigo, partindo do princípio de seu “surgimento” por meio da concepção da “cabana primitiva”, descrita por Marc-Antonie Laugier (1713-1769), como produto do “homem primitivo”, um arquétipo para o ser humano primordial, que buscou construir para si um lugar que conseguiria abrigá-lo do sol, que o fustigava, e da chuva, que o assolava, mas que estivesse apto para o proteger sem o enterrar, como o faziam as cavernas e outros recantos (LAUGIER, 1753), colocando-se, então, o homem como agente pensante e ativo na transformação do espaço.

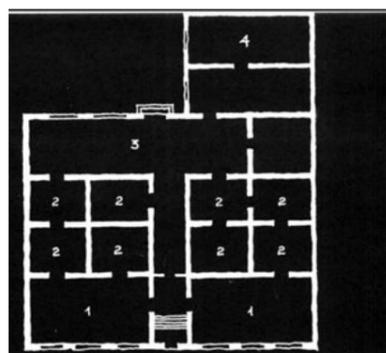
E essa ação transformadora do espaço, a arquitetura, foi se concretizando como meio com o qual o homem consegue criar e modificar os espaços necessários para realizar suas diversas funções pessoais e sociais, que influenciam na dominação (espacial e social) e na percepção do <ser> humano. Segundo o pensador alemão, Martin Heidegger (1889-1976), tudo, de certa forma, retorna à questão do habitar:

“Parece que só é possível habitar o que se constrói. **Este, o construir, tem aquele, o habitar, como meta.** Mas nem todas as construções são habitações; a estação ferroviária, a autoestrada, a represa, o mercado são construções e não habitações. Essas várias construções estão, porém, no âmbito do nosso habitar, um âmbito que ultrapassa essas construções sem limitar-se a uma habitação. [...] Essas construções fornecem ao homem um abrigo. [...] **As construções que não são uma habitação ainda continuam a se determinar pelo habitar, uma vez que servem para o habitar do homem. Habitar seria, em todo caso, o fim que se impõe a todo construir.** Habitar e construir encontram-se, assim, numa relação de meios e fins. [...] Não habitamos porque construímos. Ao contrário. Construímos e chegamos a construir à medida que habitamos [...]” (HEIDEGGER, 1994. Grifo próprio)

Portanto, a habitação, ou a casa, se consolida como fim, concomitante ou principal, da construção e da arquitetura. Gaston Bacharelad (1884-1962), entende a casa como nosso “canto do mundo”, um lugar que promove e resguarda nossas vivências efetivas e afetivas, sendo um lugar de intimidade, conforto e segurança:

Com efeito, a casa é, à primeira vista, um objeto rigidamente geométrico. Somos tentados a analisá-la racionalmente. Sua realidade inicial é visível e tangível. É feita de sólidos bem talhados, de vigas bem encaixadas. A linha reta predomina. O fio de prumo deixou-lhe a marca de sua sabedoria, de seu equilíbrio. Tal objeto geométrico deveria resistir a metáforas que acolhem o corpo humano, a alma humana. **Mas a transposição para o humano ocorre de imediato, assim que encaramos a casa como um espaço de conforto e intimidade, como um espaço que deve condensar e defender a intimidade.** (BACHELARD, 1957, p. 64; grifo próprio)

Assim, a habitação ou a casa, é espaço concreto que promove e resguarda essas percepções de conforto, intimidade e proteção, ligando-se ao seu habitante; e, idealmente, devendo ser apta a atender suas necessidades e aspirações, proporcionando a sensação de segurança e pertencimento: “[...] uma casa está sempre ligada a alguém que a representa, o que se deixa representar por ela.” (Rodrigues, 2008).



2. alcovas; 3. sala de viver ou varanda; 4. cozinha

Figura 01 - Planta baixa de Sobrado do Porto, em Ubatuba-SP (1847); a cozinha (4), localizada ao fundo da casa; ambientes como as alcovas foram extintas nas plantas atuais

Fonte: Quadro da Arquitetura no Brasil

O habitar em constante evolução

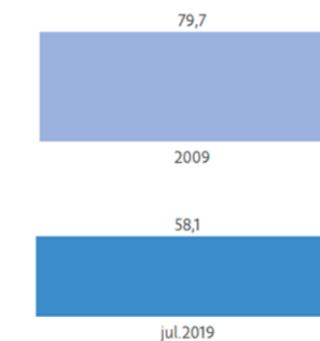
Ao longo da história, essas necessidades e aspirações foram e vão sendo transformadas e ressignificadas, e a arquitetura se consolida no papel importante de responder e, por vezes, predispor, essas transformações sócio-culturais e econômicas. Além disso, as construções vão se modificando conforme surgem novos materiais e sistemas construtivos, além de novas infraestruturas, como água encanada, recolhimento de esgoto e eletricidade. Como exemplos gerais, podemos recordar das habitações do começo do século XIX, no geral unifamiliares, com mais espaços e cômodos monofuncionais; enquanto, com o desenvolvimento do uso do aço e a criação dos elevadores, ao fim do século e o começo do próximo, surgiram prédios de múltiplos pavimentos (multifamiliares ou empresariais), com toda uma percepção diferente do uso e da disposição do espaço. Ou ainda, analisando uma casa/apartamento internamente, na forma com que a cozinha, que deixou de ser território do escravo e da empregada doméstica e, portanto, foi retirada dos fundos das casas e apartamentos e incorporada ao lado da sala de estar (OTH, 2009) ou em conjunto com ela (figuras 01 e 02).

Atualmente, conseguimos observar como padrões de plantas habitacionais da segunda metade do século passado se encontram obsoletos para muitas das configurações familiares dos dias atuais; por exemplo, segundo um estudo da Unfpa-ONU (2018), em 1960, a família brasileira tinha em média 6,28 filhos, enquanto em 2018, esse valor era de 1,7 por família, o que indica não só a diminuição das famílias, como também que mais casais optam por não ter filhos e, habitações que antes contavam com quatro quartos, se tornam, muitas vezes, excessivas e, conseqüentemente, muito onerosas para os dias atuais. Com o crescimento populacional e dos grandes centros urbanos, o espaço tornou-se mais caro, corroborando também para a diminuição das plantas habitacionais. Na cidade de São Paulo, por exemplo, a Secovi-SP (2019) identificou que durante a década de 2009-2019, o tamanho médio dos novos apartamentos da cidade foi reduzido em 27%, de 79,70m² para 58,10m² (gráfico 01); e no Rio de Janeiro, houve uma redução de 18%, de 71,28m² para 58,40m², no tamanho médio dos apartamentos de dois quartos, no período de 2002-2014, e, num período mais amplo (anos 1970 até anos 2010) percebe-se uma completa reconfiguração interna dos lançamentos (figuras 03 e 04) (OGlobo, 2014; dados de pesquisa da Ademi-RJ).



Figura 02 - Planta baixa de um lançamento imobiliário (em construção, em agosto de 2023), em Jaboatão dos Guararapes-PE; a circulação é mínima, e a cozinha é próxima às áreas sociais, com acesso direto

Fonte: MRV Imóveis



- 1 dormitório: -40%
- 2 dormitórios: -11,3%
- 3 dormitórios: +11,7%
- 4 dormitórios: +5,9%
- Total: -27,2%

Fontes: Secovi-SP e Embrasp

Gráfico 01 - Metragem média dos lançamentos de imóveis na cidade de São Paulo
Fonte: Folha de São Paulo, Secovi-SP e Embrasp



Figura 03 - Planta de um apartamento médio de 2 quartos (100,00m²) no Rio de Janeiro, anos 1970

Fonte: O Globo

Figura 04 - Planta de um apartamento médio de 2 quartos (59,60m²) no Rio de Janeiro, anos 2010

Fonte: O Globo

Para além dessas transformações materiais e espaciais, atualmente a tecnologia tem promovido novas mudanças nas habitações: cresceu a demanda por construções autos-sustentáveis (capazes de se manterem, de forma independente, supridas de recursos, principalmente energia, e com o reúso e, se possível, tratamento da água, ver figura 05); por automação (ou “casas inteligentes”, que incorporadas a sistemas como assistentes virtuais, etc.); surgimento e difusão das microcasas (*tiny houses*); de edificações construídas por técnicas de impressão 3D, usando materiais diversos, como concreto e bioplástico; etc.

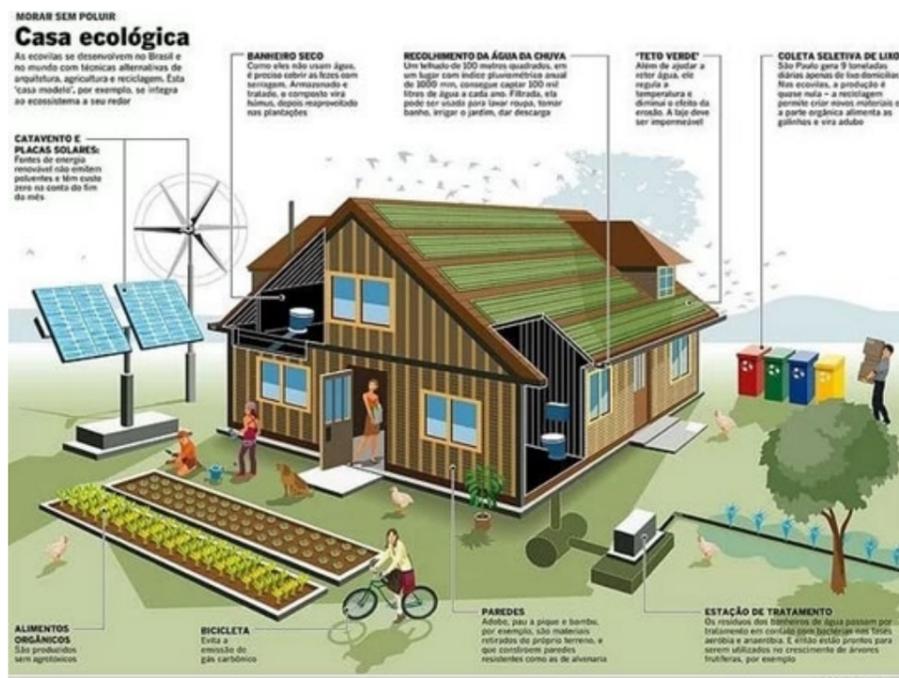


Figura 05 - Exemplo de uma casa autossustentável
Fonte: Neomundo

A humanidade já foi nômade

Entretanto, essas mudanças nem sempre significam a negação de um estado anterior, podem, por vezes, apenas ressignificá-lo, ou talvez retomar uma forma ainda mais antiga e adaptá-la sob uma nova ótica, que se adequa a um tipo de usuário. É o caso, por exemplo, de uma modalidade de moradia que vem sendo retomada e crescendo nos últimos anos: a habitação nômade. Em primeira definição entenderemos “nômade” como aquele ou aquela que não cria moradia em um lugar fixo no território, que está em permanente mudança (*in*: Houaiss) e, por habitação nômade ou habitação móvel, (em conceito inicial, pois será elaborado posteriormente), à habitação que o nômade leva consigo para os lugares que habitam temporariamente.

Esse habitar temporário tem se manifestado como tendência, existindo termos como “nomadismo contemporâneo”, dado a pessoas que optam por ter trabalhos temporários e/ou remotos (ou não trabalharam, por serem aposentados ou possuírem renda passiva), e vão mudando de localidade (até mesmo de país), conforme demandas e desejos; e o “nomadismo digital”, de pessoas que podem trabalhar de qualquer lugar do mundo, escolhendo ativamente os locais que querem estar e estão em constante mudança, visando conhecer e explorar novos lugares. Esses dois termos também estão associados com a chamada “liberdade geográfica”, que traz essa percepção que a escolha do lugar de habitação não precisa mais estar associada ao emprego (ou oferta dele) ou à presença de família e amigos, pois a tecnologia permite essas proximidades entre lugares fisicamente distantes. Essa tendência do nomadismo digital vem sendo incentivada, inclusive com muitos países aderindo a vistos exclusivos para nômades digitais, como Indonésia, Emirado dos Árabes, Espanha, Portugal, entre outros. Esse estilo de vida cresceu bastante com a pandemia da Covid-19, contando com mais de 35 milhões de adeptos, e, ainda segundo o Relatório Global de Tendências Migratórias 2022 (Fragomen), acredita-se que em 2035, existirão cerca de 1 bilhão de nômades digitais.

O nomadismo contemporâneo difere muito do nomadismo pré-histórico, da antiguidade e de povos tradicionais (alguns existentes até hoje), principalmente na questão das motivações. Atualmente, está muito mais ligado ao desejo de descoberta e exploração, conectado com as possibilidades tecnológicas e político-econômicas (a facilidade de visitar outros países, trocar moedas e se comunicar em outros idiomas, por exemplo); de conhecer novas culturas e paisagens (MARTINS, 2013). Há também nesse desejo, a busca por mais liberdade de onde investir seu tempo e dinheiro, escolhendo os lugares onde morar e priorizando experiências em detrimento do “ter” e consumir, pautando, muitas vezes,



Figura 06 - Yurt tradicional
Fonte: Espaço Naturalmente

por uma vida mais minimalista, e também mais sustentável (GARCIA-GUZMAN, 2019), procurando habitações que possam se manter, energeticamente, de forma independente e estando mais conscientes do espaço que ocupam e daquilo que consomem. Enquanto, anteriormente, o nomadismo era uma questão racional e cultural, de oferta de alimentos ou condições climáticas, principalmente na pré-história, com povos caçadores-coletores que se deslocavam pelo território de forma cíclica e conforme a disponibilidade de recursos naturais (GARCIA-GUZMAN, 2019).



Figura 07 - Tipi
Fonte: Artsection

Esses povos produziam uma arquitetura própria e adaptável, com alguns exemplares que permaneceram (com certas transformações) até hoje; como o *yurt* mongol (figura 06), uma espécie de tenda desmontável, construída com madeira e lã, permitindo um bom isolamento térmico, e eram desmontadas e facilmente transportadas em carroças até a próxima paragem (National Geographic Society). Outro exemplo bem conhecido é o *tipi* (figura 07), que significa “casa” ou “lugar em que se vive”, e é a típica cabana indígena norte-americana, com formato de cone que é visto em muitos filmes, e indica, inclusive, uma grande adaptabilidade construtiva, pois essa forma permite proteção contra os ventos fortes do oeste americano, além de promover um efeito “chaminé”, evitando o acúmulo de fumaça, e também permite a rápida montagem e desmontagem (Tipi-Wekstatt).



Figura 08 - Tenda beduína
Fonte: Depositphotos

Ainda hoje existem alguns povos que vivenciam o nomadismo tradicional, como alguns grupos ciganos, alguns aborígenes australianos, tuaregues, etc. Entre eles, temos os beduínos, povo que vive entre o Oriente Médio e os desertos do norte da África (ainda representa uma parcela importante da população, mas desde a Segunda Guerra Mundial, o estilo de vida deles tem entrado em decadência) e têm o nome possivelmente derivado de uma dessas alternativas (árabes): *al bedu*, que seria “habitantes de terras abertas” ou de *al beit*, “povo de tenda” (Super Interessante). Com suas moradias em formas de tendas montadas de peles de animais e estacas de madeira, os beduínos formam acampamentos de rápida montagem e desmontagem, em que as tendas (figura 08) têm cerca de 2,5m de altura por até 6m de comprimento, e sobre o chão são colocados grossos tapetes; normalmente essas tendas são divididas em duas partes, uma destinada às mulheres e crianças, e outra para os homens, onde convivem, recebem convidados e realizam trocas comerciais (Super Interessante).

Mas, como explicado, quando falamos do nomadismo contemporâneo as motivações são outras; Martins (2003) fala sobre a “fome de mundo”, o desejo de conhecer e explorar como principal motivador, sendo necessário pensar em soluções que facilitem essa exploração. A maioria dos nômades contemporâneos viajam de forma solitária ou em casal (RVIA-EUA); mas alguns o fazem em família ou com um ou dois amigos próximos; e, embora não seja possível afirmar que todos aderem a habitações portáteis (aluguéis de curto prazo de casas/apartamentos mobiliados, hostels e hotéis, etc. também são opções viáveis), no nômade ainda pode existir:

“[...] a vontade de se deslocar com a mala de viagem gigante que conteria tudo que era necessário a uma vida autônoma, livre das reservas de comboio, de avião, e hotel e de outras contingências, a casa ganha rodas e segue o seu habitante. [...] Uma casa móvel, é o lugar onde se procura o bem-estar físico e emocional, sendo a casa, um local de refúgio e proteção, surgindo da necessidade de abrigo do corpo.” (MARTINS, 2013, p.38)

De maneira que uma habitação móvel, normalmente sobre rodas, se torna a opção que traz mais conforto e autonomia, facilitando o transporte e evitando a procura de lugares para passar a temporada ou pernoitar. Habitações (des)montáveis, como tendas e barracas, não proporcionam esse conforto e praticidade, sendo normalmente optado o uso de: motorcasa (figura 09), camper (figura 10), trailer (figura 11) e microcasa (figura 12), etc. Essas opções são uma forma de ter máxima flexibilidade e independência, e que, mesmo em meio a uma vida itinerante, o indivíduo consiga ter sua própria casa e, que, nessa percepção, é permanente, onde ele pode mudar de cidade, mas habitar no mesmo lugar (a casa-móvel), resguardando seu lugar de segurança e pertencimento. Essas casas-móveis podem ser produtos comercializados e concebidos especificamente para esse fim, ou adaptações de automóveis e reboques, sendo recorrente que os nômades optam por concebê-las ou alterá-las para suas necessidades específicas antes de iniciarem suas jornadas (figura 13).



Figura 09 - Modelo de motorcasa
Fonte: Estrella Mobil Motorhomes



Figura 10 - Modelo de camper
Fonte: Camper Duaron



Figura 11 - Modelo de trailer
Fonte: Airstream



Figura 12 - Modelo de microcasa (um das primeiras a ser construída e legalizada no Brasil)
Fonte: Toca Turquesa



Figura 13 - Fotomontagem de uma kombi adaptada para motorcasa
Fonte: Outras Áreas



Figura 14 - Embora as casas sobre rodas sejam mais comuns, pela transportabilidade facilitada, existem modelos diversos, como casas-barco; a exemplo da Nautilus House Boats, projeto da Nautilus Maxi, que abriga até 6 pessoas

Fonte: Nautilus Maxi

A adesão a esses veículos-moradias é composta tanto por pessoas que moram permanentemente (nômades), como por aqueles que usam em estadias temporárias, normalmente no período de férias, ajudando a reduzir os custos e dando mais autonomia para os viajantes. Segundo um estudo de 2018, pela RVIA (*Recreational Vehicle Industry Association*), nos Estados Unidos existiam cerca de 1 milhão de pessoas que vivem exclusivamente em habitação móvel sobre rodas; e que cerca de 11% das famílias americanas possuíam um RV (*Recreational Vehicle*), que seria o que conhecemos como motorcasas e trailers (figura 15). Ainda conforme o estudo, a indústria de RVs cresceu 200% entre 2009-2017, e só no ano de 2018, movimentou 114 bilhões de dólares na economia americana.

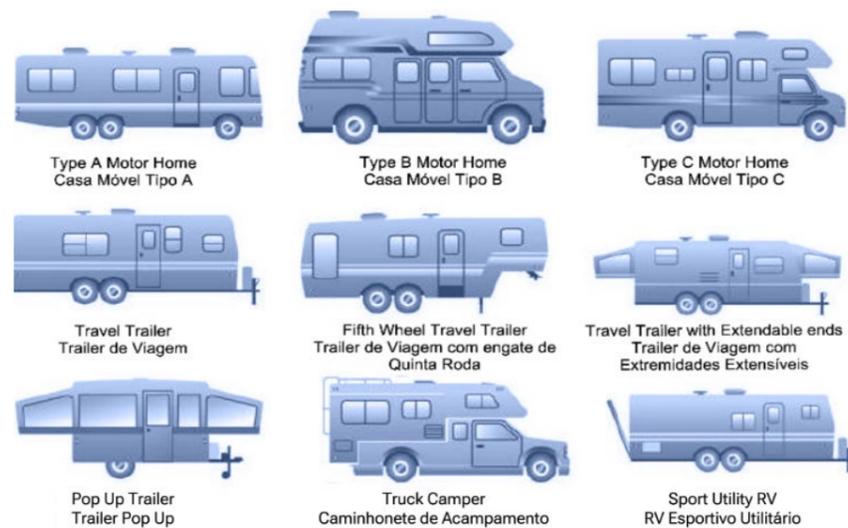


Figura 15 - Classificações mais comuns dos RVs norte-americanos

Fonte: The Sold Campsite (adaptada)

No Brasil, o nomadismo por meio dessas habitações não é tão disseminado, então existe a carência de dados e instituições consolidadas para pesquisa e entendimento desse movimento. Um fator que pode ter contribuído para situação foi uma limitação que ocorreu com a transição do Código Nacional de Trânsito para o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), que vigora até hoje, sendo instituído pela Lei 9.503, de 23 de setembro de 1997; onde o Artigo 143 tipifica as categorias da Carteira Nacional de Habilitação (CNH), onde as categorias mais difundidas entre a população em geral são: A (para motos e similares) e B (para veículos de passeio) as mais comuns, mais baratas e mais rápidas de adquirir. Onde a categoria B, com a redação de 1997, ficou restrita ao transporte de veículos com peso bruto total (PBT) de até 3.500kg, incluindo reboques que fossem transportados associadamente (BRASIL, 1997); essa restrição limitou bastante a possibilidade de se transportar habitações, principalmente em trailers, fazendo, inclusive, com que empresas consolidadas fechassem as portas, como a Turiscar (Turiscar).

Entretanto, em 2011 ocorreu uma alteração, por meio da Lei nº 12.452, foi incluído que o motorista de categoria B, ou superior, poderia conduzir um veículo automotor classificado como motorcasa de até 6.000kg e lotação máxima de 8 lugares, excluindo o motorista (figura 16). Outra mudança significativa que pode influenciar a difusão desse tipo de nomadismo no Brasil, foi dada em 2022, com a Lei nº 14.440, configurando a última redação (até setembro de 2023) do Artigo 143, do CTB, tornando o motorista categoria B apto para rebocar uma unidade acoplada de até 6.000kg, totalizando 9.500kg que podem ser transportados se for feita a combinação de veículo automotor com um reboque/semi-reboque (figura 16). Na tabela 1, é possível ver algumas dimensões máximas de outros países americanos.



Figura 16 - Relação de veículo e peso que um motorista de categoria B está apto para dirigir
Fonte: CTB e Contran (adaptado)

	Altura máx. veículos
Brasil	4,40m
Argentina	4,10m
Uruguai	4,10m
Mercosul*	4,10m
Bolívia	4,10m
Chile	4,20m
EUA	4,10 - 4,40m
	Comprimento máx. reboque
Mercosul*	8,60m

Tabela 01 - Altura máxima de veículos em alguns países americanos
*Resolução nº 65/08 do Grupo Mercado Comum (GMC - Mercosul), assinada por Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai.
Fonte: GMC e GEIPOT/MT (adaptada)

Porquanto não existe, divulgadamente, órgãos oficiais que quantifiquem e divulguem esses dados, só é possível ter uma percepção da difusão desse tipo de moradia, no Brasil, mediante a informações divulgadas por empresas privadas desse nicho, como a *Estrella Mobil Motorhomes*, que atua produzindo motorcasas desde 2017, e que identificou, apenas nos primeiros 7 meses de 2021, um crescimento de 60% nas vendas da empresa em relação ao mesmo período no ano de 2020. A mesma empresa também percebeu uma variação de 20% para 35% nos compradores que pretendiam viver nas motorcasas, bem como cresceu o número de donos com menos de 40 anos e que trabalham remotamente. Na confecção deste trabalho, buscou-se contato com a empresa no intuito de ter mais detalhes da pesquisa, mas não se obteve resposta; bem como se tentou conseguir dados de outras empresas consolidadas, como a Camper Duaron e a Turiscar, mas não houveram mais dados para enriquecer o panorama brasileiro.

Uma proposta de habitação móvel, *off-grid* e sul-americana

Conforme abordado anteriormente, a arquitetura tem como papel fundamental tratar da concepção e da construção do espaço onde o homem habita e exerce suas atividades. Sendo assim, o arquiteto precisa reconhecer essa tendência global e crescente do nomadismo contemporâneo e da habitação móvel, capaz de dar liberdade geográfica e conforto constante para seu habitante, e tratá-la como um problema de natureza arquitetônica, como um modo de viver e habitar, que tem necessidades e características próprias para responderem aos desejos de seus habitantes.

Porquanto, este presente trabalho tem como objetivo **elaborar um projeto de uma habitação móvel, *off-grid* e sul-americana**, propondo um projeto na visão de um arquiteto de uma estrutura móvel capaz de promover uma habitação de qualidade e conforto, para atender a nômades digitais em diversas configurações familiares (solo, casal, família, etc.) e buscando soluções que formetem a autonomia energética e hídrica da residência. Tratando-se de uma proposta brasileira, a habitação será pensada para o uso na América do Sul, atendendo a requisitos legais para transporte, e aos diversos condicionantes climáticos, do Ushuaia ao Nordeste brasileiro.

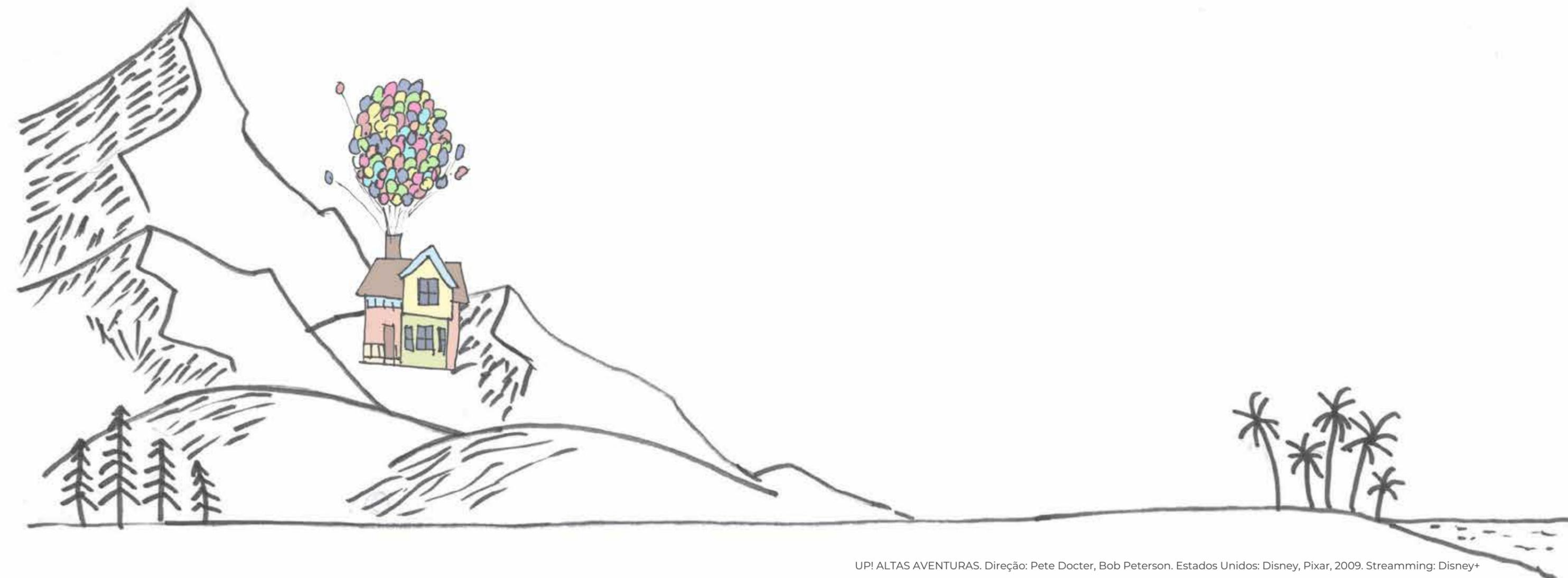
Assim, tem por objetivos específicos: 1. Entender os principais cenários e condicionantes da habitação móvel no Brasil e na América do Sul; 2. Conceituar e estudar projetos de arquitetura e habitação móvel para a definição da tipologia do projeto; 3. Pesquisar os sistemas *off-grid* disponíveis para habitações móveis, visando garantir um bom nível de autonomia da residência; 4. Elaborar um projeto de habitação móvel e *off-grid* apta para circular na América do Sul; e 5. Explorar um pouco nas implicações urbanas sobre o espaço que a habitação móvel ocupa.

Os três primeiros capítulos abordam os três primeiros objetivos específicos, tratando do referencial teórico que visou entender e contextualizar os termos utilizados e do cenário em que se dará a proposta; o conteúdo tem como fonte arquitetos, órgãos públicos, associações, empresas privadas e reportagens. O quarto capítulo trata da proposta de projeto, resultado do objetivo geral. O quinto capítulo trata da conclusão do conteúdo abordado, apresentando um pouco sobre a problemática urbana das habitações móveis e as considerações finais do trabalho.



2. o habitar e a arquitetura móvel

“Muita gente viaja de avião, mas o senhor é esperto, vai levar sua TV e as outras coisas.”



O mínimo para habitar

Diante da problemática de projetar uma habitação móvel é preciso primeiro entender o que é habitação. Como abordado anteriormente, a habitação é o nosso “canto no mundo” (BACHARELAD, 1957), que serve tanto para nos proteger quanto para servir de lugar que promova e resguarde nossa intimidade e nos transmita conforto e pertencimento. Quanto ao seu formato, foi visto também que não existe modelo fixo, pois é algo que é transformado ao longo do tempo e varia conforme as necessidades e desejos dos povos e dos indivíduos. Entretanto, como arquitetos, existe sempre a reflexão do que seria o mínimo para habitar, para criar esse espaço que chamamos de casa.

Esse é um debate amplo, e para o entendimento deste trabalho, vai ser abordada a problemática do ponto de vista modernista, que iniciou o debate da casa como máquina-de-morar, que precisa ser higiênica, funcional, estandardizada e econômica (tanto de execução, quanto em espaço e tempo). Com o CIAM II (*Congrès Internationaux d'Architecture Moderne*), na Alemanha, em 1929, que tratou do problema da “unidade mínima de habitação”, o arquiteto Walter Gropius (1883-1969) se valeu da palavra alemã *existenzminimum*, que significa algo como ‘mínimo vital’ ou o ‘mínimo para subsistência’ (LINGUEE), e passou a entender que uma habitação deveria usar o mínimo de meios possíveis para permitir que o homem possa exercer suas funções vitais sem que a casa se torne um fator restritivo para isso. Le Corbusier (1887-1965) complementa que essa série de “funções vitais” ou “funções domésticas” se organizam numa circulação lógica nos diversos espaços.

Essa circulação e esses espaços deveriam ser matéria do arquiteto contemporâneo, e estudadas para se chegar no entendimento do mínimo espaço e da menor circulação necessária para a realização de cada atividade. Ou seja, a visão modernista do “mínimo para viver” focava na eficiência espacial e na vida prática do habitante. Além de definir, esses arquitetos ainda buscavam sistematizar todo o mínimo necessário para uma família viver, indo além da construção da moradia e englobando o funcionamento do mobiliário, o modo de vida e a racionalização e o uso desse espaço.

As “funções vitais” que o indivíduo precisa exercer são diversas, e o ser humano precisa suprir suas necessidades de pertencimento (social e emocional), de segurança (a casa como abrigo e resguardo) e fisiológicas (como alimentação e hidratação, higiene, excreção, repouso, etc.); sendo a casa um dos locais primordiais para essas ações. Então, quando tratamos de uma “unidade mínima de habitação” ou, como chamaremos, uma unidade habitacional, precisamos pensar



Figura 17 - A maioria das campervans não conseguem garantir todos os usos de uma casa dentro do perímetro interno; exemplo de cozinha externa de campervan; apesar de ser adequado para alguns usos, esse é um exemplo do que não será considerado como “casa móvel” neste trabalho

Fonte: Mochilar Eu Preciso

em espaços que consigam suprir essas necessidades. É por isso que muitas legislações definem uma unidade habitacional como lugares que têm “[...] necessariamente, ambientes para estar, repouso, alimentação e higiene.” (RECIFE, 2012) ou ainda “Art. 90° - Cada unidade residencial é caracterizada pela reunião de, no mínimo, 3 (três) compartimentos destinados à sala-dormitório, à cozinha e a instalações sanitárias.” (TAMANDARÉ, 2002).

Uma unidade habitacional não precisa se restringir a essa configuração, mas, para ser propriamente uma casa, precisa supri-las. Então, como o presente trabalho trata da concepção de uma habitação móvel, serão apenas estudados casos em que esses requisitos estão sendo atendidos, pois também é comum o uso, por nômades contemporâneos, de veículos que permitem certas funções como dormir, usar o vaso sanitário, mas que não possuem chuveiro ou cozinha internos ao veículo (não cumprindo em promover esses usos de forma abrigada), como a maioria das *campervans* (figuras 17 e 18), sendo assim, não podendo ser propriamente chamadas de casas ou habitações. Além disso, muitas das opções não permitem, em nenhuma parte, a circulação em pé do indivíduo, sendo assim, incapazes de garantir um conforto mínimo (figura 19). Portanto, no decorrer deste trabalho, toda vez que se falar de habitação, pressupõe-se a existência de espaços de estar/repouso (sala e quarto, integrados ou não), alimentação (cozinha e lugar de realizar as refeições) e higiene (banheiro com no mínimo uma ducha/chuveiro e um vaso sanitário), em que o indivíduo pode realizar essas funções com o espaço mínimo necessário para seu conforto e concretização.



Figura 18 - Exemplo de chuveiro externo para trailers e campers; embora possa suprir o desejo de muitas pessoas, esse é um exemplo do que não será considerado como “casa móvel” neste trabalho

Fonte: Scorpion Trailers do Brasil



Figura 19 - O casal Evelin Marinho e Matheus Oliveira adaptaram um carro celta para uma “casa” de 2m²; removeram o banco traseiro, que virou depósito (e guarda inclusive um fogareiro portátil) e, junto dos bancos frontais abaixados, formam uma cama. O teto do carro tem uma placa solar, cuja bateria abastece duas tomadas, onde carregam celulares e ligam um mini ventilador. Para manter a privacidade e amenizar o calor, usam telas reflexivas; também possuem uma caixa d’água de 25L. Embora supra os desejos do casal, esse é um exemplo do que não será considerado como “casa móvel” neste trabalho

Fonte: Roteiro desconhecido

A arquitetura móvel

Muito embora, como abordado anteriormente, a arquitetura móvel remonta a períodos remotos da humanidade, sua conceituação começou a ser mais explorada na pós-modernidade, sendo Yona Friedman (1923-2019), arquiteto húngaro-francês, um dos primeiros a trazer o termo “Arquitetura Móvel”, quando, em 1958, publicou o manifesto *L'Architecture Mobile*, em que diz: “Chamamos de ‘arquitetura móvel’ qualquer solução que permita aos usuários tomar uma decisão direta e transformar diretamente seu ambiente no momento em que decidir revisar e corrigir sua decisão anterior.” (FRIEDMAN, Y. 1973, p.132). Ou seja, a sua percepção de mobilidade na arquitetura está na capacidade de seu usuário/habitante de ser agente decisor contínuo, capaz de transformar seu espaço conforme sua necessidade e seu desejo, seja essa transformação no objeto arquitetônico em si, ou na troca do lugar em que este se encontra. Esse conceito reforça que o que está no cerne da “mobilidade na arquitetura”, é a ideia do indivíduo como centro da obra arquitetônica: é ele quem a utiliza, não o arquiteto; é a ele que o projeto deve responder, tanto na etapa projetual quanto em se adaptar ao longo do uso.

Contemporâneo a Friedman, temos o grupo da revista *Archigram* (1961-1970), composto por seis arquitetos ingleses, dentre eles Peter Cook (1936-), David Greene (1937-) e Ron Heron (1930-1994), onde promoveram 10 edições (entre 1961-1974) dessa revista, publicando projetos com ideias de otimismo tecnológico e exploração e extrapolação das possibilidades da época (bem coerente com o contexto da Guerra Fria e da Corrida Espacial), fazendo investigações projetuais e criando esboços e ideias um tanto fantasiosas, sendo muito impactadas pela sociedade do consumo e pelas ideias de flexibilidade e mobilidade, sempre com um caráter muito utópico (VIRTRUVIUS).

Do *Archigram*, é válido destacar alguns projetos como *Plug-in City* (figura 20), Peter Cook, 1964, a qual é uma proposta bem complexa da cidade como uma rede totalmente suprida e interconectada, com serviços diversos para garantir o bem-estar do homem, e onde todas as construções seriam encaixadas (*plug-in*), e as habitações seriam cápsulas pré-fabricadas, pensadas segundo a ideia da casa como “máquina de morar”. Além de Peter, David Greene projetou outra casa conectável, o *Living Pod Project* (figuras 21 e 22), em 1965, que foi o estudo de uma casa cápsula que poderia se transformar também em casa-trailer, o que possibilitaria que ela também fosse usada em campo aberto; e previa uma tecnologia de ponta, consistia numa casa hermeticamente fechada, capaz de ser usada até no fundo do mar (VIRTRUVIUS).



Figura 21 - Living Pod Project (externo)

Fonte: Archigram

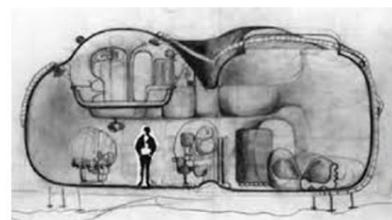


Figura 22 - Living Pod Project

Fonte: Archigram

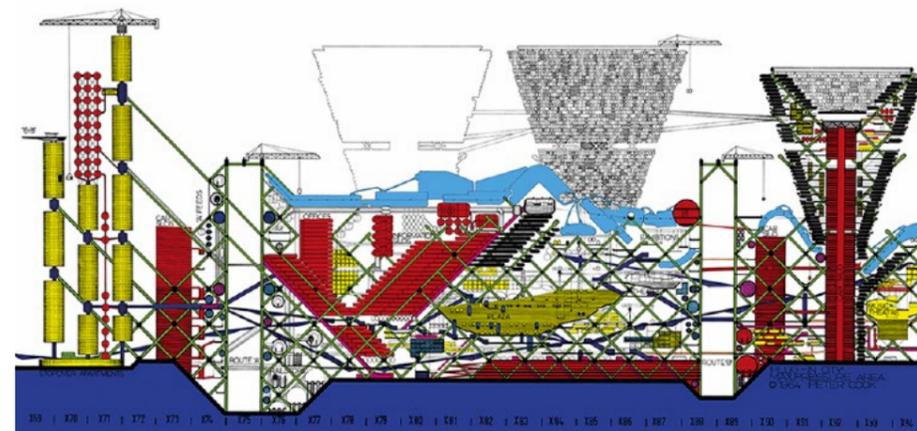


Figura 20 - Plug-in city

Fonte: Archigram

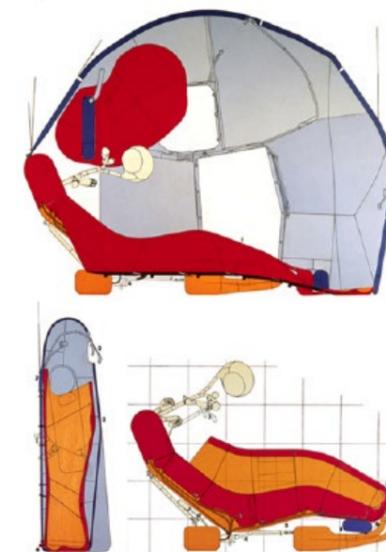


Figura 23 - The Cushicle

Fonte: Archigram

Outro caso interessante é o *The Cushicle* (Mike Webb, 1966), que era uma unidade habitacional transportável, pensada para estadias provisórias em lugares ermos, sendo um micro-ambiente habitável e de alto nível de conforto ambiental; e poderia ser desmontada ao ponto de ser carregada junto às suas costas, pronta para ser usada ao tirá-la da mochila. O *Cushicle* (figura 23) foi concebido para ser de alta tecnologia e, inclusive, pensava na conectividade, com estrutura para permitir a comunicação via satélite até em lugares inóspitos. Outro projeto interessante é *The Walking City* (figura 24), 1964, ou Cidade Andante, uma proposta de cidade que não tinha raízes, construída com imensas pernas, capazes de se deslocar no território, inclusive na água, estando em constante movimento, saindo da escala da habitação móvel para a escala da metrópole móvel (VIRTRUVIUS).

Para além dessas ideias de vanguarda, o século XX também foi palco do surgimento e expansão de habitações móveis como produto comercial. A primeira motorcasa do mundo (com motores à combustão), foi concebido em 1914, pela empresa de carroças e vagões, *Duton of Reading*, para um cliente específico e construído sobre o chassi estendido de um Ford T (figura 25). Ainda no início do século, temos o surgimento, nos EUA, de uma empresa icônica nesse nicho, a *Airstream*, que conta com uma estética retrô-futurista que perpetua até os modelos atuais (figura 26). Fundada em 1931, por Wally Byam, amante de trailers e do caravanismo (que seria o ato recreacional de viajar em trailers/motorcasas), e Byam mesmo incentivava e participava dessa cultura, promovendo conteúdo, viagens e a conectividade entre os donos de trailers *Airstream* (figura 27).

Também era possível encontrar produtos mais diferentes, como *The Future House* (figuras 28 e 29), do arquiteto finlandês Matti Suuronen, onde, ao todo, foram produzidas 96 casas pré-fabricadas, entre final dos anos 1960 e começo de 1970, com um formato similar a um disco voador, sendo vendida por entre US\$12.000,00 a US\$14.000,00, podia vir já montada



Figura 24 - The Walking City

Fonte: MoMA



Figura 25 - Primeira motorcasa comercializada do mundo (produzida em 1914, modelo fotografado após ser restaurado)

Fonte: Bonhams



Figura 26 - Foto clássica do ciclista francês Alfred Letourneur transportando um trailer Airstream com uma bicicleta, demonstrando a leveza e a aerodinâmica do produto (1947)

Fonte: Airstream



Figura 27 - Caravana organizada por Wally Byam, entre 1959-1960, que se iniciou na Cidade do Cabo (África do Sul) e terminou no Cairo (Egito), sendo uma viagem de 7 meses, cortando 19.300km, contando com 106 pessoas de idades entre 6 e 86 anos

Fonte: Airstream

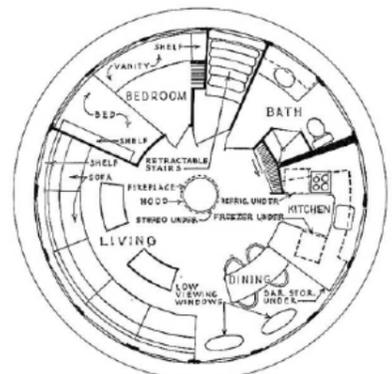


Figura 28 - The Future House (planta)

Fonte: Dauphine Mercado

ou para montagem *in loco*. A casa veio com uma campanha bastante futurista e foi uma proposta que se formou pela percepção do arquiteto que as casas do futuro seriam dinâmicas e portáteis. Eram feitas de plástico de poliéster e fibra de vidro, com 3,00m de altura e com versões 8,00m (este pesava 400kg e acomodava até 8 pessoas) e 5,00m de diâmetro. Mas, entre a crise do petróleo e o pouco engajamento do público, a casa foi descontinuada.

A habitação portátil

Para além do século XX e dos autores supracitados, ao ampliar os termos de pesquisa para incluir *architecture in motion* (numa tradução livre: arquitetura em movimento), *portable buildings* (algo como: construções portáteis/móveis) e *portable houses* (que seriam casas portáteis/móveis), conseguimos uma visão mais contemporânea sobre o tema. Destaca-se o arquiteto britânico Robert Kronenburg (1954 -), que define: “*Portable architecture consists of structures that are intended for easy erection on a site remote from their manufacture.*”¹ (KRONENBURG, 2003, P. 1). Essa definição traz para a arquitetura portátil/móvel a caracterização ligada mais ao processo de montagem, desassociado do local de instalação/uso, do que à capacidade de deslocamento do objeto arquitetônico.

Sendo assim, podemos entender que a arquitetura/habitação portátil/móvel pode ser dividida em dois grandes grupos: aqueles que chamaremos de arquitetura (des)montável, que consiste em construções compostas de partes ou peças modulares, levadas da fábrica para o local de construção, parcial ou totalmente desmontadas. Esse tipo pode incluir uma arquitetura modular que, uma vez assentada, seja basicamente permanente, ou seja, sem o intuito de depois ser transportada; ou, pode ser feita com o intuito de ser constantemente montada, desmontada e remontada (como o *yurt* e o *tipi*, mencionados no capítulo anterior), ou seja, a característica de mobilidade e portabilidade permanece, mesmo que não seja instantânea (GONÇALVES, 2017). O outro grupo consiste no que Kronenburg definiu como:

“The simplest strategy consists of buildings that are transported in one piece for instant use once they arrive at their location. Some incorporate their transportation method into their permanent structure and may be built on a chassis or a hull. Such buildings are generally restricted in size due to the limitations of transport.”² (KRONENBURG, 2003, P. 1)

o que chamamos de habitações (a)movíveis, que são constru-

1 Em tradução livre: “A arquitetura portátil consiste em estruturas destinadas a uma fácil montagem em um local distante de sua fabricação”

2 Em tradução livre: “A estratégia mais simples consiste em construções transportadas em uma peça única, para uso instantâneo assim que chegar no local de uso. Algumas incorporam seu método de transporte em sua própria estrutura e podem até mesmo serem construídas sobre um chassi ou um barco. Essas habitações costumam ter o tamanho restringido devido a limitações de transporte.”

ções que já veem em “peça única”, ou seja, completamente montadas, como cápsulas habitacionais ou as motorcasas; esse modelo permite o uso imediato da construção (GONÇALVES, 2017). Essas estruturas (a)movíveis ainda podem ser separadas em duas categorias: autopropulsoras, em que estão associadas a algum chassi ou qualquer outra forma em que possam ser transportadas sem necessidade de outra estrutura (figura 30); ou podem ser realocáveis/recolocáveis, necessitando de algum tipo de suporte para o seu deslocamento (figura 31), por exemplo, um veículo para reboque (GONÇALVES, 2017).

Essas classificações conseguem demonstrar a gama de possibilidades que a arquitetura portátil/móvel tem, visto que podemos incluir casas pré-fabricadas, cápsulas, tendas desmontáveis, habitações em barcos, etc. Para o projeto deste presente trabalho foi escolhido o tipo de construção (a)movível, visto que permite o uso instantâneo depois dos deslocamentos, economizando tempo e facilitando o modo de vida peregrino. No quadro 01 estão resumidos os principais tipos de habitações móveis usadas atualmente, destacando suas principais características como tamanho, transportabilidade, vantagens e desvantagens.



Figura 29 - The Future House sendo transportada

Fonte: Weegee



Figura 30 - Desenho esquemático do interior de uma motorcasa, um tipo de habitação portátil (a)movível autopropulsora, ou seja, com a mobilidade incorporada, não precisando de estrutura externa para realizar o deslocamento

Fonte: Canal Parada Solicitada



Figura 31 - Estudos sobre a transportabilidade da Ecocapsule, por Nice Architects, exemplo de habitação (a)movível realocável, que necessita de um elemento externo para deslocamento

Fonte: Nice Architects

tipos de habitação móveis mais comuns

Motorcasas



Fonte: Airstream

Autopropulsora

Motorcasas são veículos automotores de carroçaria fechada com adaptações que o tornam apto para moradia (BRASIL, 2011)



Fonte: Airstream

Tamanho

Variado (vans, kombis ou ônibus)

Transportabilidade

- Motorista CNH B pode conduzir com peso até 6.000kg (peso próprio, carga e passageiros) e até 7 passageiros;
- Os passageiros são transportados dentro da motorcasa

Vantagens

- Encontrados prontos de fábrica ou como adaptações de veículos;
- Facilidade para viagens frequentes
- Mais opções de locais de parada (a depender do porte)

Desvantagens

- Não deve permanecer muito tempo em um lugar (pode ocasionar problemas no motor)
- Veículo sempre associado à casa, dificultando passear em alguns lugares
- Isolamento termoacústico costuma ser inferior
- Sujeito à IPVA

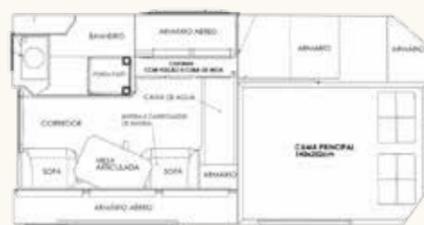
Campers



Fonte: Duaron

Autopropulsora

As carroçarias intercambiáveis são acopladas em veículos como caminhonetes, sem alterar o automóvel, pois são removíveis (BRASIL, 2003)



Fonte: Duaron

Tamanho

Caminhonete (podendo estender até 1,20m além da traseira e 0,25m nas laterais, restrito ao totam de 2,60m)

Transportabilidade

- Motorista CNH B pode conduzir com peso até 6.000kg (peso camper+caminhonete, carga e passageiros);
- Os passageiros são transportados fora da camper (dentro da caminhonete)

Vantagens

- Facilidade maior para trafegar fora das vias pavimentadas;
- Possibilidade de separar do veículo para manutenções

Desvantagens

- Não indicado para permanência longas
- Isolamento termoacústico costuma ser inferior
- Enquanto está servindo de moradia, a carroceria raramente é removida do carro

Trailers



Fonte: Turiscar

Realocável

Reboques ou semi-reboques transformados em moradias* e precisam ser acoplados a outros veículos para serem transportados (BRASIL, 2011)



Fonte: Turiscar

Tamanho

Variado, até 2,60mx8,40m e 4,10m de altura (América do Sul)

Transportabilidade

- Motorista CNH B pode conduzir com peso até 6.000kg (trailer) + 3.500kg (automóvel);
- Os passageiros são transportados fora do trailer (dentro do automóvel)

Vantagens

- Mais baratos e não estão sujeitos a IPVA;
- Permite separar facilmente o carro, facilitando passeios;
- É possível permanecer pouco ou muito tempo no mesmo lugar

Desvantagens

- Mais difícil de conduzir;
- Nem todo automóvel tem capacidade de tração para rebocar um trailer

*Um trailer pode ter usos diversos, mas destaca-se apenas a moradia como relevante ao trabalho

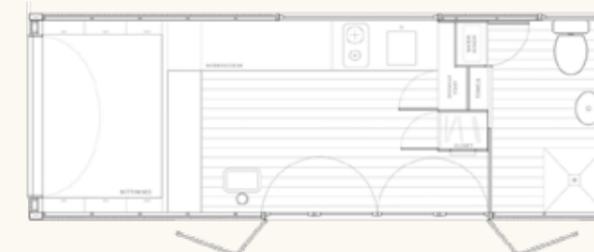
Outros



Fonte: Madeiguincho

Realocável

Existem diversas propostas de hab. portáteis que podem não se enquadrar nos exemplos anteriores, como micro casas ou cápsulas habitacionais, entre outros



Fonte: Madeiguincho

- Micro casas móveis em reboque ou chassi de caminhão têm até 37m²;
- Micro casas costumam ser projetadas para os proprietários;
- Cápsulas habitacionais costumam ser pré-fabricadas e de formatos não convencionais;
- Cápsulas habitacionais em geral prezam pela autossustentabilidade;

Transportabilidade

- Motorista CNH B pode conduzir com peso até 6.000kg (casa/cápsula) + 3.500kg (automóvel);
- Os passageiros são transportados fora da casa/cápsula (dentro do automóvel)

Vantagens

- Maior durabilidade;
- Melhor infraestrutura;
- Maior diversidade

Desvantagens

- Costumam ser mais pesadas e mais caras que trailers (micro casas)
- Costumam ser pouco personalizáveis (cápsulas)



3. a habitação off-grid

“A coisa mais essencial do espírito vivo de um homem é sua paixão pela aventura. A alegria da vida vem de nossos encontros com novas experiências e, portanto, não há alegria maior que ter um horizonte sempre cambiante, cada dia com um novo e diferente Sol. Se você quer mais de sua vida, Ron, deve abandonar sua tendência à segurança monótona e adotar um estilo de vida confuso que, de início, vai parecer maluco para você. Mas depois que se acostumar a tal vida verá seu sentido pleno e sua beleza incrível.”



On-grid e off-grid

A maioria das habitações contemporâneas são dotadas de sistemas infraestruturais que trazem mais comodidade e funcionalidade para a casa, e envolvem o abastecimento de água, energia e gás; bem como o descarte adequado de esgoto e lixo; conexão de telefonia e internet, etc. Em uma casa tradicional (não-móvel), normalmente esses sistemas estão vinculados a redes infraestruturais urbanas, com concessionárias que fornecem esse abastecimento, como, em Pernambuco, a Compesa, que fornece água e recolhe esgoto, e a Neoenergia, que provê energia elétrica. Sendo assim, para que essas habitações recebam esses recursos, precisam estar conectadas às redes de abastecimento, essa conexão é o que torna o sistema *on-grid*, ou seja, um sistema que funciona “dentro da rede”, conectado aos meios de abastecimento e, portanto, sujeitas a lidar com possíveis problemas no fornecimento e aos valores taxados pela prestação do serviço.

Já o sistema *off-grid*, é uma proposta de captação e gestão autônoma desses recursos, funcionando, portanto, “fora da rede”, e tem sido muito utilizado em áreas remotas e também em diversos modelos de casas-móveis. É um modelo que costuma ter um custo de investimento mais alto e requer manutenção da parte do proprietário, mas compensa financeiramente a longo prazo, visto que não precisa “comprar” esses recursos. E, no caso da habitação móvel, proporciona o funcionamento da moradia mesmo sem estar parada e conectada às redes (o que a sujeitaria a parar apenas em lugares onde é possível conectar esse fornecimento), e traz mais flexibilidade em poder estar em lugares mais remotos e na decisão de quando, onde e por quanto tempo parar. Muitas vezes, os proprietários optam por um sistema híbrido, onde podem produzir os recursos de forma independente, mas, quando com acesso, podem também utilizar a rede de abastecimento, sendo, ainda, sim, consideradas habitações *off-grid*.

Neste trabalho, foi optado pelo uso desses termos (*on-grid* e *off-grid*) em inglês, por serem mais usuais no mercado de habitações móveis; e evitado denominar de habitação autossustentável ou autônoma devido a limitações de uma casa móvel como, por exemplo, depender da chuva para ter acesso à água (enquanto uma casa tradicional pode ter a possibilidade de ter poço ou mais espaço de armazenamento), etc., tratando-se mais da capacidade de funcionar, por um período, desconectada das redes de abastecimento, do que da capacidade da casa de se autossuprir de forma contínua (como ocorreria se fossem uma habitação autônoma ou autossustentável).

Para a inserção desse tipo de sistema numa casa móvel, é preciso entender as possibilidades e limitações na geração/

captação e armazenamento de cada recurso a serem abordados a seguir: energia, água e conectividade.

Geração e armazenamento de energia

Quando se trata do sistema *off-grid*, o abastecimento de energia elétrica é o que possui soluções mais eficientes, visto que, ao se utilizar de equipamentos produtores de energia por meio de fontes renováveis, como a energia eólica ou solar, é permitido uma produção constante e ecológica, podendo ser adaptada conforme a região e o clima. O que torna o sistema *off-grid* é associar a produção com o armazenamento da energia por meio de baterias, permitindo o uso contínuo mesmo quando a produção está baixa ou nula.

A opção mais difundida do abastecimento sistema energético *off-grid* é o sistema solar, onde há a captação de luz por meio de painéis fotovoltaicos, convertida em energia por um inversor solar e distribuída no sistema para ser então consumida na residência, enquanto o excedente é armazenado em baterias, que fornecem energia em momentos em que o consumo está maior que a produção, como durante a noite (figura 32). Em resumo, o sistema é composto por:

1. **Arranjo Fotovoltaico** (o conjunto de placas solares): responsável pela captação da radiação solar e conversão em energia elétrica. 2. **Banco de baterias**: responsável pelo armazenamento da energia elétrica convertida, permitindo a sua utilização a qualquer momento [...]. 3. **Controlador de carga**: dispositivo eletro-eletrônico responsável pelo gerenciamento de carga do banco de baterias e [...] pelo gerenciamento da energia utilizada pelos aparelhos consumidores de energia elétrica. 4. **Inversor Solar** [...]: é o componente responsável pela transformação da corrente contínua, gerada pelas placas solares, é armazenada nas baterias, em corrente alternada, possibilitando a utilização da energia elétrica em equipamentos feitos para operar ligados à rede elétrica. (SELTEC, grifo próprio)

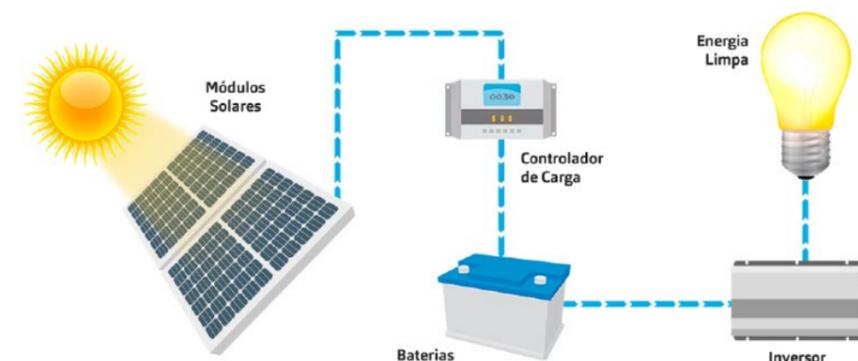


Figura 32 - Esquema lógico do funcionamento do sistema solar off-grid

Fonte: Greenovation

De maneira que a quantidade de energia consumida e armazenada está diretamente ligada à quantidade de luz solar captada, que depende da incidência solar, a qual é a quantidade de irradiação solar que atua em determinada superfície da Terra, sendo influenciada por diversos fatores como localização geográfica (latitude, principalmente), movimentos do

planeta, obstrução de nuvens, etc. Como neste trabalho está sendo tratado o uso desse sistema em uma casa que não tem localização fixa, portanto a incidência é extremamente variável, é preciso pensar em condições de produção pouco propícias e/ou numa boa capacidade de armazenamento; bem como é interessante optar por painéis solares móveis, que possam ser movidos ao longo do dia, ou anguladas conforme a localização geográfica.

Para o cálculo do sistema em si, são considerados quatro fatores: consumo diário (e autonomia), modelo fotovoltaico, tensão das baterias do sistema e qual a tecnologia do controlador de cargas. Entender a Energia Consumida (EC) é simples, primeiro é preciso listar as quantidades e os aparelhos utilizados, qual a sua potência e tempo de uso; também é entendido o tipo de corrente elétrica que esses aparelhos utilizam, podendo ser corrente contínua (CC) ou corrente alternada (CA), de forma que identifique a necessidade de um inversor de corrente que, junto com a capacidade de rendimento da bateria são fatores de perda energética a serem considerados no cálculo. Com esses fatores sendo considerados (tabela 01), é identificada a energia consumida diariamente (ECD), entretanto, o ideal é considerar um tempo de autonomia, ou seja, um tempo em que o fornecimento de energia continua mesmo sem a geração de mais energia, e serve como meio de se prevenir a problemas como obstrução por nuvens, limpeza dos painéis, etc.; normalmente esse valor é de 2 a 3 dias, então o consumo considerado, a EC, na verdade, é a ECD multiplicada pelos dias de autonomia ($EC = ECD \times \text{Autonomia}$).

Aparelho	Qntd	Potência (W)	Utilização (horas/dia)	Rede CC/CA	Consumo (Wh/dia)	Fator de correção	Consumo corrigido (Wh/dia)
Aquecedor de passagem (água)	1	4600	0,5	CA	2300	0,88	2.613,64
Bomba d'água	1	19	1,5	CA	28,5	0,88	32,39
Vaso de compostagem	1	0,84	24	CA	20,16	0,88	22,91
Máquina de lavar (3kg)	1	1300	0,5	CA	650	0,88	738,64
Geladeira	1	790		CA	790	0,88	897,73
Fogão de indução	1	2500	1	CA	2500	0,88	2.840,91
Forno	1	1750	0,5	CA	875	0,88	994,32
Microondas	1	800	0,08	CA	64	0,88	72,73
Mixer	1	400	0,08	CA	32	0,88	36,36
Chaleira	1	1200	0,16	CA	192	0,88	218,18
Sandueira	1	750	0,08	CA	60	0,88	68,18
Panela de pressão	1	700	0,5	CA	350	0,88	397,73
TV	1	100	4	CA	400	0,88	454,55
Climatizador	1	84	8	CA	672	0,88	763,64
Notebook	2	20	8	CA	320	0,88	363,64
Celular	2	5	2	CA	20	0,88	22,73
Lâmpada 01	2	15	5	CA	150	0,88	170,45
Lâmpada 02	3	9	5	CA	135	0,88	153,41
Aspirador de pó	1	35	0,25	CA	8,75	0,88	9,94
Internet (kit Starlink)	1	130	24	CA	3120	0,88	3.545,45
					Energia Consumida Diariamente (ECD)	TOTAL	16.974,33

Tabela 02 - Exemplo de tabela de cálculo da ECD

Fonte: canal Elétrica de A à Z (adaptada)

solares utilizados, cujas características mudam consoante o modelo e o fabricante. Todo modelo, ou material fotovoltaico, utilizado tem uma EPD (energia produzida diariamente), que depende da área (m^2) e do rendimento do painel (%), e também da irradiação solar ($kWh/m^2 \cdot dia$) que, como explicado anteriormente, varia conforme a região. Esse dado costuma ser encontrado facilmente na internet, por fontes oficiais, e é possível encontrar a maior irradiação solar mínima mensal, que é pertinente ao cenário do pior mês em níveis de insolação, e, normalmente, também já são indicadas a inclinação e orientação adequadas (tabela 03).

Irradiação solar no plano inclinado, Recife - PE															
Ângulo	Inclinação	Irradiação solar média mensal ($kWh/m^2 \cdot dia$)													
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Mé dia	Delta
Plano Horizontal	0° N	5,84	5,94	5,88	5,15	4,47	4,18	4,3	5,03	5,45	5,78	6,05	6,06	5,34	1,87
Ângulo igual a latitude	8° N	5,56	5,78	5,88	5,31	4,72	4,47	4,57	5,24	5,51	5,68	5,79	5,73	5,35	1,41
Maior média anual	5° N	5,68	5,85	5,89	5,26	4,63	4,37	4,48	5,17	5,5	5,73	5,89	5,86	5,36	1,52
Maior mínimo mensal	23° N	4,88	5,27	5,65	5,39	5	4,83	4,9	5,43	5,42	5,27	5,11	4,95	5,18	0,82

Tabela 03 - Irradiação solar no plano inclinado, Recife-PE

Fonte: Cremesp (adaptada)

Além disso, é preciso considerar o controlador de cargas, cuja função é controlar a transferência da energia gerada para as baterias, evitando a sobrecarga e o aquecimento, bem como o descarregamento excessivo, prolongando a vida útil da bateria. O controlador de cargas mais eficiente, que será usado na proposta, é o de tecnologia MPPT (*maximum power point tracking*), que permite a utilização do rendimento máximo do painel, de maneira que a fórmula seria ($EPD = A \times \text{rendimento painel} \times \text{irradiação} \times 0,8$), no qual o 0,8 é um fator que considera a perda de 20%, pois todos os dados utilizados no cálculo são baseados em condições padrões de teste, não considerando dias nublados. Por fim, para saber a quantidade de módulos fotovoltaicos (QMF), basta dividir a energia consumida pela energia gerada diariamente ($QMF = EC/EPD$).

Contudo, além de saber a quantidade de módulos fotovoltaicos, é preciso calcular o banco de baterias, que deve ser capaz de armazenar a energia consumida (EC), mas é preciso considerar qual será a profundidade de descarga da bateria (PDB), que é o quanto será descarregado da bateria antes que haja recarga da energia consumida. Respeitar a PDB indicada pelos fabricantes garante uma maior vida útil da bateria; em modelos antigos, a PDB é em torno de 20-30%, mas com a popularização das baterias de lítio, é possível trabalhar com a faixa de 70-90%, sem o comprometimento da durabilidade da bateria. Sendo assim, é preciso considerar também a autonomia proposta, pois a profundidade deve ser "consumida"



Figura 33 - Aerogerador cata-vento, com uma "cauda" que funciona como uma biruta, fazendo com que se oriente pela direção do vento

Fonte: Blog da Engenharia

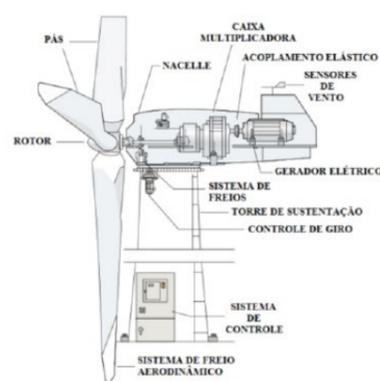


Figura 34 - Esquema do funcionamento de um aerogerador

Fonte: CBEE/UFPE (acesso em: Portal Solar, 11 de maio de 2023)

nesse prazo, evitando passar dos valores indicados, ou seja, se a profundidade considerada é de 80% e a autonomia é de 2 dias, a cada dia devem ser consumidos até 40% da bateria, para maximizar a vida útil da mesma. Então, para o cálculo da Energia Armazenada (EA) é a energia consumida dividida pela profundidade da bateria ($EC = EA/PDB$). Com essas informações é possível quantificar e montar o sistema de baterias (esses serão os valores considerados no projeto).

Outra modalidade possível, é o abastecimento por energia eólica, uma fonte limpa e renovável, que funciona via aerogeradores, onde suas hélices giram em seu eixo, movimentando os polos magnéticos dentro da estrutura, gerando energia. A principal vantagem em relação ao sistema de energia solar, é que o sistema eólico produz energia de forma mais constante, funcionando também à noite e em dias de tempestade, mas também é preciso considerar a intermitência dos ventos, principalmente a baixas alturas, como é o caso. Nos modelos domésticos, é normalmente utilizado um aerogerador cata-vento (figura 33), que consegue se direcionar conforme o vento, sendo mais eficiente. Esse sistema também se utiliza de um controlador de cargas, um inversor e um banco de baterias.

A energia produzida por esse sistema depende da intensidade e constância dos ventos, além do tamanho do aerogerador (quanto maiores as hélices, mais energia é gerada com a mesma quantidade de vento). O aerogerador ou turbina eólica, é movido pela energia cinética (movimento) dos ventos, que gera uma força mecânica capaz de girar o eixo das hélices e um rotor interno, com isso, essa energia mecânica gerada é, então, convertida em energia elétrica por meio de ímãs que criam uma indução eletromagnética. A corrente elétrica gerada pode ser invertida no próprio aerogerador, ou em um inversor externo (figura 34).

Para sistemas menores, como para uso doméstico, existem dois tipos de turbinas eólicas, quanto à direção: os aerogeradores de eixo horizontal e os aerogeradores de eixo vertical (figura 35). O horizontal é o mais comum, com o formato similar a moinhos e cata-ventos, sendo também o tipo mais usado na produção em massa, sendo também eficientes para a produção doméstica, para a qual normalmente são encontrados com três pás/hélices, por ser o modelo com mais eficiência e estabilidade. Já o aerogerador de eixo vertical, funciona bem para instalações de porte menor, e pode ser utilizado próximo ao solo por conseguir captar ventos fracos e de qualquer direção; além disso, a manutenção é mais fácil, sendo também mais seguros e silenciosos.

Para o cálculo do sistema eólico também deve-se iden-

tificar a energia consumida diariamente e a autonomia pretendida, e com isso também quantificar o banco de baterias. A produção de energia também depende das condições naturais, no caso, da velocidade do vento, que varia conforme a época do ano e também da altura (quanto mais alta, maior a captação). Segundo a Eletrovento, com uma média anual de 22km/h (6,10m/s), é possível considerar a geração de energia como 15% da potência nominal do aerogerador, ou seja, se a potência da turbina é 1kW, será gerado 150kW/mês. Para mais esclarecimentos, segundo o *Weather Spark*, para 10m acima do solo, Recife tem uma média de 18,6km/h; já em San Pedro de Atacama, no Chile, a média é 13,6km/h; enquanto em *Hooper Bay*, no Alasca, é de 22,3km/h. Ainda segundo a Eletrovento, um aerogerador de 1kW pode alimentar uma residência com os seguintes aparelhos:

Relação de energia consumida			
Equipamento	QTDE	Potencia (w)	Tempo de uso diario
TV	1	80	4
Radio	1	20	10
Microcomputador	1	200	4
Impressora	1	300	1
Batedeira ou liquidificador	1	300	1
Ventilador	1	70	4
Lâmpadas	5	15	6
Geladeira	1	180	8

Tabela 04 - Relação de energia consumida; observação: geladeiras são assinaladas com o uso diário de 8h como instrução dos fabricantes, visto que os motores não precisam estar 24h ligados.

Fonte: Eletrovento (adaptada)

No entanto, para habitações móveis, o sistema *off-grid* energético mais adotado é o solar, mas cresce os modelos que trabalham num sistema híbrido, com energia solar e energia eólica (com um aerogerador de pequeno porte). Esse último modo tem como principal vantagem a produção constante de energia, garantindo mais autonomia mesmo em lugares remotos, de difícil acesso ao abastecimento público e em diferentes estações do ano; outra vantagem está na minimização da necessidade de um controlador de cargas, pois o sistema está sempre produzindo energia, logo não há o descarregamento constante das baterias.

Captação, uso e descarte de água

Diferente do sistema energético, que pode ser abastecido por fontes renováveis disponíveis gratuitamente (como o sol e o vento), a capacidade de uma casa ser autossuficiente em água é bastante limitada, e a forma de garantir o fluxo constante é ter acesso a algum poço ou um corpo d'água o que, principalmente para uma habitação em constante movimento, nem sempre é possível. Então, para aumentar a autonomia, um sistema hidrossanitário autossuficiente precisa sempre captar água de várias maneiras; reutilizar constantemente e evitar o desperdício.

Contudo, antes é preciso entender o funcionamento

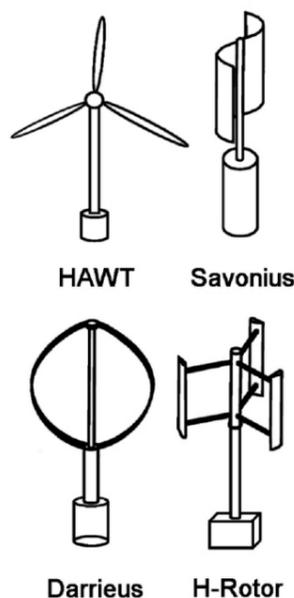


Figura 35 - À esquerda, um aerogerador de eixo horizontal; os outros três são modelos recorrentes de aerogeradores de eixo vertical

Fonte: Blog da Engenharia



Figura 37 - Instalação de caixa d'água dentro da motorcasa (interno a um banco/sofá-cama); perde-se espaço de armazenamento, mas garante mais durabilidade e previne o congelamento em locais frios

Fonte: Canal Leo e Fabi

dos sistemas hidrossanitários em uma motorcasa ou um trailer. Para facilitar o entendimento, adotemos as terminologias desenvolvidas por Otterpohl: **água limpa**, que seria a água potável e própria para o consumo; **água cinza** (*greywater*), sendo água servida, ou seja, já usada e, nesse caso, em locais como pias, chuveiro, máquina de lavar, etc. não possuindo excrementos humanos, mas que já não é propriamente limpa; e, por fim, a **água negra** (*blackwater*), a qual é o esgoto propriamente dito, proveniente dos vasos sanitários, contendo muita matéria orgânica e agentes patogênicos (OTTERPOHL, 2001).

Para a caixa d'água (limpa) é preciso pensar no consumo pretendido e na autonomia, mas entender que cada litro de água implica em mais peso, mais espaço e maior consumo de combustível, então, no geral, é optado no mínimo possível, pensando em um uso racional e cuidadoso da água, normalmente sendo para consumo econômico de dois dias. A captação de água costuma ser realizada mediante mangueiras ligadas a uma fonte externa, por vezes feito o uso de balde e, como será explicado posteriormente, captação e tratamento de água da chuva. Na tabela abaixo, foram coletadas algumas informações de capacidade de armazenamento de água limpa, água cinza e água negra em alguns trailers e motorcasas estudadas.

	Motorcasa	Trailer	Trailer	Trailer	Trailer	Tiny House
	Atlas - Airstream	REI Co-Op - Airstream	Caravel 20FB - Airstream	Turiscar 5.5	Turiscar 6.5	Leaf House V.2 - Laird Hebert
Pessoas	2	2	4	4	6	4
Água limpa (L)	75	80	87	150	210	132,5
Média por pessoa	37,5	40	21,75	37,5	35	33,125
Água cinza (L)	117	0	110	105	105	Não informado
Média por pessoa	58,5	0	27,5	26,25	17,5	
Água negra (L)	102	90	68	105	105	0
Média por pessoa	51	45	17	26,25	17,5	0

Tabela 05 - Sistematização da capacidade de armazenamento de água limpa e água servida de alguns trailers e motorcasas, segundo a quantidade de pessoas/leito de projetos/produtos estudados ao longo do trabalho

Fonte: autoral

Além disso, o movimento exercido nas estradas interfere na localização do reservatório (figura 36 e 37) e nas dimensões e formatos possíveis (figura 38 e 39).



Figura 36 - A caixa d'água costuma ficar na parte inferior da motorcasa ou do reboque, para evitar o desequilíbrio; uma opção é colocar embaixo do chassi, deixando mais espaço interno livre, mas, caso circule por lugares frios, aumenta o risco da água congelar, podendo romper a caixa ou até mesmo a tubulação inicial

Fonte: De repente Estrada



Figura 40 - Esquema do funcionamento do sistema hidráulico de uma habitação móvel começa com a fonte de abastecimento (externa ou de tratamento interno da água; e depois segue por um registro e bomba que leva a água para todo o sistema; normalmente o aquecimento é realizado ao sair da bomba, por meio de um aquecedor de passagem; e depois segue a água fria e a quente para abastecer os pontos de uso, que contam com um ralo que liga para um reservatório de água cinza ou negra

Fonte: Sem Fronteiras



Figura 38 - Estrutura interna de um reservatório de polipropileno; a parte interna conta com montantes verticais para prevenir a formação de ondas, quando em movimento, que poderiam romper a caixa

Fonte: MaCamp

Outro fator a considerar, é o crescimento da captação de água da chuva para filtragem e tratamento na própria habitação móvel. Como a água pluvial não é própria para consumo e alguns usos, muitos optam por filtros de carvão, de ozônio ou tratamento químico. Considerando as limitações de uma casa portátil, captar água da chuva é uma forma importante de aumentar o potencial *off-grid* da moradia (figura 41).

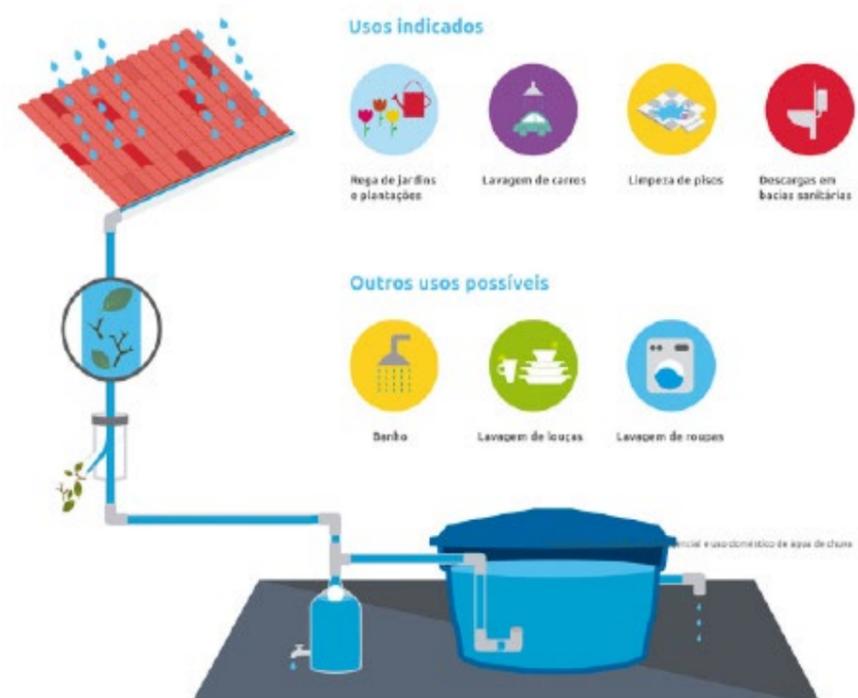


Figura 41 - Esquema de funcionamento da captação de água da chuva; alguns fatores precisam ser considerados, como desprezar os primeiros litros de água (devido à sujeira da cobertura) e ter um ponto de escape para água (comumente chamado de ladrão) caso a capacidade do reservatório seja atingida antes da chuva acabar. Além disso, é importante não armazenar junto da água potável

Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Por fim, para a água servida, o mais adequada é separar os reservatórios de água cinza do de água negra; este último nem sempre é necessário, depende do tipo de vaso sanitário optado. Na tabela 05 é possível ver a comparação entre os modelos possíveis e àquele que será utilizado para o projeto.



Figura 39 - Estrutura de reservatório composta por galões separados, também eficientes em prevenir a formação de ondas; algumas pessoas aproveitam o sistema em galões para ter mais controle sobre o consumo de água

Fonte: Família Nômade

Sistemas de vasos sanitários para habitações móveis				
Tipos	Peso (kg)	Vantagens	Desvantagens	
Sanitário Fixo	6kg (fora o reservatório, média de 80L)	Semelhante ao tradicional em conforto e tamanho	Precisa de reservatório de água negra (espaço e peso)	
		Tempo maior para precisar descartar os dejetos	Necessidade e dificuldade de achar local apropriado para descarte dos dejetos	
Porta Potty	5kg	Mais econômica	Pouco armazenamento	
		Descarte em sanitário comum	Menos ergonômica	
Sanitário Cassete	7kg	Ergonomia e adaptação (gira em 180°)	Custo maior que as opções anteriores	
		Pode descartar em sanitário comum		
		Reservatório mais transportável		
Privada Composteira	12,5kg	Dejetos são tratados e podem ser descartados na natureza	Custo e peso mais elevados	Modalidade escolhida por garantir maior capacidade <i>off-grid</i> (por causa do descarte facilitado dos dejetos e o mínimo consumo de água)
		Consumo mínimo de água	Poucos modelos no Brasil	
		Não gera odor	Necessita de exaustão	
			Necessita de ponto de tomada (baixo consumo)	

Tabela 06 - Sistemas de vasos sanitários para habitações móveis

Fonte: autoral

Conectividade

No mundo de hoje estar conectado com a internet é essencial, ainda mais para quem adota o estilo de vida de nômade digital, onde a internet é o meio de trabalho, estudo e conexão com a família e amigos. Atualmente, as opções são diversas: é possível comprar um chip pré-pago por país e conectá-lo a um roteador, sendo uma solução pouco prática; também é possível adquirir pacotes de internet e rotear, com o celular, para a casa; ou, uma opção que vem crescendo e funciona em quase todos os países americanos, é a internet via satélite. De maneira que as opções são diversas para garantir uma vida mais *off-grid*, mas para os viajantes que ficam em cidades e/ou *campings* ainda existe o acesso a redes públicas de internet e os cibercafés.

Algumas habitações móveis *off-grid*

O *Stella Vita*, por *Solar Team Eindhoven*, é a primeira motorcasa elétrica e autossustentável por energia solar do mundo, capaz de suprir as necessidades energéticas dos aparelhos domésticos e ter uma autonomia de até 730km com as baterias totalmente carregadas. A motorcasa tem 17,50m² de painéis solares (quanto totalmente abertos) e foi projetada por uma equipe multidisciplinar de estudantes holandeses, e atinge até 120km/h, abrigando dois passageiros. Ao todo o veículo pesa 1.700kg, e tem um formato que favorece a aerodinâmica (inclusive, o teto é rebaixado durante o deslocamento), aumentando a autonomia do carro; além disso, o formato faz com que todo o teto seja solar. A principal proposta desse veículo é pensarmos nas habitações móveis como parte de uma solução para a problemática habitacional e também climática, buscando alternativas que se mantenham com energia renovável sem detrimento às funcionalidades ou eficiência (figuras 42 e 43).

A *Ecocapsule* (modelo comercial para duas pessoas pela empresa *Ecocapsule* (figura 44), e projeto desse e de outro modelo para até 4 pessoas, pela *Nice and Wise Architects*), é uma habitação móvel com grande capacidade *off-grid*; produz energia com a combinação de painéis solares com um aerogerador eólico; recolhe água da chuva, tem aberturas para receber abastecimento de água por baldes e galões (comprada ou coletada de outra forma), além de possibilidade de ligação com a rede), e possui filtros para realizar o tratamento até que a água esteja própria para consumo (figura 45).



Figura 42 - *Stella Vita*

Fonte: Mobilize



Figura 43 - Painéis solares da *Stella Vita*

Fonte: Solar Team Eindhoven



Figura 44 - *Ecocapsule*: abastecimento energético por aerogerador e painéis solares

Fonte: Ecocapsule



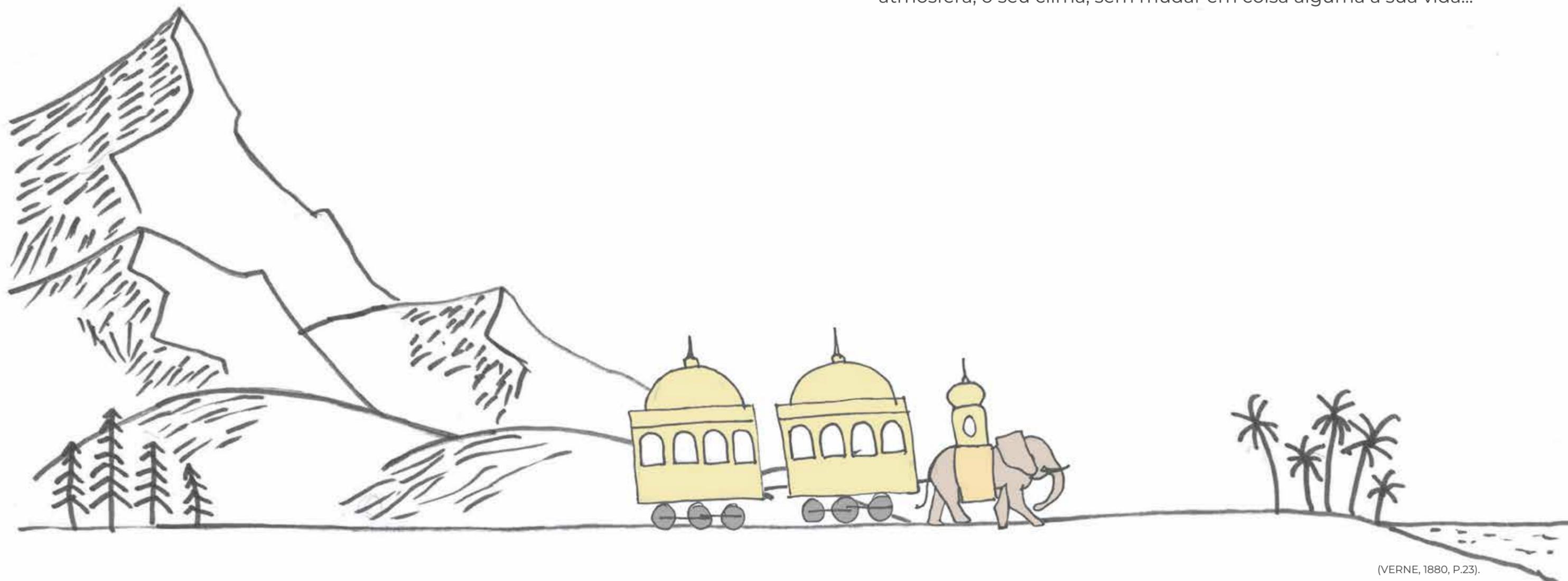
Figura 45 - Esquema dos sistemas de geração de energia e de captação de água da *Ecocapsule*

Fonte: Ecocapsule



4. o projeto

“ – A isso – acudiu o coronel Munro –, não me oponho. Deslocar-se o viajante conservando-se contudo na sua casa, levar consigo o lar doméstico e tôdas as recordações que o compõem, variar sucessivamente o seu horizonte, modificar os seus pontos de vista, a sua atmosfera, o seu clima, sem mudar em coisa alguma a sua vida...”



nomus

casa-nômade

Junção da palavra “**nômade**”, representando o estilo de vida itinerante e aventureiro; com a palavra “**domus**”, do latim, evocando a ideia de “casa” e “lar”.

nomus representa a conexão entre o desejo de liberdade e a necessidade de um lar. Uma casa móvel projetada para os nômade, um espaço acolhedor e adaptável que acompanha suas jornadas.



O conceito

O presente exercício projetual foi elaborado a partir do conteúdo apresentado, reconhecendo a necessidade do olhar arquitetônico para o estilo de habitar do nômade contemporâneo, propondo uma arquitetura móvel, onde o usuário consiga ser agente contínuo, apto para tomar decisões e capaz de alterar seu ambiente sempre que quiser (FRIEDMAN, 1973), ideal para a “fome de mundo” (MARTINS, 2003) e o desejo de ver “a cada dia um novo e diferente sol” (KRAKAUER, 1998) dos nômades contemporâneos.

A proposta partiu da análise dos dados disponíveis dos usuários de habitações móveis, sistematizados a seguir; do contexto sul-americano (principalmente o clima e as regras de transportabilidade no sistema viário). Diante dessas informações, concluiu-se que: existem diversos agrupamentos familiares que se utilizam de habitações móveis; parte considerável dos nômades trabalha remotamente; o tempo de permanência em um local é variado; a América é climaticamente diversa; e existem restrições de tamanho e peso para circular nas vias sul-americanas.

Entende-se, então, que a casa móvel deve promover, abrigadamente e com conforto, espaços para alimentação, higiene, estar/repouso e também espaço de trabalho. Para atender a variedade dos agrupamentos familiares, a solução precisa ser adaptável, evitando desperdícios ou faltas, sendo optado por um sistema modular. Além disso, decidiu-se que a habitação seria rebocável, pois permitia uma margem maior de peso para ser transportada por um motorista de CNH B (proporcionando mais autonomia para o usuário) e é mais flexível quanto aos períodos de estadia, podendo passar pouco ou muito tempo parada sem o risco de danificar motor, etc.

A primeira parte desse capítulo constitui no resumo dessa pesquisa e as definições das premissas projetuais. Em seguida, aborda-se a mobilidade dessa habitação, especialmente nos quesitos de peso, dimensões e forma de transporte. Na terceira parte consta a modulação do projeto, incluindo os tipos de módulos e suas formas de combinações, sendo apresentadas três situações habitacionais diferentes; em seguida é explicada a técnica construtiva e o encaixe dos módulos. A quarta parte aborda então a infraestrutura da habitação, sendo tratados os sistemas vistos no capítulo 3. No quinto momento, é demonstrada a adaptabilidade aos diversos climas sul-americanos. Por fim, concluí-se o capítulo com a ampliação de uma combinação habitacional, pensada para servir de lar a um agrupamento de quatro pessoas, sendo demonstrados desenhos em escala ampliada da nomus.

Contexto dos usuários

Viajantes em geral

38% dos donos de RVs têm entre 28 a 42 anos

76% viajam em casal

56% viajam com animal de estimação



TRABALHO

- 42% Híbrido
- 36% Remoto
- 22% Presencial

61% permanece menos de duas semanas no mesmo lugar

Pesquisa sobre viajantes, em geral, dessa modalidade, pela Recreational Vehicle Industry Association (2023)

Viajantes em tempo integral

70% são mulheres

65% têm menos de 55 anos



89% das casas têm uma ou mais crianças



Pesquisa sobre viajantes em tempo integral dessa modalidade, pela Recreational Vehicle Industry Association (2023)

Contexto sul-americano

Diversidade climática



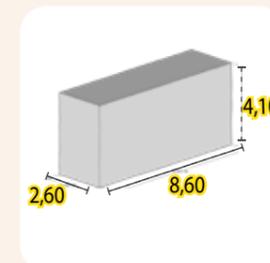
	Temp. máx. média	Temp. mín. média	Chuva média mensal
Anchorage	20°C	-5°C	32,3mm
São Francisco	22°C	14°C	40,6mm
San José	27°C	25°C	93,3mm
Recife	29,7°C	22,3°C	180mm
S.P. Atacama	23,7°C	5,4°C	24,6mm
Ushuaia	8,6°C	2,6°C	1,3mm

Dados coletados no Weather Spark

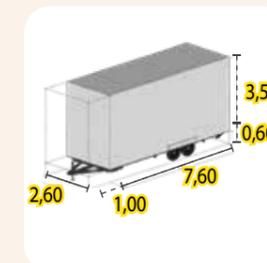
Transportabilidade

Restrição de tamanho

→ Volume máximo externo

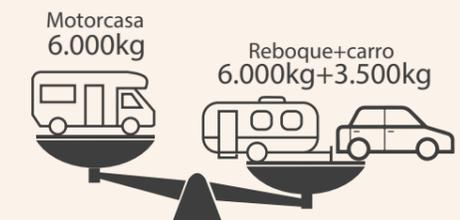


→ Volume real estimado



Restrição de peso

→ Condutibilidade por um motorista de CNH B



Uso dos parâmetros mais restritivos dentre o Código Nacional de Trânsito Brasileiro (Artigo 143); a Resolução CONTRAN nº 210/06 e a Resolução nº 65/08 do Grupo Mercado Comum

Conclusões



Vive em uma variedade de agrupamentos familiares



Trabalha enquanto viaja



Permanece nos lugares por tempo variado

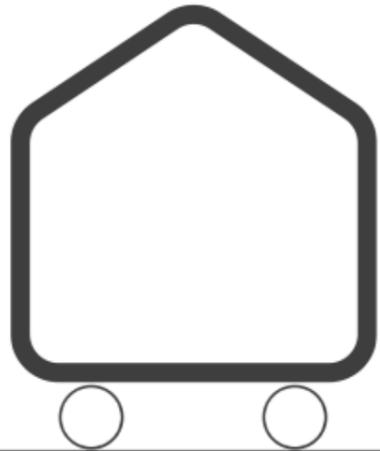


Transita em lugares e climas diversos

premissas projetuais

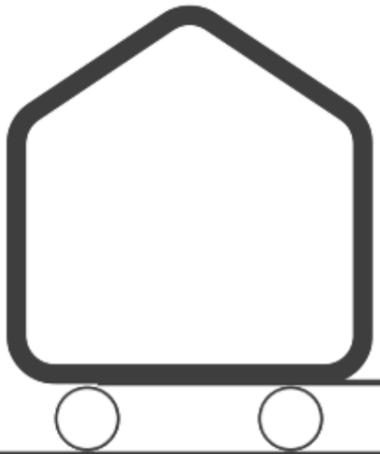
Assim, o projeto deverá ser:

Casa sobre rodas



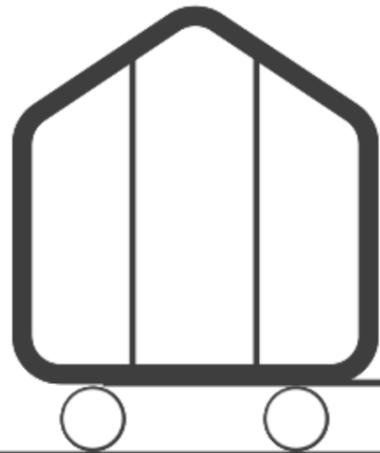
- Mobilidade sobre rodas facilita o transporte e dá mais independência aos moradores;
- Amplia a variedade de lugares visitáveis;
- Também pode ser transportadas por outros meios (ex: balsa)

Reboque/trailer



- Permite estadias curtas ou prolongadas;
- É possível separar o carro e usá-lo para passeios e atividades de forma independente;
- Maior peso possível p/ motorista CNH B (6.000kg sem considerar o carro)

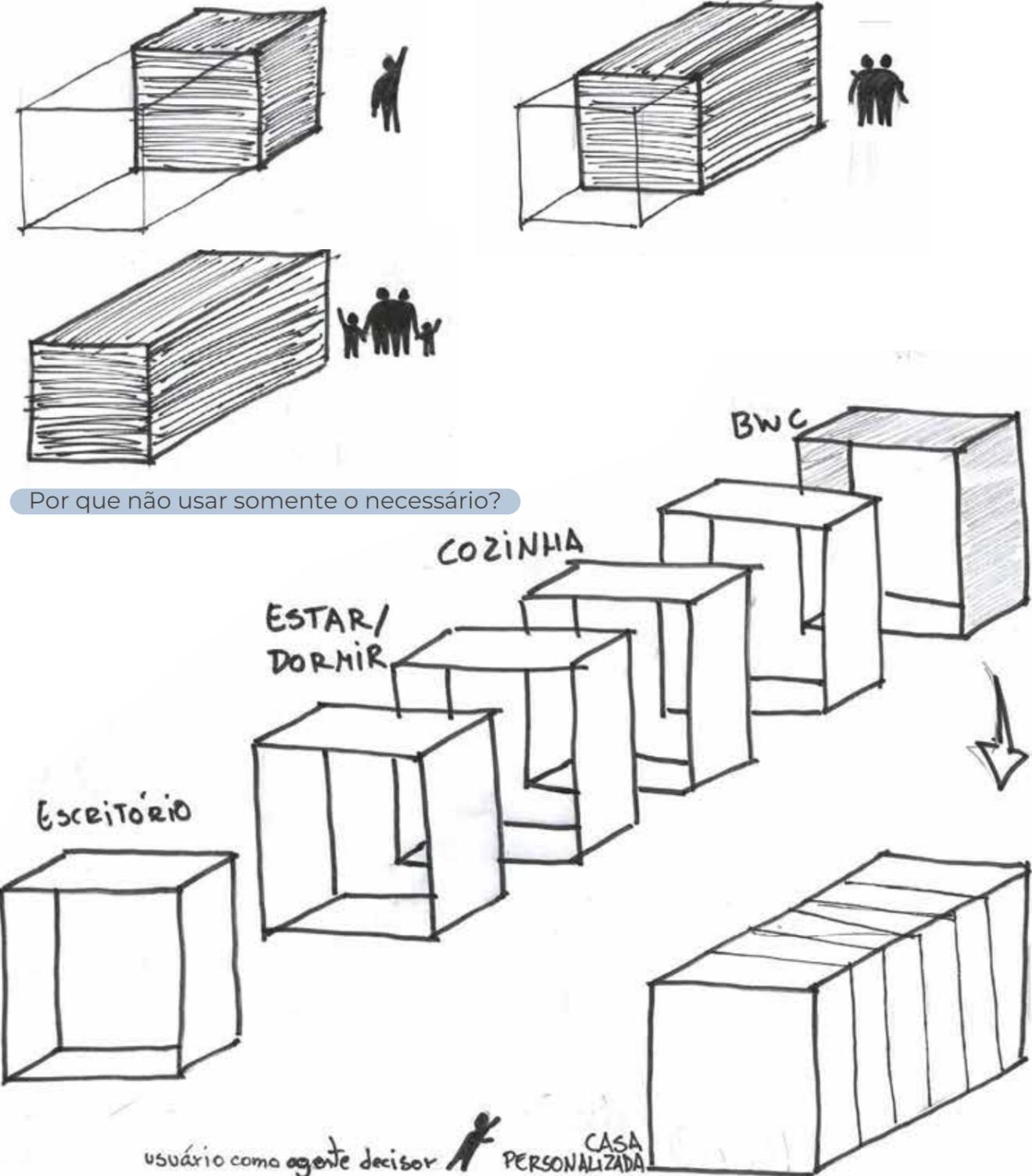
Casa modular



- A modulação permite que o morador escolha apenas o espaço que lhe é necessário;
- Otimiza a produção

Uma solução adaptável

Agrupamentos familiares diferentes ocupam espaços diferentes



uma habitação **móvel**, modular, off-grid e sul-americana



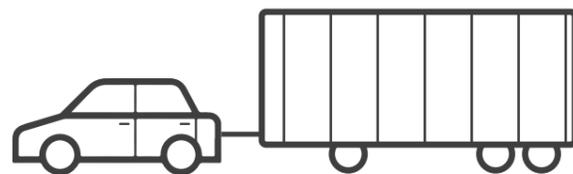
transportabilidade

Semi-reboque



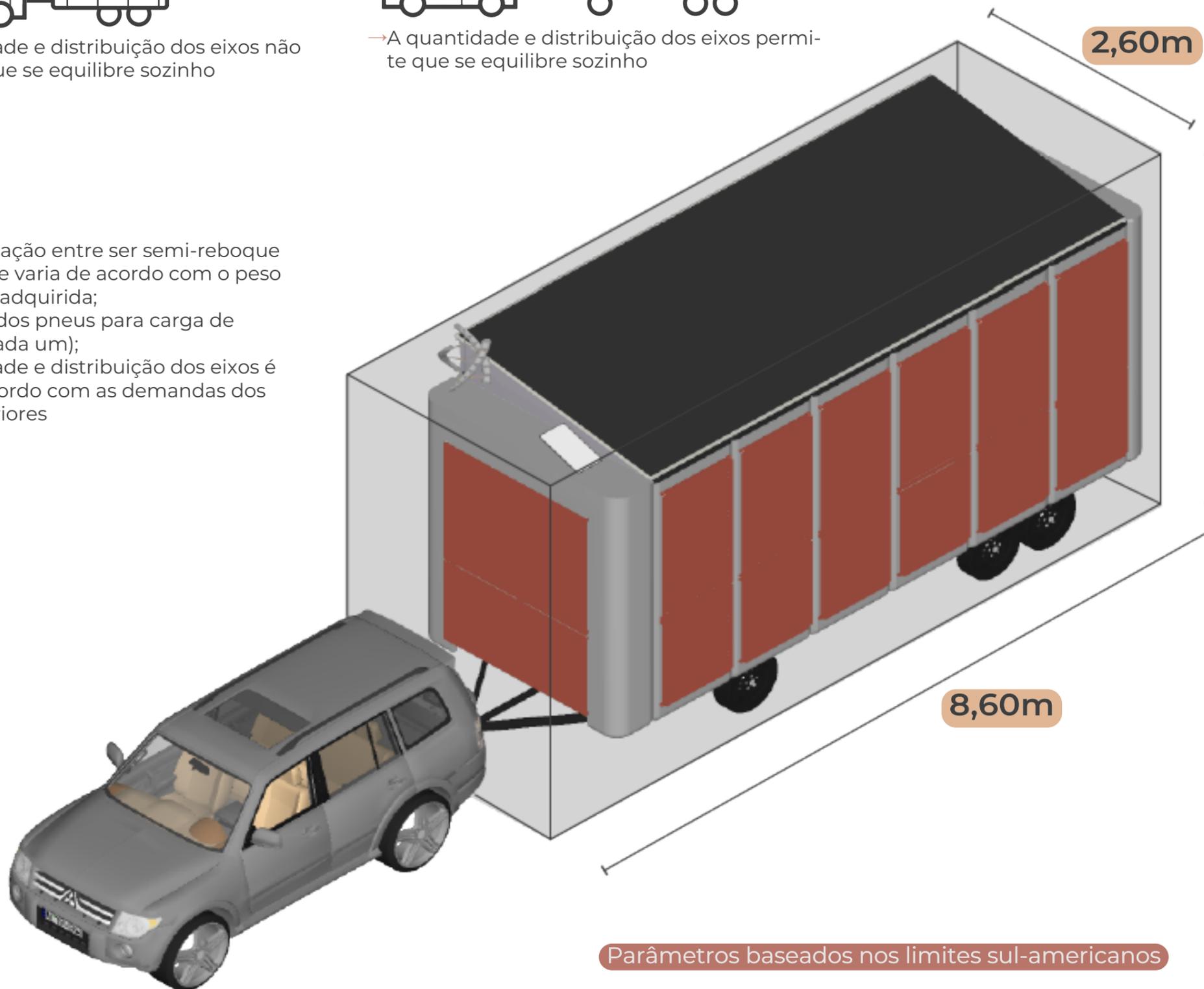
→ A quantidade e distribuição dos eixos não permite que se equilibre sozinho

Reboque



→ A quantidade e distribuição dos eixos permite que se equilibre sozinho

- A especificação entre ser semi-reboque ou reboque varia de acordo com o peso da nomus adquirida;
- São utilizados pneus para carga de 1.000kg (cada um);
- A quantidade e distribuição dos eixos é feita de acordo com as demandas dos itens anteriores



Parâmetros baseados nos limites sul-americanos

nomus mínima

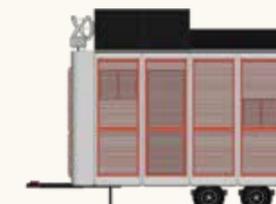
4,92m



2.160,2 kg

nomus dupla

5,92m



2.590,7 kg

nomus familiar

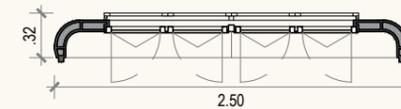
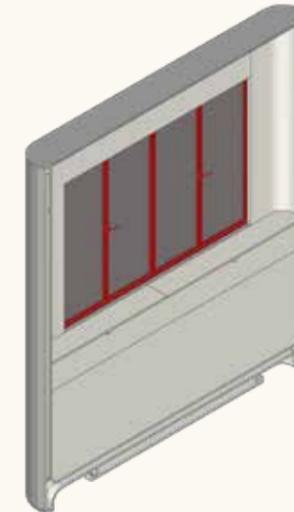
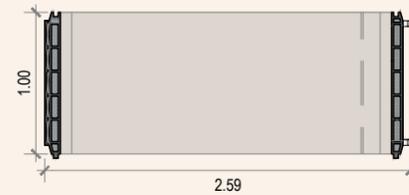
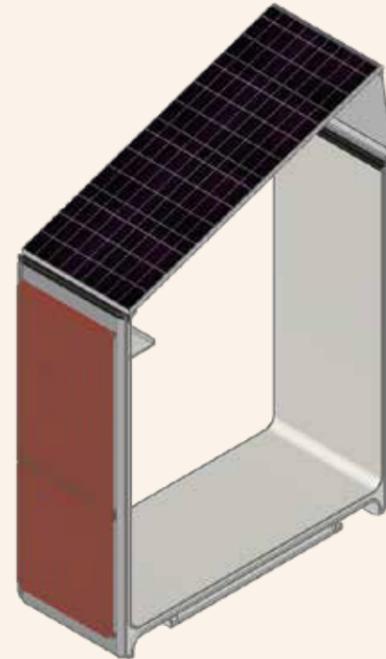
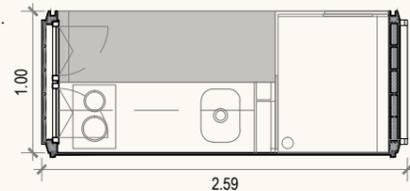
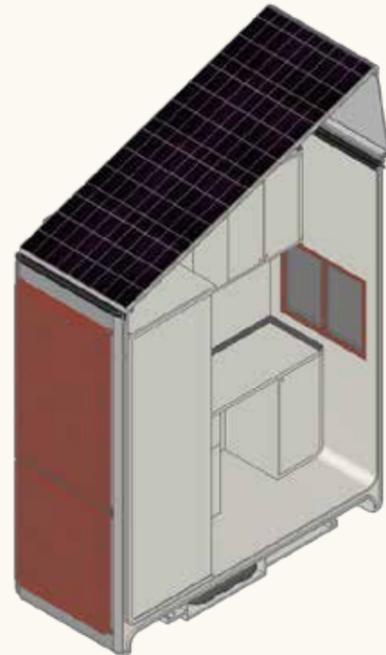
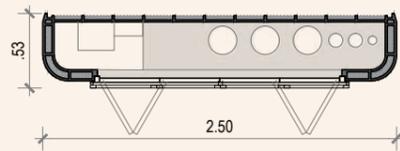
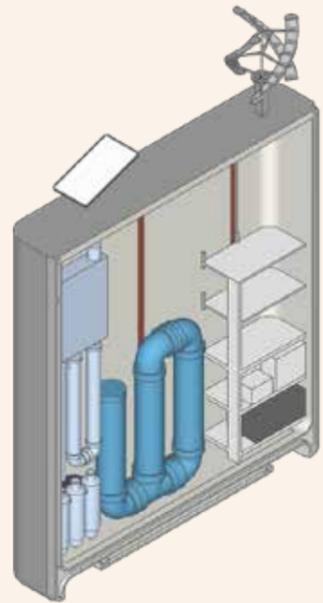
7,92m



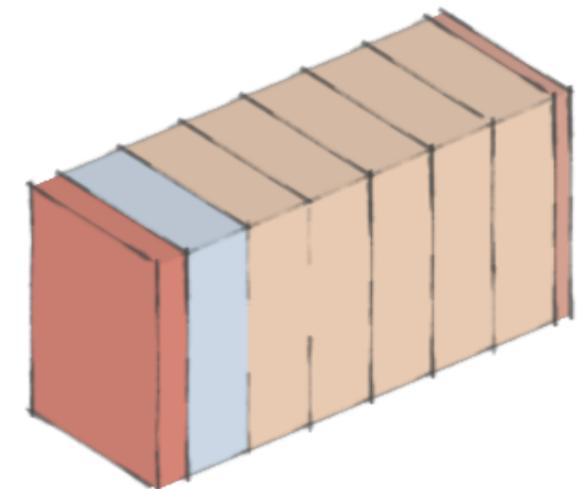
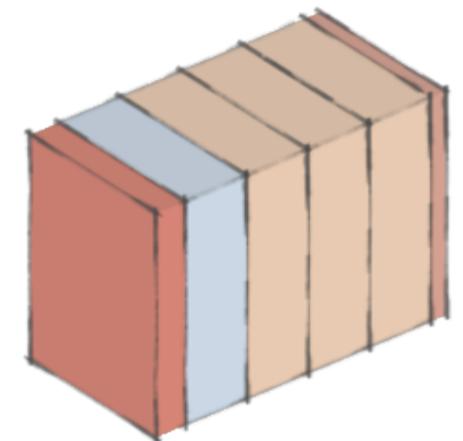
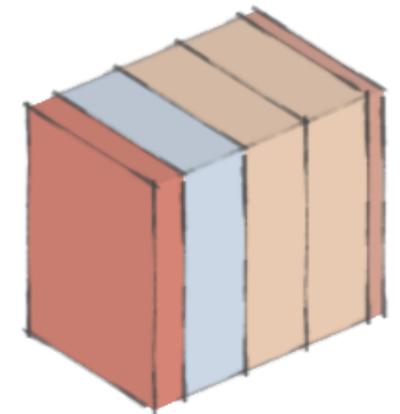
3.666,3 kg

uma habitação móvel, **modular**, off-grid e sul-americana





- Toda combinação é composta de:
- 01 módulo técnico
 - 01 módulo molhado
 - Número variado de módulo flexível
 - 01 módulo de fechamento



Técnico

- Reservatório de água limpa;
- Reservatório de água da chuva + filtro de osmose reversa;
- Inversor de energia;
- Controlador de cargas;
- Pequeno espaço de depósito.
- Porta dupla (abertura: giro) em PP;
- Brise (abertura: "camarão");
- Aerogerador;
- Antena de internet via satélite.
- Ponto de conexão com o reboque

Peso estimado: 478,2kg*

Molhado

- Balcão da cozinha com pia, espaço para fogão e frigobar;
- Box de chuveiro com armário;
- Vaso sanitário (de compostagem ou porta potty);
- Armários superiores e inferiores;
- Iluminação embutida no box e nos armários
- Reservatório de água cinza.
- Coberta móvel e fotovoltaica;
- Brise (abertura: basculante);
- Janela alta no box e Janela baixa na cozinha (aberturas: oscilobatente).

Peso estimado: 534kg*

Flexível

- Módulo adaptável para os demais ambientes - utilidade de acordo como mobiliário;
- Prateleira superior.
- Coberta móvel e fotovoltaica;
- Brise (abertura: basculante); associado com uma dessas opções:
 - Janela alta (oscilobatente);
 - Janela baixa (oscilobatente);
 - Janela (oscilobatente);
 - Porta (oscilobatente);
 - Sem esquadria.

Peso estimado: 332kg**

Fechamento

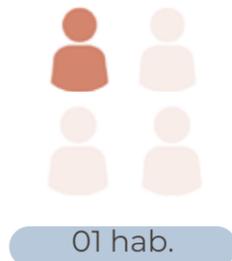
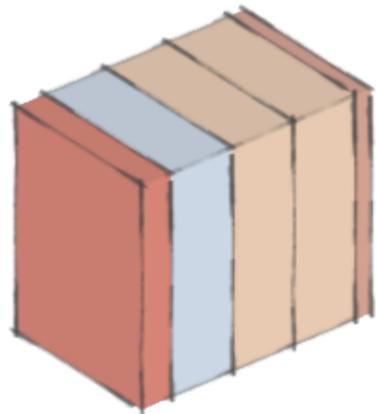
- Depósito duplo (báu interno e depósito externo);
- Prateleira superior.
- Brise (abertura: "camarão");
- Janela (abertura: oscilobatente).

Peso estimado: 286,4kg

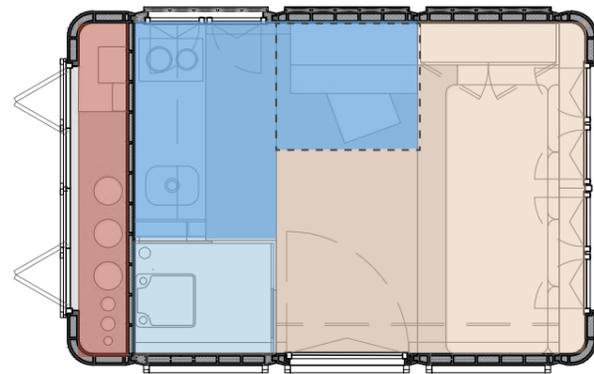
*Valor estimado com os itens elencados aqui; sem carga

**Média de peso entre os módulos flexíveis (que variam quanto à janela, porta, etc.)

estudo de combinações - nomus mínima

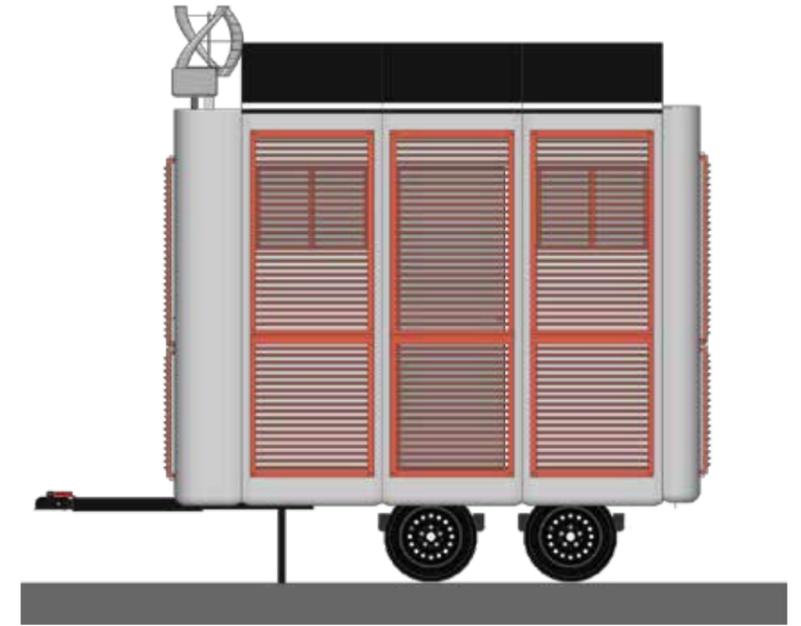


Esquema da modulação



- Área técnica
- Alimentação
- Higiene
- Estar/repouso
- Trabalho

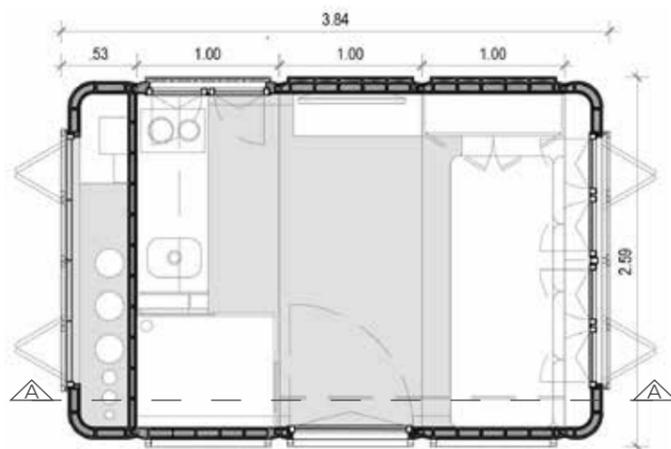
Zoneamento



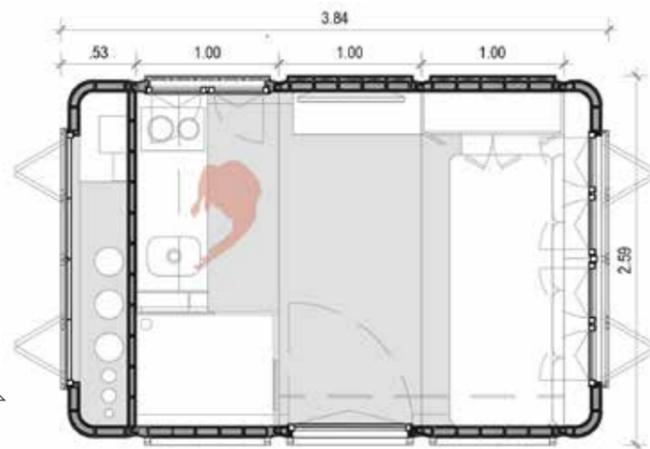
Fachada 01 - Frontal

Plantas humanizadas - uso da nomus ao longo do dia

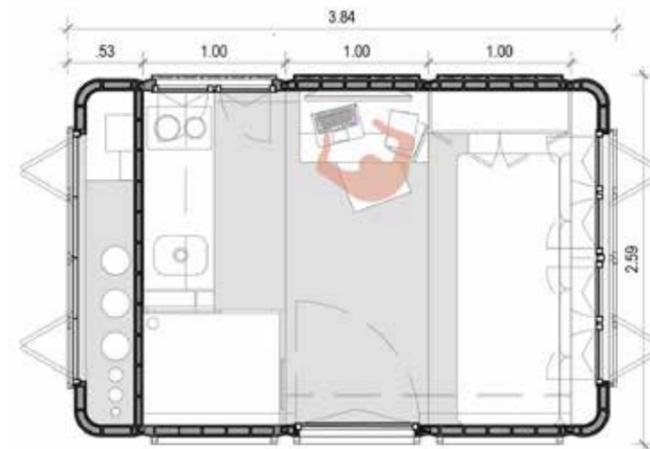
1/50



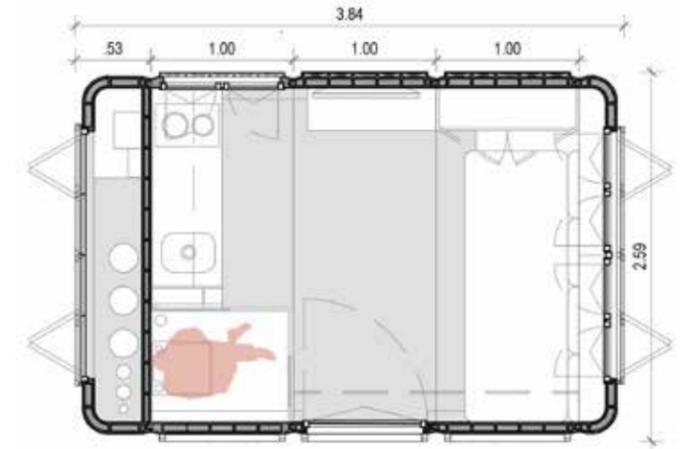
nomus mínima



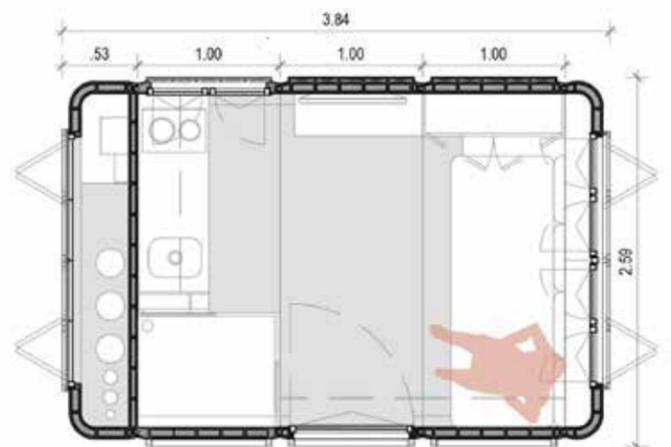
Área de alimentação



Área de trabalho



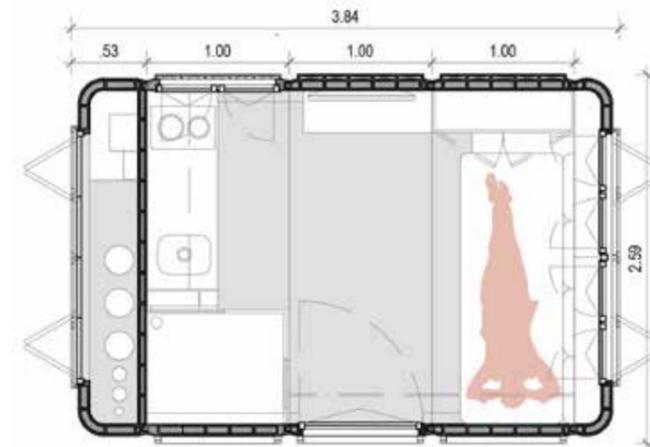
Área de higiene (vaso portátil)



Área de estar

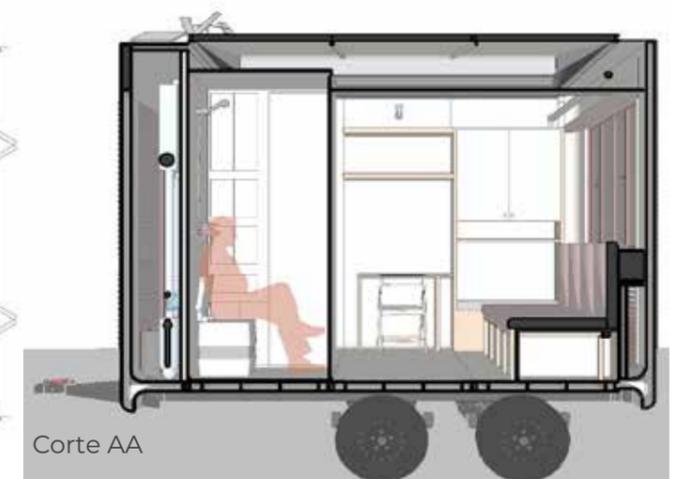


Área de higiene (ducha)



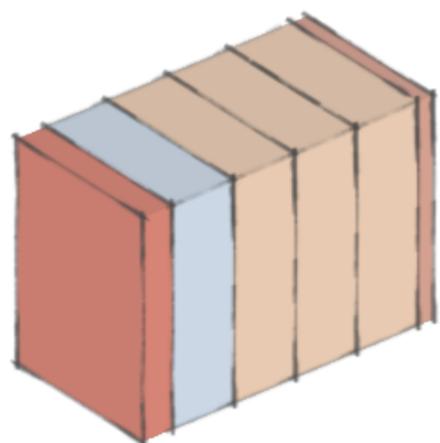
Área de repouso

Corte perspectivado



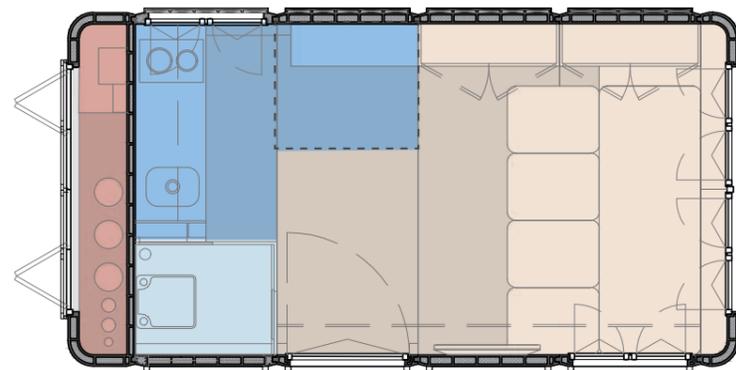
Corte AA

estudo de combinações - nomus dupla



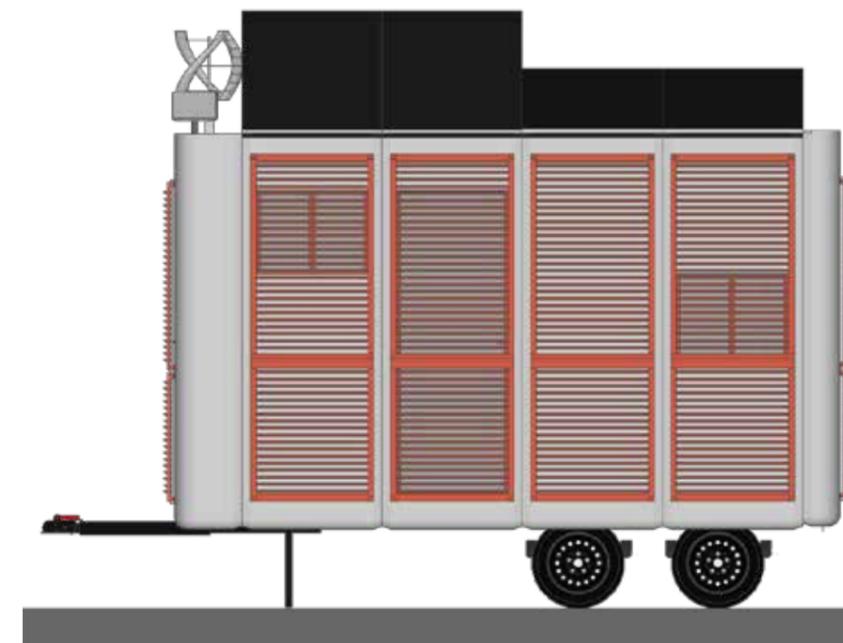
Até 02 hab.

Esquema da modulação



- Área técnica
- Alimentação
- Higiene
- Estar/repouso
- Trabalho

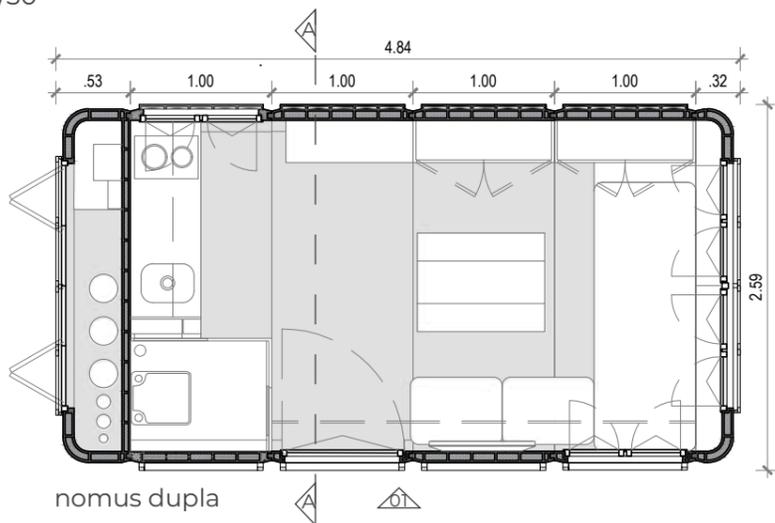
Zoneamento



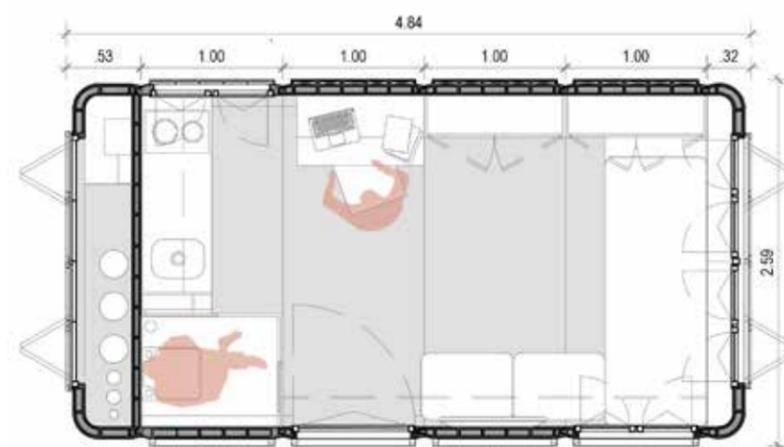
Fachada 01 - Frontal

Plantas humanizadas - uso da nomus ao longo do dia

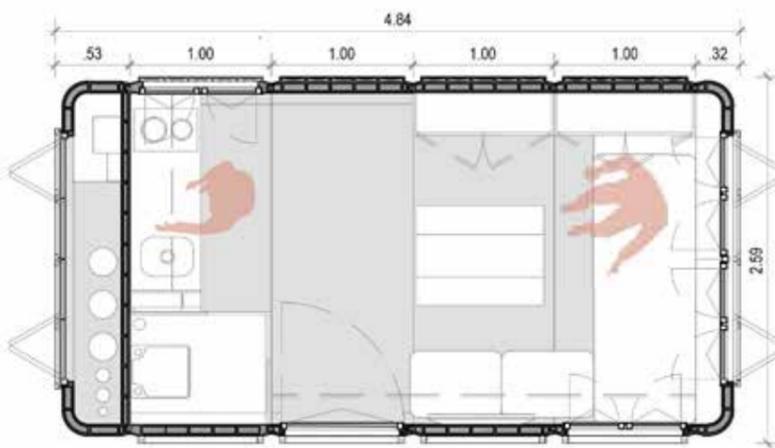
1/50



nomus dupla



Área de higiene e área de trabalho



Área de alimentação e área de estar



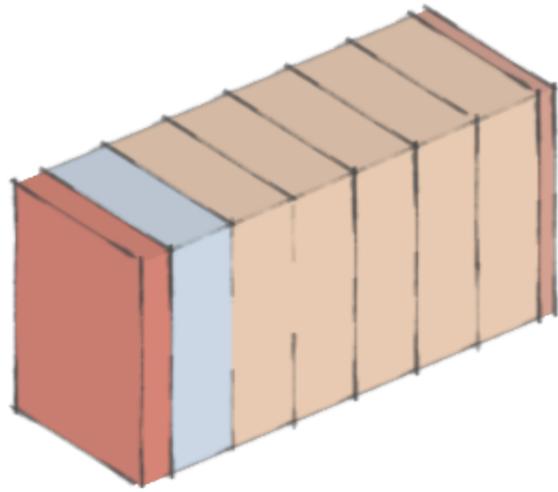
Área de repouso

Corte perspectivado



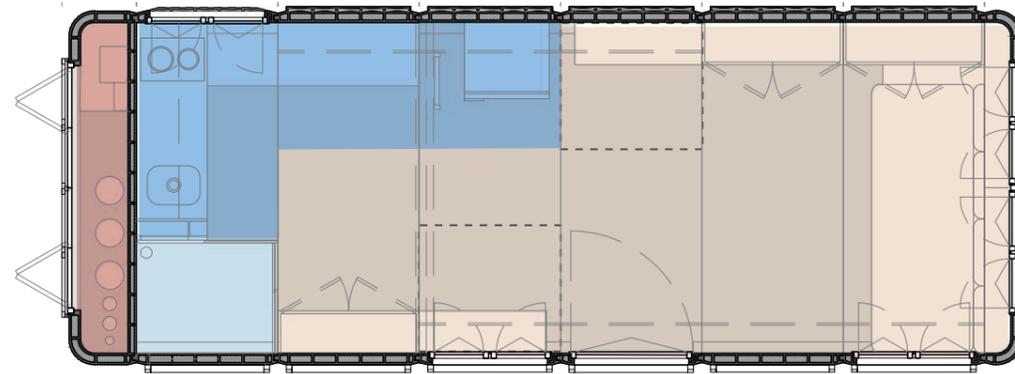
Corte AA

estudo de combinações - nomus família



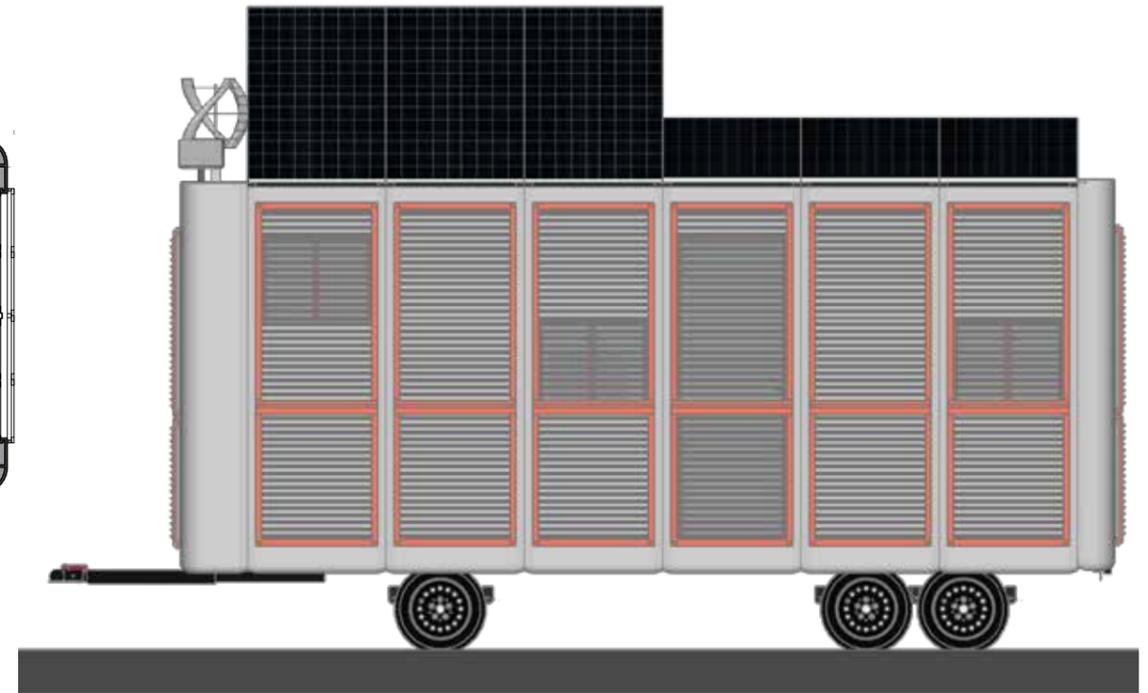
Até 04 hab.

Esquema da modulação



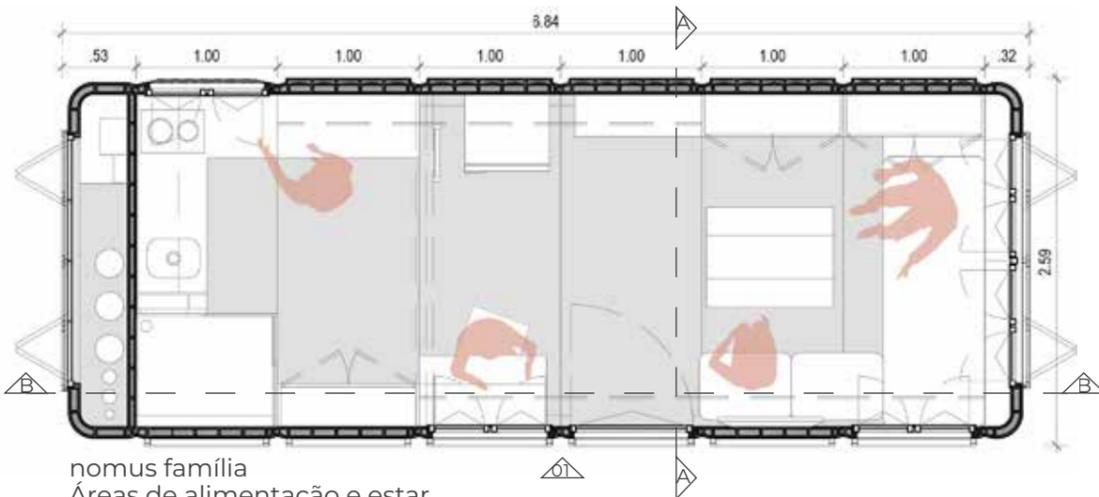
- Área técnica
- Higiene
- Trabalho
- Alimentação
- Estar/repouso

Zoneamento

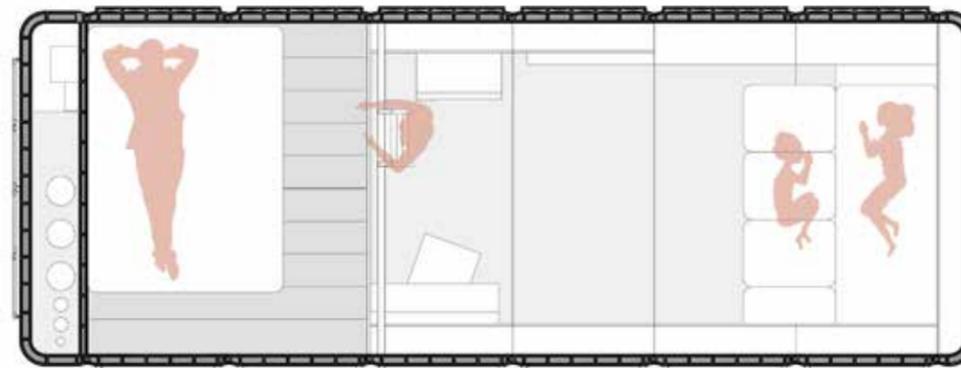


Fachada 01 - Frontal

Plantas humanizadas - uso da nomus ao longo do dia

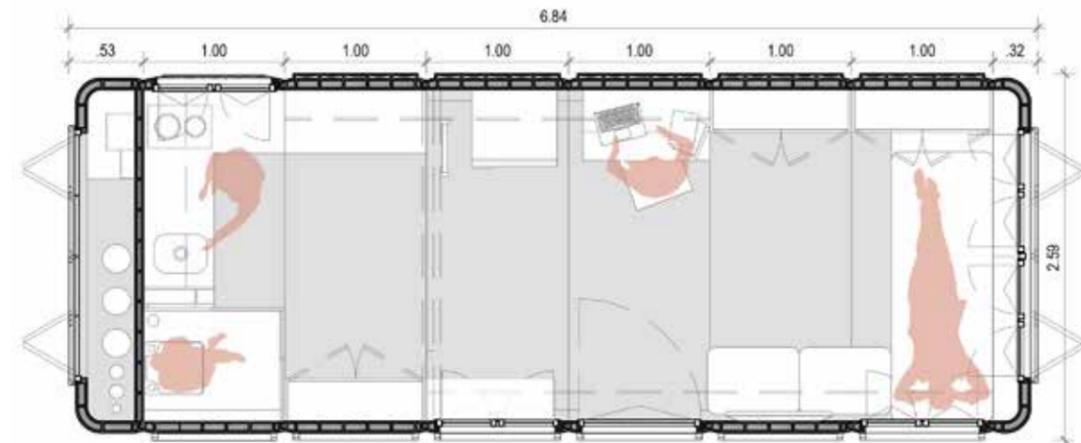


nomus família
Áreas de alimentação e estar



Áreas de repouso (mezanino e térreo)

Cortes perspectivados



Áreas de alimentação, higiene, trabalho e estar



Corte AA



Corte BB

A técnica construtiva



Figura 46 - Peças pré-fabricadas que compõem a packaged house (1942)

Fonte: László Moholy-Nagy

Por se tratar de uma habitação portátil, conforme explicado no capítulo 2, e trata-se de uma construção fabricada em um local e usada em outro (KRONENBURG, 2003), é possível fazer uma associação ao conceito de pré-fabricação na construção, que visa construir através da junção de partes, produzidas em fábrica, para garantir mais rapidez, precisão e redução de custos. Essa modalidade encontra exemplos diversos, na teoria e no mercado de construção, além disso, é um conceito tratado por diversos arquitetos desde o século XX, como Le Corbusier (1887-1965) e Walter Gropius (1883-1969), (Archdaily); este último, em parceria com Konrad Wachsmann (1901-1980), elaborou o projeto The Packaged House System (figuras 46 e 47), algo como “sistema da casa empacotada”, pois as partes constituintes da casa, seriam enviadas embaladas por correios e montadas no local, mas não conseguiram se estabelecer comercialmente (HERBERT, 1986). O arquiteto e historiador, Gilbert Herbert (1924-2017), ao estudar e descrever o trabalho de Gropius e Wachsmann com a pré-fabricação, a define como:

“A prefabricated system comprised a series of components organized hierarchically, with each component both a clearly defined element in its own right and a part of a more comprehensive entity. This entity, the prefabricated building, was a whole consisting of parts whose relationships to each other and the whole were governed by defined laws of combination and whose meaning derived from the whole (or end product) itself. It was a model of order and integration, based upon a clear organizing principle.” (HERBERT, G., 1986)³

As possibilidades técnicas e materiais são diversas, e associadas com a disponibilidade e a tendência do mercado. Para a proposta do presente trabalho, foi escolhido um método de manufatura aditiva, que consiste na produção de uma peça através da adição de camadas do material (figura 48), sendo um processo de fabricação a partir de modelos digitais tridimensionais (BRANDÃO et al., 2020); enquanto que na manufatura tradicional ou subtrativa, são retiradas partes do material, como na usinagem, para chegar ao produto final. Por alinhar um modelo digital com a adição (em vez de subtração) do material, a manufatura aditiva tem menos etapas e processos, e visa uma economia de material e, em paralelo, permite construir geometrias complexas como uma única peça, algo que na manufatura tradicional talvez não fosse possível ou implicasse em inúmeras etapas e processos (GIORDANO et al., 2016).

Dentre as diversas possibilidades da manufatura aditiva, temos a impressão tridimensional, ou impressão 3D, que

³ Em tradução livre: “Um sistema pré-fabricado compreende uma série de componentes organizados hierarquicamente, sendo cada componente um elemento claramente definido por si só e também parte de uma entidade mais abrangente. Esta entidade, o edifício pré-fabricado, era um todo constituído por partes cujas relações entre si e com o todo eram governadas por leis de combinação definidas e cujo significado derivava do próprio todo (ou produto final). Era um modelo de ordem e integração, baseado num princípio organizador claro.”

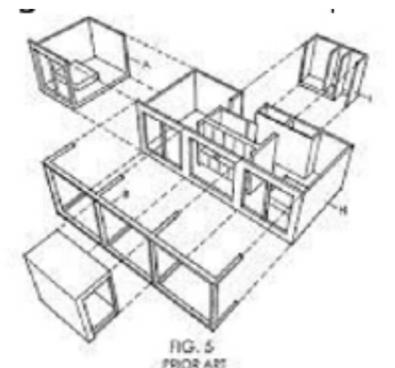


Figura 47 - Esquema de montagem e planta baixa da packaged house

Fonte: Arqpress



Figura 48 - Adição do material por meio de camadas de espessura pré-definida, com desenho seguindo o modelo digital

Fonte: Print It 3D

trabalha com a deposição de materiais variados para criar diversos produtos. Na construção civil ela pode ter aplicações diversas, como mobiliário, maquetes, tijolos, componentes de infraestrutura, etc.; e a própria impressão da construção em sua totalidade. Os materiais são diversos, incluindo o concreto, terra crua, metal, plástico (figuras 49, 50 e 51) e outros materiais que estão sendo desenvolvidos, normalmente bioplásticos (figuras 52, 53 e 54).

Para a decisão do material base da construção, foi necessário considerar o peso do material, devendo ser o mais leve possível, mas que possua resistência a vibrações constantes; dessa forma, elimina-se a possibilidade de utilizar concreto, terra crua, entre outros substratos mais densos. Alguns dos materiais que estão sendo desenvolvidos e/ou foram usados em alguns projetos mostrados (como a Azure e a BioHome 3D) não têm disponível o acesso às suas propriedades, como densidade, composição, resistência, etc. Entretanto, os plásticos, por terem baixo peso e custo, além de versatilidade e impermeabilidade, seriam uma opção viável para estimar e trabalhar esta proposta projetual. Na tabela 07, está resumida uma pesquisa entre os principais plásticos utilizados na indústria de impressão 3D; bem como a definição do material escolhido, com base na coerência com a proposta (leveza; resistência a movimento, a impacto, umidade; bom acabamento; etc.).



Figura 52 - BioHome 3D foi produzida pela Universidade de Maine, com um bioplástico totalmente reciclável, composto com 20% de bambu e o restante de PLA (ácido polilático) e bioplástico. O tempo de impressão não foi divulgado, mas pretendem desenvolver a tecnologia para que possam imprimir uma casa, que tem 61,30m², a cada dois dias.

Fonte: Maine Tech. Institute



Figura 54 - A Urban Cabin, é um projeto do DUS Architects, em Amsterdã, com 8m² e é feita de um bioplástico cujo principal componente é a semente de linho; e é passível de ser totalmente reciclado e até mesmo reimpresso.

Fonte: DUS Architects



Figura 49 - A Azure Printed Homes é uma empresa estado-unidense que imprime em 24h micro-casas, utilizando um polímero específico (60% composto por garrafas recicladas). A empresa possui alguns modelos, que o cliente pode escolher, bem como quais acabamentos serão utilizados; são impressas como um volume único, e depois transportadas para o local de uso (Modelo na imagem: Azure Marina D-Series)

Fonte: Azure Printed Homes

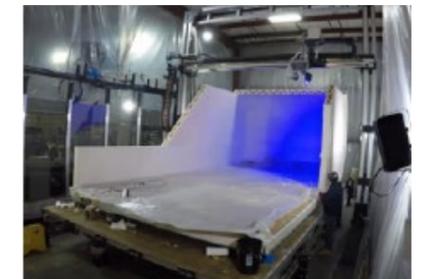


Figura 50 - Casa da empresa Azure sendo impressa

Fonte: Azure Printed Homes e Kirsten Dirksen



Figura 51 - Aproximação da impressão

Fonte: Azure Printed Homes e Kirsten Dirksen



Figura 53 - Impressão da BioHome 3D

Fonte: Maine Tech. Institute

tipos de filamentos plásticos

TIPOS DE FILAMENTOS						
Plásticos						
Aspectos analisados	Ácido polilático (PLA)	Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS)	Polietileno Tereftalato Glicol (PETG)	Polipropileno (PP)	Polietileno (PE)	
					Baixa Densidade (PEBD)	Alta Densidade (PEAD)
Características	<p><i>Vantagens:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Fácil impressão, pode ser usado em qualquer tipo de impressora; - Elevada dureza superficial; - Ótima adesão entre camadas; - Baixa contração; - Indicado para acabamentos externos de encaixe; - Resistente à abrasão; - Muito bem empregado em peças grandes; - Alta qualidade visual e brilho; - Forte, com resistência à flexão de 103 MPa; - Possui resistência química. <p><i>Desvantagens:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Não é de simples criação e é preciso importá-lo pois não há fabricação no Brasil; - Baixa resistência a altos raios UV e temperaturas, pode se deformar rapidamente; - Baixa resistência à tração e baixa flexibilidade, quando atinge o seu limite, ela rompe de uma só vez; - Por ter a dureza superficial elevada, não é recomendada para uso em peças que precisam ser lixadas; - Não é indicada se for sofrer impactos. 	<p><i>Vantagens:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Alta durabilidade; - Flexibilidade média, peças se alongam bastante antes de romperem nos seus limites; - Mais resistente ao calor que o PLA e dimensionalmente estável, em temperaturas até 85°C; - Pode suportar altas pressões e impactos (mais que o PETG), o que o torna muito indicado para aplicações industriais; - Melhor custo benefício para peças que requerem esforço mecânico; - Tolerância a arranhões e danos superficiais; - O mais indicado para acabamento superficial, pois diferentemente do PLA, tem dureza superficial baixa, sendo mais fácil de lixar e solúvel em acetona; - Alta velocidade de impressão; - Baixo custo de produção. <p><i>Desvantagens:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Contração térmica considerável, necessitando de atenção para o controle da temperatura da impressora (precisa estar a 100°C), para a ventilação do local onde está inserida e a posição dos objetos impressos; - Quanto maior for a peça, maior será a possibilidade do ABS descolar camadas. 	<p><i>Vantagens:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Boa adesão entre camadas; - Deformação mínima durante a impressão; - Acabamento diferenciado, com aparência reluzente; - Ausência de odor durante a impressão; - Resistência química a bases e ácidos; - Tem resistência maior a flexão do que o ABS e o PLA, com alta tenacidade; - Pode lidar com maiores impactos que o PLA; - Facilmente colorido, pois a cor natural deste polímero possui alto grau de transparência; - Facilmente formatável: pode ser a vácuo ou termoformado e pode suportar altas pressões sem rachar; - Pode ser colocado em altas temperaturas sem perder suas propriedades. <p><i>Desvantagens:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Requer o uso de uma placa de aquecimento de no mínimo 70°C (ao contrário do PLA) e também, por reter calor, é preciso usar um cooler durante toda a impressão para evitar o seu enrijecimento; - Pode absorver umidade rapidamente e se mantém melhor em um ambiente fresco e seco; - Velocidade de impressão baixa; - É mais propenso a escorregar do que PLA ou ABS, por isso pode haver mais necessidade de pós-processamento para remover manchas; - É mais propenso a arranhões do que o PLA; - Resiste a quase todos os tipos de solventes e produtos químicos disponíveis. 	<p><i>Vantagens:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Razoavelmente rígido; - Leve; - Tem uma grande resistência à temperatura, e ao contrário do PLA e do ABS não amolece gradualmente com o seu aumento; - Possui acabamento liso visualmente atraente; - Equilíbrio de força e resistência ao impacto; - Quimicamente resistente; - Alta resistência a umidade; - Considerado inquebrável; <p><i>Desvantagens:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Precisa que a temperatura da mesa de impressão esteja no entorno de 60°C; - Peças desse material deformam rapidamente após o seu resfriamento; - Quando calor suficiente para chegar ao seu limite é absorvido, se liquefaz rapidamente. 	<p><i>Vantagens:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Tenacidade; - Boa resistência a impacto; - Alta flexibilidade; - Fácil processabilidade; - Propriedades elétricas notáveis; - Estabilidade; - Resistente à água. <p><i>Desvantagens:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - É pouco solúvel em solventes polares como cetonas, ésteres e álcoois e é atacado aos poucos por agentes oxidantes, pois outros solventes podem causar inchaço mesmo em temperatura ambiente. 	<p><i>Vantagens:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Tem mais cristalinidade que o PEBD e por isso, tem um maior ponto de fusão; - Resistente ao calor; - Possui baixa reatividade química: é estável em soluções alcalinas de qualquer concentração e em soluções salinas, independente do pH. <p><i>Desvantagens:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Não é solúvel em nenhum solvente na temperatura ambiente.
	Exemplos de aplicação	<ul style="list-style-type: none"> - Sacolas plásticas; - Copos descartáveis; - Itens decorativos; - Maquetes e modelos arquitetônicos; - Dispositivos médicos implantáveis, como parafusos de ligação; - Tecidos; - Embalagens de cosméticos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Painéis, pára-choques e outras ferragens automotivas; - Cases para componentes eletrônicos; - Instrumentos musicais; - Blocos LEGO. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recipientes de comida e bebida; - Embalagens de cosméticos; - Implantes médicos; - Expositores e stands de varejo; - Embalagens para dispositivos médicos e farmacêuticos; - Protetores de máquina; - Vidros e unidades de exibição de alta resistência; - Peças de pressão. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dobradiças vivas (muitas vezes são abertas e fechadas); - Frascos e potes; - Prototipagem funcional; - Ferramentas; - Peças de uso final; - Protótipos de conceito; - Cordas, fios e cabos; - Autopeças. 	<ul style="list-style-type: none"> - Garrafas de plástico; - Sacos; - Embalagens flexíveis; - Filmes para uso geral; - Embalagens para líquidos; - Plastificação.
É reciclado ou renovável?	Sim. Pode ser feito a partir da fermentação do milho, mandioca ou cana-de-açúcar de onde se obtém o ácido lático.	Não. É composto de produtos de petróleo: uma mistura de acrilonitrila, butadieno e estireno.	Não. É produzido pela manipulação de substâncias. (Plástico PET com a substituição do etilenoglicol na cadeia molecular pelo ciclohexano dimetanol)	Sim. É produzido a partir do gás propeno.	Sim. É obtido através da polimerização do etileno (hormônio vegetal gasoso).	
É reciclável?	Sim, porém há perda na qualidade. Também é anunciado como biodegradável, mas só em compostagens artificiais.	Sim. O plástico ABS reciclado é um dos mais presentes em diversos objetos de uso cotidiano. Não é biodegradável.	Sim. É facilmente reciclado usando produtos químicos para quebrar as cadeias de polímero de volta aos seus componentes originais. Não é biodegradável.	Sim. Também pode ser biodegradável, ao adicionar uma quantidade de fotoiniciador e outros aditivos.	Sim. Porém não é considerado biodegradável.	
Densidade média	1,24×10 ⁶ g/m ³	1,05×10 ⁶ g/m ³	1,27×10 ⁶ g/m ³	0,9×10 ⁶ g/m ³	0,92×10 ⁶ g/m ³	0,96×10 ⁶ g/m ³

definição do filamento

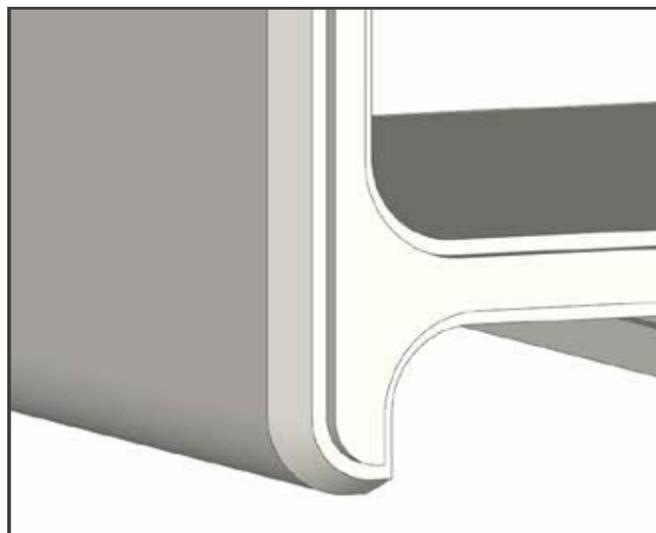
Material escolhido: Polipropileno (PP) - (C₃H₆)_n

Principais fatores de decisão:

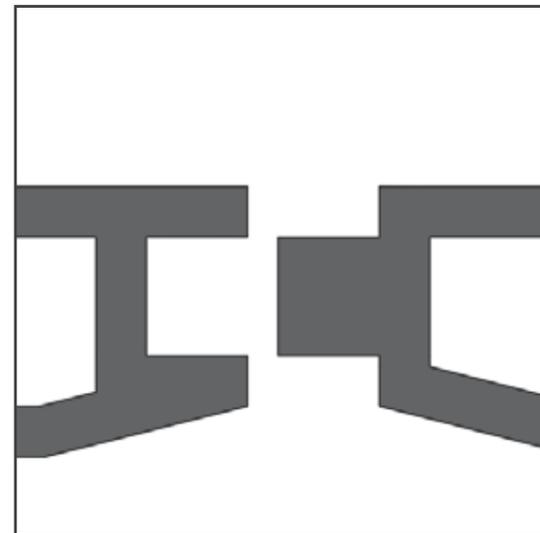
- Leveza (densidade: 900 kg/m³)
- Grande resistência à temperatura
- Resistência a impacto
- Alta resistência a umidade
- Ideal para impressão de dobradiças
- É reciclável e pode ser biodegradável
- Pode ser furado, parafusado e pregado a outras estruturas

Devido à dificuldade de informação e exemplos de usos, essa decisão não pode considerar bioplásticos em desenvolvimento e outros materiais promissores; o PP foi escolhido diante da necessidade de estimar peso e estudar possibilidade

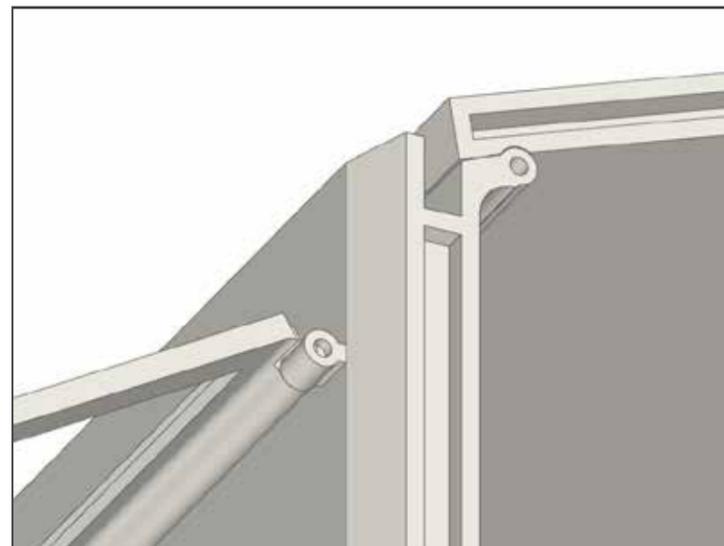
Pontos em que a impressão 3D é um diferencial



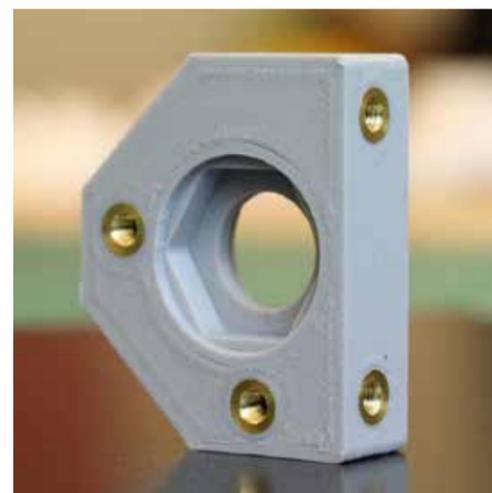
Multiplicidade e variação da forma mantendo a unidade do objeto; trabalhar com esbeltez e reforço em pontos estratégicos



Encaixes e possibilidade de aplicação de diversas colas



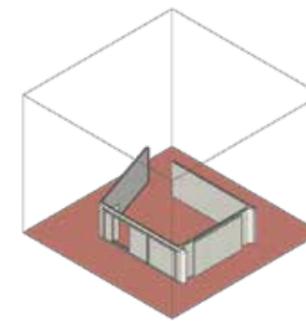
Trabalhar com peças móveis integradas, permitindo dobradiças funcionais sem a necessidade de parafusos e outras conexões



Para a fixação de peças é possível trabalhar com inserts metálicos, para parafusar e desparafusar sem comprometer a integridade da peça

Fonte: Local Maker

Testes de impressão



→ As impressoras de mercados não têm tamanho necessário para imprimir o módulo e houve a dificuldade de simular o tempo de impressão e a quantidade exata de material (pois os softwares consideram as características das impressoras disponíveis no mercado).

- Os testes foram realizados no Laboratório de Maquetes e Prototipagem (Labmaq), vinculado ao curso de Arquitetura e Urbanismo da UFPE, sob a orientação do Prof Pascal Machado, utilizando o filamento ABS e a impressora Creality CR10;
- Os teste não foram bem sucedidos, pela seguintes causas:
 - Dificuldade na adaptação do modelo em tamanho real para as dimensões de protótipo;
 - Falta de conhecimento nas técnicas de impressão 3D;
 - Tempo hábil para mais testes ante o prazo de entrega do trabalho

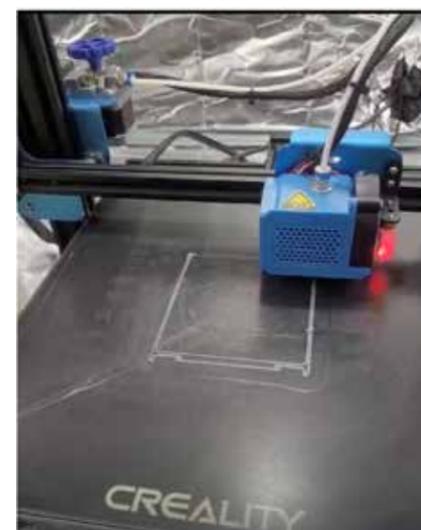


Imagem do processo de impressão

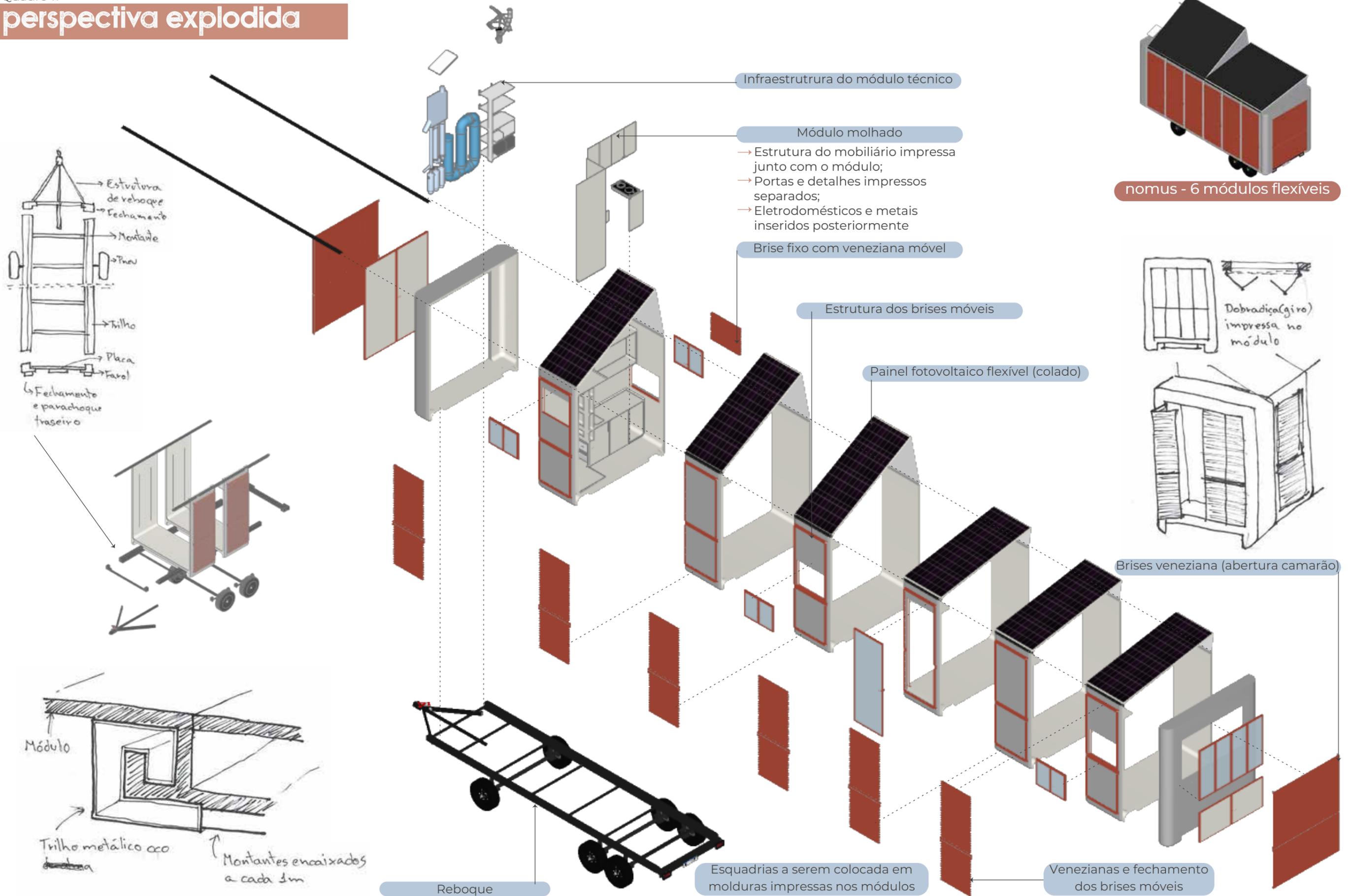


Um dos resultados obtidos: houve descolamento da mesa (vista superior)

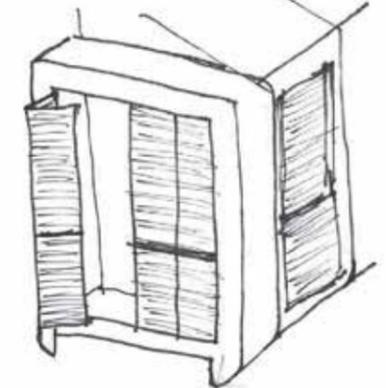


Um dos resultados obtidos: houve descolamento da mesa (vista lateral)

perspectiva explodida



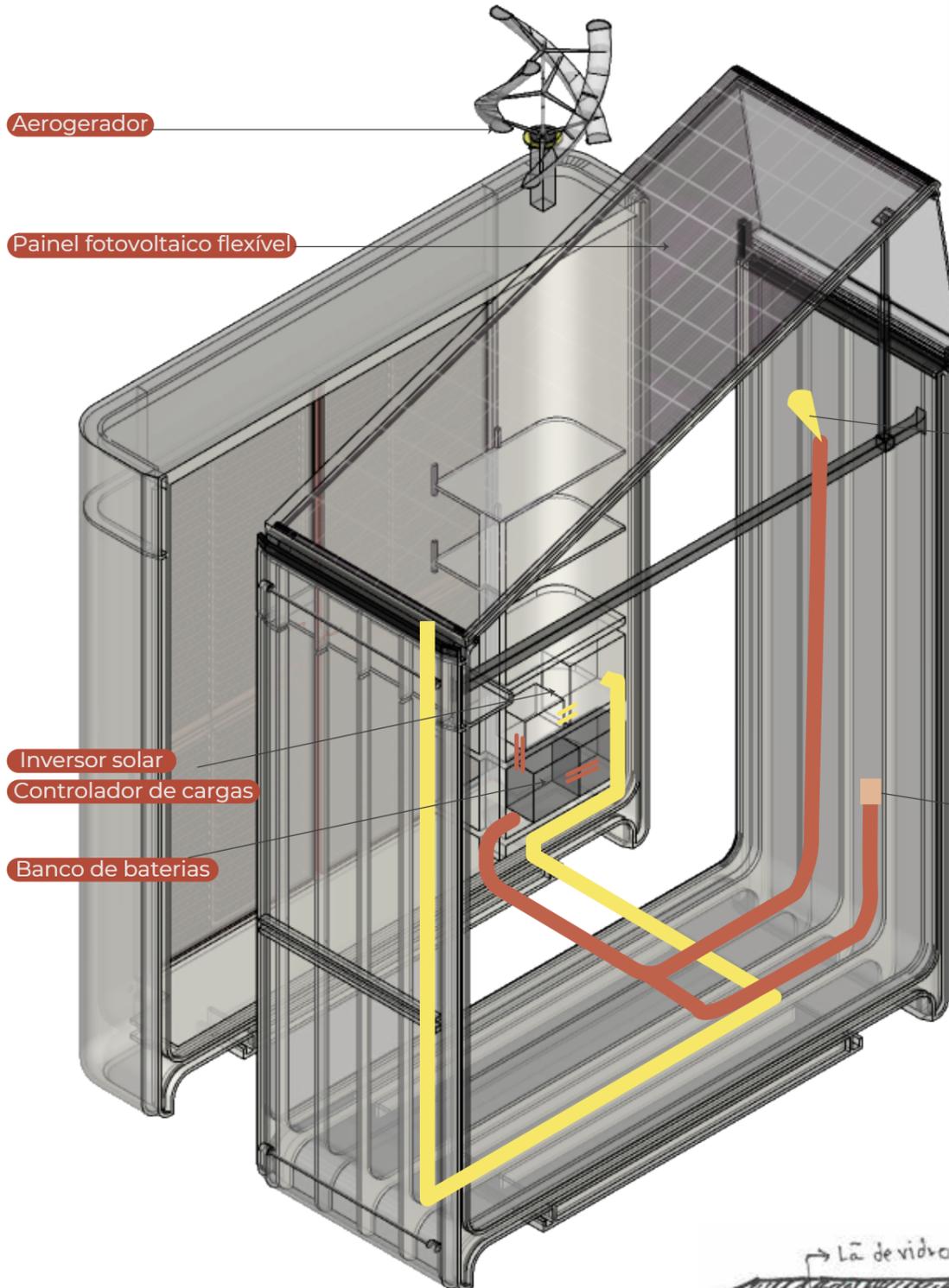
nomus - 6 módulos flexíveis



uma habitação móvel, modular, **off-grid** e sul-americana



geração de energia



Aerogerador

Painel fotovoltaico flexível

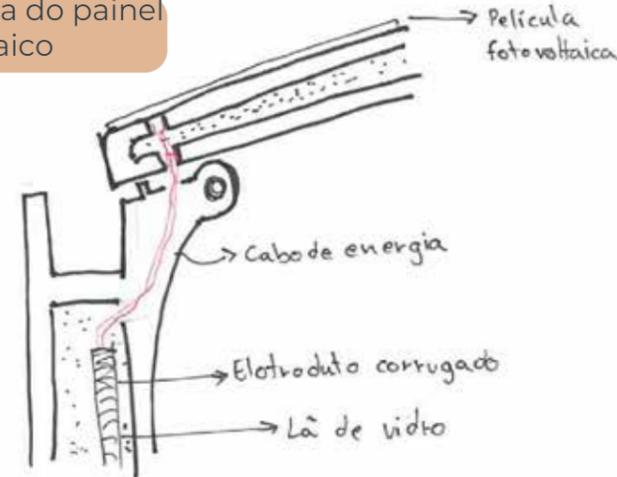
Inversor solar
Controlador de cargas

Banco de baterias

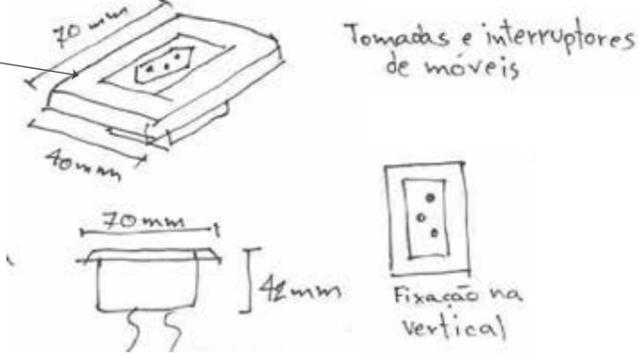
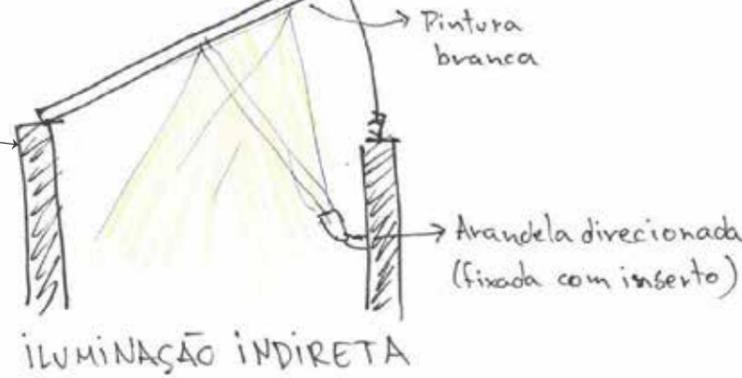
Eletrodutos de captação

Eletrodutos de distribuição

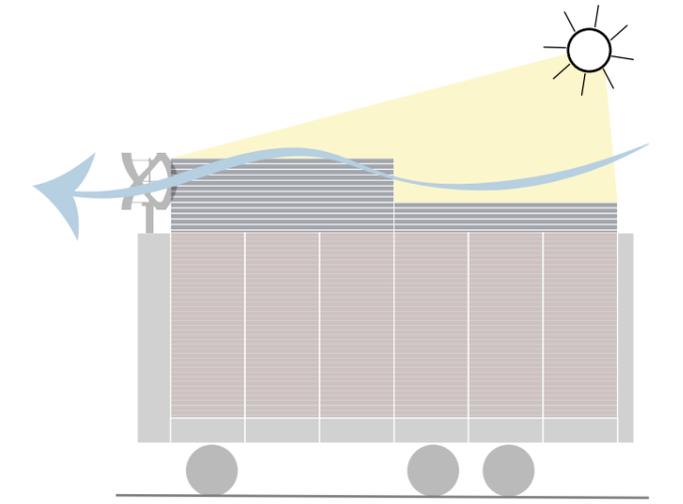
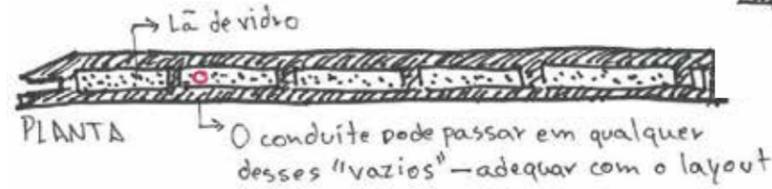
Saída de energia do painel fotovoltaico



Iluminação



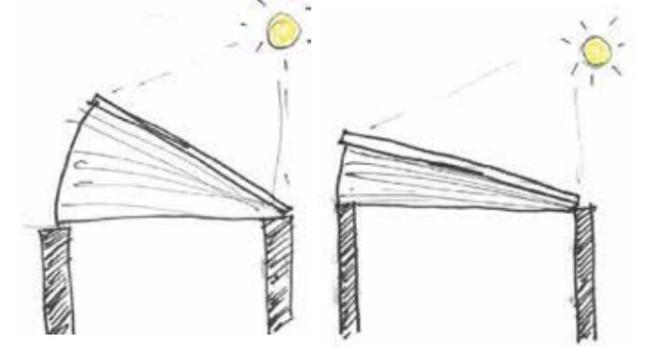
Tomadas



Captação de energia solar e elólica

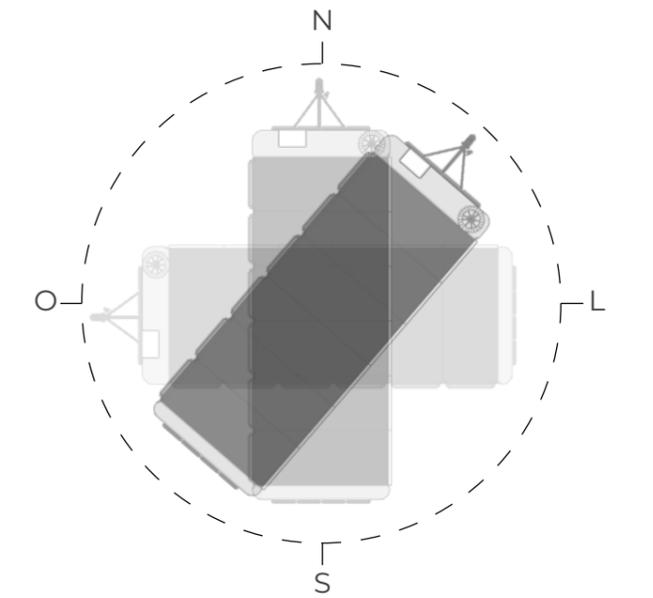
Coberta móvel

→ Angulação adaptável de 10°-25°



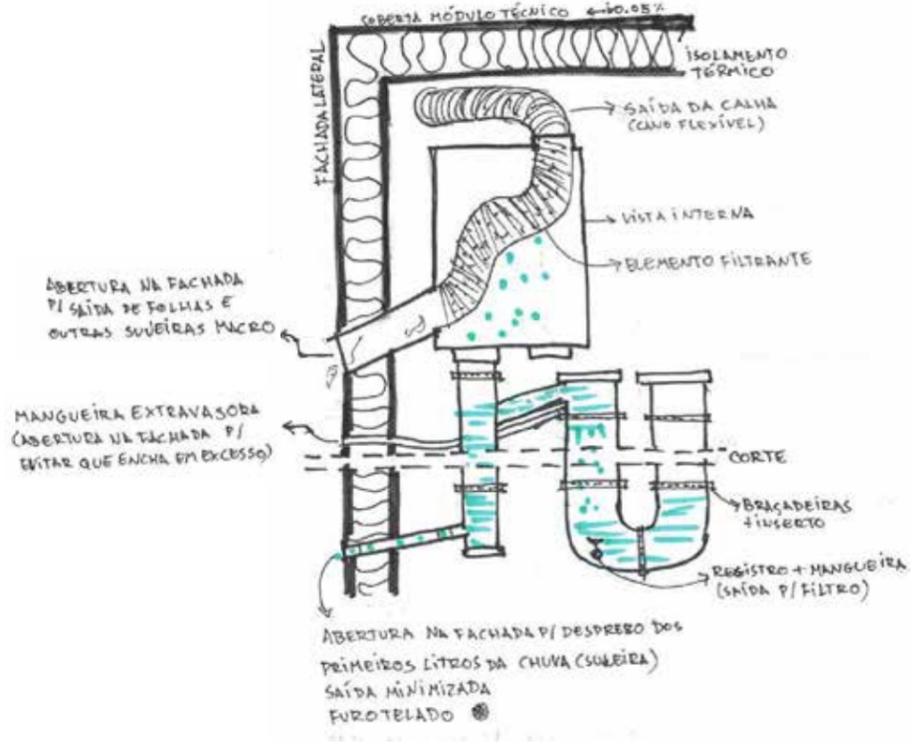
Coberta móvel

→ A depender do terreno é possível posicionar a casa de acordo com a incidência solar

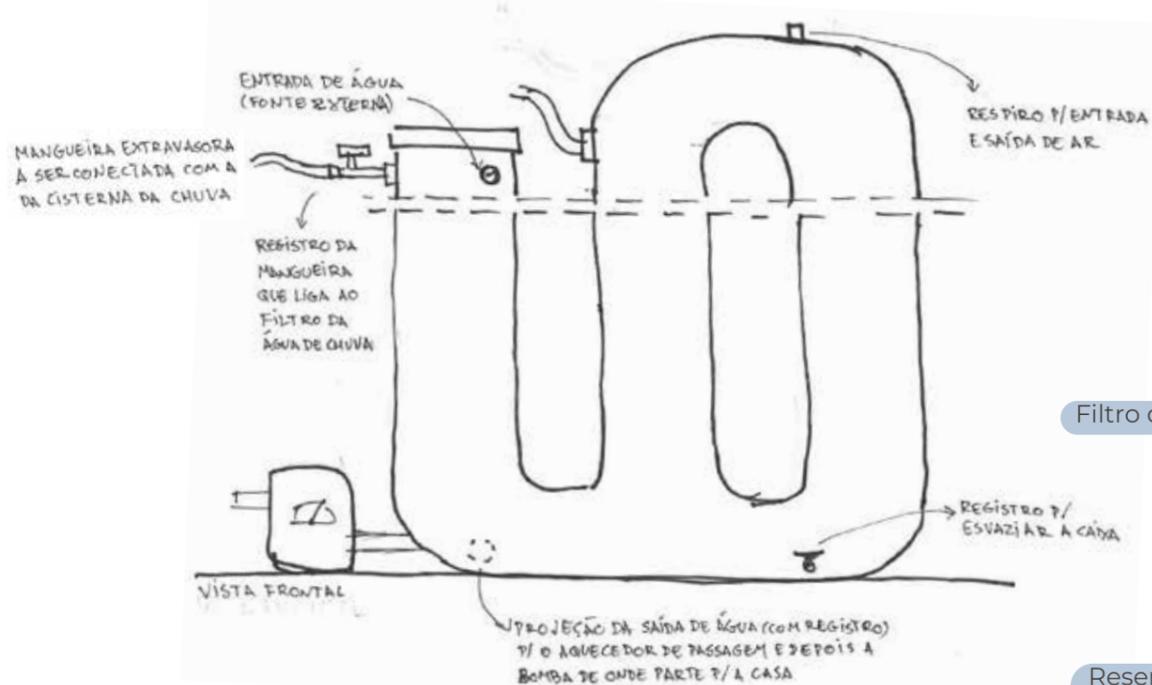


captação, uso e descarte de água

Esquema do reservatório de água pluvial



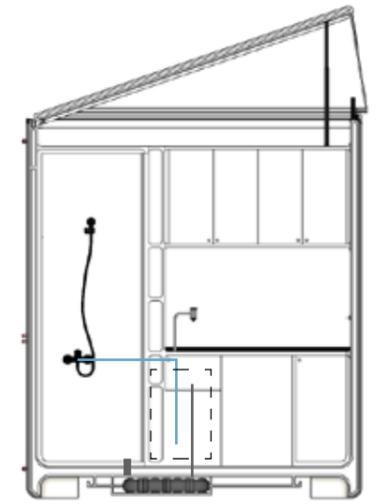
Esquema do reservatório de água limpa



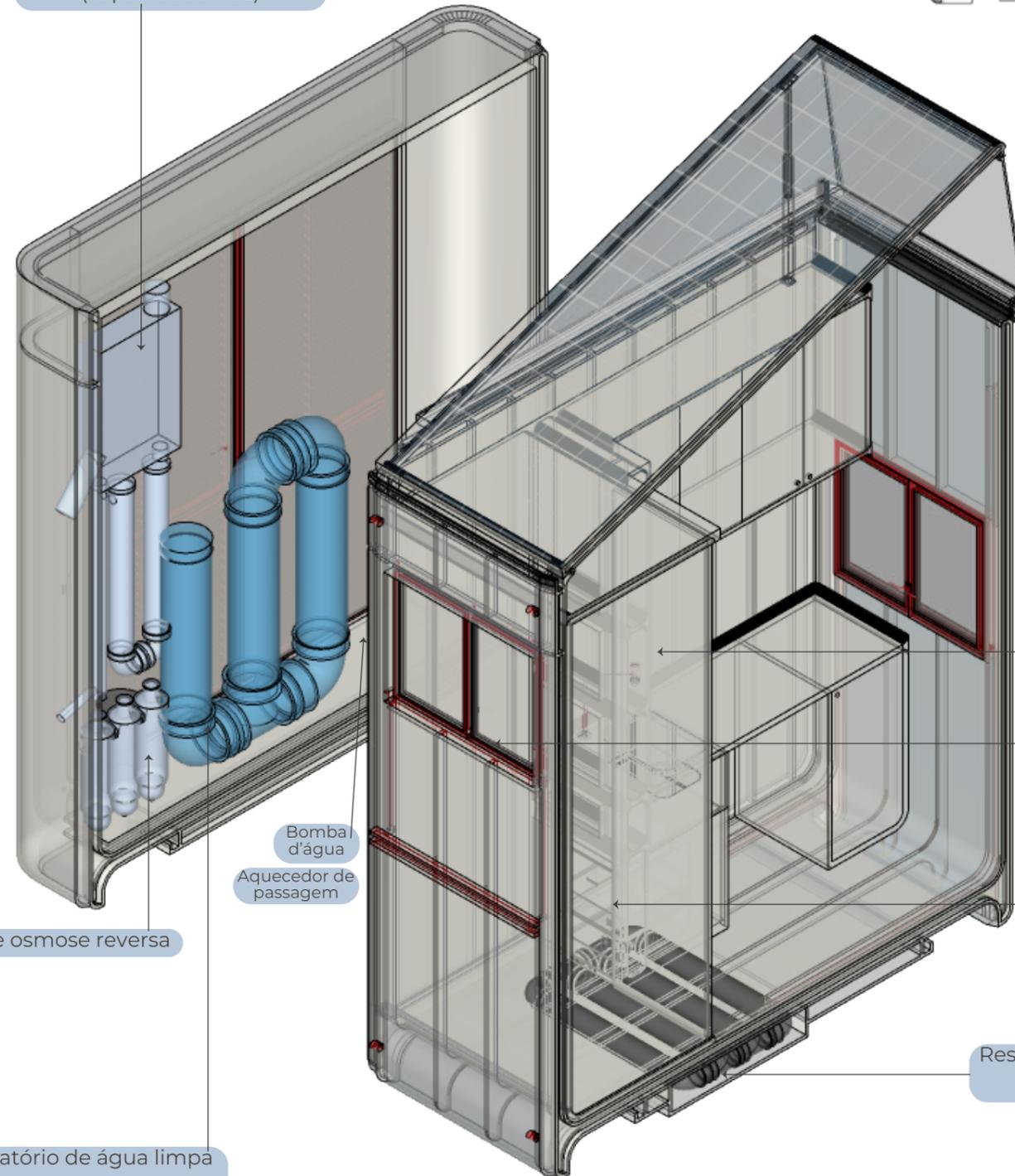
Tubulação água limpa

Tubulação de água cinza

Vaso sanitário (porta potty ou de compostagem)



Reservatório de água pluvial (capacidade: 75L)



Filtro de osmose reversa

Bomba d'água
Aquecedor de passagem

Reservatório de água limpa (capacidade: 150L)

Cuba e torneira

Ducha regulável

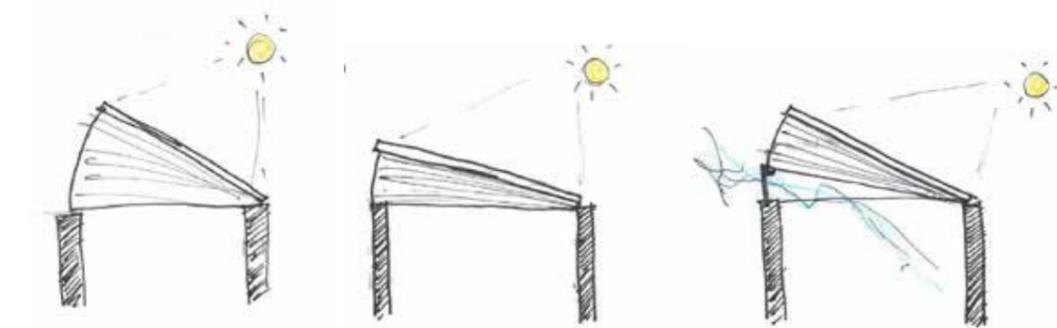
Vaso sanitário

Reservatório de água cinza (capacidade: 125L)

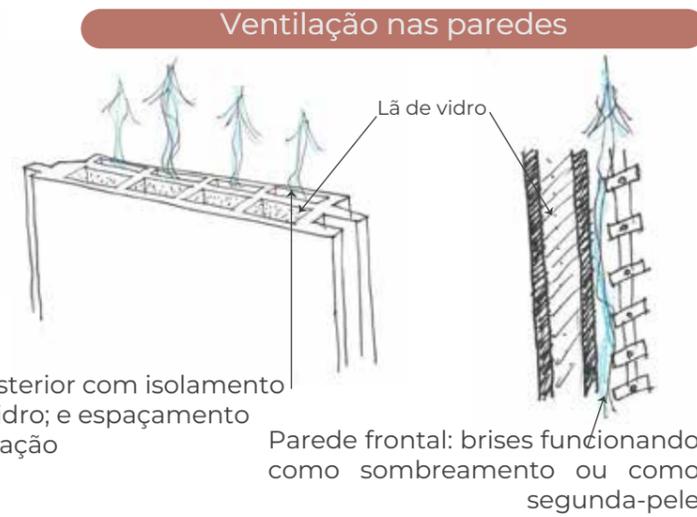
uma habitação móvel, modular, off-grid e sul-americana



adaptabilidade climática



Coberta móvel Mobilidade (menor concentração de calor) e possibilidade de abertura para ventilação cruzada e efeito chaminé

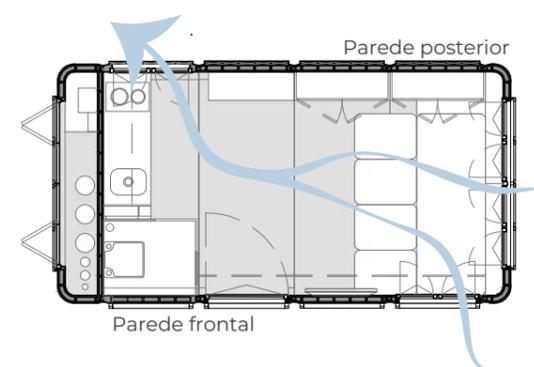


Ventilação nas paredes

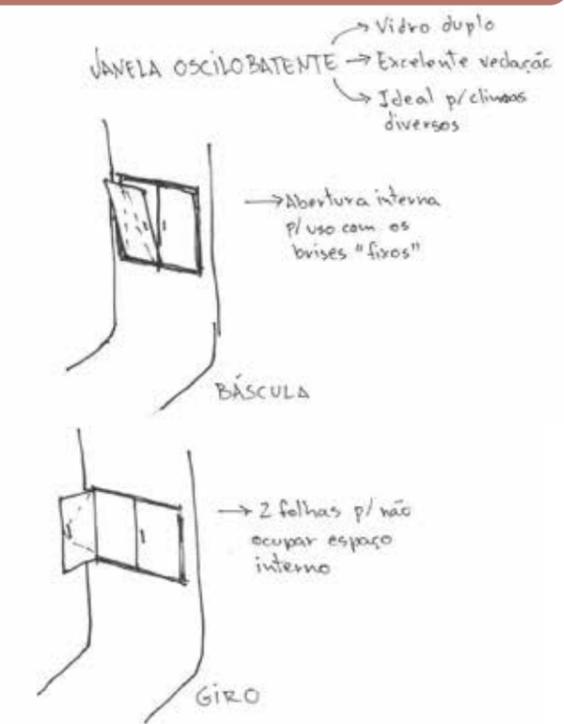
Parede posterior com isolamento em lã de vidro; e espaçamento para ventilação

Ventilação cruzada permanente

Janela da cozinha permite ventilação cruzada constante; bem como a abertura da cobertura, em lado oposto das janelas



Janela adaptável ao clima



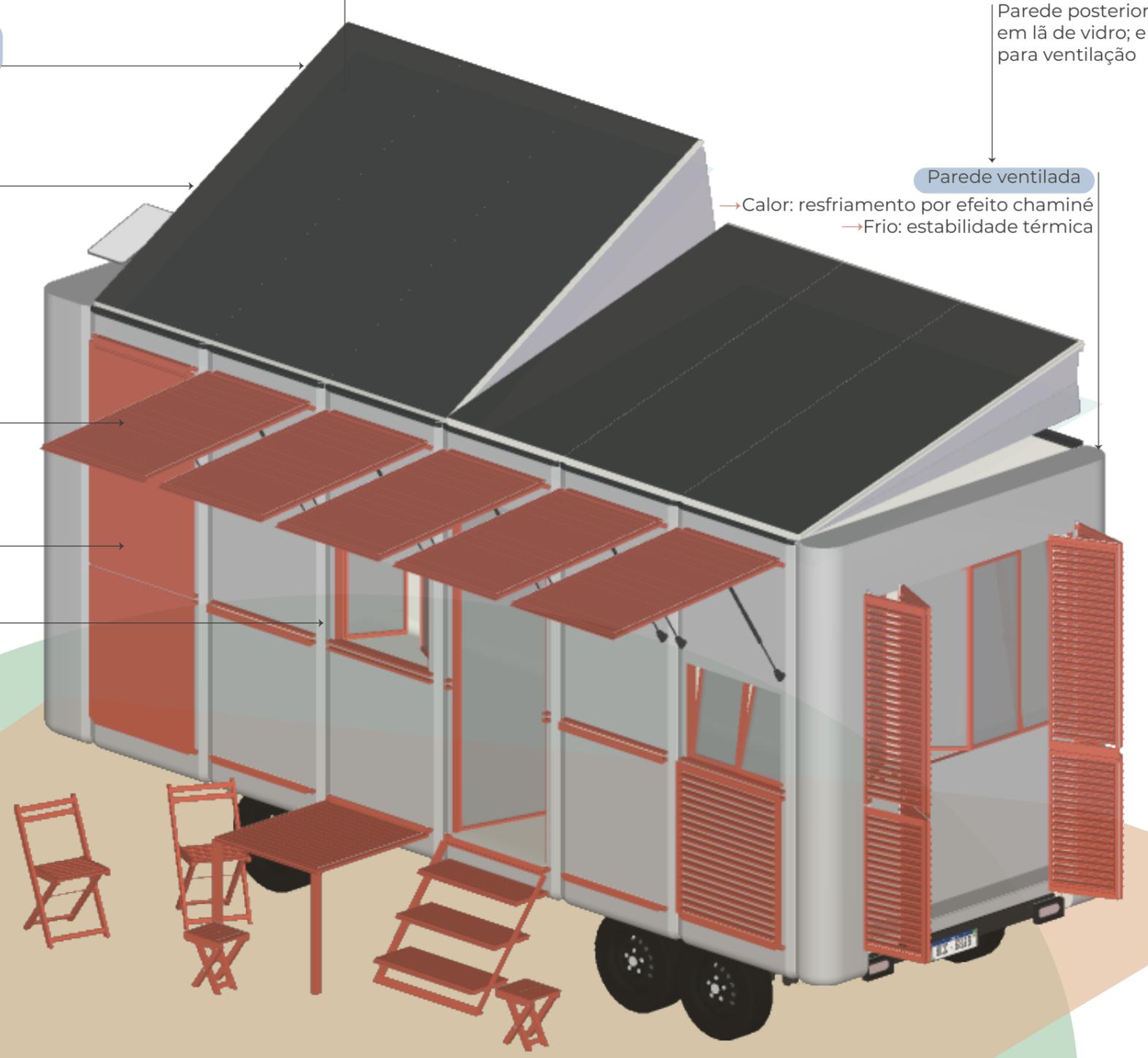
Laterais da cobertura em manta térmica única (1cm) ou dupla (2cm)

Tinta térmica
 → Calor: reflete a luz solar e minimiza o aquecimento interior
 → Frio: previne a condensação interna

Área externa - espaço de sombreamento e transição

Brises como filtro de luz e segunda-pele

Esquadrias em vidro duplo

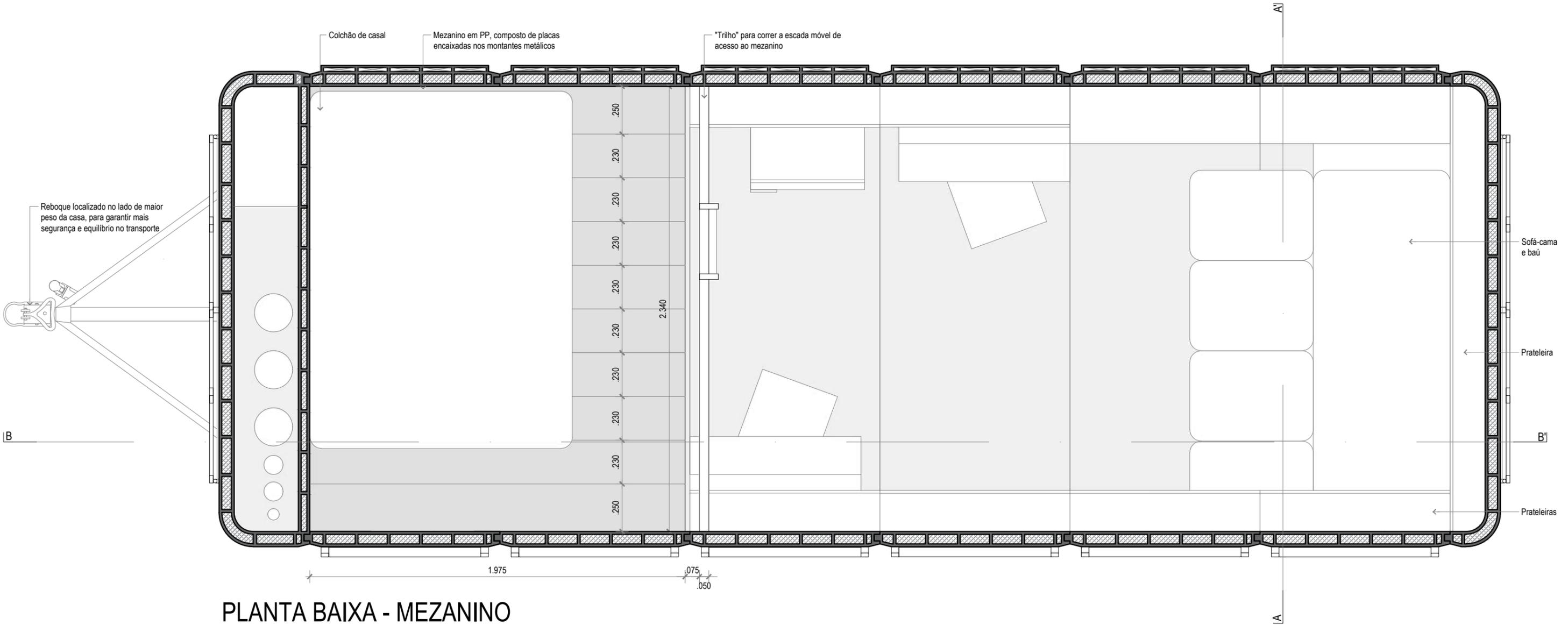


Parede ventilada
 → Calor: resfriamento por efeito chaminé
 → Frio: estabilidade térmica

uma habitação móvel, modular, off-grid e sul-americana



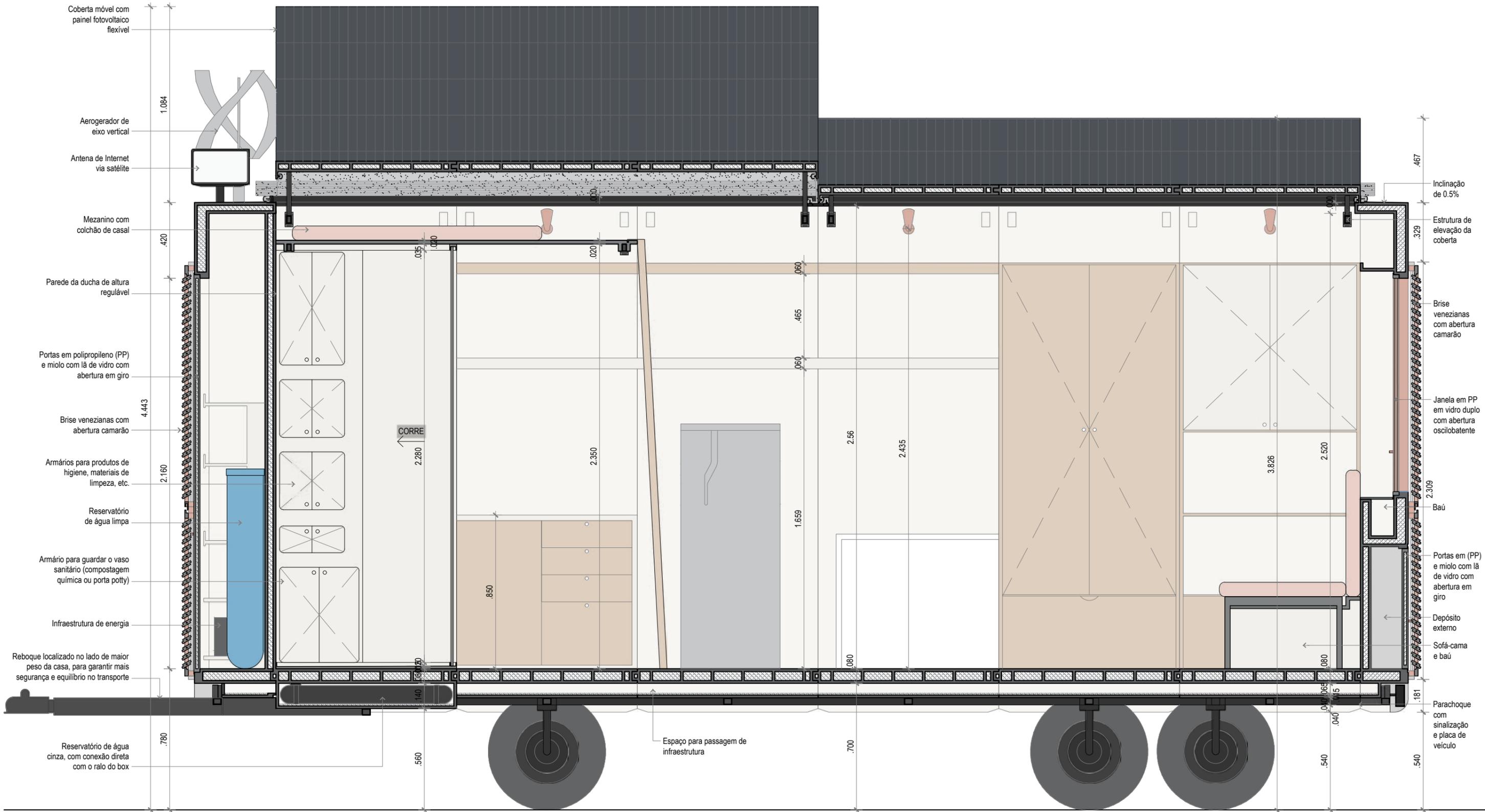
planta baixa nomus família - mezanino



PLANTA BAIXA - MEZANINO

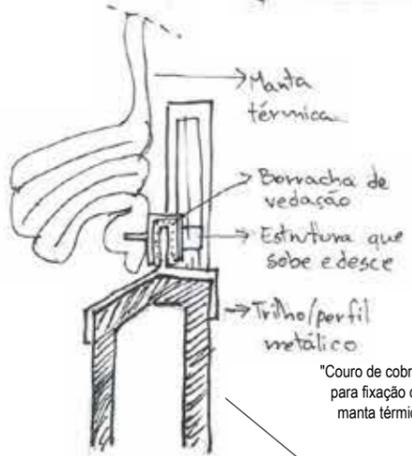
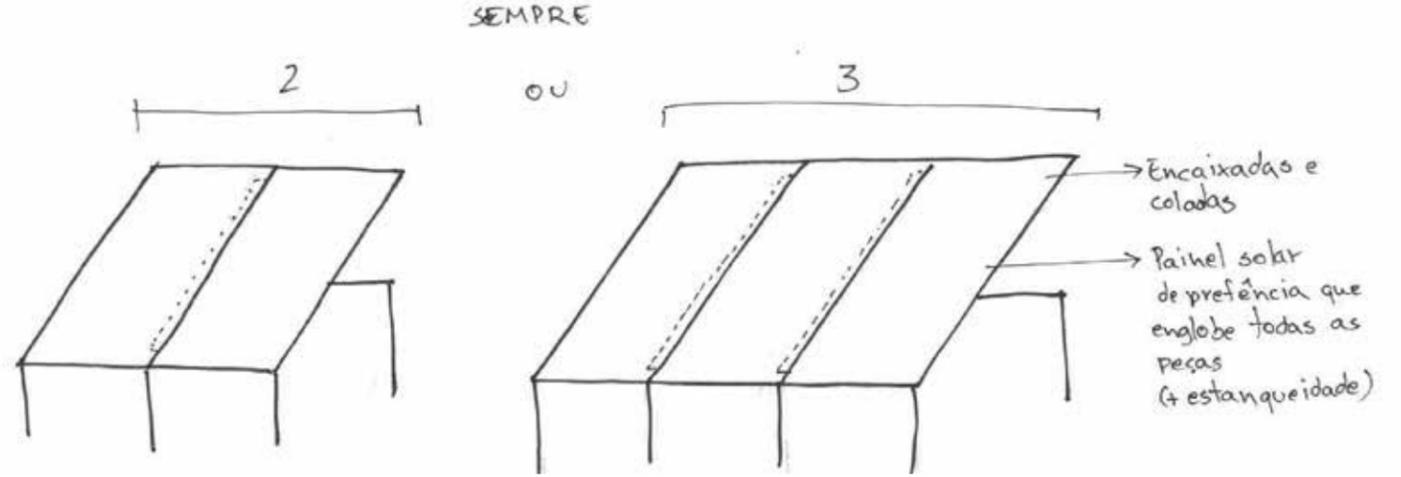
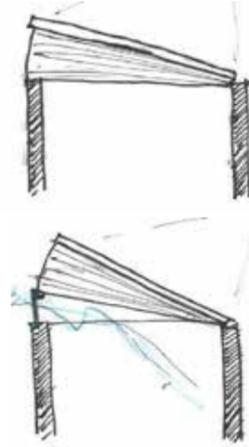
1/20

cut longitudinal nomus família



Mobilidade da cobertura

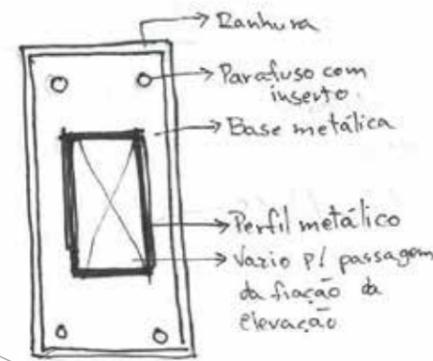
Estrutura que levanta a cobertura (funcionamento similar a mesa regulável)



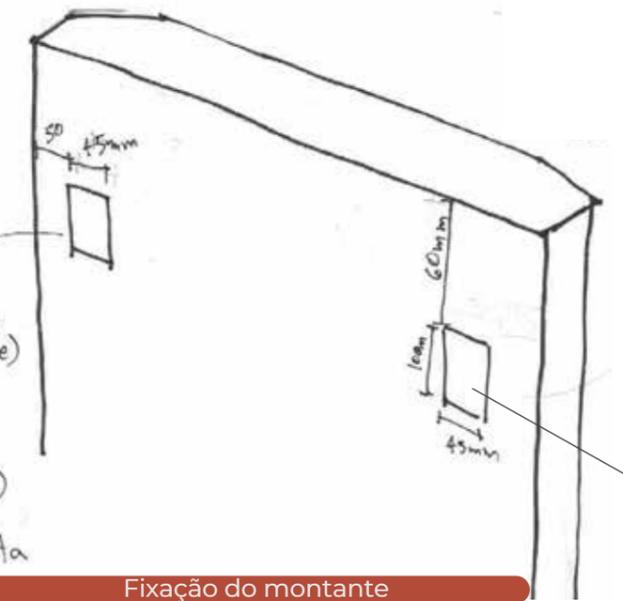
"Couro de cobra" para fixação da manta térmica

Dimensions and labels for the cross-section:

- .196
- .407
- .046
- .034
- .475
- .396
- .179
- .040



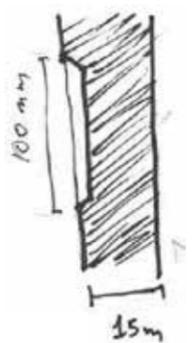
RANHURA em ambos os lados em todas as peças (2mm de profundidade)
 ↓
 P/ encaixe (quando necessário) da estrutura de elevação da cobertura



Cobertura móvel (inclinação mín. 10°; máxima de 25°)

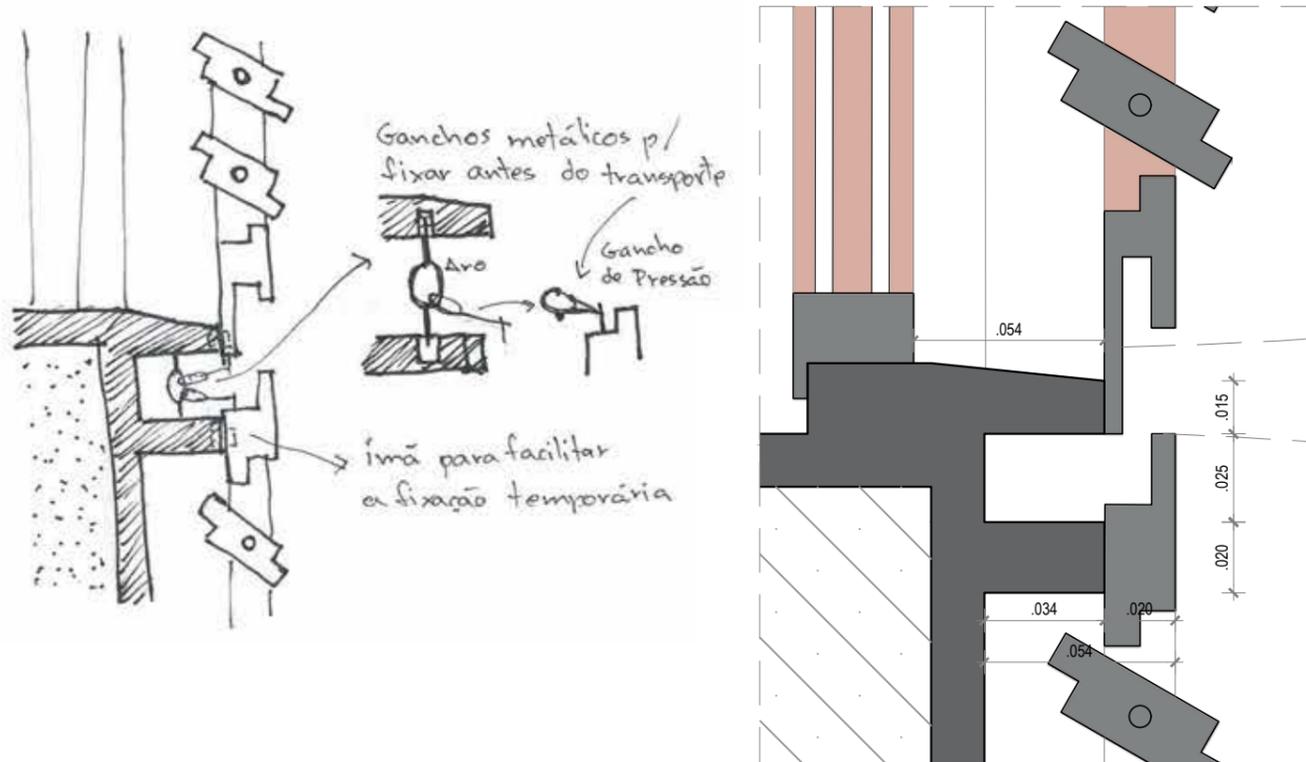
Calha para recolhimento de água (descida no módulo molhado)

Corte - ranhura de encaixe

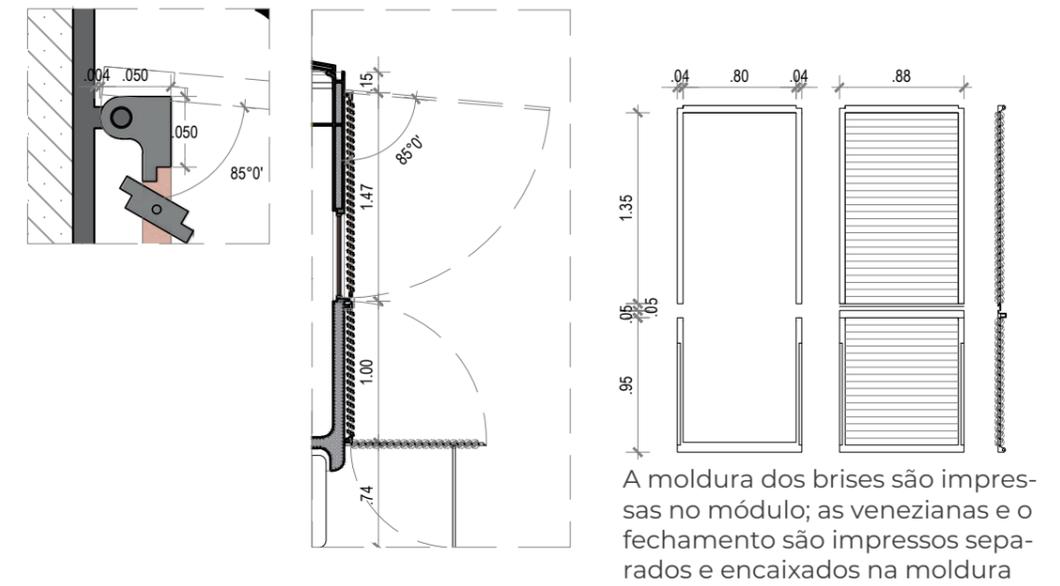


detalhes - brises

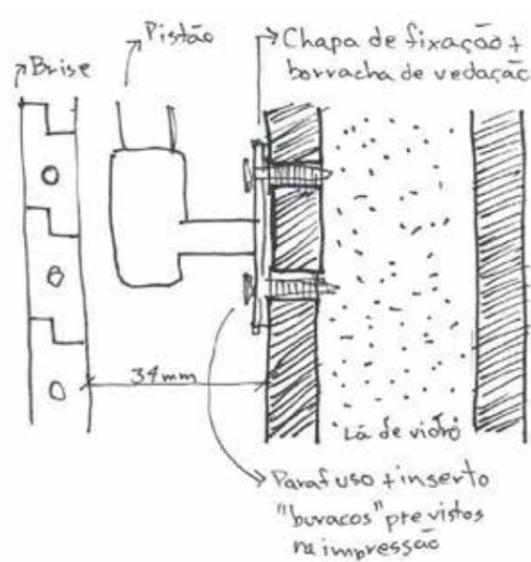
Fixação dos brises



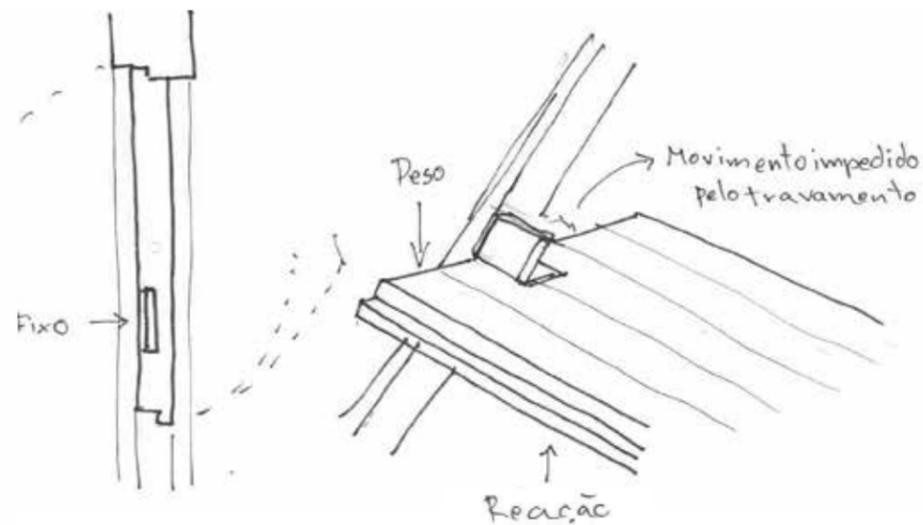
Giros e dimensões gerais



Fixação pistão



Brise-escada

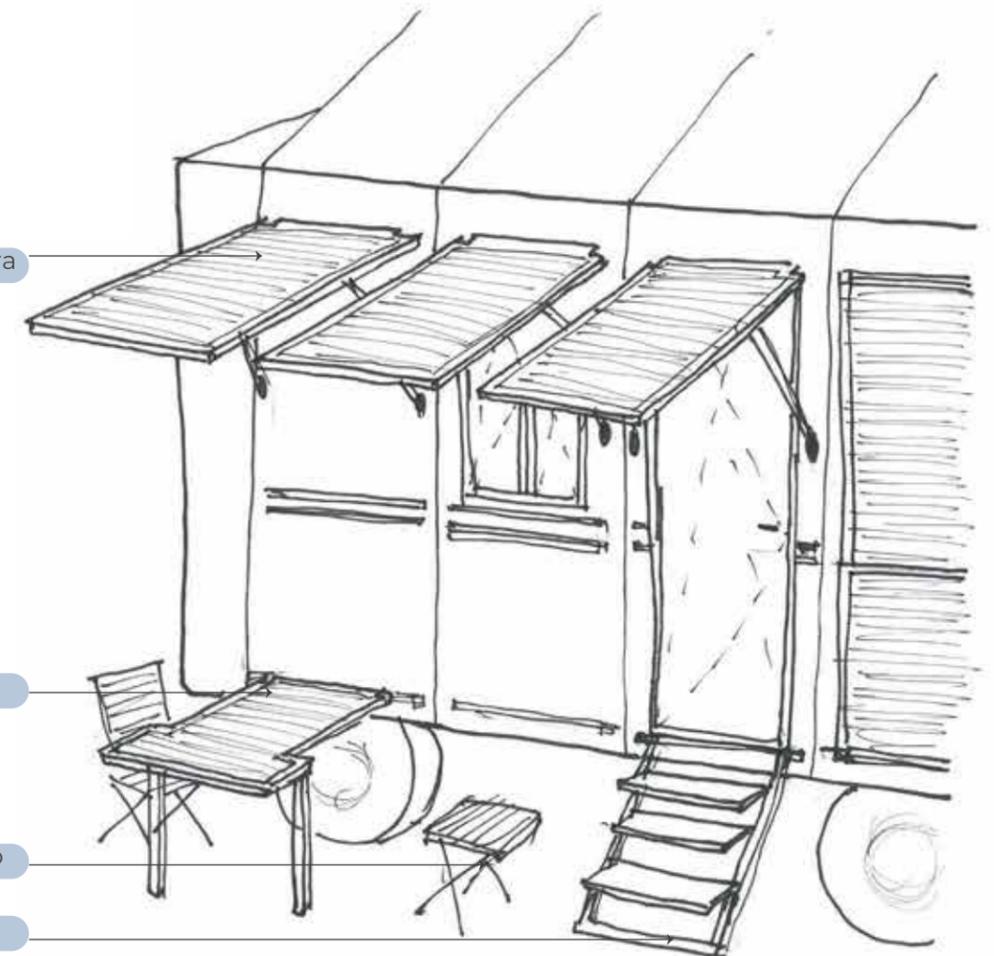


Brise/cobertura

Brise/mesa

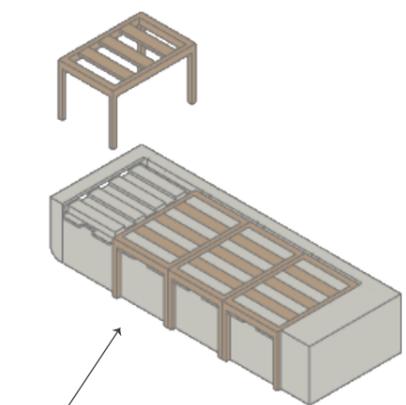
Brise/assento

Brise/escada

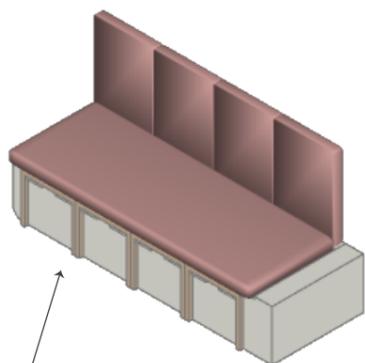


detalhes - móveis

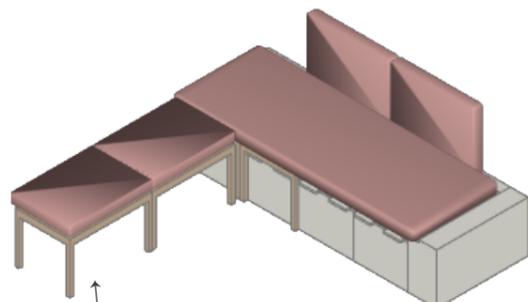
sofá-cama-báú



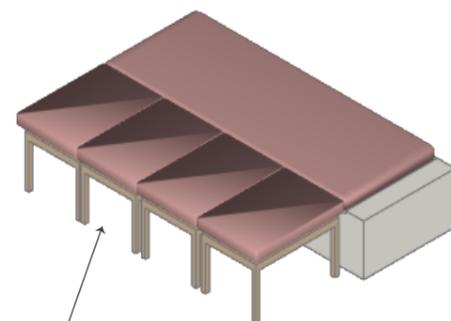
Baú com 4 bancos removíveis; 1 colchonete/futon grande e 4 almofadas/futon pequenas



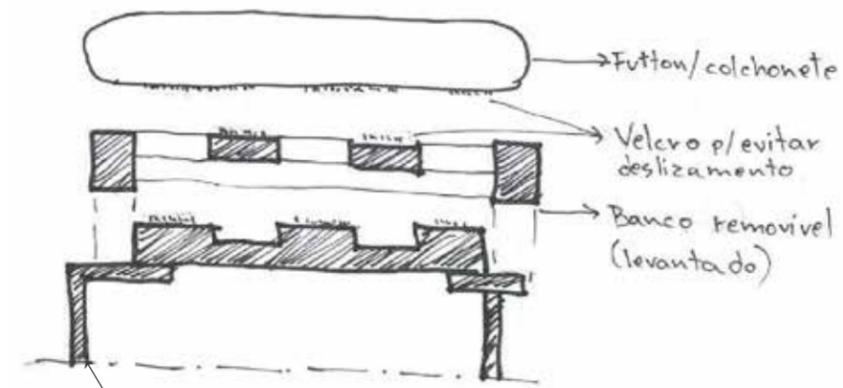
Configuração sófa simples (3 lugares) ou cama de solteiro



Configuração sófa em L (4 a 5 lugares)

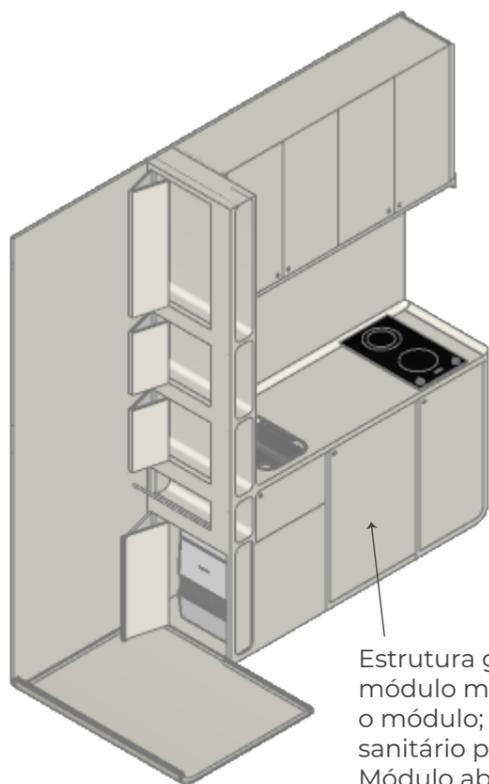


Configuração cama de casal

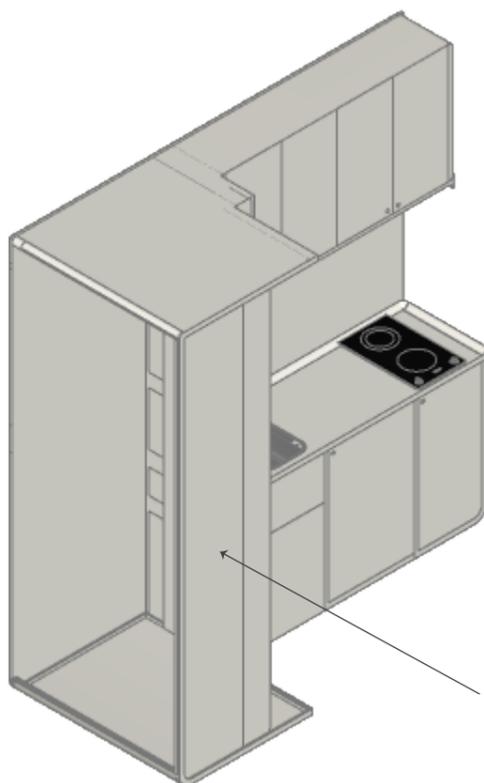


As almofadas e o colchonete se fixam através de tiras de velcro

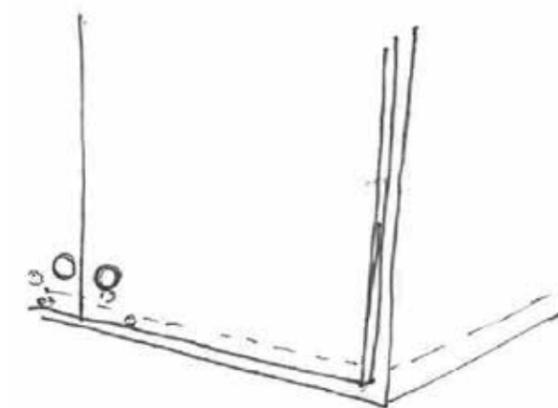
mobiliário módulo -molhado



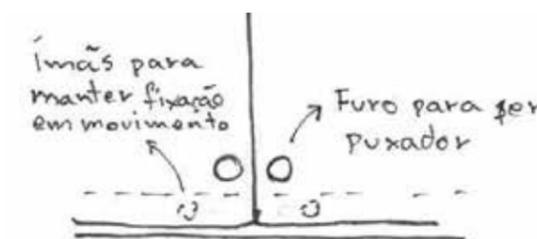
Estrutura geral dos mobiliário do módulo molhado impressa junto com o módulo; mais a pia, cooktop e vaso sanitário portátil; Módulo aberto



Módulo com o box fechado



Detalhe da abertura e fixação das portas

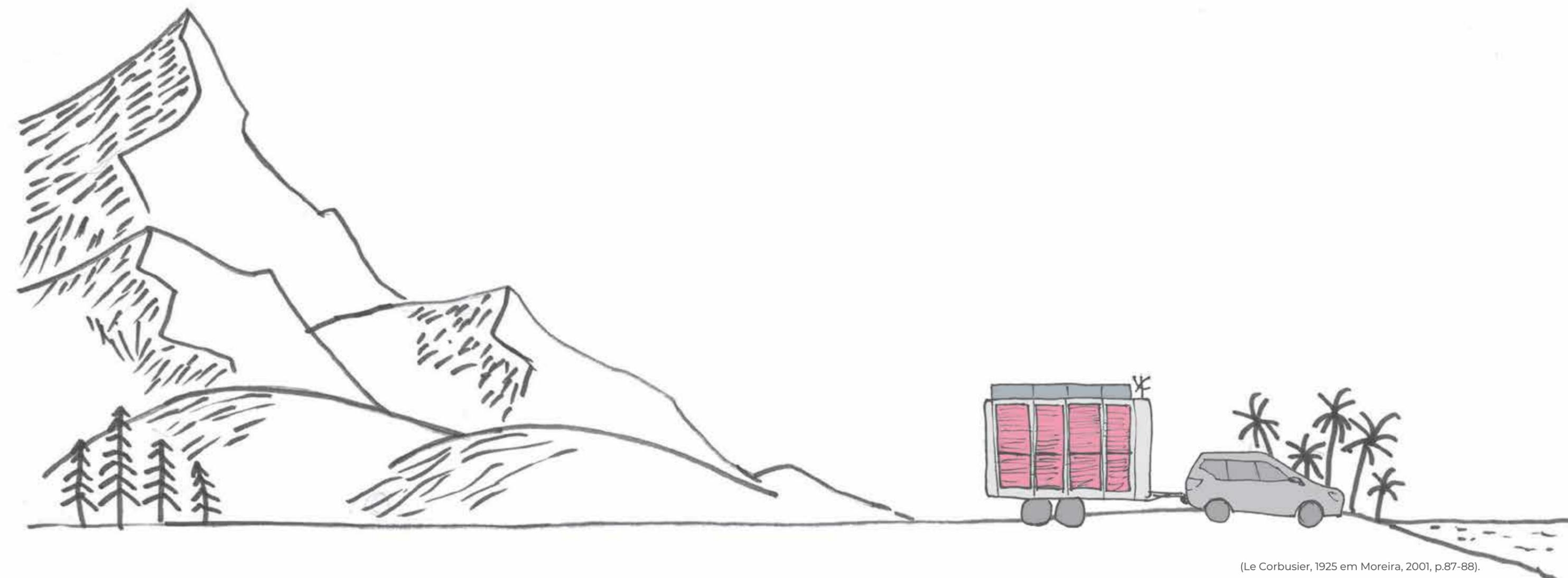


Ímãs para manter fixação em movimento; Furo para per puxador



5. o espaço que a habitação móvel ocupa

“(...) Parecia que até aqui a casa estava pesadamente agarrada ao solo pela profundidade das suas fundações e pelo peso dos seus muros espessos; esta casa, era símbolo da imutabilidade, a casa natal, o berço da família, etc.”



Um recorte teórico

A nomus proposta, assim como outras casas móveis, em suas diversas configurações (sobre rodas, em barcos, transportáveis, cápsulas, tendas, etc.), se transmutam num contraponto da casa tradicional, que se finca em um ponto específico do território, mas ainda ocupa um espaço específico, não é possível estar sempre em movimento, é preciso parar e permanecer, seja por algumas horas, ou dias, ou meses. A problemática, passa então da a escala arquitetônica – a casa – para a escala urbana – os locais onde a casa transita e para (mesmo que temporariamente).

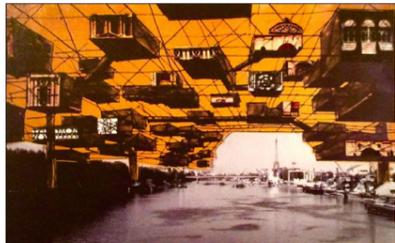


Figura 55 - Uma foto montagem da Cidade Espacial, com as casas encaixadas na superestrutura que paira acima da cidade antiga e tradicional (ao fundo, a torre Eiffel)

Fonte: Yona Friedman



Figura 56 - Esboço da Cidade Espacial atualizado para o século XXI, onde Friedman entendia essa superestrutura como uma das soluções para a questão dos refugiados e deslocados na Europa

Fonte: Yona Friedman

O próprio Yona Friedman, que enfatizava a autonomia do usuário como o cerne da arquitetura móvel (FRIEDMAN, 1973), abordou essa problemática mediante estudos e esboços do que chamou de Ville Spatiale (figuras 55, 56 e 57), ou “Cidade Espacial”, de 1956, que seria uma superestrutura construída acima das cidades, e funcionaria como um conjunto de nichos vazios, em que seria possível conectar estruturas e habitações (Archdaily). Friedman acreditava que a liberdade individual e mudanças constantes eram intrínsecas ao ser humano, e essas necessidades não são bem supridas pela arquitetura tradicional e estática, e uma solução como a Vila Espacial, que permitiria o encaixe, desencaixe e realocação das estruturas, serviria de ensejo para essas características humanas; Friedman entendia que “El habitante debería de tomar las decisiones y la labor del arquitecto deberá ser la de asistir y ayudar en la toma de dichas soluciones.” (FRIEDMAN, 2006, p.27 apud Arquine).

Outros arquitetos da época trataram o problema semelhantemente, como alguns metabolistas japoneses e seus apoiadores, como o arquiteto Arata Isozaki (1931-2022), com seu projeto-estudo da Cidade do Ar, ou City in the Air (figura 58), que consistia em frandes estruturas de circulação vertical associadas com malhas que permitiam a inserção de cápsulas habitacionais e de outros usos, podendo serem colocadas e retiradas conforme as necessidades; para além de focar nas necessidades de transformações inerentes aos hu-

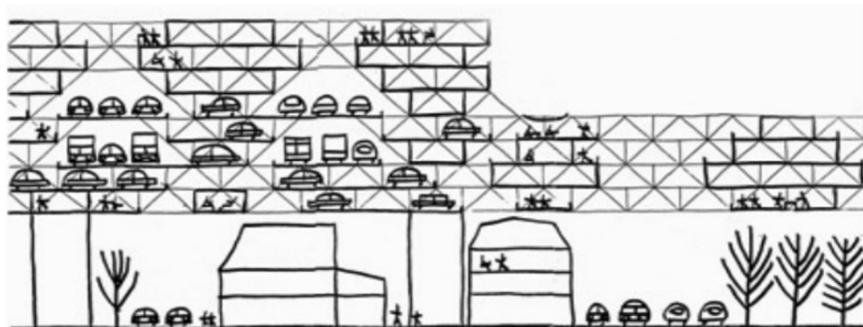


Figura 57 - Corte transversal exemplo de uma estrutura da Cidade Espacial

Fonte: Yona Friedman

#49. corte transversal de um edifício “span-over” sobre a cidade antiga

manos, esses arquitetos acreditavam que a arquitetura era e deveria ser algo em constante transformação, que era “viva” e mutável, que a cidade “de hoje” não atenderia todas as demandas do futuro (Archdaily).

Também similarmente, temos o grupo Archigram (1961-1970), com a Plug-in City, mencionada no capítulo dois, entre outras soluções. Outra coisa que vale destacar é uma colagem de Ron Heron (1930-1994), que demonstra como a comunicação do Archigram se conectava com o público e com o capitalismo em ascensão, como podemos observar na figura 59, que trata de um “estacionamento” vertical para trailers, que seria a forma mais acessível e popular de ter uma habitação móvel (tanto na percepção de Kronenburg, como na de Friedman e também na do público).



Figura 58 - Cidade do Ar

Fonte: Yukio Futagawa

Figura 59 - Colagem de Ron Heron de um “estacionamento” vertical de trailers

Fonte: Archigram



Figura 60 - Exemplo de camping

Fonte: Neli Dattein

Um pouco da realidade

Todos os exemplos mostrados são estudos teóricos, e a realidade que as casas móveis – considerando àquelas mais comuns e acessíveis ao público – ocupam é bem diferente. Existem os espaços não específicos para casas móveis, como a rua em si, estacionamentos ou aluguel de terrenos, etc.; e existem também lugares projetados – em teoria – especificamente para receber habitações móveis, normalmente chamados de campings (figura 60) e costumam receber tanto barracas e tendas como trailers e motorcasas. Normalmente são pagas taxas de serviço, que pode ser por pessoa ou por motorcasa/barraca e, presumidamente, os campings deveriam contar com uma estrutura técnica para receber os viajantes, como ponto de energia, ponto de água limpa, de esgoto, banheiros, lavanderia, etc.; mas é comum encontrar campings com estrutura precária ou sem esgotamento adequado.

O Brasil ainda está caminhando para regulamentação e padronização dos campings, dificultando a garantia de uma estrutura de qualidade. Em agosto de 2021, a Associação Nacional de Campistas (ANACAMP) emitiu um documento nomeado “Sugestões do campismo ao Ministério do Turismo”, visando “[...] auxiliar no desenvolvimento de políticas para estruturar áreas de apoio aos turistas nas rodovias e incentivar o caravanismo no país [...]” (ANACAMP, 2021, p. 3) e destacou, entre outras coisas, a necessidade de:

“6 – Criação de um modelo de Estacionamento/Ponto de Apoio com a infraestrutura mínima para atendimento das necessidades dos campistas/caravanistas com foco em: segurança, energia elétrica, água potável, esgoto, acessibilidade, meio ambiente etc. Justificativa: O objetivo não é padronizar instalações e sim promover a adequação/construção de espaços com condições mínimas de utilização por essa modalidade de turismo.” (ANACAMP, 2021, p. 3)

É interessante destacar que, desde 2020, o Ministério do Turismo (MTur) tem trabalhado com a mobilidade e conectividade turística e, em 2022, publicou um relatório demonstrando pesquisas e estudos que levaram ao desenvolvimento dos Pontos de Apoio ao Viajante (PAVs) e ao fomento do caravanismo no Brasil, e considera os elementos de: conectividade, acolhimento, eficiência energética, sustentabilidade, acessibilidade, permissão de animais de estimação e valorização da cultura e da comunidade local. Resultou também na proposta do seguinte modelo de camping:

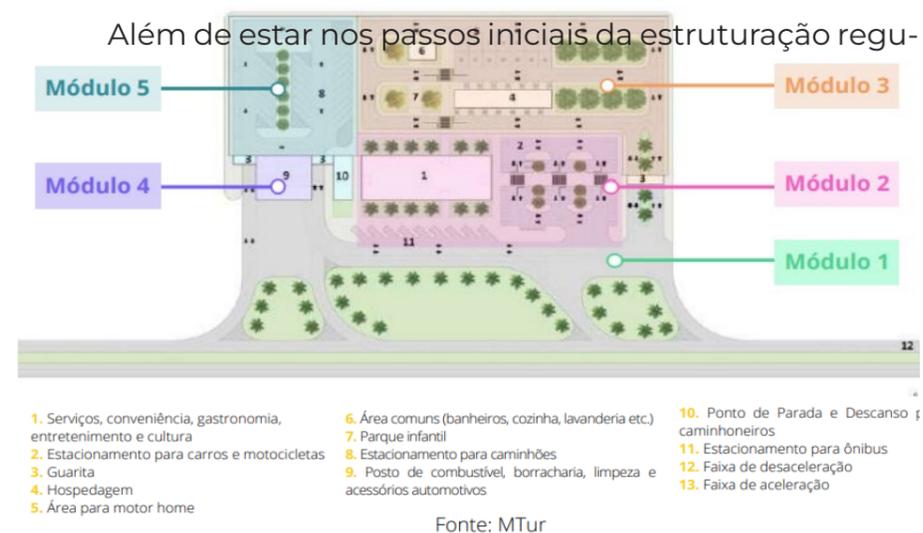


Figura 61 - Proposta de camping do MTur: módulo 1 - Circulação (acesso), módulo 2 - Acolhimento (estrutura de serviços e entretenimento), módulo 3 - Acampamento (área de montagem de barracas e paradas de motorcasas e trailers, com toda a infraestrutura necessária), módulo 4 - abastecimento (destinado à manutenção dos veículos) e módulo 5 - parada (um extra, que serviria de apoio seguro e regulamentado para caminhoneiros)

Fonte: Ministério de Turismo

lamentada da estrutura de campings, o Brasil tem um cenário bem desigual na distribuição desses campings (entidades privadas). No “Anuário estatístico de turismo 2020”, volume 47, o MTur, divulgou, por unidade da federação, o número de campings cadastrados (tabela xx), onde é possível perceber que as duas menores regiões do país, Sul e Sudeste, concentram 64,6% dos 175 campings cadastrados em 2019 (no relatório supracitado de 2022, o MTur identificou 632 campings cadastrados e reconheceu a existência de pelo menos 239 campings ativos e não cadastrados).

Por Região	Número de acampamentos turísticos		
	2017	2018	2019
Centro-oeste	15	19	32
Nordeste	6	12	1
Norte	1	4	1
Sudeste	26	42	68
Sul	29	27	45
Total	77	104	147

Tabela 07 - Acampamentos turísticos cadastrados no MTur, segundo as regiões - 2017-2019

Fonte: MTur (adaptada)

Ideações

Se por um lado temos as extrapolações teóricas que, em certo sentido, se consolidam com a negação da cidade real e existente (propondo construir acima dessas cidades); e do outro, temos a realidade, por vezes precária e insuficiente, dos campings, como pensar no espaço que a habitação móvel ocupa? Existem possibilidades para a habitação móvel para além da vida nômade e a busca incessante por novos lugares? Kortnekie & Stuhlmachen trazem a interessante percepção:

“(…) O objeto móvel funciona como uma espécie de parasita que se instala, alimenta e abandona. Não necessita de infra-estruturas especiais e não deixa marcas na paisagem, após o seu desaparecimento. Pelo contrário, ocupa espaços em desuso, descobre vazios no tecido existente e cria espaços para viver. São arquiteturas mínimas, pequenos objetos para viver’
(Korteknie & Stuhlmachen, 2000, apud Martins, 2013, p. 36).

E embora seja pertinente e necessário tratar de infraestruturas e pontos de apoio (como o MTur reconheceu e tem apresentado possíveis soluções), a habitação móvel é apta para se instalar (e abandonar) diversos locais, ocupar uma infinidade de lugares: ruas (figuras 62 e 63), águas (figuras 64 e 65), terrenos baldios (figuras 66 e 67), natureza (figuras 68 e 69), ou até mesmo o topo de edifícios (figuras 70 e 71).

As possibilidades são imensas, talvez um dia tenhamos estruturas como as pensadas pelos arquitetos do século XX ou formas de viajar e transportar totalmente diversas das atuais; mas o cerne da casa portátil e a miríade de formas em que ela pode ocupar lugares, retoma sempre à percepção de Friedman, do usuário, o morador, o nômade, com centro e agente decisor contínuo da sua casa e de se lugar.



Figura 63 - Fotomontagem da *nomus* em uma rua de Buenos Aires

Fonte: autoral



Figura 62 - Estacionada na rua

Fonte: Jandir de Teresópolis



Figura 64 - Casa flutuante

Fonte: Casas Flotantes



Figura 65 - Fotomontagem da *nomus* em uma balsa no rio Amazonas

Fonte: autoral



Figura 66 - O artista britânico Harrison Marshall, construiu uma casa portátil que usa em um terreno desocupado

Fonte: ABC



Figura 67 - Fotomontagem da no-mus em um terreno desocupado na Av. Caxangá (Recife-PE)

Fonte: autoral



Figura 68 - Trailer no salar Uyuni (Bolívia)

Fonte: A Cia Eco



Figura 69 - Fotomontagem da no-mus na Patagônia (Argentina)

Fonte: autoral



Figura 70 - A casa parasita, que pode ser montada em diversos lugares, inclusive no topo de edifícios

Fonte: El Sindicato de la Arquitectura



Figura 71 - Fotomontagem da no-mus em edifícios de Medellín (Colômbia)

Fonte: autoral

Últimas considerações

O intuito deste trabalho foi de entender a questão das habitações móveis como proporcionadora do estilo de vida de nômade contemporâneo e trazer uma abordagem arquitetônica (saindo do viés das empresas especializadas e dos usuários que adaptam de forma independente os próprios veículos e reboques). Enfatiza-se que as habitações móveis foram aqui tratadas como uma opção de moradia, como uma escolha por parte dos usuários, muito embora seja possível expandir o assunto para além da visão romantizada dessas moradias, que, em consequência a questões como déficit habitacional, desemprego, mobilidade, etc., muitas vezes se tornam a única opção viável de habitação para pessoas que escolheriam, caso pudessem, viver de outra forma. Reconhece-se como também válido explorar propostas de habitações móveis salubres, acessíveis e confortáveis que possam servir de moradia temporária para essas situações ou até ressignificar a percepção desse tipo de habitação.

Em suma, atendo-se à abordagem aqui trabalhada, a proposta, denominada de nomus, é uma solução viável e inovadora para as (novas) perspectivas do habitar contemporâneo. Assim, a proposta atende a todas as premissas pré-estabelecidas para seu contexto, desde mobilidade e capacidade off-grid a adaptabilidade ao contexto sul-americano, entre outros. No quesito de mobilidade foram conseguidos resultados que ainda permitem uma margem para expandir a residência para além das combinações demonstradas (tanto em peso quanto em extensão); na questão de ser uma residência off-grid, buscou-se integrar soluções diversas, mesclando a captação de energia solar com a eólica; e utilizou-se de soluções sanitárias com menor desperdício de água e minimização dos resíduos, garantindo mais autonomia. Quanto ao contexto sul-americano, para além da mobilidade, foram combinadas diversas soluções que permitem adaptabilidade ao clima, como: coberta que abre e fecha; brises móveis capazes de promover área externa sombreada; janelas com aberturas diferentes (para intensidades de ventos diversas); e trabalhou-se com camadas de isolamento termoacústico (espaços de ar, lã de vidro e manta térmica), etc.

Algumas das dificuldades encontradas para a concepção do projeto estão relacionadas às informações disponíveis sobre habitações construídas com plástico e derivados a partir da impressão 3D, não sendo possível encontrar dimensionamentos e testes de resistências; entretanto, como demonstrado, o mercado e a pesquisa acadêmica têm crescido e proposto soluções que estão sendo testadas por diversos usuários.

E o tratamento da problemática a partir da modulação permite que a solução tenha um alcance maior, servindo para diversos grupos familiares, e evita o “desperdício” de espaço e permite a escolha do que é mais eficiente para o usuário.

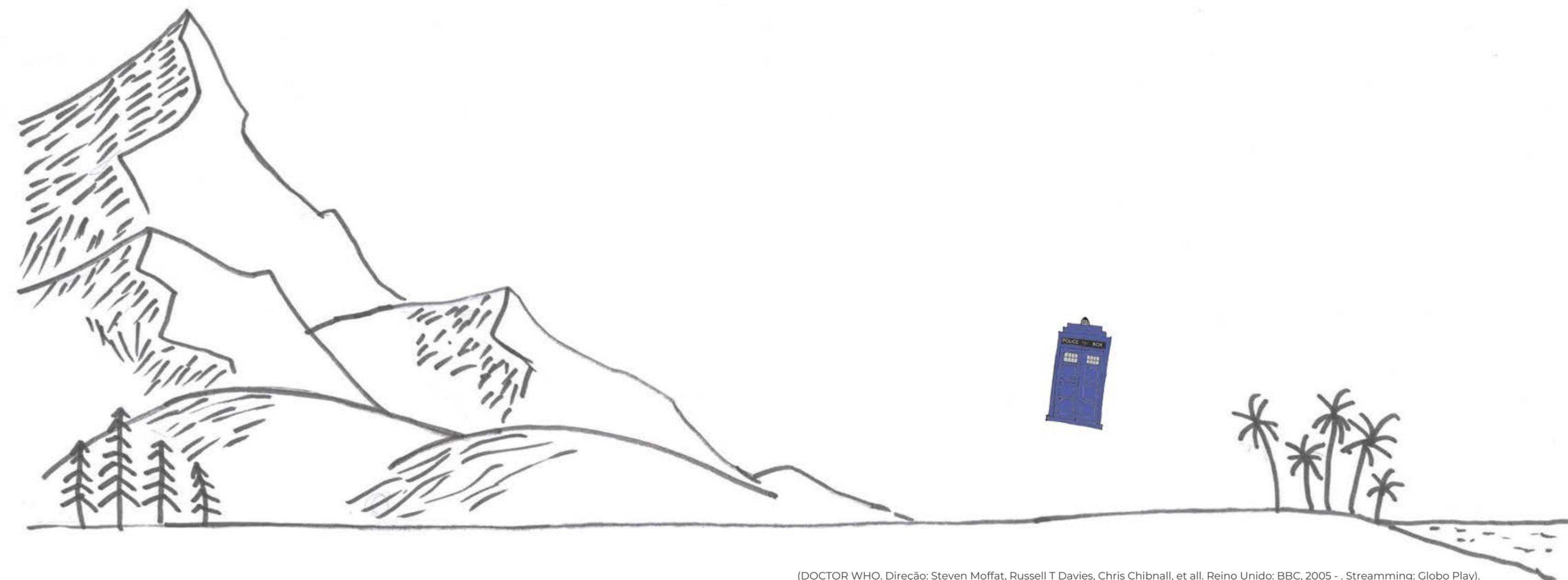
A modulação e a técnica construtiva permitem também levantar questionamentos que podem ser explorados em outra oportunidade, como: uma vez montada, a nomus poderia ser desmontada e remontada numa nova configuração? E permitiria ampliações (motivada por uma vontade ou necessidade de mais ou menos espaço)? Ou ainda, detalhar a proposição de um trilho de reboque que pudesse ser adaptado, ou servisse de estrutura, para ser apoiado diretamente no solo, dispensando pneus e sendo locada em um terreno, etc. Dessarte, as possibilidades e cenários de aplicabilidade da habitação móvel e seu público crescente, deveriam despertar um maior interesse da parte dos arquitetos, principalmente para propor modelos com soluções adaptáveis, sustentáveis e acessíveis.

Essas considerações demonstram como a nomus é uma proposta que permite a transformação e coloca o usuário como agente decisor (cerne da arquitetura móvel), e lhe dá autonomia, caso queira, de ir mudando e adaptando a sua casa, recebendo pessoas, criando e recriando espaços, mudando de horizonte sempre que desejar, enquanto forma um lar que leva consigo não importando por onde vagueia – do Recife a Ushuaia.



6. referências

“Uma linha reta pode ser a distância mais curta entre dois pontos, mas não é de forma alguma a mais interessante.”



Legislação

BRASIL. Lei 12.452, de 21 de julho de 2011. **Altera o art. 143 da Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro”, de modo a disciplinar a habilitação de condutores de combinações de veículos.** Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2011.

BRASIL. Lei 14.440, de 02 de setembro de 2022. **Institui o Programa de Aumento da Produtividade da Frota Rodoviária no País (Renovar); e altera as Leis nºs 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.503, de 23 de setembro de 1997 (Código de Trânsito Brasileiro), 10.336, de 19 de dezembro de 2001, 10.833, de 29 de dezembro de 2003, 10.865, de 30 de abril de 2004, 11.080, de 30 de dezembro de 2004, 11.442, de 5 de janeiro de 2007, 11.945, de 4 de junho de 2009, e 13.483, de 21 de setembro de 2017.** Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2022.

RECIFE. Lei 16292, 29 de janeiro de 1997. **Regula as atividades de edificações e instalações, no município do Recife, e dá outras providências.** Recife, PE. Diário Oficial do Recife, 1997.

TAMANDARÉ. Lei 187, de 27 de dezembro de 2022. **Institui o Código de Obras do Município de Tamandaré/PE.** Tamandaré, PE: Câmara Municipal de Tamandaré, 2002.

Livros, artigos e trabalhos acadêmicos

BACHELARD, G. **A poética do espaço.** São Paulo: Martins Fontes, 1993.

BRANDÃO, Lincoln C.; SANTANDREA, Rafael; SILVA, Paulo; VOLPINI, Victor; XAVIER, Marcos V. **Manufatura aditiva: revisão sistemática da literatura.** Brazilian Journal of Development, 2020. DOI:10.34117/bjdv6n11-023. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewjZ_sCCpJKBAxUkppUCHe_wBmAQFno-ECBYQAQ&url=https%3A%2F%2Ffojs.brazilianjournals.com.br%2Findex.php%2FBRJD%2Fissue%2Fview%2F109&usg=AOvVaw3I1YbEtBKV8jCn0nKPw_XF&opi=89978449>. Acesso em: 04 setembro de 2023.

BURKE, Juan L. Arquine, 2020. **Yona Friedman: las ciudades en las alturas y las utopías urbanas de la segunda mitad del siglo XX.** Disponível em <arquine.com/yonafriedman-las-ciudades-en-las-alturas-y-las-utopias-urbanas-de-la-segunda-mitad-del-siglo-xx/>. Acesso em: 09 de setembro de 2023.

CARNIELO MIGUEL, Jorge. Março. Vitruvius, 2002. **Casa e lar: a essência da arquitetura.** Disponível em: <vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/03.029/

746Turismo> Acesso em: 24 de fevereiro de 2023.

FRIEDMAN, Y. **L'architecture mobile : vers une cité conçue par ses habitants.** Casterman. Bruxelles, 1973.

GIORDANO, C. M.; DE SENZI ZANCUL, E.; PICANÇO RODRIGUES, V. **Análise dos custos da produção por manufatura aditiva em comparação a métodos convencionais.** Revista Produção Online, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 499–523, 2016. Disponível em: <<https://producaoonline.emnuvens.com.br/rpo/article/view/1963>>. Acesso em: 04 setembro de 2023.

GONÇALVES, Michael. **Mobilidade na Habitação: Estudo da arquitetura móvel como habitação mínima e funcional.** Orientador: José Gonçalves. 2017. 123 f. TCC (Graduação) – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Departamento de Arquitetura, Coimbra. 2017. Disponível em: <<https://estudogeral.sib.uc.pt/handle/10316/81631>>. Acesso em: 09 de dezembro de 2022.

GONZÁLEZ, M. Francisca. Archdaily, 2019. **A Cidade no Ar de Arata Isozaki.** Disponível em <www.archdaily.com.br/br/912730/a-cidade-no-ar-de-arata-isozaki>. Acesso em: 09 de setembro de 2023.

HEIDEGGER, Martin. 1994. **Construir, habitar, pensar.** Barcelona: En conferencias y artículos.

HERBERT, G. (1986). **The Dream of the Factory-Made House.** Massachusetts Institute of Technology.

KRAKAUER, J. (1998). **Na Natureza Selvagem.** 1 edição^a. Companhia das Letras. São Paulo, 1998.

KRONENBURG, R. (2003). **Portable Architecture. 3rd Edition.** Architectural Press. Oxford.

MARTINS, Elisabete G. **Arquitetura sem fundações: projeto de um refúgio de carácter móvel, auto-sustentável.** Dissertação (Mestrado em Design) – Escola Superior de Artes e Design de Matosinhos. Porto. 2013.

MOREIRA, M. (2001). **A casa que ainda não temos.** Prova Final de Licenciatura. Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto, Porto, 2001.

OTTERPOHL, Ralf. **Black, brown, yellow, grey - The new colours of sanitation.** Water, V 21., 2001.

RODRIGUES, Ana Luísa, **A habitabilidade do espaço doméstico: O cliente, o arquitecto, o habitante e a casa.** Tese de Doutoramento em Arquitectura. Guimarães, UM, 2008.

SILVA, Marcos. Virtruvius, 2004. **Redescobrimo a arquitetura Archigram.** Disponível em <<https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/04.048/585&sa=D&source=docs&ust=1686075737341980&usg=AOvVaw2DQ0t1xK-OhsA-07pLqaljx>>. Acesso em: 03 de junho de 2023.

VERNE, Júlio. A casa a vapor. 1ª edição. Editora Matos Peixoto S.A., 1966.

Reportagens

DIÓGENES, Juliana. **Brasileira tem cada vez menos filhos, diz estudo.** Estadão. 17 de outubro de 2018. Disponível em: <<https://www.estadao.com.br/brasil/brasileira-tem-cada-vez-menos-filhos-diz-estudo/>>. Acesso em: 01 de março de 2023.

EVERYTHING you need to know on RV Ownership Statistics, Sales, Manufacturing, Destinations, Cost Savings & More! Condor Ferries, Estados Unidos. Disponível em: <<https://www.condorferries.co.uk/rv-statistics>>. Acesso em: 12 de dezembro de 2022.

Exemplo de plantas de apartamentos de dois quartos ao longo das décadas: tamanho dos imóveis ficou gradativamente menor. O Globo, 2014. Disponível em: <infograficos.oglobo.globo.com/economia/exemplos-de-plantas-de-apartamentos-de-dois-quartos-ao-longo-das-decadas.html>. Acesso em: 03 de março de 2023.

MARRA, Renan. **Imóveis encolhem para caber no bolso e no estilo de vida do morador: metragem média dos novos apartamentos na cidade de São Paulo fica 27% menor em dez anos.** Folha de S. Paulo, São Paulo, 10 de novembro de 2019. Sobretudo: morar. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/sobretudo/morar/2019/11/imoveis-encolhem-para-caber-no-bolso-e-no-estilo-de-vida-do-morador.shtml>>. Acesso em: 24 de fevereiro de 2023.

PUENTE, Beatriz. **Nômades Digitais: estilo de vida pode ser adotado por até 1 bilhão de pessoas até 2035.** CNN Brasil, Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/business/nomades-digitais-estilo-de-vida-pode-ser-adotado-por-ate-1-bilha-de-pessoas-ate-2035>>. Acesso em: 03 de março de 2023.

QUAL o perfil do viajante de motorhome no Brasil? Viajar é Vida, 24 de março de 2021. Brasil Roteiros. Disponível em: <<https://www.viajarevida.com.br/>

qual=-o-perfil-do-viajante-de-motorhome-no-brasil/#:~:text=O%20perfil%20do%20viajante%20de%20motorhome%20no%20Brasil%20ficou%20mais,ranking%20com%2080%25%20nas%20vendas>. Acesso em: 12 de dezembro de 2022.

QUEM são os beduínos? Nômades, eles vagam pelo deserto, dormem em tendas e criam cabras e camelos. Super Interessante, 18 de abril de 2011. Mundo Estranho. Disponível em: <super.abril.com.br/mundo-estranho/quem-sao-os-beduinos/>. Acesso em: 03 de março de 2023.

Outros

ANACAMP. **Sugestões do Campismo ao Ministério de Turismo.** Agosto, 2021.

CANAL Nossa Família. **CAIXAS D´ÁGUA PARA MOTORHOME - REGRAS E DICAS.** Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=MgMD5gk5seM>>. Acesso em: 11 de maio de 2023.

NÔMADE. In: Houaiss, Dicionário Online de Português. UOL. Disponível em: <https://houaiss.uol.com.br/corporativo/apps/uol_www/v6-1/html/index.php#1>. Acesso em: 03 de junho de 2023.

ELÉTRICA de A a Z. Como CALCULAR a QUANTIDADE de PLACA SOLARES Fotovoltaica em um Sistema Off-Grid (Aprenda!!!). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=V7zIKzQ7Msw>>. Acesso em: 10 de maio de 2023.

ELÉTRICA de A a Z. COMO DIMENSIONAR BATERIA para SISTEMA FOTOVOLTAICO Off Grid (Aprenda)!!! Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=HeS5ALwkzGA>>. Acesso em: 10 de maio de 2023.

ENERGIA eólica: como funciona. Portal Solar. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/energia-eolica-como-funciona.html&sa=D&source=docs&ust=1686271172373801&usg=AOvVaw3FKc3MCCTuVh5QAvbE4ZFv>>. Acesso em: 09 de maio de 2023.

ENTENDA como funciona o sistema off-grid. Setelc Brasil. Disponível em: <<https://setelcbrasil.com.br/Entenda=-como-funciona-o-sistema-off-grid171/&sa=D&source=docs&ust=1686271172371153&usg=AOvVaw05uAc8ZrLI8rnf-d8kiQB45>>. Acesso em: 09 de maio de 2023.

3D APPLICATIONS. 3D Applications, 2023. **O que é o filamento PLA usado na impressão 3D.** Disponível em: <www.3dapplications.com.br/

3dapplications.com.br/2023/03/08/o-que-e-o-filamento-pla-usado-na-impressao-3d/>. Acesso em: 10 de agosto de 2023.

3D DATA. 3D Data. **O filamento PLA para impressão 3D**. Disponível em: <3ddata.com.br/pla/>. Acesso em: 10 de agosto de 2023.

3D FILA. 3D Fila Ensina. **PETG XT: tudo o que você precisa saber sobre esse filamento**. Disponível em: <3dfila.com.br/blog/tudo-sobre-filamento-petg-xt/>. Acesso em: 11 de agosto de 2023.

3D FILA. 3D Fila Ensina. **Tudo sobre o filamento ABS Premium 3D Fila**. Disponível em: <3dfila.com.br/blog/tudo-sobre-o-filamento-abs-premium/>. Acesso em: 10 de agosto de 2023.

ALVARO, Julie. Plástico, 2022. **Tudo sobre densidade do plástico. Densidade do plástico: confira conceito, aplicação, tabela de densidade e muito mais**. Disponível em: <www.plastico.com.br/tudo-sobre-densidade-do-plastico/>. Acesso em: 11 de agosto de 2023.

AWBK. AWBK. **Fibra de Carbono**. Disponível em: <www.awbk.com.br/carbono.html#:~:text=A%20densidade%>. Acesso em: 11 de agosto de 2023.

BEZERRA, Pedro. Supremaluvas, 2023. **Aramida: saiba mais sobre esse importante material**. Disponível em: <supremaluvas.com.br/aramida=-saiba-mais-sobre-esse-material/#:~:text=Qual%20a%20desvantagem%20da%20aramida,o%20aço%20será%20mais%20indicado>. Acesso em: 11 de agosto de 2023.

CUBO 3D. Cubo 3D. **Filamento PP (polipropileno) Braskem FL100PP natural + adesivo líquido PE/PP**. Disponível em: <www.loja.cubo3d.com.br/filamento-pp-polipropileno-braskem-fl100pp-natural>. Acesso em: 11 de agosto de 2023.

DDDROP. Dddrop Brasil. **Filamento ABS**. Disponível em: <ddd-drop.com.br/filamentos-compostos/filamento-abs/>. Acesso em: 10 de agosto de 2023.

DDDROP. Dddrop. **Filamento PP**. Disponível em: <ddd-drop.com.br/filamentos-compostos/pp/>. Acesso em: 11 de agosto de 2023.

HERNANDES, Dalmo. FlatOut, 2016. **Cientista descobrem uma maneira nova e simples de reciclar fibra de carbono**. Disponível em: <flatout.com.br/cientistas-descobrem-uma-maneira-nova-e-simples-de-reciclar-fibra-de-carbono/>. Acesso em: 11 de agosto de 2023.

MAIS POLÍMEROS. Mais Polímeros, 2019. **Polietileno (PE): conheça os tipos, as aplicações e as propriedades desta matéria-prima**. Disponível em: <maispolimeros.com.br/2019/02/20/polietileno-pe/>. Acesso em: 11 de agosto de 2023.

ROTOMSHOP. Rotomshop. **PE versus PP - As diferenças no plástico**. Disponível em: <www.rotomshop.pt/blogs/blog/tipos-de-plastico-pe-e-pp-conheca-as-diferencas/>. Acesso em: 11 de agosto de 2023.

UFSC. Portal Virtuhab. **Fibras de Aramida**. Disponível em: <portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/fibras-de-aramida/>. Acesso em: 11 de agosto de 2023.

Projetos (principais)

Casa Parasita, de El Sindicato de la Arquitectura. Acesso em: <https://www.elsindicatoarquitectura.com/concursos-2/holcim-awards-6th-competition>. Acesso: 10 de janeiro de 2023.

Slice, por Nasim Sehat. Acesso em: <https://www.archdaily.com.br/br/905369/apartamento-modular-em-xangai-tem-comodos-que-se-encaixam-como-lego?ad_campaign=normal-tag>. Acesso: 10 de janeiro de 2023.

Nagakin Capsule Tower, por Kisho Kurokawa. Acesso em: <https://en.wikiarquitectura.com/building/nagakin-capsule-tower/>. Acesso: 10 de janeiro de 2023.

T.O.W., por Madeiguincho. Acesso em: <https://www.archdaily.com.br/br/965754/casa-tiny-on-wheels-tow-ursa-madeiguincho?ad_medium=gallery>. Acesso: 10 de janeiro de 2023.

Wikklehouse, por Fiction Factory. Acesso em: <https://wikklehouse.com/#design>. Acesso: 12 de janeiro de 2023.

Ecocapsule. Acesso em: <ecocapsule.sk>. Acesso: 12 de janeiro de 2023.

Camper Duaron (empresa). Acesso em: <https://camperduaron.com.br/modelos-de-camper-duaron/>. Acesso: 15 de janeiro de 2023.

Turiscar (empresa). Acesso em: <https://turiscar.com.br/site/>. Acesso: 15 de janeiro de 2023.

Airstream (empresa). Acesso em: <https://www.airstream.com>. Acesso: 15 de janeiro de 2023.

apêndice 01

Estimativa de peso - nomus mínima

Pré-dimensionamento de peso (kg)			
Item	Peso próprio	Carga	Peso total
TOTAL	1.930,21	230	2.160,21
Estrutura			
Módulo técnico			
Módulo	534	0	
Inversor solar		0	
Controlador de cargas		0	
Banco de baterias		0	
Aerogerador		0	
Reserv. água limpa (150L)		150	
Reserv. água chuva (75L)		80	
Filtro de osmose reversa		0	
Antena de internet		0	
Módulos flexíveis			
Módulo Flexível 01	332	-	
Módulo Flexível 02	332	-	
Módulo de fechamento			
Módulo	286,4		
Reboque e trilhos			
Reboque	125,72	-	
Calha e trilho	5	-	
Pneus	40	-	
Coberta			
Trilhos de elevação	10	-	
Mobiliário			
Móveis			
Geladeira	20	-	
Fogão de indução	4,3	-	
Forno elétrico	17,7	-	
Microondas	14	-	
Sofá-cama	95	-	
Armários	76,5	-	
Mesas	22,5	-	
Eletrodomésticos			
Mixer	1,07	-	
Chaleira	0,665	-	
Sanduícheira	1,1	-	
Panela de pressão	3,25	-	
TV	4	-	
Notebooks	4	-	
Aspirador de pó	1	-	

Estimativa de peso - nomus dupla

Pré-dimensionamento de peso (kg)			
Item	Peso próprio	Carga	Peso total
TOTAL	2.360,69	230	2.590,69
Estrutura			
Módulo técnico			
Módulo	534	0	
Inversor solar		0	
Controlador de cargas		0	
Banco de baterias		0	
Aerogerador		0	
Reserv. água limpa (150L)		150	
Reserv. água chuva (75L)		80	
Filtro de osmose reversa		0	
Antena de internet		0	
Módulos flexíveis			
Módulo Flexível 01	332	-	
Módulo Flexível 02	332	-	
Módulo Flexível 03	332	-	
Módulo de fechamento			
Módulo	286,4		
Reboque e trilhos			
Reboque	144,2	-	
Calha e trilho	6,5	-	
Pneus	40	-	
Coberta			
Trilhos de elevação	12	-	
Mobiliário			
Móveis			
Geladeira	20	-	
Fogão de indução	4,3	-	
Forno elétrico	17,7	-	
Microondas	14	-	
Sofá-cama	95	-	
Armários	153	-	
Mesas	22,5	-	
Eletrodomésticos			
Mixer	1,07	-	
Chaleira	0,665	-	
Sanduícheira	1,1	-	
Panela de pressão	3,25	-	
TV	4	-	
Notebooks	4	-	
Aspirador de pó	1	-	

Estimativa de peso - nomus família

Pré-dimensionamento de peso (kg)			
Item	Peso próprio	Carga	Peso total
TOTAL	3.436,35	230	3.666,35
Estrutura			
Módulo técnico			
Módulo	534	0	
Inversor solar		0	
Controlador de cargas		0	
Banco de baterias		0	
Aerogerador		0	
Reserv. água limpa (150L)		150	
Reserv. água chuva (75L)		80	
Filtro de osmose reversa		0	
Antena de internet		0	
Módulos flexíveis			
Módulo Flexível 01	332	-	
Módulo Flexível 02	332	-	
Módulo Flexível 03	332	-	
Módulo Flexível 04	332	-	
Módulo Flexível 05	332	-	
Módulo de fechamento			
Módulo	286,4		
Reboque e trilhos			
Reboque	412,36	-	
Calha e trilho	8,5	-	
Pneus	60	-	
Coberta			
Trilhos de elevação	15	-	
Mobiliário			
Móveis			
Geladeira	39,5	-	
Fogão de indução	4,3	-	
Forno elétrico	17,7	-	
Microondas	14	-	
Sofá-cama	95	-	
Armários	229,5	-	
Mesas	45	-	
Eletrodomésticos			
Mixer	1,07	-	
Chaleira	0,665	-	
Sanduícheira	1,1	-	
Panela de pressão	3,25	-	
TV	4	-	
Notebooks	4	-	
Aspirador de pó	1	-	