U.PORTO

MESTRADO INTEGRADO

ARQUITECTURA

Máquinas de habitar:

Protótipo de uma cápsula habitável com recurso a materiais metálicos.

Carlos Afonso

M

2017

Máquinas de habitar: Protótipo de uma cápsula habitável com recurso a materiais metálicos

Carlos Emanuel Castro Afonso

Dissertação de mestrado em Arquitectura apresentada à
Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto

Orientador: Prof. Doutor Eliseu Gonçalves

Porto, Setembro de 2017

ABSTRACT

This work explores the concept of machine in architecture and focuses on the authors and works that most contributed to an adaptation of architecture to industry and technology, taking over mechanized technology as a project tool. This paper further analyses some architect's work, like Buckminster Fuller, who used, in 1930, aeronautical technology in the architecture work. Producing, for example, houses with the same manufacturing process as airplanes construction; or other architects who explore the ideia of machine in a more aesthetic or conceptual way, for example, Richard Rogers or Wes Jones, respectively.

This research serves to complement the practical project of this paper, which consists of a prototype of a summer festivals shelter, under the concept of habitable capsule. The intention of this work is the understanding of the techniques, technologies and materials that are the basis of industrial construction, for the most sustained practical project, true to the industrial reality. The project is part of an ideas competition where it received the second prize of the jury and includes a specification, which includes a description of the building, an energy certification document, a map of measurements and budget and the respective technical drawings. In addition, there is a presentation of the project which includes the conceptual development, the presentation of the first ideas that gave rise to the project and a summary of representative images of the project.

Keywords: machine; technology; capsule; prefabricated architecture; metallic materials; mass production; mobility; modularity; minimum space; machine-made.

RESUMO

Este trabalho explora a ideia de *máquina* em arquitectura, e foca-se nos autores e nas obras que mais contribuíram para a adaptação da indústria e da tecnologia à arquitectura, apoderando-se da tecnologia mecanizada enquanto ferramenta de projecto. Neste sentido é analisada a obra de arquitectos como Buckminster Fuller que, em 1930, usou da tecnologia aeronáutica e a aplicou à arquitectura, tendo produzido, por exemplo, casas com o mesmo processo de fabrico que o dos aviões; ou arquitectos que exploram a ideia de máquina de forma mais estética ou conceptual, como por exemplo, Richard Rogers ou Wes Jones, respectivamente.

O estudo servirá para fundamentar e sustentar o projecto prático da dissertação, que consiste no desenvolvimento dum protótipo de um alojamento para festivais de verão sob o conceito de cápsula de habitar. O objectivo do estudo é a compreensão das técnicas, das tecnologias e dos materiais que estão na base da construção industrializada, para que o projecto prático seja mais sustentado e fiel à realidade produtiva industrial. O projecto está integrado num concurso de ideias onde recebeu o segundo prémio do júri e contempla um caderno de encargos, do qual faz parte uma descrição do edifício, um documento de certificação energética, um mapa de medições e orçamento e os respectivos desenhos técnicos. Para além disso, é feita uma apresentação do projecto onde consta o desenvolvimento conceptual, a apresentação das primeiras ideias que deram origem ao projecto e uma síntese de imagens representativas do mesmo.

Palavras-chave: máquina; tecnologia; cápsula; arquitectura pré-fabricada; materiais metálicos; produção em série; mobilidade; modularidade; espaço mínimo, *machine-made*.

SUMÁRIO pág.

INTRODUÇÃO

Objecto de estudo . Objectivos . Motivação . Metodologia . Estrutura V

CAPÍTULO 1:
PEQUENAS *MÁQUINAS DE HABITAR*: UM CONTEXTO À MARGEM DE LE CORBUSIER 1

1.1. *MÁQUINAS DE HABITAR* NA PRIMEIRA METADE DO SÉCULO XX 3

1.1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO 4
1.1.2. A TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA A ARQUITECTURA 6
1.1.3. A ACEITAÇÃO TECNOLÓGICA NA ARQUITECTURA MODERNA 19

1.2. A IDEIA DE *CÁPSULA* NA 2ª METADE DO SÉCULO XX 29

1.2.1. CONTEXTUALIZAÇÃO 30
1.2.2. A MOBILIDADE COMO OBJECTO DE ESTUDO 34
1.2.3. A INFLUÊNCIA DA ERA ESPACIAL 36

1.3. A *MÁQUINA* NA ARQUITECTURA DE RICHARD ROGERS 45

1.3.1. CONTEXTUALIZAÇÃO 46
1.3.2. O PERCURSO DE RICHARD ROGERS E A PROCURA DA *MÁQUINA* 50
1.3.3. FASES E PROJECTOS SOB A IDEIA DE MÁQUINA 54

1.4. PEQUENAS *MÁQUINAS* PARA O SÉCULO XXI 81

1.4.1. CONTEXTUALIZAÇÃO 83
1.4.2. A MECHANALITY DE WES JONES 84
1.4.3. *MÁQUINAS DE HABITAR* CONTEMPORÂNEAS 90
1.4.4. ARQUITECTURA MÍNIMA, MÓVEL E MODULAR EM PORTUGAL 106

pág.

CAPÍTULO 2:
PROTÓTIPO DE UMA CÁPSULA SUSTENTÁVEL PARA FESTIVAIS DE VERÃO: CAPSUS FV - 1.0 — 121

2.1. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA — 123

2.1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO — 125
2.1.2. A IDEIA INICIAL — 126
2.1.3. PRIMEIROS ESTUDOS — 132

2.2. O PROJECTO FINAL — 155

2.2.1. DESENVOLVIMENTO CONCEPTUAL — 156
2.2.2. *CAPSUS FV - 1.0* (PROJECTO A CONCURSO) — 160
2.2.3. DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO — 164
2.2.4. O EDIFÍCIO EM IMAGENS — 178

CAPÍTULO 3:
CONSIDERAÇÕES FINAIS — 193

AGRADECIMENTOS — 199
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS — 200
ÍNDICE DE IMAGENS — 212

APÊNDICES — 223

PRIMEIROS ESTUDOS — 225 318

INTRODUÇÃO

Objecto de estudo

Este trabalho explora uma ideia de *máquina* em arquitectura, ideia essa que fica um pouco à margem da ideia de *máquina de habitar* proposta por Le Corbusier e por alguns dos seus contemporâneos modernistas, mas que se aproxima mais, por outro lado, da estética da máquina, aquela mais complexa e, eventualmente, mais tecnológica; aquela que soube transferir a tecnologia presente noutros sectores industriais mais desenvolvidos, e adaptá-la à arquitectura de forma plena e, muitas vezes, inovadora. Entre alguns dos autores abordados nesta dissertação encontra-se Buckminster Fuller, Jean Prouvé, Kisho Kurokawa, Richard Rogers e Wesley Jones. Estes autores são relevantes para o tema em questão porque, nos seus trabalhos, conseguiram transferir tecnologia para a arquitectura, fazendo com que a arquitectura acompanhe e aproveite os processos de fabrico maquinizados e mecanizados e valorizando, sem preconceitos, a plenitude duma nova fase, a fase pós-revolução industrial, fase esta que usou muito de materiais como o aço e derivados, os polímeros e os materiais sintéticos.

Existe ainda espaço para explorar a ideia de cápsula, relacionada com a ideia de máquina, que aborda temas como o espaço mínimo, a modularidade e a mobilidade, muito associados ao período pós 2ª guerra mundial, à arquitectura metabolista e a algumas posturas pós-modernas.

No final, já na parte prática, é elaborado um caso de estudo prático que pretende ser uma representação arquitectónica da ideia de *cápsula de habitar*, que engloba muitas das ideias expostas na parte teórica.

Objectivo

O objectivo do estudo é a compreensão das técnicas e das tecnologias associadas à construção industrializada com recurso a materiais metálicos ou derivados de metal. Para isso serão analisados vários projectos, de vários autores, onde o metal é assumido de forma significativa. Para além disso, os projectos analisados deverão abranger, em si, um ou vários dos conceitos previstos para o projecto prático da presente dissertação, conceitos esses que são: o espaço mínimo, a mobilidade, a flexibilidade, a modularidade, a produção em série, a autonomia, a eficiência energética, e a *máquina*, enquanto conceito mais abstracto. Desta forma, servirão de referência, técnica, plástica e conceptual, e ajudarão a criar um projecto prático mais completo e fiel à realidade construtiva.

Motivação

A motivação para este estudo parte de dois factores principais, um prático e um pessoal. O primeiro tem que ver com o interesse pelo processo e pela experiência de projecto. Pretende-se criar um vínculo mais próximo e efectivo com a prática profissional e estar em contacto com a indústria, as empresas e os demais técnicos e questões que englobam um projecto de arquitectura.

O segundo motivo, mais pessoal, tem que ver com uma relação que venho mantendo com os materiais metálicos, com as máquinas e com os motores. Ou seja, rodas, metais, parafusos, óleo, odores, maquinismos, compressão, sistemas hidráulicos, suspensões, texturas, sons... todos eles, do mundo das máquinas e dos metais, fazem já parte das minhas mais antigas memórias, é-me mais fácil, eventualmente,

identificar-me com eles. E, apesar de já não manter uma relação tão próxima com este contexto, interessa-me os pararelismos possíveis entre esta «máquina» e a arquitectura.

Estrutura

A presente dissertação é constituída por três capítulos fundamentais, um de contextualização teórica, um de projecto e um, mais breve, sobre as considerações finais. O primeiro capítulo representa um estudo sobre as premissas principais do projecto (espaço mínimo, mobilidade, modularidade, produção em série, autonomia, eficiência energética...) e está dividido em quatro sub-capítulos.

O primeiro sub-capítulo (A *máquina* na primeira metade do século XX) aborda alguns dos primeiros arquitectos que se importaram com a transferência de tecnologia para a arquitectura e que criaram obras que, pelo seu contexto, foram inovadoras, criativas e que representam uma forte ligação à era da máquina e a era pós-industrial. Para alem de Fuller e Prouvé, são analisadas as Case Study Houses, integradas num programa habitacional americano que promoveu a construção com ferro e de características industriais; e mais duas obras icónicas do modernismo, a Glass House, de Philip Johnson, e a Farnsword House, de Mies van der Rohe.

O segundo sub-capítulo (A ideia de «cápsula» na 2ª metade do século XX) aborda o período pós-2ª Guerra, que foi um período onde se acreditava num mundo novo, em que os arquitectos começavam a olhar para novos modos de habitar, de viver e onde existe também um significativo desenvolvimento tecnológico e digital, impulsionado, em grande parte, pela exploração espacial e tudo o que ela envolveu. Neste

capítulo são analisadas obras de carácter mínimo, cápsulas, e de arquitectos como os Archigram ou Kisho Kurokawa.

No terceiro sub-capítulo é analisada a obra de Richard Rogers, um arquitecto britânico que acompanhou de perto o desenvolvimento da arquitectura High-Tech e que construiu com uma estética que se aproxima da máquina de habitar que procuro expor nesta dissertação. Aquela mecânica, complexa e metálica, que pode nos remeter para uma certa frieza mas que, pela sua qualidade técnica, se mostra confortável e funcional.

No quarto e último sub-capítulo é feita uma análise de várias obras de carácter mínimo, móvel ou modular construídas já no século XXI, obras essas que nos ajudam a perceber que caminhos foram seguidos desde os primeiros passos até ao presente, que nos mostram as soluções mais recentes e, eventualmente, mais adaptadas a um novo século, onde a industria já se interliga mais intensamente com a arquitectura e onde são aplicados novos métodos de produção, mais desenvolvidos e mais flexíveis.

No segundo capítulo pretende-se desenvolver o processo global dum projecto de arquitectura, uma cápsula habitável, de carácter mínimo e auto-sustentável. Aqui são expostos os primeiros estudos, o desenvolvimento conceptual e o projecto final que deu origem à integração num concurso de ideias onde coneguiu o segundo prémio. Neste capítulo é feita uma aproximação à prática profissional, no sentido em que obrigou a um contacto com fornecedores, a um estudo dos benefícios materiais, relacionados com a economia do projecto, a um plano energético e a um detalhe das quantidades e do orçamento final, onde está incluído todo o processo de construção.

No primeiro sub-capítulo deste segundo capítulo (A apresentação do problema) é explicada o o motivo da escolha projectual e são apresentadas as primeiras ideias que lhe sucederam e os primeiros estudos práticos, incluindo esboços e desenhos rigorosos.

No segundo sub-capítulo (O projecto final) é apresentado o projecto que integrou o concurso, onde se desenvolve a ideia conceptual e é feita uma descrição completa do projecto, textual e graficamente.

O terceiro capítulo da presente dissertação é lugar para considerações finais. Aqui é feita uma revisão onde são retiradas lições, quer do estudo teórico quer do estudo práctico, mais ou menos de forma independente. Entre prós e contras acerca do tema, e além de problemas e virtudes da dissertação, são dados passos em direcção a futuros estudos relacionados com a máquina de habitar.

Método

Na primeiro capítulo é analisada bibliografia onde se encontra referência a projectos e/ou arquitectos que explorem os conceitos acima indicados, seja em conjunto ou individualmente. Essa bibliografia foca em autores como B. Fuller, Jean Prouvé, nos arquitectos modernos, no grupo inglês Archigram, em Richard Rogers, onde é feita uma descrição mais completa da vida e obra e nas novas tendências tecnológicas associadas à construção industrializada, em série e modular. Entre a bibliografia analisada encontra-se dissertações de mestrado, teses de doutoramento, artigos e monografias dos autores acima com destaque para os livros de Kenneth Powell acerca de R. Rogers (Richard Rogers : complete works), de 1999 ou de Frank Russel, acerca do mesmo arquitecto (Richard Rogers + Architects) de 1985. O primeiro com foco na

bibliografia do arquitecto e o segundo com foco na obra projectual. Também é analisada a vida e obra dos outros autores presentes neste trabalho através de bibliografia específica, respectivamente assinalada na parte bibliográfica. Dessa análise espera-se que resulte uma ideia de máquina e de cápsula (em arquitectura) mais concreta, conceitos principais para o projecto prático.

No segundo capítulo são expostos, sucessivamente, as 1as ideias, os conceitos envolvidos, as características pretendidas para a célula habitável, o projecto final, o sistema construtivo e os materiais que o integram. Também serão exploradas características técnicas como a eficiência térmica e energética e haverá espaço para delimitar um orçamento final.

Neste capítulo é analisada bibliografia de carácter técnico, onde se explora a questão construtiva, espacial e a questão da sustentabilidade energética. Entre as referências a destacar estão os livros "TRANSMATERIAL: A catalog of materials, products and processes that are redefining our physical environment" de Blaine Brownell, 2006 e "Richard Rogers + Architects"de Frank Russel, 1985 e os periódicos Arquitectura Viva e El Croquis dos arquitectos Renzo Piano e Eduardo Souto de Moura, respectivamente.

No terceiro e último capítulo há espaço para as considerações finais, devidamente distintas entre os dois capítulos, sendo que um diz respeito a uma análise contextual e teórica acerca da ideia de máquina de habitar e outro diz respeito a um projecto prático voltado para as questões técnicas e burocráticas da profissão.

* Esta dissertação não respeita o novo acordo ortográfico e segue a norma NP-405 enquanto referência de citações bibliográficas

CAPÍTULO 1:
PEQUENAS *MÁQUINAS DE HABITAR*: UM CONTEXTO À MARGEM DE LE CORBUSIER

1.1.
MÁQUINAS DE HABITAR NA PRIMEIRA METADE DO SÉCULO XX

Neste capítulo é feita uma análise a autores da primeira metade do século XX, nem sempre arquitectos de formação, que se envolveram nos processos de produção mecânicos e industrializados e que conseguiram transferir tecnologia para a arquitectura. Entre esses autores estão Fuller, Prouvé e alguns dos autores das Case Study Houses, um conjunto de habitações integradas num programa que pretendeu, já no final da primeira metade do século XX, valorizar os metais enquanto material de construção e mostrar uma ideia de pré-fabricação sem preconceitos e de qualidade elevada.

1.1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

No século XIX, durante o apogeu da revolução industrial, a arquitectura ainda era feita, na sua maioria, com base em normas clássicas, histoiricistas e conservadoras; Na passagem do século XIX para o século XX, na arquitectura e nas artes, havia ainda algum preconceito em relação aos processos mecânicos industrializados. Alguns arquitectos defendiam que a arte deveria opor-se aos processos industriais, já que estes estavam comprometidos com o sistema capitalista.

Mas a adaptação da arquitectura à indústria era iminente, a engenharia já construía pontes metálicas tecnologicamente avançadas, que respondiam melhor às necessidades e conseguiam ser economicamente viáveis; os pavilhões das exposições internacionais, como o Palácio de Cristal de Londres (1851) ou a Torre Eiffel (1889), em que os responsáveis pelos projectos utilizavam o ferro e o vidro produzidos em fábricas, em grandes quantidades e produzidos em série, que mais tarde eram transportados para serem montados no local de obra, já faziam antever que havia novas possibilidades a ser exploradas, também pelos arquitectos.

O final da primeira guerra mundial expôs um excendente de matéria metálica que deveria ser aproveitada; as empresas de aviação, por exemplo, desenvolviam métodos avançados para produção das suas máquinas; surgiam muitas possibilidades para os metais e para uma actualização da forma de construir.

Também os arquitectos modernos, no início do século XX, projectaram e construíram de forma a tirar partido dos benefícios que a indústria poderia proporcionar. Desde esses tempos que se têm desenvolvido formas de construir que permitem racionalizar a produção e substituir a mão de obra humana pela força mecânica, na tentativa

simultânea de aumentar a quantidade produzida e diminuir o custo de produção, proporcionando o acesso à habitação a um maior número de pessoas, com um esforço económico menor.

É neste ambiente de mudança, e já no início do século XX, que aparecem escolas onde a indústria era já associada à arquitectura, algumas na alemanha pós 1ª Guerra, como a Deustche Werkbund ou a Bauhaus, e alguns arquitectos começam a explorar a industria para gerar mais valias na arquitectura, sejam elas técnicas, sociais ou plásticas. [1]

Surge então um conjunto de pensamentos, ideais, autores, escolas e movimentos que tentavam integrar a arquitectura na indústria, a fim de colocar a tecnologia ao serviço da mesma. Buscou-se atingir a maior racionalização possível de componentes ou construções inteiras. Formava-se um campo fértil para o debate em torno da produção em série, industrializada, pré-fabricada - a estética da máquina ou a máquina de habitar.

Para isso importa focar na obra de Buckminster Fuller e Jean Prouvé que, não sendo arquitectos de formação, deram um importante contributo para a transferência de tecnologia para a arquitectura no início do século XX.

1. **BENEVOLO**, Leonardo. ***História da Arquitetura Moderna***. Editora Perspetiva, 3ª ed. São Paulo, 2001.

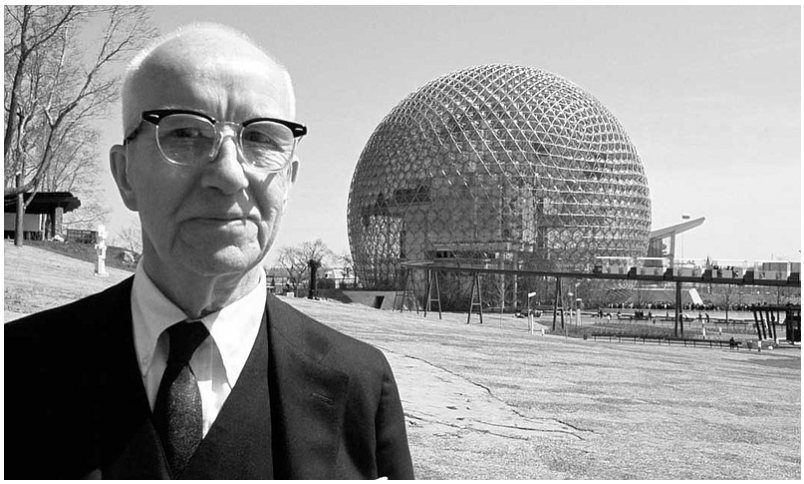


Figura 1: Buckminster Fuller e o Domo Geodésico



Figura 2: Dymaxion de 1941.

Algumas unidades foram entregues e utilizadas pela Força Aérea dos Estados Unidos, e a unidade foi redesenhada, no final da guerra, para proporcionar habitação no pós-guerra.

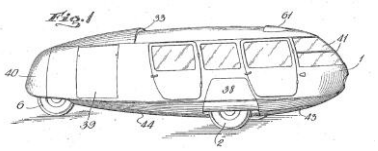


Figura 3 : Esboço Dymaxion Car #3, 1934



Figura 4: Dymaxion Car #3, 1934

1.1.2. A TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA A ARQUITECTURA

Num movimento paralelo à hegemonia do Movimento Moderno que se configurava desde o início do século XX, emergiam ideias que se destacaram por propor outros métodos de pensar a arquitectura.

Buckminster Fuller

Buckminster Fuller (1895-1983) foi um desses impulsionadores e procurou entender a relação entre homem, natureza e tecnologias sob outras perspetivas. Pensou e propôs métodos em arquitectura capazes de corresponder a uma cultura tecnológica que, no seu ponto de vista, seria benéfica. Ideias como as de Buckminster Fuller que, já na década de 1920, pensava uma arquitectura sustentável, produziram impactos de transformação no pensamento arquitectónico, e inspiração para uma vanguarda de arquitectos com forte ligação com o pensamento científico-tecnológico. Fuller foi pioneiro na questão da sustentabilidade em arquitectura e no design.

Fuller também criticava a falta de formação técnica da Bauhaus, que, segundo ele, pecava pelo formalismo e ilusionismo, deixando escapar questões fundamentais da tecnologia. Ele acreditava que era preciso debruçar-se sobre questões que diziam respeito, sobretudo, à sustentabilidade de uma arquitectura condizente com as necessidades inerentes à sociedade industrial. Segundo Fuller,

> *[...] O Estilo Internacional obteve uma influência sensorial dramática sobre a sociedade, do mesmo modo como um prestidigitador obtém a atenção das crianças [...], eles somente se preocupavam com os problemas de modificação da superfície dos produtos finais, produtos finais estes que eram subfunções inerentes de um mundo tecnicamente obsoleto.* [2]

2. FULLER *cit. por* BANHAM, 1979, p.509 - **Theory and Design in the First Machine Age**. Londres: Praeger. 1977. ISBN 0-85139-632-1

Apesar de não ter tido formação académica em arquitectura, a sua obra é relevante no que respeita à integração da arquitectura nos processos produtivos industriais, especialmente pela qualidade técnica que a compõe.

Começou então a desenvolver estudos nos quais procurava métodos que lhe permitissem obter o máximo rendimento com o mínimo de recursos naturais e que, simultaneamente, consumissem o mínimo de energia possível, sendo passíveis de se produzirem em massa e industrialmente. Estes estudos foram materializados em textos e manuscritos do autor, na Dymaxion House, no Dymaxion Car ou nos Domos Geodésicos (que usavam de processos mecanizados em substituição do esforço manual).

Nas Dymaxion Houses, Fuller redefiniu a noção de mobilidade aplicada à habitação, não apenas uma mobilidade interna, ou durante a fase de construção, mas uma capacidade efectiva de mudar de lugar de implantação sempre que tal se manifestasse necessário.

Assimilou os ideais da *linha de montagem**, e transportou-os para a arquitectura de forma exemplar, explorando o conceito da casa para as massas, como se de um automóvel se tratasse, mas de forma mais efectiva que Walter Gropius ou Le Corbusier, seus contemporâneos. Propôs o uso de tecnologias das indústrias naval e aeronáutica e uso de materiais modernos, como as ligas metálicas, o uso de estruturas inovadoras, e um novo tipo de desenho de habitação, energeticamente eficiente, chegando mesmo a comprar antigas fábricas de produção de materiais do ramo da aviação para produzir os seus projectos, de modo a

* A *linha de montagem* foi concebida por Henry Ford inicialmente para a fabricação dos automóveis Ford no ano de 1913 sendo desde essa data considerada uma das maiores inovações tecnológicas da era industrial, pois graças a ela o tempo de produção de peças sofreu um decréscimo significativo, permitindo que dessa maneira se produzisse em maior quantidade, o que mais tarde acabou por se reflectir no preço dos produtos, tornando assim os mesmos mais acessíveis a outras classes sociais.

reduzir o custo e o tempo de produção da obra. Os seus principais temas eram a mobilidade, a poluição, a industrialização, a reciclagem, as fontes de energia finitas, e a unidade global, colocando a sua atenção na solução de novas tecnologias que fizessem mais com menos recursos. Para isso, era preciso criar mecanismos de consciencialização, selecção e eliminação dos ruídos do universo global - poluição, perdas de energia, reciclagem de materiais -, entendendo o universo como um sistema de equilíbrio energético. Não intencionava organizar totalmente a Aldeia Global, mas dar liberdade aos homens, para que travassem relações produtivas nos mais diferentes meandros do universo. [3] Em 1946, Fuller integrou um projecto de investigação de dois anos com a Beech Aircraft - empresa aeronáutica - e projectou dois protótipos: o protótipo Barwise e o protótipo Danbury, embora não tivessem sido produzidos em série.

Na mesma altura, em conjunto com outros sócios, Fuller cria a empresa Fuller & Ca para proceder ao desenvolvimento e produção em série das Dymaxion Houses mas a pressão colocada pelos seus colegas para que o projecto fosse finalizado e rentabilizado fez com que Fuller ficasse ainda mais relutante e a empresa acabou por encerrar.

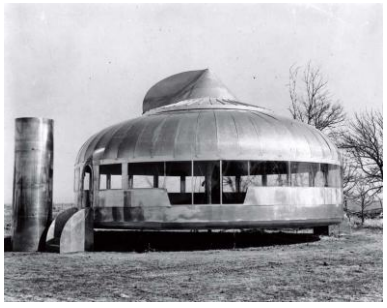


Figura 5: Dymaxion «Whichita» House (198)

A palavra "Dymaxion" foi cunhada pela combinação de partes de três das palavras favoritas de Fuller: DY (dinâmico), MAX (máximo), e ION (tensão).

3. PAWLEY, Martin - **Buckminster Fuller**; with phot. from the Buckminster Fuller Institute. New York: Taplinger, 1990. ISBN 0-8008-1116-X.

Dymaxion houses

Buckmisnter Fuller

1920-1945

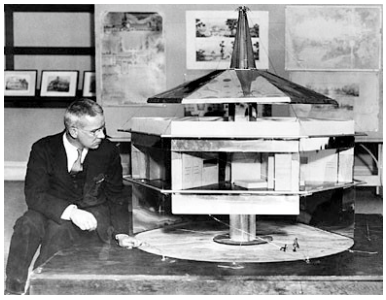


Figura 6: Fuller ao lado da maquete da Dymaxion.

Era possível alterar a configuração da planta conforme necessário - reduzindo a dimensão dos quartos para aumentar a da sala, por exemplo

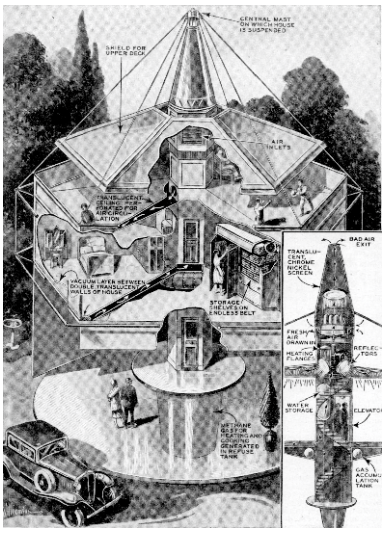


Figura 7: Axonometria com esquema de funcionamento

A Dymaxion House era aquecida e arrefecida por meios naturais, era resistente a terremotos e a tempestades, e feita de materiais que não exigiam nenhuma pintura periódica, substituição do telhado, ou manutenção por desgaste.

Figura 8: Aguarela (esquema de funcionamento da planta)



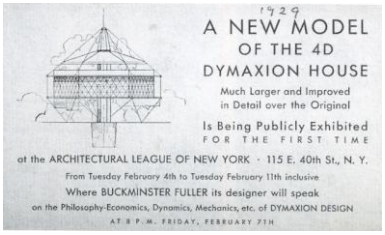


Figura 9: Cartaz da exposição da Dymaxion House, 1929.

A Dymaxion House foi pensada para ser alugada, ou comprada pelo preço de um automóvel (cerca de 36 000€)

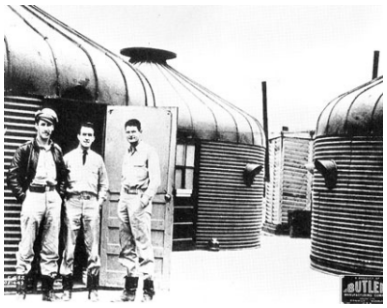


Figura 10: Dymaxion Deploy.nt Unit Tue 3

Desenvolvidas em 1940, eram leves, de baixo custo e de fácil montagem e serviam para abrigo durante a guerra. O abrigo era uma estrutura circular auto-sustentável feita de aço ondulado, galvanizado.

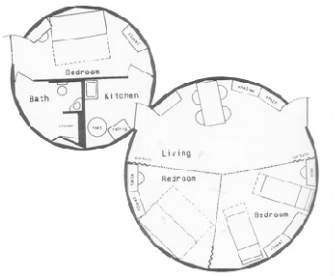


Figura 12: Planta

Figura 14: Estudos técnicos Dymaxion car

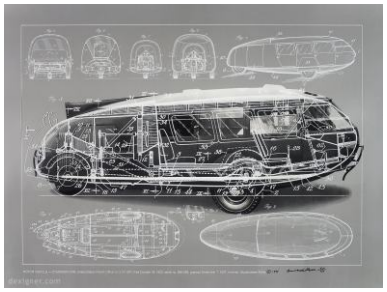




Figura 11: Dymaxion, 1941.

Algumas unidades foram entregues e utilizadas pela Força Aérea dos Estados Unidos, e a unidade foi redesenhada, no final da guerra, para proporcionar habitação no pós-guerra.

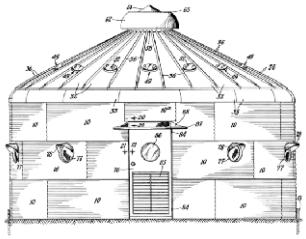


Figura 13: Alçado

As Dymaxion Deployment Unit eram produzidas pela Butler Manufacturing Company, uma empresa do Kansas.

Figura 15: Dymaxion Car #1, 1933



Dymaxion «Wichita» House

Buckminster Fuller

1928



Figura 17: Dymaxion «Whichita» House (1928)

Esta «máquina de habitar» era circular, a estrutura era de perfis em aço, as paredes e a cobertura eram revestidas a chapa de alumínio, para aproveitar a tecnologia aeronáutica. Tem capacidade para suportar 120 pessoas no seu interior, e podia ser transportada inteira num único camião. O seu desenho aerodinâmico permitia uma melhor ventilação seja de forma natural ou mecânica, que reduziam o consumo energético quer no verão como no inverno. As ideias de Fuller permitiram que o sonho moderno de uma cultura industrial se tornasse numa conclusão lógica de se encarar a habitação como um desafio cultural e tecnológico.



Figura 20: Wichita House de Granham, perto de Andover no Kansas, E.U.A. 1948.

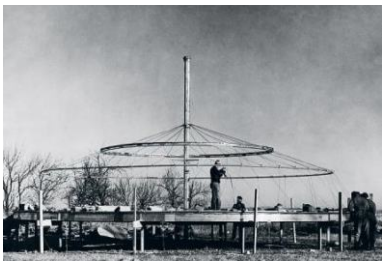


Figura 16: Estrutura da Whicita House.

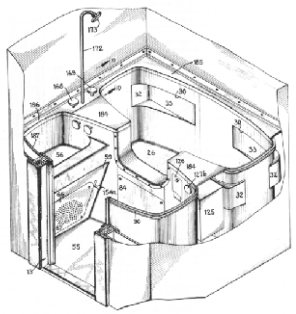


Figura 18: *Casa de Banho Dymaxion*, desenvolvida por Fuller em 1936.



Figura 19: Airstream 1940

Esta caravana inspirou Fuller nos seus desenhos, notando-se a estética streamline na dymaxion house, no sentido de conferir maior aerodinâmica ao projecto, equiparando-o com meios móveis.

Dymaxion "Wichita" House

Em 1948, William Graham, um ex-investidor no projecto, compra ambos os protótipos e cria a «Wichita House», onde mostrou uma visão refinada da Dymaxion original: o hexágono original foi transformado num círculo suavizado, e o edifício ficava apenas alguns metros acima do solo, em vez de totalmente suspenso, como na proposta original.[4]

A casa foi bastante alterada para atender as necessidades da família Graham. A casa não foi suspensa no ar, mas sim construída com um piso abaixo e em bases permanentes. Outras adições e alterações, como uma extensão do alpendre, foram adicionadas ao longo dos anos. Além da *Casa de Banho Dymaxion*, patenteada por Fuller, nenhum dos elementos originais foi incluídos na Wichita House.

As paredes e o telhado são feitos com placas curvilíneas numa liga metálica prateada e não oxidável e os vãos horizontais contínuos são feitos de acrílico sem aberturas. A casa era estruturalmente leve, se comparada à construção tradicional, e todas as suas partes poderiam ser transportadas num camião, sendo o seu tempo de montagem de aproximadamente um dia para uma equipa de seis homens. Toda a casa, incluindo o piso de aço, estava suspensa a partir de um mastro central igualmente em aço que suporta uma combinação de cabos tensionados cruzados, com anéis comprimidos como se fosse a roda de uma bicicleta.

De acordo com Robert W. no seu livro, *O Mundo Dymaxion de Buckminster Fuller*, Fuller visitou a casa e reprovou as alterações, observando que «as alterações arquitectónicas [de Graham] ligavam para sempre o avião à terra.» [5]

4. BUCKMINSTER FULLER [Em linha]. [Consult. 10 de Jan., 2009]. Disponível em WWW:<URL: http://www.designmuseum.org/design/r-buckminster-fuller

5. ROBERT, W. - *O Mundo Dymaxion de Buckminster Fuller cit. por* MICHELA, L. **Dymaxion "Wichita" House** in docomomo [em linha]. [Consult. em 4 Mar. 2016]; Disponível na internet em: http://www.docomomo-us.org/register/fiche/dymaxion_wichita_house.



Figura 21: F 8×8 BCC demountable house, 1942 (c/ Pierre Jeanneret)



Figura 22: 6x6 demountable house, 1944 (madeira e metal)



Figura 23: Metropole aluminum house, 1949 (metal, alumínio e madeira) 8X12m



Figura 24: Cadeira desmontável "cb 22" (alu), 1947 (madeira, alumínio e ferro) 78 x 40 x 41 cm



Figura 25: Painel de fachada, 1949 (alumínio e vidro) 303 x 144 x 13 cm

Figura 26: Cama SCAL Nº 450, 1955 (com Charlotte Perriand) Aço e madeira, 26 x 190 x 80 cm



Jean Prouvé

Outra figura que importa referir é Jean Prouvé (1901-1984). Prouvé também não era arquiteto por formação, foi um metalúrgico, desenhador, construtor e engenheiro francês que iniciou sua carreira desenvolvendo a concepção e fabricação de móveis e objetos em ferro fundido. Nos seus projectos, Jean Prouvé defendeu que «a habitação individual deve ser leve, dinâmica e exprimir produção de grande escala, caracterizada, portanto, pelas necessidades industriais» [6]. Ao longo da década de 1930, centrou-se na pesquisa e no estudo das consequências práticas dos novos métodos de construção, sendo de todos os arquitectos o que mais desenvolveu e se aproximou de um equilíbrio entre a vertente tecnológica e inovadora de Fuller e as ideias racionalistas e geométricas da época.

Como Fuller, Prouvé trabalhou para minimizar o desperdício e maximizar os benefícios. Projectou painéis de enchimento e sistemas fabricados industrialmente. O número de projectos pré-fabricados desenvolvidos por ele também foi muito maior do que qualquer um dos seus antecessores.

Em 1947 construiu a fábrica Maxéville, onde produziu móveis e realizou uma pesquisa arquitectónica extensa sobre os usos do alumínio. Desenvolveu peças padronizadas para edifícios industriais e projectou as casas pré-fabricadas Maison Meudon e as Maison Tropical.[7]

Na sua fábrica desenvolveu alguns princípios do design e da construção industrializada em arquitectura. Outro dos seus contributos foi a transferência de tecnologia de fabricação da indústria para a arquitectura, sem perder qualidades estéticas.

6. WESTON, Richard. **A Casa no Século Vinte**, concebido e produzido por Calmann & King Ltd, London, tradução Helena Sancho (Oxford school) editorial Blau, Lda., Lisboa, 2002, p. 86

7. ENJOLRAS, Christian - **Jean Prouvé : les maisons de meudon : 1949-1999**. Paris: Éditions de la Villette, 2003. ISBN 2-903539-69-3.

Maisons Meudon

Jean Prouvé
Meudon, Paris
1949



Figura 28: vista exterior 2

As peças que compunham a edificação podiam ser transportadas num único camião e erguidas por uma equipa de quatro homens, sem a necessidade de andaimes. Prouvé demonstrou que era possível produzir moradias manufaturadas competitivamente, com qualidade e em larga escala, aplicando-as com sucesso a um contexto urbano planeado. Mesmo assim, o governo francês decidiu não apostar na continuação desse modelo.



Figura 30: vista exterior 4

Prouvé desenvolveu técnicas industriais adaptadas à produção de novos componentes e à execução de edifícios pré-fabricados que se adequaram perfeitamente a habitações de emergência.



Figura 27: vista exterior

As Casas Meudon de Prouvé eram bastante económicas, a sua estrutura era metálica e as paredes eram pré-fabricadas, de modo a serem colocadas em diferentes sítios no interior da casa de acordo com as pretensões espaciais do habitante. Poderiam ser conjugadas e articuladas de 14 maneiras diferentes e resultavam em volumes com espaço interior flexível.



Figura 29: vista exterior 3



Figura 31: vista exterior traseira

Maison Tropical. Jean Prouvé, Nigéria, 1949.



Figura 32: vista geral

A *Maison Tropical* é feita em aço e alumínio e incorporava lâminas exteriores salientes para sombreamento, pensada para uso em grande escala em África, mas apenas três unidades foram construídas. O insucesso desta visão modernista da casa enquanto «máquina de habitar» ficou a dever-se a razões culturais porque a nível técnico a casa foi bem planeada.



Figura 35: vista geral



Figura 37: alçado



Figura 33: processo de montagem



Figura 34: processo de montagem 2

Maison Tropical 2007. Homenagem a Jean Prouvé, Perto do Museu Tate Modern, Londres, 2007.



Figura 36: alçado e corredor exterior



Figura 38: interior

Case Study Houses (CSH)

Vários arquitectos
California, EUA.
1945 - 1966



Figura 39: Casa Bailey, CSH#21, PIERRE KOENIG. Los Angeles, Califórnia, 1960.



Figura 41: Case Study House #20, Richard Neutra, Califórnia, 1948.



Figura 43: Case Study House #20, Richard Neutra, Califórnia, 1948.



Figura 40: CRAIG ELLWOOD, CSH#18, Casa Fields, Beverly Hills, 1954-1955.



Figura 42: Casa Bailey, CSH#22, PIERRE KOENIG. Los Angeles, Califrnia, 1960.



Figura 44: Case Study House #20, Richard Neutra, Califórnia, 1948.

1.1.3. A ACEITAÇÃO TECNOLÓGICA NA ARQUITECTURA MODERNA

Case Study Houses

Ainda dentro dos aspectos históricos da pré-fabricação, agora mais dentro duma perspectiva arquitectónica moderna, o *Case Study Houses* (CSH), programa de experiências em arquitectura residencial americana patrocinado pela revista *Arts & Architecture*, que funcionou de forma intermitente desde 1945 até 1966, foi mais uma acção importante no que respeita à transferência de tecnologia para a arquitectura.

Este programa foi desenvolvido na Califórnia e esteve a cargo de John Entenza (1905-1984) e comissionou importantes arquitectos da época para projectar e construir casas modelo unifamiliares económicas e despretensiosas, onde se aplicassem conceitos passivos de serem industrializados e tirassem proveito dos novos materiais pré-fabricados.

Dos 36 projectos desenvolvidos, os que se mostraram mais representativos pelo seu contributo para a integração da arquitectura nos processos produtivos industriais foram os de Richard Neutra (1892-1970), Rafael Soriano (1904-1988), Charles Eames (1907-1978) e Ray Eames (1912-1988), Eero Saarinen (1910-1961), Craig Ellwood (1922-1992) e Pierre Koenig (1925-2004). A novidade destes projectos era mostrar a potencialidade da utilização destes materiais de construção do sector industrial sem serem ocultados por materiais considerados nobres e conseguir uma obra simples, elegante e austera.[8]

Eames House de Charles e Ray Eames

A incorporação da pré-fabricação em série pode ser vista de forma mais plena na *Eames House*, projectada por Charles e Ray Eames, marido e mulher, designers industriais que também trabalharam como arquitectos. Como Prouvé, os Eames viam os projectos de arquitectura e de mobiliário como tendo a mesma ideia de desenvolvimento.[9]

8. CAMPOS, Inês. **Concepção Arquitectónica e Estruturas Metálicas em Habitação**. Tese de douturamento, Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2015.

9. *idem*

Eames House

Charles e Ray Eames
Califórnia
1949



Figura 45: Alçado frontal
Figura 46: Alçado lateral envidraçado

A casa Eames é um dos exemplos dos anos cinquenta que fez com que se olhasse para a construção habitacional, em aço, como uma boa solução para a construção, que sendo articulada com outros sistemas também produzidos industrialmente com recurso à pré-fabricação, permite implementar à imagem tecnológica, um cunho social.

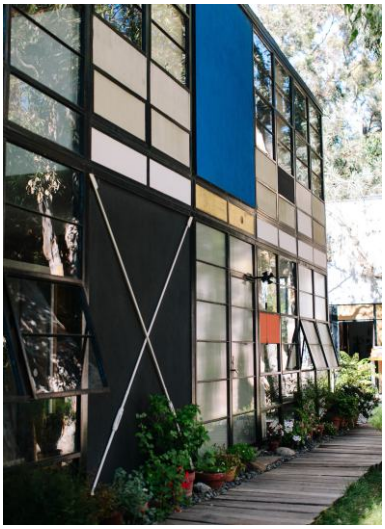




Figura 47: vista do interior para o exterior

A casa tem a capacidade de proporcionar relações visuais e vivências entre os espaços interior e exterior, sem esconder o seu aspecto tecnológico e construtivo, tirando partido desta estética industrial para o ambiente familiar.

Figura 48: painéis de revestimento



A Eames House, após uma parceria com Eero Saarinen, foi construída em partes industrializadas, muitas delas em aço, ou utilizando materiais que pudessem ser comprados por catálogo, havendo uma continuação da produção em série. O edifício dividia-se em dois volumes iguais, um dedicado à zona de trabalho e outro à habitação propriamente dita. Os vãos envidraçados, também pré-fabricados, ocupavam a maior parte das fachadas, numa contínua relação com a natureza envolvente. A construção total demorou poucos meses, sendo a estrutura base erguida em apenas dois dias, cumprindo o objectivo de ser facilmente montada, desmontada e readaptada, se assim fosse necessário.

Contudo, este sistema de projecto não foi utilizado para a construção de outras unidades habitacionais, embora, teoricamente, pudesse facilmente sê-lo se uma lista de instruções e desenhos fossem desenvolvidos e entregues ao construtor mas o processo não se mostrou financeiramente acessível.

Mesmo assim, representou a maximização da utilização das tecnologias industriais disponíveis no momento. Após este projecto os Eames abandonaram a arquitectura e continuaram a dedicar-se ao design de mobiliário, continuando com a sua postura de estandardização para produção em massa industrializada.[10]

Na época, considerada pobre, a iniciativa não teve a compreensão da crítica e do público, mas o tempo veio mostrar que estas tiveram um importante papel na afirmação dos ideais do Modernismo e do Estilo Internacional, quer pela sua postura conceptual e de relação com o lugar, quer pela integração sofisticada aos processos construtivos industriais existentes no seu tempo.

10. SMITH, Elizabeth A. T. - **Case study houses : the complet csh program, 1945-1966**; photos by Julius Shulman. - Köln : Taschen, 2002. - 440 p. : il. ; 31x40 cm. ISBN 3-8228--6412-9.

Glass House

Philip Johnson
New Canaan, Connecticut, EUA.
1949



Figura 50: detalhe da ligação entre o chão e o pilar



Figura 52: Casa de hóspedes em tijolo, nas traseiras da casa



Figura 53: sala de estar



Figura 49: vista traseira (desde a casa de hóspedes)



Figura 51: cilindro de lareira e casa de banho



Figura 54: vista interior

Glass House de Philip Johnson

Para finalizar o capítulo 1 importa referir duas outras obras que souberam tirar partido das possibilidades da produção industrial, mas reinterpretando a relação da obra com o lugar, são elas a *Glass House* (1949)de Philip Johnson (1906-2005), em New Canaan, Nova Iorque e a Farnsworth House (1950), de Mies van der Rohe, em Pleno, no Illinois.

Philip Johnson projectou a *Glass House* contemporaneamente ao programa *CSH*. Este projecto é considerado um dos exemplos mais esbeltos do modernismo americano, apesar da sua vivência do espaço ter sido questionada por ser toda construída em ferro e revestida apenas com vidro, mostrando que o arquiteto não teve preocupações com a questão do conforto térmico.

O edifício consiste numa «caixa» estruturada com vigas de aço preto envolvido desde o chão até ao teto com vidro. O espaço interior é dividido por armários baixos de nogueira e um cilindro de tijolos que contém a instalação sanitária e onde fica incrustada a lareira. O objectivo desta casa seria obter um espaço, que protegesse o habitante mas, que continuasse a permitir a relação e o aproveitamento do espaço natural.

A casa não é perceptível da rua pois fica atrás de um muro da pedra na propriedade de Johnson e contempla vista para uma lagoa. O edifício tem 17 m de comprimento, 9,8 m de largura e 3,2 m de altura. As áreas de cozinha, de jantar e de dormir são na *sala de vidro*, onde Johnson inicialmente viveu. Mais tarde projectou uma casa de hóspedes mais intimista, quase sem janelas, em contraste com a *casa de vidro* , toda em tijolo. O chão de tijolo fica 10 centímetros acima do solo e o interior é de planta livre, com o espaço dividido por armários de nogueira baixos; Um cilindro de tijolos contém a casa-de-banho e é o único objecto que chega do chão ao tecto.[11]

11. ALFIREVIK, Djordje - **Interpretations of Space Within Space Concept in Contemporary Open-Plan Architecture** Belgrado: Arhitektura i urbanizam, No.42 (2016), pp. 24–40.

Farnsworth House
Mies van der Rohe
Illinois
1950

Figura 55: pormenor da escadaria e do patamar de entrada



Figura 56: alçado frontal





Figura 58: vista interior



Figura 57: vista geral da casa

O desenho interior da casa concentrou as zonas de serviço num núcleo isolado, tal como na *Glass House*, o que permitiu a separação de dois espaços (cozinha e sala). O resto dos espaços foram separados por biombos, o que levou a uma nova interpretação do *habitar* na habitação moderna. Há uma pequena varanda na entrada com uma escadaria para vencer o desnível entre a varanda e o terraço.

Farnsworth House de Mies van der Rohe

A outra obra, a *Farnsworth House*, de Mies, tem bastantes semelhanças, formais e conceptuais, com a *Glass House* de Johnson e é vista como um ícone da arquitectura moderna.

Mies é conhecido por valorizar o rigor, a racionalidade e a simplicidade, geométrica e espacial, na procura da perfeição formal e, entre outras questões, por ter utilizado a estrutura metálica aparente de forma elevar a noção do valor da *matéria* para a arquitectura. Para garantir um maior rigor na construção, Mies adota materiais pré-fabricados e o processo construtivo explora os ideais modernos da *standardização*.

As principais características da obra, como no exemplo anterior, são a transparência, a fluidez dos espaços interiores (subtil diferenciação dos espaços público e privado) e uma forte relação interior/exterior de forma a relacioná-la intensamente com o lugar circundante, um bosque com uma lagoa, de caráter pitoresco. O arquiteto opta também por elevar a casa do solo para evitar problemas com eventuais inundações.

A casa é constituída por duas lajes de betão armado, sustentadas por oito pilares "H" de aço, pintados de branco. As paredes externas são de vidro e as internas de madeira. Não por acaso, a obra foi também questionada pela sua eficiência térmica e pelo desconforto gerado pela sensação de desprotecção, visto ser toda revestida com vidros fixos, promovendo o efeito estufa e não existindo lugares de intimidade. [12]

Apesar dos problemas evidentes, este projecto levou ao extremo a simplicidade e a subtileza relacionadas com a produção em série que o modernismo procurava e motivou também várias propostas arquitectónicas posteriores, elaboradas desde então por arquitectos que

12. BLASER, Werner - **Mies van der Rohe, Farnsworth house : weekend house=wochenendhaus**; trad. Katja Steiner, Bruce Almberg. - Basel : Birkhäuser, 1999. - 82 p. : il. ; 23 cm. - Bilingue. ISBN 3-7643-6089-5

Farnsworth House
Mies van der Rohe
Illinois, EUA.
1950



Figura 59: pormenor da ligação do piso com o pilar

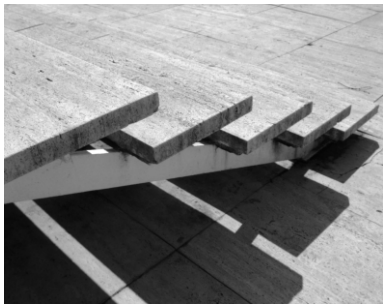


Figura 62: pormenor da escada de acesso



Figura 59: pormenor do pilar



Figura 61: vista interior da sala de estar



Figura 63: vista interior da sala de estar e do quarto

sucederam Mies.

No início da segunda metade do século XX, principalmente no Japão, nos Estados Unidos e em Inglaterra, surge um conjunto de pensamentos, ideais e filosofias influenciados pelo pós-guerra, pelo desenvolvimento tecnológico e digital, pelo desenvolvimento dos materiais, dos materiais sintéticos e das técnicas e, essencialmente, pelo espírito da época.

As ideias utópicas e os experimentos do grupo inglês Archigram, assim como o trabalho dos metabolistas Kenzo Tange ou Kisho Kurokawa ou de Renzo Piano e Richard Rogers são exemplos do espírito tecnológico em que a sociedade e a arquitectura viviam, que será abordado no seguinte capítulo.

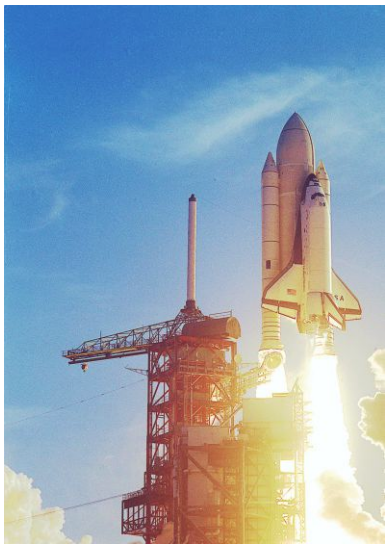
Figura 64:
http://blog.idmphotography.com/farnsworth-house/



Figura 65:
http://blog.idmphotography.com/farnsworth-house/



1.2.
A IDEIA DE «CÁPSULA» NA 2ª METADE DO SÉC. XX.



Figuras 66: Nave espacial Challenger a descolar no Kennedy Space Center, 1986.

Figuras 67: Presidente americano John F. Kennedy com o Dr. Wernher von Braun durante o lançamento do foguete espacial "Cape Canaveral Saturn V", 1963.





Figuras 68: Restless Sphere, Basel, Suiça, 1971.

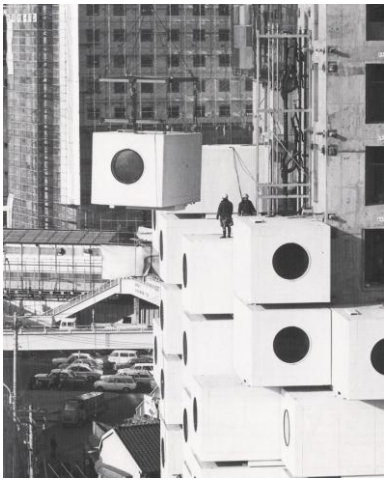


Figura 69: Nakagin Capsule Tower, Kisho Kurokawa, Japão.

1.2.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Apesar de nem sempre terem sido facilmente aceites as ideias do Movimento Moderno sobre a questão da industrialização e da produção em série, aparecem, perto do final da década de 1950, um conjunto de discursos que resgatam e desenvolvem muito dessas ideias, agora adaptadas a uma nova realidade.

> *[...] esta espécie de actualização de um certo ideário moderno - entenda-se o ideal de uma fusão entre arte, ciência, e indústria produzindo uma nova arquitectura para um novo tempo - exigia o reconhecimento de uma distância entre a agenda dos vinte, centrada no tema da reprodutibilidade, da determinação do standard ideal a partir da identificação de funções tipificadas, e a agenda dos sessenta, em que se pretendia incluir o problema da diversificação e da possibilidade de expressão individual dentro da cultura de massa, num cenário cuja complexidade sociológica era crescente, e onde a relação entre produção e consumo passava a depender de um controlo afinado* .[13]

O desenvolvimento da aviação e a procura da conquista do espaço leva a que um pouco por todos os setores sócio-económicos o conceito e o desejo de mobilidade se dispersem e conduzam a uma crescente busca de novas formas de habitar e de construir. Os horizontes alargam-se e novos campos de investigação surgiam, aliando a tecnologia aos materiais construtivos.

O campo da tecnologia da construção deu um salto qualitativo em relação ao período das propostas estéticas dos mestres modernos. Surgem novos materiais - derivados plásticos e metálicos - e tecnologias, novas possibilidades de cálculo estrutural, calibradores electrónicos, modelos aeroelásticos, túneis de vento e outros instrumentos que

13. CABRAL, Claudia P. C. **Grupo Archigram, 1961-1974. Uma Fábula da Técnica**. 2001, p. 37. Tese (Doutorado). Escola Técnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, ETSAB Universitat Politécnica de Catalunya, Barcelona, 2002. Disponível em: <http://www.tdx.cesca.es>. Acesso em: 14 mar. 2005.

permitem avançar nas experiências das estruturas arquitectónicas, e que aproximam, mais uma vez, a arquitectura dos métodos das indústrias naval, aeronáutica e automóvel.

As possibilidades tecnológicas que a perspectiva espacial fornecia pareciam, nesse momento, ilimitadas. A arquitectura espacial demonstra a necessidade de pensar em sistemas fechados, limitados e auto-suficientes, introduz-se o conceito na sociedade de cápsula de (sobre)vivência. A um nível citadino são estruturas tridimensionais compostas por vários níveis, tendencialmente suspensos, em que o habitante pode deslocar-se livremente e sem barreiras arquitectónicas,

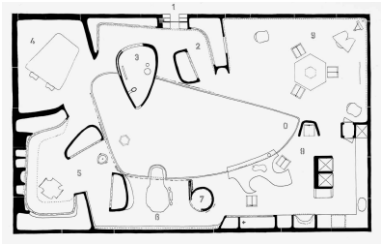


Figura 70: Planta da Casa do Futuro. Alison e Peter Smithson, 1955-1956.



Figura 72: Vista do interior da Casa do Futuro.

Figura 71: Banheira e chuveiro da *Casa do Futuro* expostos para o pátio exterior.



segundo a trama da estrutura que a concerne. A um nível mais pessoal são células que fornecem todas as condições de habitabilidade, é um conceito experimental e provocativo, aliando a tecnologia espacial à definição de um novo espaço orgânico e modular.

Team 10

Dentro deste espírito de experimentação tecnológica, Alison e Peter Smithson, do grupo Team 10, envolveram-se em reflexões sobre a produção da casa com sistemas pré-fabricados, utilizando um novo material: as fibras sintéticas. Em 1956 desenvolveram o protótipo da chamada *Casa do Futuro* para a Ideal Home Exhibition organizada pelo jornal The Daily Mail, em Londres. Este projecto distancia-se do conhecido modelo de casa pré-fabricada, que era o chalé ou cabana de madeira, e toda a sua estrutura foi moldada com resinas plásticas.

Em contraste com o interior de formas orgânicas e fluidas, formado por compartimentos situados ao redor de um pátio ajardinado, o seu perímetro exterior é ortogonal. As únicas peças móveis da casa eram algumas cadeiras. A integração entre a casa e o mobiliário ou equipamento era «um novo dado a considerar no território doméstico».[14]

Cabine hôtelière mobile de Ionel Schein

A primeira unidade de habitação móvel autónoma construída apenas com recurso ao plástico deveu-se, em 1956, ao arquitecto francês Ionel Schein. Esta *cabine hôtelière mobile*, em plástico e fibra de vidro, é leve, transportável por camião, e permite uma rápida instalação em qualquer

14. CABRAL, Claudia P. C. **Grupo Archigram, 1961-1974. Uma Fábula da Técnica**. 2001, p. 61. Tese (Doutorado). Escola Técnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, ETSAB Universitat Politécnica de Catalunya, Barcelona, 2002. Disponível em: <http://www.tdx.cesca.es>. Acesso em: 14 mar. 2005. Segundo Cabral (2001, p. 61)

tipo de terreno, respondendo assim às necessidades da hotelaria, podendo ser instaladas quando necessário, em função da demanda do lugar.

Segundo Schein, a industrialização desta unidades de habitação em plástico deveria libertar o homem da sua inscrição a um lugar fixo.

Apesar de nunca ter sido construída para além dos protótipos, os princípios nela utilizados (flexibilidade, autonomia, leveza, facilidade de montagem...) reflectiram-se em centenas de obras de outros arquitectos que lhe sucederam.



Figura 73: Cabine hôtelière mobile, 1956, Ionel Schein.

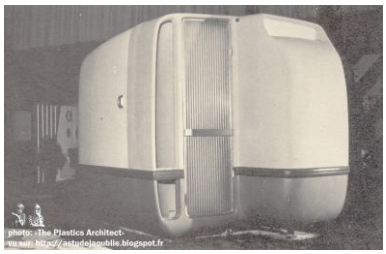


Figura 75: Cabine hôtelière mobile, 1956, Ionel Schein.



Figura 74: Cabine hôtelière mobile, 1956, Ionel Schein.

Six-shell de Jean Maneval

Um dos projectos inspirados e desenvolvidos com base no trabalho de habitação em plástico de Ionel Schein foi a *Six-Shell* [figuras 25 a 28], de Jean Maneval, construída em 1964. Este projecto fez parte de um programa de habitação para uma estância de férias nos Pireneus, onde seriam construídas 30 unidades totalmente produzidas por materiais sintéticos e de fácil transporte por via terrestre. A unidade habitacional *Six*-Shell tinha 36 m² e era constituída por 6 módulos de polyester armado, isolado através de espuma de polietileno e interligados entre si por juntas elásticas, de forma a facilitar a sua montagem. A sua fixação ao terreno fazia-se através de um mastro central preso e apoiado numa sapata de betão, sendo este o único elemento em contacto com o solo. Mais uma vez, esta obra concretizou os ideais de mobilidade, adaptabilidade e pré-fabricação da nova época.

A ideia de que a arquitectura pode ser produzida como qualquer outro objecto de consumo ganhava novos contornos, alicerçada nos avanços da tecnologia científica que, passo-a-passo, permite a produção de qualquer peça pré-fabricada tridimensional, produzida em série e alcançando a perfeição de encaixe de qualquer peça industrial.



Figura 76: Six Shell, 1964, Jean Maneval.

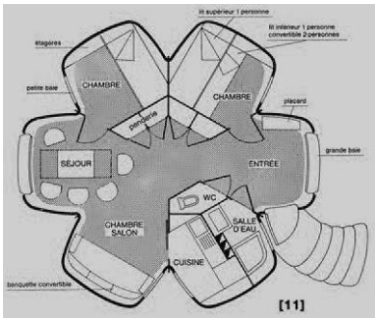


Figura 77: Planta da Six Shell, 1964, Jean Maneval.

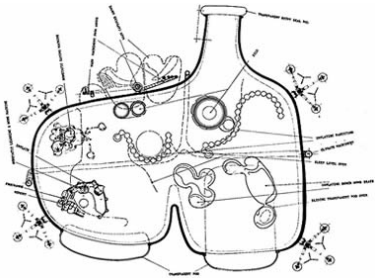


Figura 78: planta Living pod, David Greene, 1965.

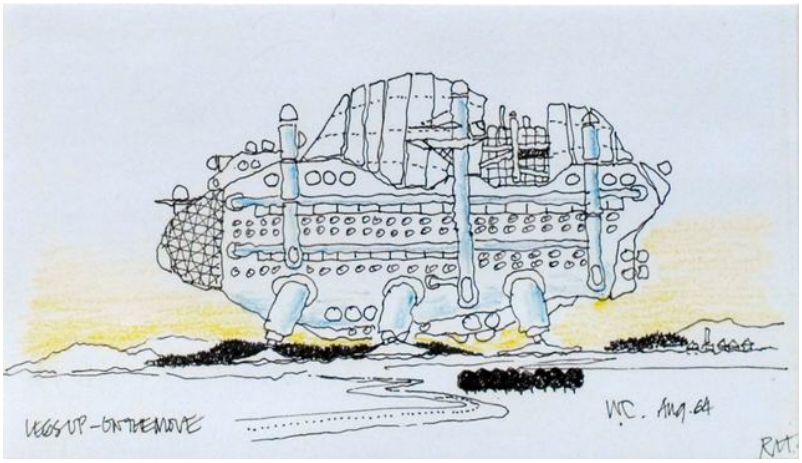
Este projecto apresentava pontos semelhantes ao «The Capsule», sobretudo na questão da tipologia móvel. Assumia-se como uma cápsula hermética, claramente alusiva à era espacial, de pequenas dimensões, flexível no seu aproveitamento e funcionamento do espaço interior, dando resposta a inúmeras situações desejadas pelos seus utentes, transformando-se numa autocaravana ou acoplada a uma estrutura plug-in-city.

A «Living Pod», de David Greene, 1965, pretendeu ser uma ponte entre dois lados que muitas vezes criaram divergências e problemas na verdadeira concepção da habitação sendo estes as necessidades reais do utente e os materiais e recursos precisos para a concepção da habitação, de forma a poder cada vez mais ser fácil e possível responder aos desejos reais do seu utilitário.



Figura 79: Maquete Living pod, David Greene, 1965.

Figura 80: *Walking City* - imagem retirada do arquivo *12 Sketches From Note Books*, de Ron Herron, 1964.



1.2.3. A INFLUÊNCIA DA ERA ESPACIAL

Archigram

Um que surgiu numa época de otimismo tecnológico foi o grupo inglês Archigram. Este Grupo divulgou diferentes projectos especulativos sobre as possibilidades dos novos materiais sintéticos e das novas tecnologias, numa tentativa de libertação formal, quebrando a rigidez e a definição dos espaços característicos da arquitectura moderna. Existia a confiança de que os novos materiais e as novas condições tecnológicas poderiam ser causa de uma revolução formal, onde todo o cenário humano seria completamente modificado, desde os objectos de uso cotidiano, como electrodomésticos e móveis, até a estrutura urbana.[15] O grupo foca-se na comunicação, na mobilidade e na cidade, antecipando o grande impacto que as tecnologias e os sistemas de informação exerceram na sociedade global, mas também no corpo humano e na sua interacção com o espaço.

No seu trabalho, a construção de uma obra arquitectónica não é o mais importante, mais que propor uma arquitectura concreta, ilustram as relações e conexões da sociedade urbana, procurando provocar uma reflexão acerca da mudança emergente. Caracterizavam-se por uma confiança no progresso ilimitado em sectores como os materiais, possibilidades construtivas e organizacionais do tecido urbano, capazes de solucionar qualquer problema, assim como a transformação da arquitectura num objecto de consumo, procurando um nível em que as cápsulas espaciais se aliassem à era atómica e electrónica, respondendo à crescente tendência de nomadismo social. Este grupo desenvolveu conceitos relacionados com as dinâmicas sociais, a flexibilidade na arquitectura, a questão do consumo descartável e da comunicação aliada à tecnologia, substituindo o conceitos como "casa" e "habitação" por «cápsula» e «pod». [16]

15. FOLZ, Rosana. **Mobiliário na Habitação Popular**. São Paulo: Universidade de São Carlos, 2008. Dissertação de mestrado.

16. **Archigram** - ed. by Peter Cook... [et al.]. - New York : Princeton Architectural Press, 1999. - 144 p. : il. ; 28 cm. ISBN 1-56898-194-5

The Capsule
Warren Chalk
1965

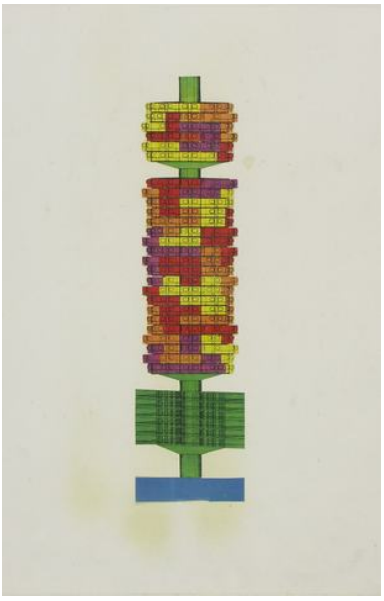


Figura 82: Esquema de montagem em torre

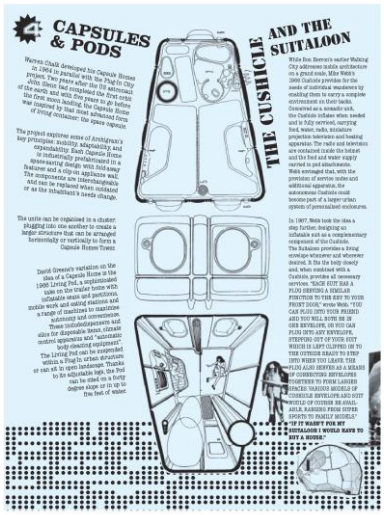


Figura 81: Poster explicativo

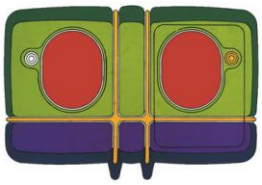


Figura 83: Alçado

Figura 84: Planta

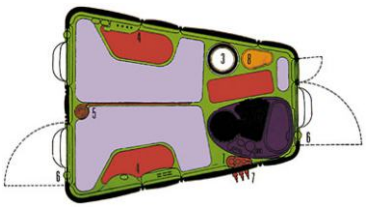
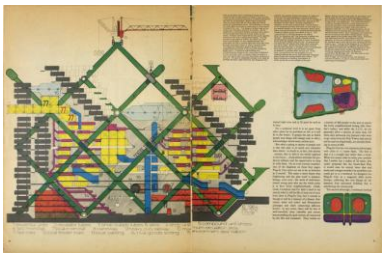


Figura 85: Exemplo de cidade mutável



* A *Plug-in City* foi um conceito de cidade desenvolvido pelo Archigram entre 1962 e 1964 e pressupunha a construção de uma rede de estruturas de grande escala, com vias de acesso e serviços essenciais, podendo ser aplicado em qualquer terreno e dando espaço à colocação de cápsulas conforme as necessidades, fossem elas habitacionais, comerciais ou outras.

The Capsule e Gasket house de Warren Chalk

Um dos trabalhos que seguiu estas premissas foi o projecto «The Capsule», de Warren Chalk, integrante do grupo, em 1964. Este projecto é visivelmente inspirado nas cápsulas espaciais e parte do pressuposto de desenvolver uma habitação pré-fabricada, inovadora, acoplada a uma estrutura vertical externa, que pudesse ser construída em série e facilmente transportada e montada. O projeto recorreu a um elevado grau de tecnologia e sofisticação, com preocupações ergonómicas na optimização do espaço, foi concebido com recurso a materiais como plástico ou laminas de aço e vinha acompanhado de uma catálogo de peças que permitia o que os usuários montassem a sua própria célula.

Simultaneamente estava a ser desenvolvida a *Plug-in City* *, e os projectos estiveram separados de início mas rapidamente se tornou obvio que a habitação do tipo *cápsula* seria a tipologia preferencial dentro do conceito da *Plug-inCity*. Tornou-se também evidente que a forma-de-cunha da unidade habitacional presa numa torre era uma limitação do conceito para cidade mutante. Também em 1964, o grupo desenvolve a *Walking City* **, um conceito de cidade que se baseia em pressupostos nómadas.[17] Um ano mais tarde, em 1965, surge outra experiência de célula, projectada por Chalk e por Ron Herron, a *Gasket House*. Sem a restrição da estrutura em torre, estas unidades mostraram uma atitude mais adaptada em relação à manutenção e colocação dos habitáculos. Estes eram suspensos numa de um mega-estrutura e eram independentes uns dos outros.[18]

** A *Walking City* baseia-se na ideia dum futuro em que as fronteiras ou os limites entre países desaparecem em favor dum estilo de vida nómada. Esta cidade foi inspirada nas torres de lançamento da NASA, nos hovercrafts e na banda desenhada de fição científica e os seus edifícios atravessavam rios e terras. Tal como outros trabalhos do Archigram, este antecipou os avanços tecnológicos da cidade e da sociedade, que não mais devia estar presa a um único local, assumindo uma existência nómada e serviu de inspiração para trabalhos futuros como a Instant City e a Ideas Circus, do mesmo grupo.

17. **Archigram** / ed. by Peter Cook... [et al.]. - New York : Princeton Architectural Press, 1999. - 144 p. : il. ; 28 cm. ISBN 1-56898-194-5

18. **ARCHIGRAM ARCHIVES** - [Em Linha]; [Consult. 23 jan. 2017]. Disponível na internet: http://www.archigram.net/index.html

Gasket House

Ron Herron e Warren Chalk

1965

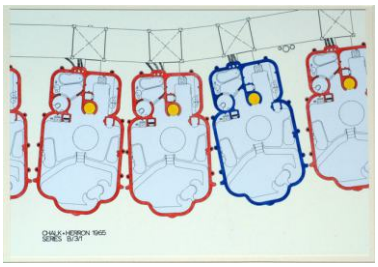


Figura 86: Esquema de integração de várias cápsulas.

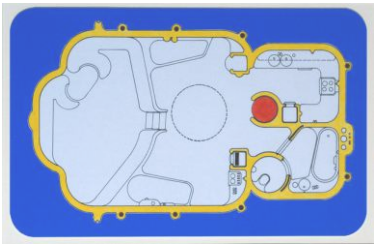


Figura 87: Planta da **Gasket House**

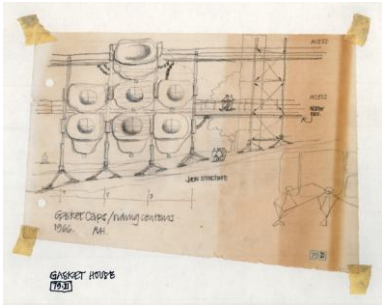


Figura 88: Esboço de acoplação

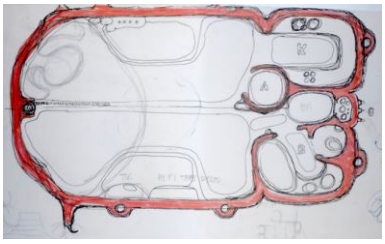
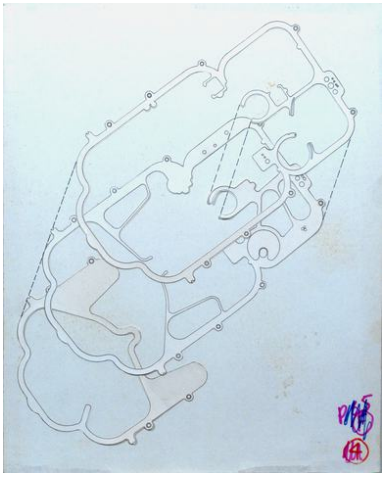


Figura 89: Esboço da planta

Figura 90: Axonometria com esquema de montagem



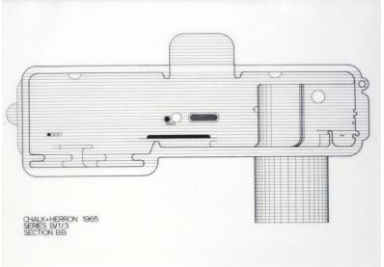


Figura 91: corte

Arquitetura metabolista

A década de 1960 também trouxe o Movimento Metabolista surgido no Japão. Teve como um dos seus idealizadores o arquiteto Kenzo Tange, que procurou buscar nos grandes trabalhos de engenharia e na tecnologia uma resposta viável à crise da falta de território para a expansão das megalópoles japonesas. A pré-fabricação era considerada a solução mais adequada para atacar o problema, e a ocupação dos oceanos era vista como a alternativa de localização disponível para a construção de uma nova civilização. O conceito Metabolista considerava que edifícios e espaços urbanos estariam sujeitos ao mesmo crescimento natural que as populações a que eles serviam. A elaboração de sistemas de ampliação utilizando adições sucessivas de componentes celulares geriu a concepção espacial de grande parte dos arquitectos.

Kisho Kurokawa

Os Metabolistas utilizavam sistemas modulares, mas diferiam na questão de que os módulos estavam sempre conectados em um núcleo estrutural e de serviço. Interessa referenciar o edifício Nakagin Capsule Tower, do arquiteto Kisho Kurokawa. O projecto é a aplicação prática da ideia de cidade no espaço e da lógica de agregação de células pré-fabricadas. [19]

É a expressão do avanço tecnológico e da cidade mutável. Kurokawa propôs dois tipos de módulos habitacionais baseados na mesma ideia espacial, porém alterando o acesso – que poderia ser feito axial ou lateralmente – para permitir um maior número de combinações na articulação conjunta do volume. Essas células são soldadas a duas torres estruturais que albergam os elementos de circulação vertical e serviços. Nessa época o Japão debatia-se com um problema de superpovoamento, daí a necessidade de construir em altura e com grande rentabilização do espaço. Ironicamente, na prática, o edifício nunca foi alterado. As cápsulas

19. GUIHEUX, Alain - **Kisho Kurokava : le métabolisme 1960-1975**. - Paris : CGP, cop. 1997. - 65 p. : il. ; 31 cm. - (Jalons). ISBN 2-85850-935-2

Nakagin Capsule Tower
Kisho Kurokawa
Japão
1972

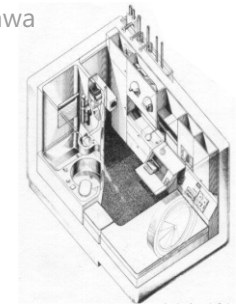


Figura 92: axonometria da cápsula



Figura 93: Nakagin Capsule Tower



Figura 94: vista aproximada



Figura 95: interior

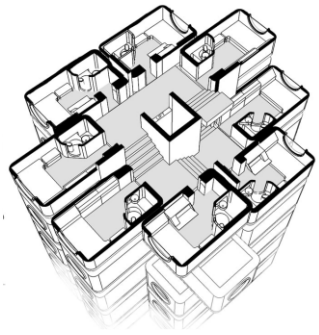


Figura 96: axonometria do piso

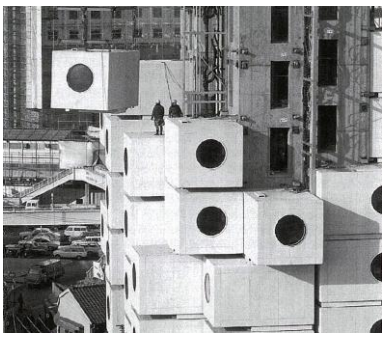


Figura 97: fotografia da montagem da torre

jamais foram extraídas da estrutura central, e hoje encontram-se em mau estado de conservação. O investimento no núcleo de aço foi tão elevado que o custo inicial do projecto era muito maior do que o de um edifício tradicional, moldado no local, do mesmo porte. Se esse conceito de módulos intercambiáveis se tivesse tornado mais amplamente aceite, a capacidade de remover elementos e a redução de custos poderia ser adquirida ao longo do tempo, dando assim mais sentido aos ideais dos arquitectos metabolistas. [20]

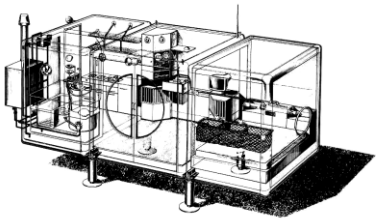
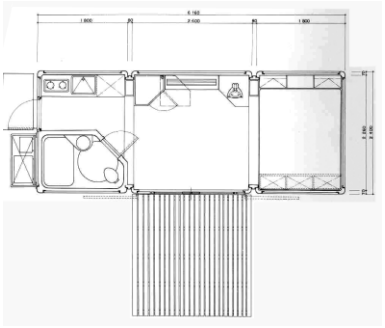


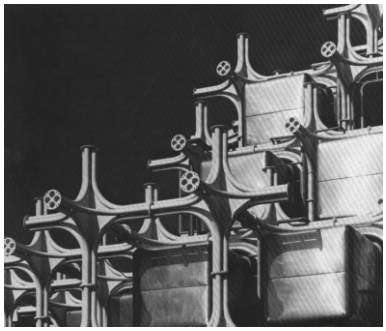
Figura 98: LC-30x Leisure Capsule, Projeto Kisho Kurokawa, 1972.

A cápsula LC-30x é uma evolução da primeira pois, partindo das funções na habitação (sala, dormitório, cozinha e banheiro), ela é composta de três módulos, independentes construtivamente mas que associadas podem formar unidades com mais de um quarto e sala.



Figuras 99: Planta LC-30x Leisure Capsule, Projeto Kisho Kurokawa, 1972.

Figuras 100 e 101: Kisho Kurokawa, Takara Beautilion, Expo '70, Osaka, Japão, 1970.

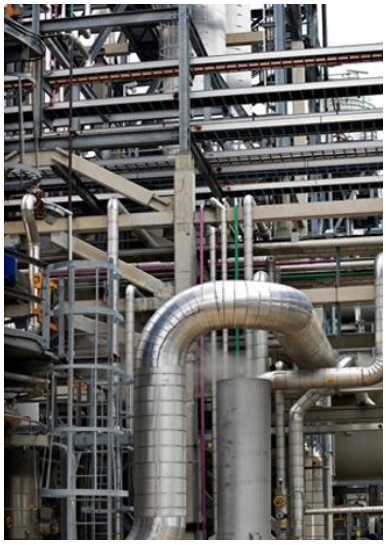




20. ROSS, Michael Franklin. **Beyond Metabolism: the new Japanese architecture**. Architetural Record Books,1978.

1.3.
A *MÁQUINA* NA ARQUITECTURA DE RICHARD ROGERS

Figura 102: Imagem duma fábrica como comparação ao Centro Georges Pompidou ou ao Lloyd's Bank.





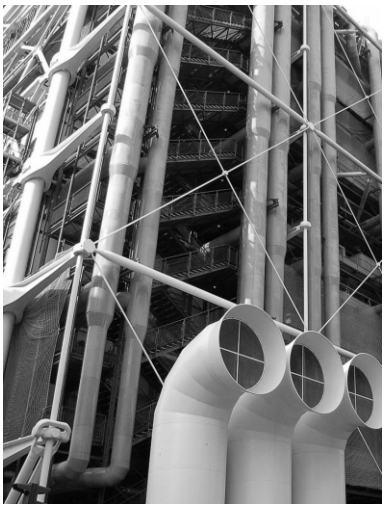


Figura 103: Centro Georges Pompidou, Paris, França, 1977. Richard Rogers e Renzo Piano.



Figuras 104 e 105: Lloyd's Bank, Londres, Inglaterra, 1986. Richard Rogers

1.3.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Outra exploração importante no campo da arquitetura utilizando elementos pré-fabricados, ocorrida no final do século XX, está inserida no Movimento High-tech. A arquitectura «high-tech» foi uma tendência que ocorreu a partir dos anos 70 e baseava-se na utilização de métodos, formas, tecnologias e materiais da engenharia estrutural e industrial. Caracterizava-se, principalmente, pela exposição dos sistemas técnicos (eléctricos, hidráulicos, climatização, circulação, etc.), pelo uso de materiais metálicos, revestimentos com painéis industrializados e pré-fabricados e pelo uso do vidro e das estruturas tensionadas, e, quase nunca recorria a processos de construção tradicionais, como a alvenaria. Esta arquitectura procurava a máxima eficiência dos espaços úteis, sem a perturbação de elementos estruturais ou das infra-estruturas técnicas.[21]

As principais influências deste movimento vêm do Construtivismo Russo, do grupo Archigram e do Metabolismo Japonês. Do primeiro herdou a admiração pela questão tecnológica e pela exposição da técnica construtiva, do segundo, a visão dum mundo auto-suficiente e tecnologicamente resolvido e a complexidade organizacional, do metabolismo herdou, principalmente, a intenção de separar o espaço servido das unidades serventes e a flexibilidade dos espaços e dos sistemas.

Para além disso, recuperou a ideia modernista de «máquina de habitar», sendo que os edifícios representavam um produto industrial, pré-fabricado. A sua linguagem é, talvez, a que mais se aproximou, ao longo do período que sucedeu a 1ª revolução industrial, da estética da máquina e da exaltação dos seus valores técnicos, sociais e científicos.

Um dos primeiros edifícios construídos segundo estas lógicas foi o Centre Georges Pompidou (1971-77) de Richard Rogers e Renzo Piano.

21. COLIN, Sílvio. **High Tech, Um Maneirismo do século XX**. [Em Linha]; [Consult. 28 Abr. 2016]. Disponível na internet: https://coisasdaarquitetura.wordpress.com/2013/02/23/high-tech/

Hong-Kong & Shangay Bank

Norman Foster
Hong Kong, China
1979-86



Figura 106: vista exterior geral nocturna



Figura 107: vista exterior geral



Figura 108: cobertura c/ gruas de elevação



Figura 109: projecto em fase de construção

Figura 110: vista do pátio central no interior





Figura 111: módulo pré-fabricado

A exigência de construir cerca de 100 000 m^2 num curto espaço de tempo sugeriu um alto grau de pré-fabricação, incluindo módulos acabados de fábrica.

O Lloyd's Building de Londres (1978-86) de Rogers, e o Hong-Kong and Shangay Bank (1979-86) de Norman Foster, são outros dos que mais marcaram esta corrente arquitectónica.

Em todo o caso, e apesar do nome referir isso, estes edifícios não usavam assim tanto da alta tecnologia, nem foram construídos, maioritariamente, nos países tecnologicamente mais desenvolvidos. Usavam mais da média tecnologia e recorriam, algumas vezes, a processos artesanais para conseguirem a expressão industrial da máquina de habitar. [22] Este espírito da arquitectura «high-tech» representa uma época tecnológica, de evolução dos meios de comunicação e das viagens espaciais e é este *zeitgeist* que envolve a maior parte das questões inerentes à sua linguagem, mesmo quando, eventualmente, o seu excesso de expressão prejudica a funcionalidade da obra e o seu custo final se torna exagerado. Estas e outras questões levaram a que esta arquitectura fosse bastante criticada, pois vivia-se um tempo de escassez de recursos energéticos e crise económica, e a arquitectura deveria ter uma resposta mais eficaz e comprometida com as questões económica, social e ecológica.[23]

Contudo, apesar da crítica, muitas vezes pertinente, estes edifícios foram a expressão mais fidedigna, completa e complexa da ideia de máquina enquanto símbolo cultural e tecnológico.

22. **Pioneering british "high-tech"** - introd. by James S. Russell...[et. al.]. - 1st ed. - London : Phaidon, 1999. - 1 vol. : il. ; 31x30 cm. - (Architectures3). ISBN 0 7148 3880 2
23. *idem*



Figura 112: Richard Rogers

Richard Rogers nasceu em Florença, Itália, em 1933, filho de um médico, Nino Rogers e de uma senhora cosmopolita, Ermengarde Gairinger (Dada). O pai de Dada era formado em arquitectura e engenharia. O tio de Richard, **Ernesto Rogers**, era um influente arquitecto italiano, humanista, editor de algumas das melhores revistas de arquitectura italianas, como a *Domus* e a *Casabella* e também um pioneiro em urbanismo. Este seu tio foi uma grande influência para Rogers. Rogers é assumidamente um arquitecto com princípios esquerdistas. E foi essa forma de ver a cidade que o fez desiludir-se em relação a alguns princípios e planos Corbusianos, principalmente aqueles aplicados em cidades antigas. Então Rogers procurou outro tipo de esperanças para a arquitectura moderna, que se enraizavam na continuidade.



Figura 114: cúpula da Catedral de Florença (séc. XIV)



Figura 113: Torre Velasca, Ernesto Rogers, 1958.

1.3.2. O PERCURSO DE RICHARD ROGERS E A PROCURA DA *MÁQUINA*

Rogers estudou, desde 1954 até 1958, na Architectural Association (AA), em Londres, a qual se dedicava, naquele momento, essencialmente, em fazer edifícios para as pessoas, arquitectura social (habitação, hospitais, escolas, etc.), com o que Roger se identificava. Ali, Rogers encontrou inspiração nalguns dos seus professores, como Robert Furneaux Jordan e Peter Smithson, embora que por razões diferentes nestes dois. Do primeiro recorda a vertente histoiricista, do segundo a linguagem «pop» e a postura futurista, influenciando-o mais tarde no Centro Georges Pompidou.

> *Apesar da linguagem de Rogers, disruptiva, o seus princípios baseiam-se muito mais no equilíbrio entre a continuidade e a inovação do que na ruptura com o passado.* [24]

«Wright foi o meu [seu] primeiro ídolo» e não compreende o isolamento que este tinha na arquitectura. Corbusier predominava na AA enquanto estive lá... Mas para mim ele sempre foi uma presença pouco

Figura 115: Museu Guggenheim Nova York, 1959, Frank Lloyd Wright.



24. POWELL, Kenneth - **Richard Rogers : complete works**. - 1st ed. - London : Phaidon, 1999. - vol. : il. ; 25x29 cm. ISBN 0-7148-3746-6

assídua, apesar de eu adorar muitos dos seus edifícios. Wright, por outro lado, foi sempre muito real e imediato, diz Rogers. Rogers aprendeu e conheceu muita gente nos Estados Unidos e as suas principais influências surgiram a partir desse momento. Fez amizade com Norman Foster, que já tinha conhecido em Inglaterra e que também tinha ganho uma bolsa para estudar em Yale, com quem formou o Team 4 (ver a seguir).

Contudo, para Rogers, a influência da educação formal que teve em Yale foi menos significativa que a experiência cultural que teve da América. «Politicamente, eu tenderia para o anti-americanismo mas, esteticamente, eu estava surpreendido com o lugar - com os seus edifícios altos, a tecnologia e a espantosa energia - a atitude do poder fazer», assume Rogers. Ele ficou fascinado com o país e cedo voltou lá,

Figura 116: interior da Schindler House, R. Schindler, 1922.





Figura 117: James Eads How House, R. Schindler, 1925.

Figura 118: Rodriguez House, Rudolph Schindler,1941.



Figura 119: The Roth Residence, R. Schindler, 1945.



para o conhecer melhor, e aproveitar para visitar várias obras de Wright. Também procurou a obra de Mies mas achou-a menos interessante e mais constritiva. «Para mim, Mies sempre foi algo como um livro fechado», «enquanto eu gostava da sua leveza, belíssima arquitectura, achei-a pouco didática - muito fechada e limitada enquanto sistema» diz Rogers.

Para além destes arquitectos, foi também a arquitectura da costa oeste Americana que o inspirou. Depois de finalizar o seu curso, Rogers e Su foram viver para a Califórnia. Lá, Rogers encontrou o trabalho de Rudolf Schindler, que foi também uma das suas principais influências, e do qual escreveu um ensaio em Yale, e os arquitectos das *Case Study Houses* (referidos no capítulo anterior) como Pierre Koening, Craig Ellwood, Raphael Soriano e Charles e Ray Eames. O trabalho de Schindler foi memorável pelo seu drama estrutural, pelo uso de aço leve na construção, pela transferência de tecnologia e pela pré-fabricação que influenciou bastante o trabalho de Rogers, assim como o de Foster.

As *Case Study Houses* mostraram-lhe a racionalidade da estética «machine-made», industrializada, e exemplificaram as vantagens da pré-fabricação e do uso de componentes produzidos em massa. Rogers ficou particularmente animado com Soriano e «a maneira como ele manuseava o aço duma forma muito mais rudimentar que... a abordagem de Mies» e ficou «apaixonado pela ideia das casas produzidas em massa, feitas com componentes standardizados». [25]

Outro projecto que estimulou Rogers foi o sistema de construção das escolas Americanas do pós-guerra de Ezra Ehrenkrantz, que se mostrou influência no edifício da Reliance Controls alguns anos mais tarde.

25. **Richard Rogers : architects**. - London. - 160 p. : il. ; 22x30 cm. ISBN 0-312-68207-7



Figura 120: Norman Foster, Richar Rogers e Carl Abbott. (Carl Abbot trabalhou com Rogers mas não fazia parte da equipa inicial do Team 4)

Figura 121: Wendy Cheeeman (futura esposa de Foster), Rogers, Su Brumwell (futura esposa de Rogers) e Foster (os 4 elementos centrais, da esquerda para a direita, fundadores do Team 4 em 1963)



* O Team 4 era um escritório pluridisciplinar que englobava vários actores tais como engenheiros, consultores, designers, arquitectos, planeadores urbanos, sociólogos, entre outros que se mostrassem úteis ao desenvolvimento completo e integral dos projectos.

Team 4

Em 1963, quando Rogers e Foster voltaram para Londres, fundaram uma parceria que vinha sendo forjada desde Yale, o Team 4, que era constituído por estes dois, por Su Brumwell e pela futura esposa de Foster, Wendy Cheesman.

Um dos principais interesses de Rogers era a possibilidade de construir projectos que pudessem ser repetidos ou desenvolvidos noutros lugares, a produção em série e os dramas estruturais, influências que vinham sido acumuladas ao longo da sua ainda curta carreira, principalmente sob as ideiais de Wright, Buckminster Fuller, Jean Prouvé, Kahn, Peter Smithson, Schindler, Stirling, Charles e Ray Eames, Soriano, Koening, Ezra Ehrenkrantz, entre outros.

Para por em prática as suas ambições e ideais, ele começou, desde cedo, a rodear-se de pessoas capazes, talentosas, que pudessem remar no mesmo sentido que ele sonhava, pondo em prática o conceito de «design community» e relacionando produtivamente a engenharia, a indústria, a arquitectura e o design. Depois de altos e baixos, e nem sempre com a expressão pretendida, em 1967 consegue a linguagem «machine-made», da *estética da máquina*, que tanto perseguia, com o projecto da fábrica da Reliance Controls.

Este projeto foi muito produtivo e didático e marcou um ponto de viragem na obra de Rogers e de Foster e, coincidentemente, acabou por premeditar a separação destes dois arquitectos. [26]

26. POWELL, Kenneth - **Richard Rogers : complete works**. - 1st ed. - London : Phaidon, 1999. - vol. : il. ; 25x29 cm. ISBN 0-7148-3746-6

Reliance Controls Eletronics Factory

Team 4
Swindon, Wiltshire, UK.
1967



Figura 123: Vista interior: as divisórias são móveis de forma a tornar o interior do edifício flexível e adaptável à mudança

O cliente estabeleceu diretrizes de custo rigorosas e insistiu que o edifício devia estar pronto em dez meses: foi concluído e dentro do tempo e do orçamento. A ideia do edifício foi claramente expressa na sua estrutura - com tudo o que está dentro da grade da estrutura de aço e abrigado por um grande telhado. A intenção era criar um modelo de senso comum para o espaço de trabalho do futuro. A chapa de aço usada para o revestimento nunca tinha sido utilizada desta forma antes na Grã-Bretanha.



Figura 122: Vista exterior mostrando a estrutura articulada com o invólucro

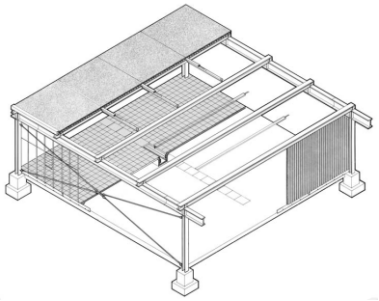


Figura 124: Axonometria



Figura 125: Sistema com revestimento de aço perfilado e suporte diagonal projetado para incorporar a possibilidade de expansão através de módulos repetitivos

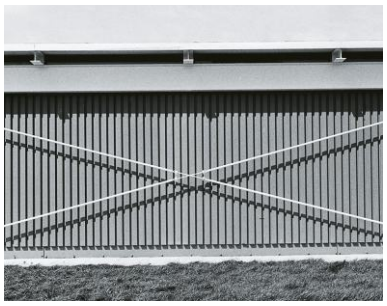


Figura 126: Detalhe do alçado sem janelas.



Figura 127: Detalhe de ligação: As vigas primárias, soldadas em colunas em forma de T no perímetro, expressam o método de fabricação e a técnica construtiva

Figura 128: Alçado completo

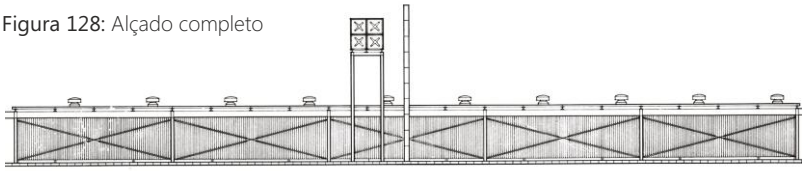


Figura 129: Alçado parcial

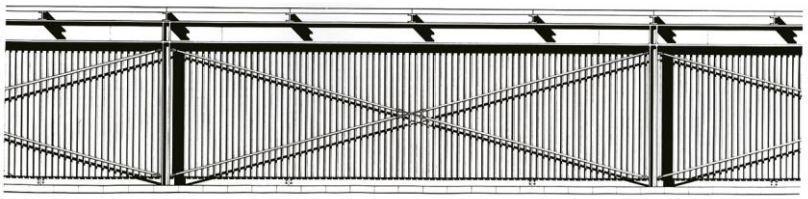
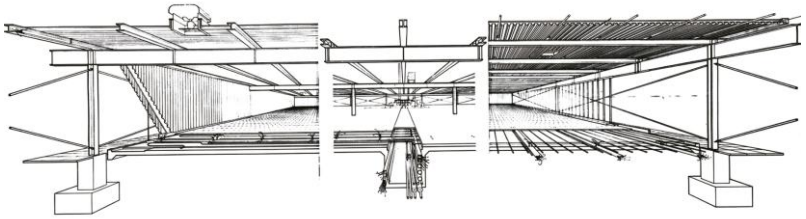


Figura 130: Perspectiva esquemática



O novo escritório, Richard + Su Rogers, iniciou-se formalmente em maio de 1967. Era o ponto alto da cultura *pop* dos *Sixties* e um momento de mudança política e social em Inglaterra*. Contudo, havia ainda um fosso enorme entre a arquitectura americana e a inglesa.

Richard e Su estavam envolvidos em causas políticas, muitas vezes com ideologias de esquerda, e não era a arquitectura corporativista americana de Mies que o fascinava mas sim aquela de tradição mais informal, que ligava a tecnologia a um ponto de vista optimista da humanidade.

Neste momento havia a referência ao Archigram, pela sua postura visionária e pelas suas criações de possíveis realidades, mas não tanto pelas suas ideologias políticas. Para Rogers, «eles foram certamente visionários - mas não eram de nenhuma forma políticos. Para mim essa era a sua falha». De qualquer forma, a influência das ideias do grupo britânico na postura de Rogers, como por exemplo no Centro Gerorges Pompidou é notória.

A primeira casa que Richard + Su Rogers construiu foi para o fotógrafo e irmão do poeta Stephen Spencer, Humphrey Spencer. Rogers sugeriu que a *casa Spencer*, como ficou conhecida, fosse feita em metal, construída com a experiência da Reliance Controls, e deveria usar componentes standardizados, como na Eames House. Deveria ser, na sua essência, um produto industrial. Rogers tentou aplicar técnicas similares àquelas usadas na produção automóvel mas a casa era bastante experimental na época e a iindústria da construção ainda não estava preparada para responder a um programa tão radical. No ramo automóvel também existe a mais valia da experimentação por modelos à escala real, até se atingir o fim pretendido, já em arquitectura isto torna-se

* A educação e a questão social estavam agora valorizadas e novas escolas e habitação social precisavam ser construído. Muitas escolas foram construídas naquela altura e muitos arquitectos beneficiaram desse *boom*.

menos sustentável e por isso a casa acabou por ressaltar alguns problemas construtivos e técnicos mas a experiência que a casa proporcionou a Rogers mostrou-se bastante instrutiva. Mais tarde, Rogers acabou por aplicar as técnicas exprimentadas nesta casa para outros projectos, como por exemplo na casa que fez para os seus pais, em 1968-69, a Rogers House. Rogers viu a Spencer House não como um modelo único mas como um protótipo que poderia ser usado como solução para os problemas da habitação em massa e acabou por delimitar um novo caminho na sua forma de projectar.



Figura 131: Extensão do Design Research Unit (DRU), Londres, 1971.

Este projeto tinha relações conceptuais com o sector automóvel, havendo até uma fotomontagem feita por Jan Kaplicky que demonstra esse pararelismo, com um Wolkswagen Beetle gigante estacionado no telhado da fábrica.

Figuras 132: Alçado Rogers House



Figura 133: Entrada lateral Rogers House



Figura 134: Interior Rogers House

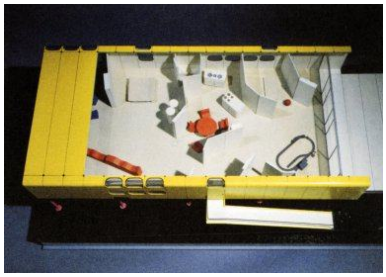


Zip-up House

Richard + Su Rogers

1967-69

Figura 136: Vista interior da Maquete



A Zip-up era como um invólucro rígido, cuja estrutura estava integrada nos painéis, as divisões interiores eram totalmente móveis e não precisava de fundações, para além de ser energeticamente eficiente devido ao seus painéis de alto desempenho. A casa foi, sobretudo, um exemplo de transferência de tecnologia e de inovação estrutural.

Figura 138: Maquete de estudo



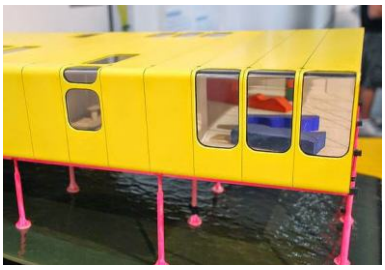


Figura 135: Maquete



Figura 137: Alçado lateral



Figura 139: Fábrica UOP

O trabalho de Rogers tem as suas origens no Team 4 e uma ligação próxima com o Design Research Unit. Assumindo muito rapidamente a sua própria maneira de fazer as coisas, que parecia emprestada do mundo do design do produto, duma forma positiva. Os primeiros projetos, a Casa Rogers e a Zip-up No. 1, lembram a filosofia de conceber uma casa como um projeto completamente integrado.

Peter Cook

Rogers, como já referido, acabou por usar a mesma estratégia para a casa dos seus pais, a intenção, segundo ele era «desenvolver um protótipo para uma ou mais aplicações dentro de um contexto social e técnico mais alargado». Esta casa deveria ser projectada para uma rápida construção, pouca manutenção e ser relativamente barata. Apesar de tudo, esta casa teve um orçamento maior que a Spencer House, e o conhecimento adquirido anteriormente ajudou a que fosse mais fácil por em prática as suas ideias. A casa também foi isolada com painéis sandwich tecnologicamente mais desenvolvidos, com um núcleo de plástico revestido por uma pele de alumínio, unida com neoprene. Esta tecnologia foi desenvolvida nos Estados Unidos para camiões refrigeradores, e a transferência desta tecnologia para o setor da construção foi um momento-chave proporcionado pioneiramente por Charles e Ray Eames e por Jean Prouvé.

A versatilidade deste projecto motivou ao desenvolvimento do conceito da Zip-up House em 1969. O conceito do projecto era mais social que arquitectónico e explorava a noção de progresso tecnológico em favor da sociedade. Era barato, de fácil construção, tecnológicamente avançado e versátil, adaptado a vários contextos sociais, culturais e económicos. Percebe-se também influência de Fuller, a que Rogers se referia como o «pai do movimento ambiental» e de Jean Prouvé, que também tinha produzido casas pré-fabricadas produzidas em massa para os que ficaram sem abrigo devido à 2ª guerra mundial. [27] Foi também nesta altura, em 1971, que Rogers conheceu Renzo Piano e o integrou na sua equipa. Segundo Rogers, «arranjamos um jovem e brilhante arquiteto italiano, Renzo Piano, como nosso parceiro... Ele trabalha principalmente com plásticos e aço tensionado e é, na minha opinião, o melhor arquitecto europeu da nova geração.»

27. **Richard Rogers : architects**. - London. - 160 p. : il. ; 22x30 cm. ISBN 0-312-68207-7



Figura 140: Ruth Rogers, Peter Rice (engenheiro) Renzo Piano e Richard Rogers durante a contrução do Centro Georges Pompidou, Paris.

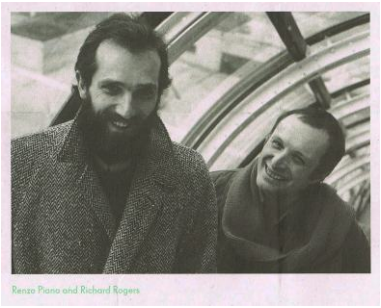


Figura 141: Piano e Rogers na escadaria do Centro Georges Pompidou, Paris.



Figura 142: Pierre Boulez, Richard Rogers e Renzo Piano.

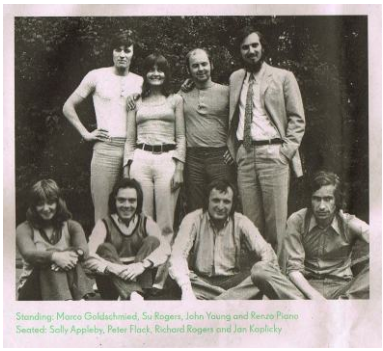


Figura 143: Marco Goldschmied, Su Rogers, John Young Renzo Piano (em pé);Sally Appleby, Peter Flack, Richard Rogers e Jan Kaplick.

* Renzo Piano nasceu em Génova, Itália, em 1937 numa família de construtores. Estudou em Milão mas voltou para Génova para exercer a sua prática e ganhou reputação pelo uso inovador que fazia dos materiais; desenvolveu estruturas de aço leve (lightweight steel frames - LSF), trabalhou com plásticos e com painéis de GRP (glass-reinforced plastic - plástico reforçado com vidro, em português) com as mesmas intenções que Rogers: rapidez, economia, flexibilidade, baixa manutenção e baixo custo de transporte.

Piano + Rogers

Piano tinha chegado a Londres no verão de 1970, era filho de um empreiteiro e tinha um grande interesse em construção e nos novos materiais. Foi também o seu interesse pela pré-fabricação e pelos componentes «ready-made» que o encorajaram a procurar o escritório de Richards + Su Rogers. «nós sabíamos o que queríamos, o que gostávamos e não gostávamos, e fomos guiados por uma energia vigorosa e crenças idênticas» diz Rogers. Esta parceria começou informalmente mas rapidamente se oficializou como um novo escritório, Piano + Rogers.

Nesta altura, Rogers sabia *o quê* e *como* queria construir, e a parceria com Piano foi uma feliz coincidência pois partilhavam os mesmos sentimentos: as raízes italianas, o otimismo, o radicalismo sem preconceitos e a vontade de experimentar e de inovar. [28]

Piano + Rogers dá um passo de gigante pouco tempo depois de começarem a trabalhar juntos, com o Centre Georges Pompidou, que os elevou ao patamar mais alto da arquitectura mundial e que ajudou a formar e a definir as bases de dois grandes escritórios da actualidade. Mas não só. O «Beaubourg», como Rogers se refere ao Centro Georges Pompidou, foi uma experiência arquitectónica complexa, completa, duradoura, com múltiplas camadas e intervenientes, muito proveitosa. Foi, e ainda é, uma obra arquitectónica, cultural e política, no sentido mais abrangente dos temas. O projeto do *Beauborg* deveria incluir uma biblioteca, um museu de arte moderna, um centro de design industrial e um centro de pesquisa para música, assim como lojas e cafés para os visitantes. Piano + Rogers criaram um edifício anti-elitista - um pouco contra a cultura francesa vigente - e fizeram dele um espaço para o povo, com uma enorme praça

28. JODIDIO, Philip. Piano: Renzo Piano Building Workshop, 1966-2005. Kohl: Taschen, 2005. ISBN 3-8228-3609-5 (Renzo Piano, ***Renzo Piano Logbook***, 1997.)

Centro Georges Pompidou

Richard Rogers e Renzo Piano
Paris, França
1971-77



Figura 145: vista do interior



Figura 147: trabalhador a montar parte da estrutura



Figura 148: Peças estruturais pré-fabricadas em fábrica e transportadas em grandes camiões para a obra.



Figura 144: vista geral



Figura 146: Ductos de ar e tubagens na fachada



Figura 149: pormenor dos ductos de ar no exterior

adjacente, que permeia o edifício, refletindo a sua influência da vida urbana e das praças italianas. O projecto era radical, preocupado com a questão social da arquitectura, Rogers defendia que «não podemos alterar significativamente a qualidade da arquitetura sem mudar as nossas ideologias negativas, pois a ideologia é tudo. Precisamos pesquisar e participar num sistema que ofereça abrigo, alimentação, educação e qualidade de vida àqueles que não têm, ao mesmo tempo que reduza o *stress*, a tensão e outras ansiedades daqueles que têm».

As influências de Piano + Rogers para o projecto também foram extensas, sendo importante referir o mundo da cultura pop, o grupo Archigram, o construtivismo russo, a engenharia do século XIX, a Maison du Peuple em Clichy, de Jean Prouvé, as luzes da Times Square em Nova York, o Fun Palace de Cedric Price, a retórica de Buckminster Fuller, as Case Study Houses... O projecto acabou por se tornar uma realização de vários ideais que vinham sendo perseguidos por Rogers. O espírito que envolveu a sua evolução foi aquele que Rogers sempre promoveu, o espírito de equipa, e a multidisciplinariedade, aliados à ousadia, à inovação técnica e tecnológica, à arquitectura para o povo... Foram 6 anos de trabalho intenso e proveitoso, que fizeram do Centre George Pompidou, em Paris, um dos edifícios mais emblemáticos do século XX, quebrando barreiras políticas e sociais e definindo uma linguagem arquitectónica completamente radical.[29]

Numa palestra que fez no RIBA, em 1976, Rogers defendeu que o edifícios deveriam de «assumir responsabilidades muito para além de serem um simples contentor ou uma escultura, procurando ser estruturas urbanas verdadeiramente dinâmicas, capazes de responder às mudanças

29. **Centre Georges Pompidou: Du Plateau Beaubourg au Centre Georges Pompidou** - Centre Georges Pompidou ; Renzo Piano ; Richard Rogers ; entretien avec Antoine Picon. - Paris : C.G.P., [cop.1987]. - 168 p. : il. ; 28x31 cm. - Anniversaire du Centre Georges Pompidou, 10º, Paris, 1987

B&B Italia
Como, Italy
Renzo Piano
1972-73



Figura 150: vista exterior geral



Figura 151: vista exterior

Figura 152: Escada de acesso





Figura 153: Alçado

Figura 154: corredor de acesso em vidro

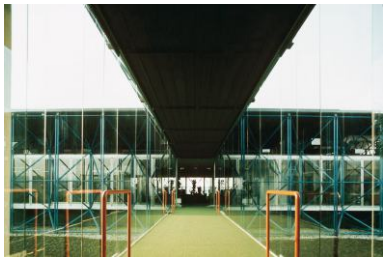
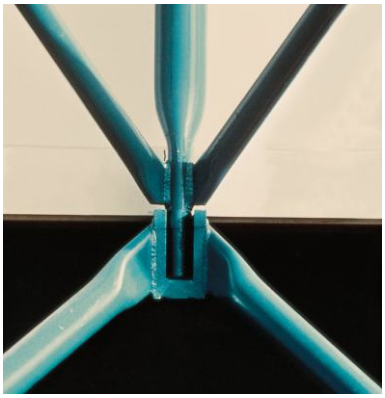


Figura 155: Pormenor da grelha estrutural



das necessidades humanas, encorajando uma ampla variedade de atividades e ultrapassando os limites impostos pelos requisitos do cliente».

Entretanto, com a equipa quase toda dedicada ao *Pompidou*, era necessário manter a «filial» de Londres, e, para isso, ficaram encarregues John Young e Marco Goldschmied. Em 1973-74, eles supervisionaram a contrução da fábrica da UOP em Tadworth, Surrey, que acabou por ser uma versão simplificada do projecto que Rogers tinha desenvolvido uns anos antes para o mesmo cliente, e noutro lugar. Esta continuou a ser uma variante da Zip-up House, feita com painéis de fibra de vidro e cimento com um núcleo de poliestireno apoiados numa estrutura leve de tubos de aço. Seria então «menos radical do que o projeto para Ashford [localização do projeto original]», disse John Young. Apesar disso, o edifício foi uma das mais radicais e inovadoras estruturas industriais em Inglaterra naquela época.

Ainda em 1972, uma grande empresa de mobiliário, a B&B, depois de ver o projecto para o *Pompidou*, solicitou a Piano + Rogers que desenvolvessem um projecto para os seus novos escritórios, em Como, Itália (ver página seguinte). O projecto deveria ser flexível interiormente e deveria ser possível a sua expansão. Foi um edifício relativamente modesto, mas que seguia a lógica estrutural do Pompidou, com a estrutura e os serviços exteriorizados. A estrutura era constituída por 20 pórticos metálicos que sustentavam uma caixa suspensa, e a sua planta era completamente livre, sem elementos fixos no interior. «A ideia era reduzir tudo numa estrutura muito delgada, tipo filigrana: no fundo, era um exercício formal e um pouco sofisticado, um esforço estilístico e plástico realizado com os componentes das estruturas metálicas... Foi um trabalho de paciência, e exigiu algumas acrobacias» [30]

30. JODIDIO, Philip. Piano: Renzo Piano Building Workshop, 1966-2005. Kohl: Taschen, 2005. ISBN 3-8228-3609-5 (Renzo Piano, ***Renzo Piano Logbook***, 1997.)

Fábrica da PA Technology
Piano + Rogers
Inglaterra
1977-78



Figura 156: vista exterior



Figura 157: vista interior

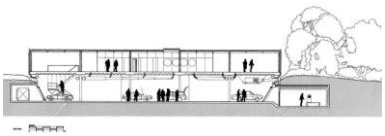


Figura 158: corte transversal

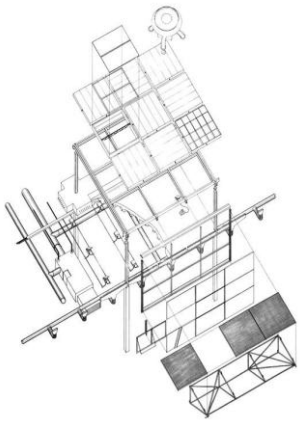


Figura 159: esquema axonométrico

Figura 160: vista interior



Outro projecto industrial significativo, supervisionado pela filial britânica, foi a fábrica da PA Technology - empresa de desenvolvimento de novos produtos industriais. A proposta de Young e Goldschmied, responsáveis pelo ecritório de Londres, era bastante radical e não foi bem aceite pela empresa, que estava mais voltada para construir tradicionalmente, em tijolo.

Contudo, o projecto concretizado foi um ponto médio entre a proposta dos arquitectos e da empresa. Uma estrutura de aço com colunas internas e uma laje de betão armado. O revestimento foi feito com vidro e com painéis sandwich metálicos, intercalados sem ordem aparente. O resultado final reflete a preferência que Rogers tem de subordinar a forma arquitectónica à expressão funcional do edifício, ao contrário de Norman Foster, por exemplo, que é muito mais perfeccionista no encerramento exterior dos seus edifícios.

O edifício teve bastante sucesso e acabou por ser galardoado com o *Financial Times Award for Industrial Architecture* em 1975. Serviu também como modelo para outros edifícios industriais dos anos 80, ajudando a difundir o conceito de arquitectura *high-tech*.

Entretanto, após o término do Centre Georges Pompidou, em 1977, a parceria entre Piano e Rogers começa a dissolver-se. Piano volta para Génova e mantém também escritório em Paris, Rogers volta para Londres, mas o trabalho não era agora suficiente para todos os colaboradores e alguns deles acabam por seguir seus próprios caminhos. Para Rogers, o futuro mostrava-se novamente incerto. [31]

31. POWELL, Kenneth - **Richard Rogers : complete works**. - 1st ed. - London : Phaidon, 1999. - vol. : il. ; 25x29 cm. ISBN 0-7148-3746-6

Lloyd's Bank
Richard Rogers
Londres
1978-1986



Figura 162: elevadores no exterior



Figura 164: montagem de elementos pré-fabricados (WC)

Figura 165: vista exterior





Figura 161: vista desde a rua



Figura 163: escadas de emergência

Figura 166: vista exterior



Richard Rogers + Partners

Contudo, em 1978, Rogers venceu uma concessão para construir a nova sede da seguradora Loyd's de Londres, projeto este que rivalizava, em questões de escala, com o *Beaubourg*. Piano voltou para Londres para dar apoio mas foi ainda no começo deste projecto que os seus caminhos se separaram finalmente.

Pela escala do projecto para a sede da Lloyd's de Londres, Rogers vê-se, mais uma vez, depois do *Beaubourg*, debruçado sobre a questão urbana, política e social da arquitectura. Ele teve oportunidade de repensar conceitos e ideologias ligadas à cidade, e ao papel da arquitectura para melhorar o espaço público, mesmo quando se constroem edifícios privados. Aqui, Rogers tem, novamente, uma postura crítica perante a arquitectura e o desenho urbano, o edifício da Lloyd's foi mais uma oportunidade de Rogers se questionar, e questionar a cultura corrente. Para que serve um edifício? Como é que ele contribui para o bem estar público, assim como para o privado? Como deverá um edifício responder às mudanças sociais e económicas ao longo dos anos? Como se deverá refletir (nos edifícios) a questão tecnológica? Rogers acreditava que não seria, certamente, escondendo a nova tecnologia atrás de fachadas pseudo-históricas, replicadas. Para Rogers, a estética da máquina e a tecnologia não eram incompatíveis com os avanços sociais, antes pelo contrário. A sua postura é de quem acredita que a tecnologia pode ajudar as sociedades, ele acredita na «boa» tecnologia, quando aliada à questão social, ecológica e ao bom senso. [32]

Durante a década de 80, Rogers ganhou muitas concessões para construir, principalmente edifícios industriais, como vinha sendo recorrente no seu trabalho. Alguns exemplos são a fábrica Fleetguard, a fábrica Imnos, ou os laboratórios da PA Tecnology, todos com uma forte

32. **Richard Rogers : architects**. - London. - 160 p. : il. ; 22x30 cm. ISBN 0-312-68207-7

Fábrica Fleetguard

Richard Rogers
Brittany, França
1979-1981



Figura 168: pormenor da estrutura

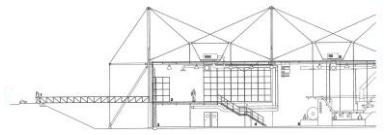


Figura 170: corte

Figura 171: escadaria de interior





Figura 167: vista exterior



Figura 169: vista exterior

Figura 172: vista interior da fábrica



componente tecnológica e uma estética e técnica muito relacionadas com a clareza construtiva, com a engenharia e com a máquina.

Ainda na questão urbana, Rogers deu outros contributos para o «cenário» britânico, com os projectos para Coin Street e o «London as it Could be». Dois projectos que, apesar de não terem sido construídos, mostravam uma visão otimista do futuro, eram o seu ponto de vista duma sociedade mais justa e isso era notório nas ideologias que «desenhava», como a grande quantidade de espaços públicos e a sua relação privilegiada com o espaço privado, e vice-versa. Ou a inclusão de várias actividades em simultâneo, ao invés da segregação de qualquer tipo, como vemos em muitas das cidades actuais, que pode fazer sentido em certos contextos mas que, na visão de Rogers, não era a única, nem sequer a mais socialmente favorável, visão de futuro para a Cidade.

Esse seu otimismo não foi sempre aceite pela generalidade dos meios onde se envolveu, mas a sua perseverança e o seu entendimento da questão social e política da arquitectura valeu-lhe, ao longo dos anos subsequentes ao Lloyd's, vários cargos políticos na área do urbanismo, e vários outros cargos como conselheiro, principalmente para as questões urbanas mas não só. [33]

No começo dos anos 90, Rogers visto como um arquitecto completo, que aliava as melhores práticas arquitectónicas e urbanas com uma visão esclarecedora dum mundo socialmente melhor, que aliava a questão técnica com a finalidade do edifício, que tinha um sentido de comunidade muito forte, quer no seu modo de trabalhar no escritório (o partnership), quer na sua obra (construída ou idealizada), quer para a sociedade em geral.

33. POWELL, Kenneth - **Richard Rogers : complete works**. - 1st ed. - London : Phaidon, 1999. - vol. : il. ; 25x29 cm. ISBN 0-7148-3746-6

PA Technology Laboratory

Richard Rogers
New Jersey, EUA
1982-1985

Figura 173: pormenor dos ductos de ar



Figura 174: cobertura



Figura 175: vista exterior geral



Figura 176: pormenor da estrutura em aço



Figura 177: pormenor da cobertura



Com a evolução tecnológica dos anos 90, o seu escritório também se desenvolve, integrando as vantagens da tecnologia de programação, dos softwares de cálculo e das tecnologias BIM, por exemplo, nunca descurando a questão do trabalho em grupo, que tira vantagens do saber de várias pessoas, num sentido de *design integrado*.

O desenvolvimento da informática no começo dos anos 1990 permitiu passar da modelagem analógica à numérica e teve um impacto importante sobre a formalização dos seus projectos, pelo menos de uma parte deles, permitindo a Rogers explorar a complexidade formal dos seus edifícios e a produção estrutural numa economia racionalizada (ver aeroporto de Barajas e Bourdeaux Law Court) . Rogers também explora as estruturas tensionadas com materiais plásticos durante a década de 90, como no projecto do Millenium Dome, no Ashford Designer Retail Outlet ou no Antwerp Law Courts.

Contudo, outra parte dos seus projectos continuava seguindo uma estética mais rude, mais mecânica, mais industrial. Seguia a lógica da máquina, complexa mas funcional, confortável, social, integrada, clara, didática. O aeroporto de Genebra, a sede do Chanel 4, o Tomigaya ou Daimler Chrysler Ofice and Retail, são alguns exemplos do seguimento que Rogers deu às suas «máquinas».

* Nos anos que se seguiram ao início do novo século, Rogers continuou de forma vigorosa, sempre com bastante trabalho, sempre na lógica de comunidade e de acrescento de valor através da colaboração de cada um dos seus parceiros. Construiu dezenas de edifícios, desde tribunais a edifícios de habitação colectiva, de aeroportos a casas modulares (ver figura abc e d). Venceu vários prémios e assumiu cargos importantes para a profissão, tendo sido conselheiro da Rainha de Inglaterra entre 2001 e 2008.

Y:Cube
Richard Rogers
Londres, Reino Unido
2013-2015



Figura 178: vista desde o jardim interior

Cada unidade é construída em fábrica e trás todos os serviços montados, sendo de montagem fácil no local.

Figura 179: maquete do interior do módulo



Figura 181: corredor de acesso





Figura 177: célula transportável

Os edifícios podem ser facilmente desmontados e montados noutro local. Cada unidade é construída com grande qualidade, com materiais ecológicos, e com uma alta eficiência energética.

Figura 180: interior



Figura 182: maquete geral



Rogers Stirk Harbour + Partners

Em 2007, depois de vencer o prémio Pritzker, o nome do escritório de Rogers passou a ser Roger Stirk Harbour + Partners trabalhando agora desde Londres, Shangai e Sydney.

Apesar de ter muitas solicitações para projectos de grande escala, e de ter construído muitos deles, Rogers continuou a sua investigação, e a sua procura por soluções inteligentes e integradas, quer nos projectos de grande escala, quer nos de pequena escala. Na sua actividade recente, em pleno século XXI, a questão social continua presente nas suas ideologias. Redefiniu ideias, renovou conceitos, explorou materiais e técnicas, aliou-se sempre à tecnologia. Continua a desenvolver projectos de custos reduzidos, e a explorar a modularidade e a economia energética. Em 2013 Rogers realizou vários projectos de escala menor, mais direccionados a populações com menos recursos económicos, uns já construídos e outros não, mas que demonstram que continua a tentar construir realidades mais integradoras, e que procura, através das suas competências e das suas ferramentas, o benefício das camadas mais desfavorecidas, as quais, muitas vezes, são marginalizadas da arquitectura. [34]

O projecto *Y:Cube* (2013-2015), por exemplo, é um conjunto de habitação social destinado a jovens com dificuldades económicas, onde o preço do arrendamento é fixado em 65% da taxa de mercado.

O *Homeshell* , de 2013, foi outro projecto onde Rogers se debruçou sobre a habitação modular a custos reduzido para a população britânica com menos recursos económicos e tentou levantar o debate de como a inovação arquitectónica e construtiva podem ajudar, juntas, nos problemas de habitação social no Reino Unido. [35]

34. *idem*

35. **RSH-P** - [Em Linha]; [Consult. 12 nov. 2016]. Disponível na internet: https://www.rsh-p.com/

Homeshell

Richard Rogers
Londres, Inglaterra
2013



Figura 184: vista geral do modelo em exposição em Londres

Figura 186: finalização da montagem da estrutura pré-fabricada





Figura 183: transporte da estrutura

Figura 185: montagem da estrutura



Figura 187: vista exterior



Esta casa, de 3 andares e meio, chega ao local em painéis embalados e monta-se em 24 horas. Usa de um sistema de construção chamado *Insulshell*, um sistema bastante flexível que pode ser usado para muitos tipos de edifícios (casas, apartamentos, escolas, fábricas, etc.). O seu peso e o seu custo também são mais baixos que se construídos de forma tradicional.

Outros projectos que seguem as mesmas lógicas são a Prouvé House (2013-2015), o *PLACE/Ladywell* (2014-2016) e as Tree Houses (2016).

Prouvé House. Richard Rogers. 2013-2015



Figura 189: maquete digital

Figura 191: interior





Figura 188: casa modelo, vista geral

Figura 190: maquete digital da cozinha

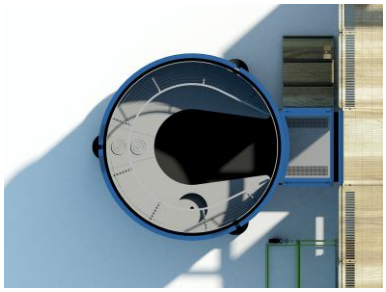


Figura 192: zonas de serviço (cozinha, WC)



PLACE/Ladywell. Richard Rogers. Londres, UK. 2014-2016



Figura 193: vista exterior



Figura 194: processo de montagem

Figura 195: corredor de acesso



Tree House. Richard Rogers. 2016

Figura 196: fotomontagem



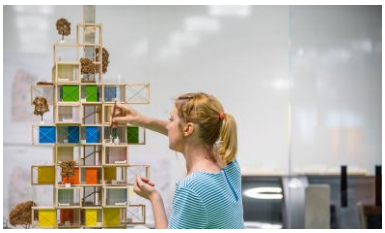


Figura 197: maquete

Figura 198: fotomontagem



1.4.
PEQUENAS *MÁQUINAS* PARA O SÉCULO XXI

Neste capítulo são abordados projectos mais recentes, que não têm uma componente histórica tão marcante mas que são relevantes pelas suas questões técnicas e conceptuais. São, essencialmente, projectos de pequena escala que ajudam a perceber as técnicas mais usuais da contemporaneidade, servindo de referência directa para o projecto prático, presente após o final deste capítulo.

1.4.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

No século XXI, e após os desenvolvimentos anteriores, começa-se a perceber a validade e a importância dos sistemas que recorrem à máquina, seja técnica, estética ou conceptualmente. Esses sistemas ganham espaço na forma de construir, inevitavelmente. De forma mais informada, surgem arquitecturas novas, que assumem as novas formas de produção e os novos modos de habitar. O nomadismo e as habitações temporárias, móveis, ganham mais sentido, devido, essencialmente, ao estilo de vida das sociedades actuais.

Casas móveis, modulares e auto-suficientes trazem maior liberdade ao utilizador e são uma mais valia para o presente cultural. Para além disso, este é um ramo da arquitectura que está pouco desenvolvido, por isso, surgem projectos, com abertura às novas lógicas habitacionais, que desenvolvem arquitecturas multifuncionais, móveis e produzidas em série. Entre esses projectos estão a LoftCube e a FineCube do designer Alemão Werner Aisslinger, as MimaHouse dos Mima Architects e a Micro Compact Home (mc-h) da Universidade Técnica de Munique, projectos estes que serão abordados neste capítulo.

Será também abordada a obra do arquitecto Wesley Jones, que importa para esta dissertação pela ideia de máquina que transporta consigo, sendo este, um dos arquitectos abordados que mais estudos tem relativos à máquina e que, desse ponto de vista, faz uma melhor relação entre a estética mecânica e a arquitectura.

2225 Hyperion. Wes Jones. California, 2003.



Figura 199: vista exterior traseira



Figura 200: escada de acesso

Right Away Redy-Mix II. Wes Jones. 1988.



Figura 201: vista exterior



Figura 202: vista exterior



Figura 203: vista exterior

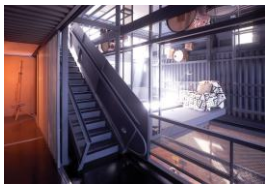


Figura 204: escadas interiores

Figura 205: casa-de-banho

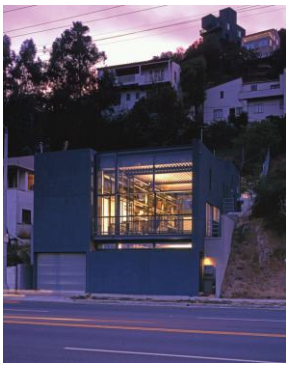


Rob Brill Residence and Studio. Wes Jones. Silverlake, Califórnia, 1999.

Figura 206: varanda



Figura 207: alçado para a rua



1.4.2. A MECHANALITY DE WES JONES

Wesley Jones é um arquiteto americano nascido em 1958 e o seu trabalho tenta revalorizar o lado físico da tecnologia e apesar de ter uma obra essencialmente conceptual, é detentor duma linguagem que vai de encontro à lógica de *máquina* que tem vindo a ser exposta.

Na sua obra explora a mecânica do espaço duma forma complexa, seja interna ou externamente. As suas obras têm, efetivamente, maior relação com a máquina que com a arquitetura convencional, sendo que utiliza muito dos metais, das fibras sintéticas e dos sistemas automáticos que movem estruturas completas para se adaptarem a necessidades específicas.

Durante a maior parte da sua carreira ele revelou um fascínio evidente pela expressão mecânica, tanto estática como dinâmica. Nas suas primeiras obras, escritas e projetuais, concentra-se na adequação da forma mecânica à arquitetura, mas a sua obra posterior assumie questões disciplinares mais fundamentais, especialmente no que diz respeito à crescente hegemonia do design digital. O caráter de seu trabalho tem sido consistente ao longo da sua carreira, focando-se nas formas e nos padrões tecnológicos. Nas suas palavras, o seu trabalho, é pensar «máquinas para...» dentro dum sistema de «mechanality» [36]

O seu contributo teórico para a questão tecnológica na arquitetura também é considerável e extenso, tendo sido professor em várias universidades americanas e inglesas. Ele escreve sobre uma grande variedade de tópicos relacionados com as tecnologias, não só dos seus edifícios mas de uma forma genérica, centrando-se na relação da tecnologia com a sociedade e com a arquitetura e na forma que esta tem sido influenciada pelos avanços no desenho digital.

36. **JONES;PARTNERS** - [Em Linha]; [Consult. 1 Mai. 2017]. Disponível na internet: http://www.jonespartners.com/

SCHAUFELRADBAGGER

Conjunto de fotografias no site de Wes Jones, enquanto referências criativas para o seu trabalho.
Vários Autores



Figura 208: Eimerleiter vom 1701



Figura 209: Bagger 353 Bandwagen



Figura 210: Tagebau Hambach #17



Figura 211: Loading point



Figura 212: Hydraulikbagger



Figura 213: Hambach #8



Figura 214: Kabelraupe by R. Brosch

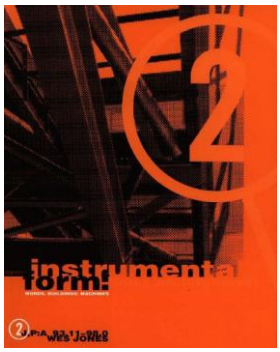


Figura 215: Instrumental Form: Words, Buildings, Machines. 1 de Janeiro, 1998. Wes Jones (Autor)

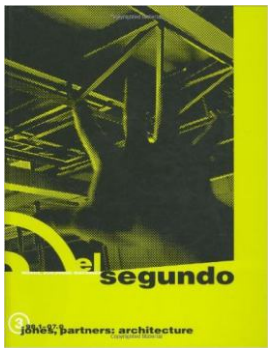


Figura 216: El Segundo. 1ª ed. 2007 Wes Jones (Autor)

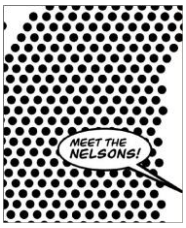


Figura 217: Meet The Nelsons 15 de Janeiro de 2010 Wes Jones (Autor e ilustrador)

Nos seus livros, Jones refere-se muitas vezes ao trabalho de Martin Heidegger mas, ao contrário deste, Jones defende que «a tecnologia é uma forma de revelar» e tem uma posição otimista e positiva sobre a tecnologia e o seu papel na arte e na sociedade. Para ele, a tecnologia ajuda-nos a ver o mundo, como uma lente que podemos aumentar para ver melhor e nos envolvermos mais dedicadamente. Assim, em vez de ver a tecnologia como bloqueadora da experiência direta entre Homem e Natureza, Jones vê-a como impulsionadora dessa experiência.[37]

No seu trabalho diz, ainda, que não se deve dar valor ao exibicionismo tecnológico *per si* mas que a exaltação tecnológica deve valorizar a excelência e não confundir aquilo que é simplesmente tendencioso ou exibicionista com o verdadeiro progresso. Nas suas palavras, «o progresso implica melhorias, mais que mera diferença, e julgar essas melhorias implica conhecer as suas mais-valias efetivas». Para isso, o desenvolvimento das tecnologias digitais ajudará a calcular algumas dessas melhorias, associando-lhes eficiência e eficácia.

37. *idem*

DWELL HOME PRO/con

Wes Jones
Pittsboro, Carolina do Norte, EUA
2003



Figura 218: vista exterior (render)



Figura 219: vista interior (render)



Figura 220: vista exterior (render)



Figura 221: vista superior (render)

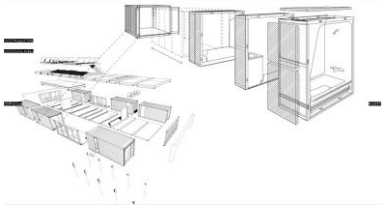


Figura 222: esquema de modularidade

Momo/Redondo

Wes Jones
Redondo Beach, California
2001

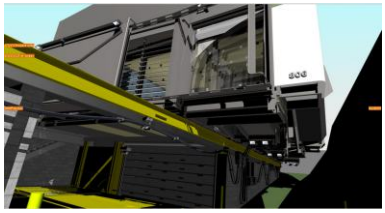


Figura 223: vista exterior (render)

Figura 224: vista exterior (render)

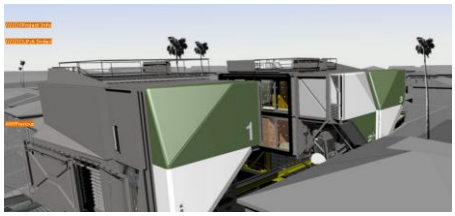
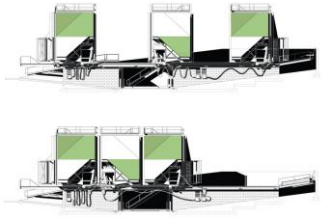


Figura 225: alçado expandido e recolhido



Em 1995, Jones começa a desenvolver estudos com contentores marítimos de medidas standard com o seu projeto Air-delivered Mountain Cabins for the High Sierras e isso levou-o ao desenvolvimento do sistema PRO/con ou PROgram CONtainer System em 1999. Para além disso, a Jones, Partners: Architects, o escritório de Jones, desenvolve muitos produtos dentro do campo da arquitetura, da engenharia, do mobiliário e do design industrial, por exemplo.

Stanford University Modular Shelters, Wes Jones, 1996.

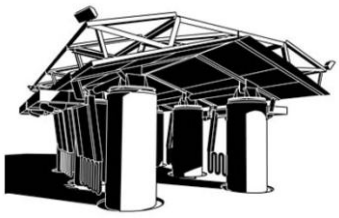


Figura 226: vista geral



Figura 227: vista geral

High Sierra Guest Cabin, Wes Jones, 1995.

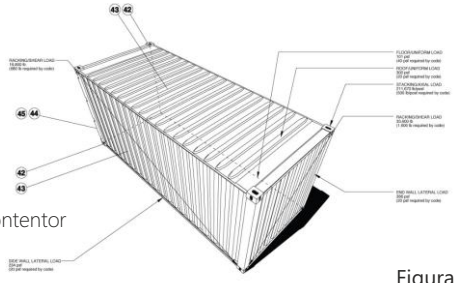


Figura 228: módulo contentor

Figura 229: vista geral

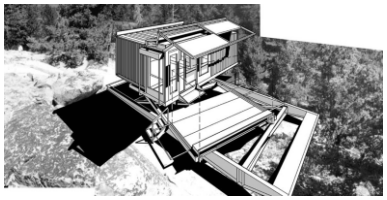
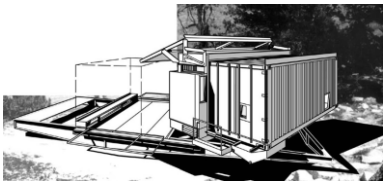


Figura 230: vista geral



Fahrt ins Grüne

Kalhöfer e Korschildgen
Lüttringhausen (Alemanha)
1996



Figura 231: alçado lateral



Figura 232: posição no verão



Figura 233: posição no inverno

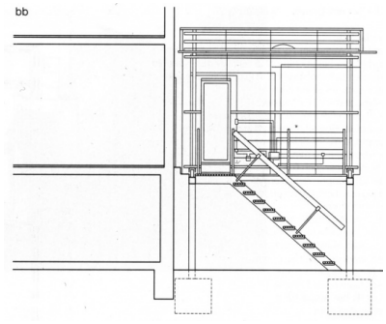


Figura 234: desenho técnico do alçado lateral

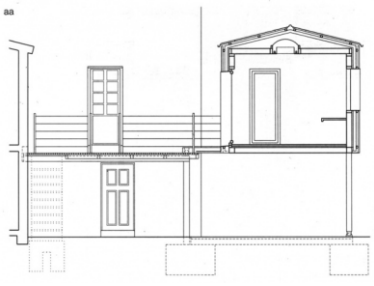


Figura 235: corte

1.4.3. *MÁQUINAS DE HABITAR* CONTEMPORÂNEAS

Fahrt ins grüne, de Kalhöfer e Korschildgen

O projecto Fahrt ins Grüne, dos arquitectos Kalhöfer e Korschildgen, em Lüttringhausen (Alemanha), construído em 1997 , é uma extensão móvel de uma casa de campo pre-existente.

Um dos objectivos dos arquitectos foi a criação de uma maior integração da casa com o jardim, bem como a flexibilidade da utilização do espaço conforme os períodos de verão ou inverno. Assim, criaram um sistema em que todo o compartimento se desloca sobre trilhos conforme necessário (fig. 105), tornando o edifício dinâmico e adaptável. Existem duas posições principais nas quais se pode colocar: encostado à porta de entrada da habitação, integrando-se na área desta, ou isolado, com uma pequena passagem pedonal metálica, tornando-se uma divisão independente. Deste modo, o primeiro momento referido destina-se ao inverno, tendo-se acesso directo ao espaço a partir da casa, o segundo destina-se ao verão, formando dois terraços, um coberto na zona do jardim e outro com um piso metálico na zona da entrada.[38]

Este volume pode facilmente ser empurrado por duas pessoas e fica apoiado, quando afastado da casa, em dois pilares que se movem com este. Relativamente à sua forma, reproduz as proporções de uma extensão acrescentada na habitação nos anos 50 (que se encontra ao seu lado), distinguindo-se desta pelo material utilizado: estrutura metálica, madeira no interior e chapas onduladas de pvc transparente no exterior.

A casa não tinha qualquer ligação com a paisagem exterior e o pedido inicial dos clientes (jornalistas) foi o de construir um espaço adicional a fim de criar uma ligação para o jardim e uma rede de relações entre a casa, o jardim, o pátio e os anexos.

Era preciso que esse espaço estivesse integrado na habitação,

38. SANTOS, Marco. **Flexibilidade e mutação: Proposta de um sistema modular flexível para habitação colectiva na Covilhã**. Covilhã: Univeridade da Beira Interior, 2012. Dissertação de mestrado.

Fahrt ins Grüne

Kalhöfer e Korschildgen
Lüttringhausen (Alemanha)
1996



Figura 236: vista exterior



Figura 237: vista interior

Materiais:
- estrutura de aço com mecanismo deslizante
- interior em aglomerado de madeira
- grades metálicas desmontaveis
- painéis transparentes de PVC ondulado que cobrem o tecido de alumínio reflexivo

Figura 238: planta

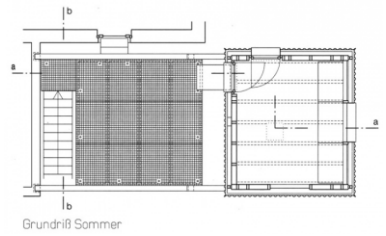


Figura 239: teraço metálico



nomeadamente um local de trabalho/sala de estar, tendo como premissa que este só seria necessário temporariamente pois estava previsto que o piso superior fosse futuramente partilhado com outro inquilino. [39]

As ideias principais do projecto eram baseadas nas seguintes premissas:

- **Proximidade:** integração mais forte da casa e do jardim de uso intensivo

- **Adaptação:** proporcionar diferentes opções durante os períodos de verão e inverno:

  - o terraço era para ser usado apenas durante o verão

  - deveria ter acesso imediato desde casa durante o inverno

  - deveria ser móvel, de acordo com a estação do ano

- **Mimetismo:**

  - a extensão deveria poder adaptar a sua função uma vez que o uso compartilhado do primeiro andar está previsto

  - deve poder ser convertida em estufa

  - a aparência exterior deverá mudar como resultado da transformação interior

- **Contexto:**

  - A proporção do novo edifício imitará uma extensão existente adicionada na década de 1950, uma distinção é estabelecida por uma diferença material produzindo um conjunto de "gémeos diferentes»[40]

39. KALHOEFER-KORSCHILDGEN - [Em Linha]; [Consult. 1 Mai. 2017]. Disponível na internet: http://www.kalhoefer-korschildgen.de/de/projekte/realisierungen/fahrt_ins_gruene.html

40. *idem*

Micro Compact Home (mc-h)
Institute for Architecture and Product Design (Technical University Munich)
Munique
2001



Figura 240: maquete *snowboard village*



Figura 241: *mc-h 001*, Uttendorf, Áustria, 2002

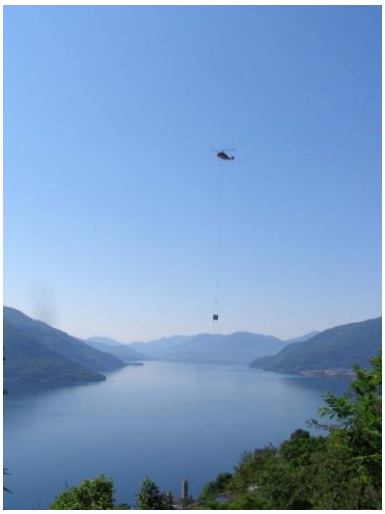


Figura 242: edifício transportado por heli.

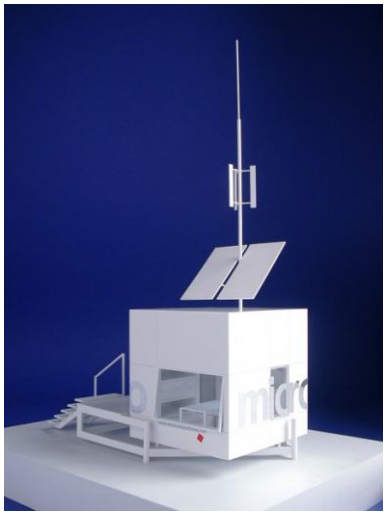


Figura 243: maquete low e-home



Figura 244: edifício a ser elevado por grua

Micro compact home

A Micro Compact Home (mc-h), projecto dos Horden Cherry Lee Architects, Haack Höpfner Architekten e de estudantes do Institute for Architecture and Product Design (Technical University Munich), é uma habitação temporária pré-fabricada para uma ou duas pessoas, desenvolvida desde 2001.

O conceito da Micro-Compact Home surge como resposta à crescente demanda por abrigos para períodos de curta duração, destinados, por exemplo, a estudantes, pessoas de negócios, ou para o uso de fins-de-semana, para locais de desporto ou lazer. O design da M-CH partiu da escala de uma clássica casa de chá japonesa, combinado com conceitos e tecnologias implantadas em aviões, iates e carros, utilizando métodos avançados, europeus e japoneses, de pré-fabricação.[41]

Pode ser transportado e instalado através de reboques ou gruas/guindastes. Para além disso, os módulos podem ser agrupados horizontal ou verticalmente, ou formar conjuntos de habitações ligadas a espaços exteriores privados ou comuns. Existe ainda um corredor central que organiza as áreas internas, separando as secas das molhadas.

A cápsula é construída com estrutura de madeira revestida por um sistema de chapas de alumínio anodizado e esquadrias equipadas com armação também em alumínio isoladas com poliuretano e vidros duplos com caixilho em alumínio.

O seu habitáculo é composto por um cubo de 2,66 × 2,66 × 2,66m (7,00m2 de superfície útil e 1,98m de altura livre) e 2,2 toneladas de peso, equipada com um quarto, sala, cozinha e instalações sanitárias, e ainda ar condicionado, aquecimento e iluminação LED. A porta tem 60cm

41. **MICRO COMPACT HOME** - [Em Linha]; [Consult. 1 Mai. 2017]. Disponível na internet: http://www.microcompacthome.com/

Micro Compact Home (mc-h)
Institute for Architecture and Product Design (Technical University Munich)
Munique
2001



Figura 245: vista geral do "O2 Student Village", Munique, 2005

O "O2 Student Village" foi criado inicialmente como alojamento temporário na Universidade Técnica de Munique, para um grupo de seis estudantes e o seu professor (Richard Horden), mas a pedido dos alunos, a sua permanência foi prolongada e está ainda instalado na universidade.



Figura 247: interior



Figura 246: maquete do «Tree Village»

O "Tree Village" foi projectado com 15m de altura e uma base quadrada com 12m no mínimo, para locais com árvores de grandes dimensões. Destina-se principalmente para alojamento de estudantes. A sua estrutura é composta por um conjunto de pequenas colunas de aço verticais. O espaço central contém o elevador e as escadas, e está rodeado por trinta micro compact homes. As habitações estão dispostas de modo a proporcionar um máximo de transparência e abertura para que a natureza possa invadir o espaço. Algumas coberturas servem ainda de miradouro para outras habitações.

de largura e delimita o espaço do corredor.

É fabricada pela companhia austríaca Micro-Compact Home GmbH, com sede em Uttendorf, através da gestão da empresa Micro-Compact Home Ltd., e está disponível para venda na Europa por preços que variam entre €25.000 e €50.000 – o valor mais caro inclui custo de instalação. Pode ser transportada por camião ou reboque e instalada por um guindaste em poucos minutos. Em circunstâncias extremas pode-se utilizar um helicóptero para condução e alocação. [42]

No interior podem encontrar-se duas camas de casal compactas com 1,98 x 1,07m (estas compõe o beliche – uma cama dobrável acima da mesa e outra cama deslizante ao nível do chão), espaço de armazenamento (prateleiras e gavetas para guardar roupa, colchões, materiais de limpeza ou outro tipo de equipamentos), uma mesa deslizante com capacidade para cinco pessoas com 1,05 x 0,65m (que se pode esconder passando a ser o local de uma das camas), uma cabine com instalações sanitárias (que se isola do apartamento através de uma porta deslizante) e uma área para a cozinha com todo o equipamento necessário (frigorífico, microondas, lava-loiças e bancada com dois níveis).

A sua alimentação energética é feita através de painéis fotovoltaicos e uma pequena ventoinha eólica. O projecto é altamente eficiente uma vez que possui um pequeno volume de ar, sendo que aquece e arrefece rapidamente.

As opções de personalização da M-CH são semelhantes às de um carro. O exterior de alumínio pode ser pulverizado ou anodizado com uma gama de cores, e também é possível revesti-lo com película gráfica.

42. FONYAT, Mariana. **A Pré-fabricação e o Projeto de Arquitetura**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013. Dissertação de mestrado.

Micro Compact Home (mc-h)
Institute for Architecture and Product Design (Technical University Munich)
Munique
2001



Figura 248: exibição de arquitectura no MoMA, Nova York, 2008



Figura 249: Golden cube

Figura 250: interior



resistente à água. O interior pode sofrer variações na escolha de cores e tecidos de revestimento.

Os projectos que já foram desenvolvidos com o m-ch, tais como "Reed Huis", "Golden Cube", "Low e-home", "Tree Village" (fig. 96), e inclusivamente o "O2 Student Village", comprovam a sua versatilidade e mobilidade. "Reed Huis", uma colaboração entre Richard Horden e a artista Marijke de Goey, foi projectado especificamente para locais com canaviais. Destina-se a estadias de curta duração a custos acessíveis para indivíduos que pratiquem vela durante o verão ou patinagem no inverno, ou para servirem de casas de fim-de-semana. [43]

43. SANTOS, Marco. **Flexibilidade e mutação: Proposta de um sistema modular flexível para habitação colectiva na Covilhã**. Covilhã Univeridade da Beira Interior, 2012. Dissertação de mestrado.

LoftCube
Werner Aisslinger
2003

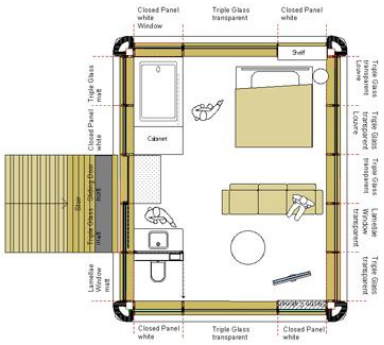


Figura 251: planta do modelo LC34



Figura 252: modelo LC34



Figura 253: vista exterior



Figura 254: modelo LC120

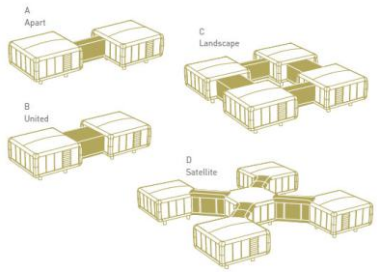


Figura 255: esquema de união de módulos

LoftCube de Werner Aisslinger

A LoftCube foi criada em 2003 pelo designer alemão Werner Aisslinger e é um projecto adaptável e versátil.

Portabilidade, adaptabilidade, modularidade, pré-fabricação, conforto, versatilidade, amplitude espacial e design interior de alta qualidade técnica e estética são algumas das características deste projecto. A sua forma, cor, textura e materialidade fazem com que a obra se integre facilmente em vários ambientes e contextos.

A estrutura, mista, em light steel framing e madeira, é mais leve do que as estruturas normalmente usadas nas construções tradicionais. Revestimentos exteriores em fibra de vidro e o mobiliário e acessórios em *Corian* contribuem para uma maior subtileza da obra. E isto, aliado ao facto da estrutura estar pensada para que a obra possa ser fácil e comodamente transportada de helicóptero, faz com que o projecto ganhe uma componente importante, a portabilidade.

Módulos de 1,25 x 1,25m organizam o espaço e dividem-no em áreas múltiplas de, 2 aproximadamente, 1,5m (1,25 x 1,25m). Assim, num módulo, pode ser instalada comodamente uma zona de duche ou uma sanita, ou ainda uma zona com uma bancada de casa de banho, juntos ou separadamente. Esta versatilidade aplica-se também à cozinha, quarto, escritório e sala e foram previstos painéis e acessórios variados, que respondem a essas zonas e permitem uma grande variedade de disposições.[44] Estes acessórios, maioritariamente em *Corian*, pré-fabricados, e desenhados por W. Aisslinger vão desde cabines de duche integradas em painéis verticais, bancadas de cozinha e janelas até passadiços exteriores e escadas de acesso, todos desenhados especialmente para integrarem o vasto leque de opções de configuração que o Loftcube oferece.

44. **LOFTCUBE** - [Em Linha]; [Consult. 1 Mai. 2017]. Disponível na internet: http://www.loftcube.net/

LoftCube
Werner Aisslinger
2003



Figura 257: vista exterior 2



Figura 259: vista interior



Figura 260: colocação por grua



Figura 256: vista exterior



Figura 258: vista exterior 3 (render)



Figura 261: vista interior 2

A estrutura e os revestimentos interiores e exteriores também são pré-fabricados, assim como os vários componentes técnicos, tais como as tubagens eléctricas e a canalização.

Formalmente, este é um projecto simples, onde a estrutura - juntamente com o seu revestimento - define a forma do projecto, o restante são aros, mais delgados, não estruturais, que podem ser preenchidos com painéis transparentes, opacos ou ainda com painéis que apenas impedem a permeabilidade visual parcialmente. Ou seja, o projecto é definido pela estrutura e por quatro grandes vãos/paredes delgadas.

O projecto tem planta livre, onde as proporções dos espaços, a intimidade e a quantidade de luz que entra no interior são definidos pelo utilizador, mas que se foca na força da paisagem enquanto extensão da obra e assume claramente o desapego às paredes espessas enquanto fronteiras com o exterior. É um projecto pequeno nas suas dimensões, mas grande na sua espacialidade, pois a envolvente «entra» no projecto e torna-se uma extensão dele. [45]

A versatilidade da obra permite a sua extensão em contextos de alojamento temporário,- de habitação particular, sendo ainda aplicável em contextos comerciais, tais como stand de vendas ou escritórios.

A obra encontra-se disponível para aquisição no sítio da internet da marca Loftcube e contempla várias configurações dimensionais, todas de planta rectangular (incluindo quadrada), 2 56 que vão desde o modelo LC34, com 34m , até ao modelo LC 120, que contempla duas células de 2 2 60m sobrepostas, sendo que a maior célula individual tem 85m de área, o LC85. Todos os modelos têm 2,5m de altura. O LC34 é a célula mais

44. SOARES, Vânia. Habitação Mínima. Covilhã: Universidade da Beira Interior, 2014. Dissertação de mestrado.

Fine Cube
Werner Aisslinger
2005



Figura 262: vista exterior



Figura 263: vista exterior 2



Figura 264: vista exterior 3



Figura 265: vista exterior 4



Figura 266: vista interior

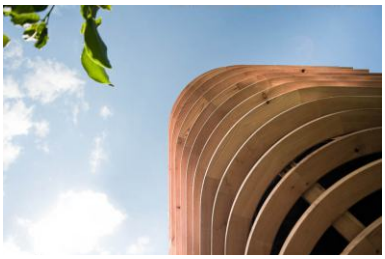


Figura 267: pormenor exterior

barata e o modelo pure (sem mobiliário nem divisões interiores) tem o valor de 119 000 €. A célula maior, o LC 120, tem um valor base de 309 000 €, também no modelo pure, e pode facilmente atingir os 500 000 € quando equipados com os acessórios especialmente desenhados para o Loftcube, citados anteriormente. [46]

FineCube de Werner Aisslinger

Este projecto começou a ser pensado em 2005 pelo designer alemão Werner Aisslinger e o seu primeiro protótipo foi construído em 2008 em Ritten, perto de Bozen, em Itália. O projecto procurou a harmonização de vários conceitos como a modularidade, a transportabilidade e a sustentabilidade.

A casa é móvel e ser facilmente desmontada e as fachadas parcialmente cegas promovem a privacidade dos habitantes. O edifício utiliza materiais duráveis e recicláveis, trabalhados artesanalmente. é constituído por uma sala, uma cozinha, um quarto e uma casa de banho. Tem cobertura com painéis fotovoltaicos, o que o torna independente energeticamente e pode ser facilmente desmontado e reconstruído num novo local, sendo ideal para refúgios de natureza. Para além disso, foi pensado para ter um ciclo de vida longo. [47] A estrutura de suporte é de madeira de lariço e o interior em pinho. Utiliza de vidros triplos para promover um melhor comportamento térmico. O edifício demora 70 dias para ser construído. A sua área interior é de 55,5 m^2 (7,245 x 7,245m), a área exterior é de 79,5m^2 (8,91 x 8,91m) e o seu volume total é de 127,3m^3, perfazendo uma altura total de 5m.[48]

46. **LOFTCUBE** - [Em Linha]; [Consult. 1 Mai. 2017]. Disponível na internet: http://www.loftcube.net/

47. CASEIRO, Angélique. O Sistema Construtivo Modular em Madeira como Contributo à Arquitetura Sustentável. Dissertação de mestrado. Univeridade da Beira Interior. Covilhã, 2013.

48. **FINECUBE** - [Em Linha]; [Consult. 1 Mai. 2017]. Disponível na internet: http://www.fincube.eu/

TreeHouse
Jular
ZMAR Eco Campo Resort & Spa
(2 módulos)
Odemira



Figura 268: vista exterior

A casa modular Treehouse foi desenvolvida a partir de um conceito inovador, que pretende aliar design, modularidade, rapidez e sustentabilidade. A escolha da madeira como material base de construção é a opção certa para alcançar estes objectivos.



Figura 269: pormenor exterior

Ao contrário de outros materiais, a estrutura molecular da madeira tem um excelente desempenho a elevadas temperaturas, não se funde nem se parte. A madeira carbonizada superficialmente funciona como uma barreira que não deixa passar gases e calor, dificultando a propagação do fogo em profundidade e deixando uma margem de tempo que permite a evacuação do espaço.



Figura 270: vista exterior

As casas são extremamente leves e muito resistentes, as estruturas em Kerto® (madeira microlamelada constituída por lâminas de Abeto nórdico ou Pinho) conferem à Treehouse uma excelente performance ao nível do comportamento sísmico.



Figura 271: vista interior

Treehouse by jular

A TreeHouse é uma gama de casas modulares desenvolvida pela empresa JULAR - Madeiras, S.A., uma empresa portuguesa dedicada à importação, transformação e comercialização de madeira.

A construção da Treehouse é concebida módulo a módulo, com uma dimensão standard de 22 m² cada. Os módulos são acopláveis entre si e permitem o crescimento da habitação quer em extensão, quer em altura, com economia de custos e rapidez de montagem. A construção dos módulos é feita totalmente em fábrica e o processo de montagem é realizado de modo a causar um impacto quase nulo no meio envolvente.[49]

As paredes, os tetos e o chão são feitos num sistema multi-layer, que proporciona uma grande capacidade energética, e os vidros tem elevada qualidade e são duplos. O interior como o revestimento podem ser escolhido através de uma paleta de materiais que possuíam todos alta qualidade. Todos os módulos têm isolamento térmico e acústico nas coberturas, pavimentos e parede exteriores, assim como vãos envidraçados com vidro duplo e perfis com corte térmico. [50]O sistema bastante flexível, podendo ser personalizado, e cada projecto é único. Para isso, um conjunto de arquitectos e designers fica encarregue de ajudar cada cliente, para que cada projecto seja adaptado às necessidades particulares de cada contexto.[51] A Jular disponibiliza à partida 28 modelos habitacionais nas tipologias TO, T1, T2, T3 e T4, tendo o maior modelo T4E (Fig. 10) cerca de 326m², dos quais 235m² são área coberta.

49. **TREEHOUSE** - [Em Linha]; [Consult. 1 Mai. 2017]. Disponível na internet: http://www.treehouse.pt

50. DOMINGOS, João. **Um sistema de arquitetura modular**. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 2013. Dissertação de mestrado.

51. CASEIRO, Angélique. **O Sistema Construtivo Modular em Madeira como Contributo à Arquitetura Sustentável**. Covilhã: Univeridade da Beira Interior, 2013. Dissertação de mestrado.

TreeHouse
T1A (4 módulos)
Jular



Figura 273: vista exterior



Figura 275: interior

- Estrutura em madeira microlamelada
- Cobertura com isolamento térmico e telas impermeabilizantes
- Paredes exteriores c/ isolamento térmico e ventilação
- Fachada ventilada em Thermowood®
- Instalação eléctrica
- Sistema de água e saneamento
- Loiça sanitária
- Caixilharia oscilo-batente c/ vidro duplo
- Revestimentos interiores e exteriores
- Pavimento flutuante em madeira



Figura 272: vista exterior

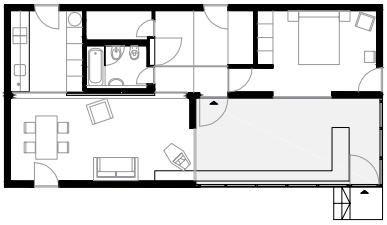


Figura 274: planta



Figura 276: interior



Figura 277: pátio exterior

A pré-fabricação da Treehouse garante o controlo de qualidade, custos de mão-de-obra mais baixos, ganhos de produtividade e redução ao mínimo do trabalho on site. Comparativamente a um sistema de construção tradicional em alvenaria, no sistema de construção em madeira os desperdícios reduzem-se a 2%. Os materiais utilizados nos revestimentos e coberturas possuem baixos custos de manutenção. [52]

As tipologias base da Treehouse permitem a combinação de infinitas soluções. Na vertente habitacional, a casa pode crescer com a família, através da colocação de novos módulos, aumentando assim o espaço disponível, sem prejuízo da estrutura já existente. Para soluções imobiliárias, como condomínios de habitação ou escritórios, bares, lojas, espaços de turismo/lazer, existem também multiplas possibilidades.

O projecto da Treehouse foi desenvolvido por forma a cumprir com todos os requisitos legais em vigor em Portugal. O processo de homologação em curso irá garantir também a certificação a nível europeu. A Treehouse é fornecida com um dossier completo de projectos necessários para o licenciamento (arquitectura e especialidades, incluindo os projectos térmicos e acústicos). [53]

As casas TreeHouse têm um prazo de entrega e montagem de 90 dias e são vendidas ao cliente a um preço base que varia entre os 800 e os 1.100€/m^2 mais IVA. Estão incluídos neste preço a construção e um dossier com o projecto de licenciamento, mas estão excluídas sondagens, levantamento topográfico, licenças, fundações, transporte, montagem, meios elevatórios etc. Alguns dos itens excluídos do preço, podem no entanto ser adicionados como opção. [54]

52. **TREEHOUSE** - [Em Linha]; [Consult. 1 Mai. 2017]. Disponível na internet: http://www.treehouse.pt

53. *idem*

54. DOMINGOS, João. **Um sistema de arquitetura modular**. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 2013. Dissertação de mestrado.

SWLodge T1

Jular
37,5m^2
Sintra



Figura 278: interior



Figura 279: interior

O T1 tem um total de 37,50 m2 com um quarto, sala, casa de banho, kitchenette e pátio exterior sobre deck. A opção base contempla uma parede de painel compósito com textura de Cedro do Canadá, acabada a tinta acrílica resistente à intempérie. Como opção, pode escolher-se uma fachada ventilada em madeira nobre, cujo acabamento pode ser natural ou com velatura pigmentada.



Figura 281: alçado

Na versão standard está incluído o equipamento da cozinha com móveis inferiores com acabamento a melamina, bancada em post-forming e prateleiras. A cozinha é igualmente equipada com a pré-instalação para placa de fogão, mini-frigorífico e micro-ondas.

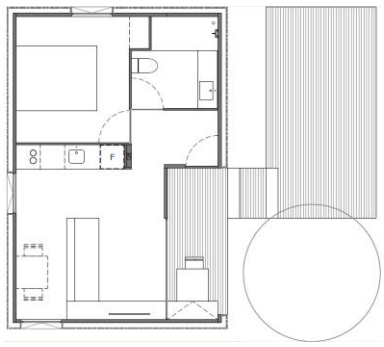


Figura 280: planta

A parede é de construção integral em madeira, acabada no interior com tinta acrílica lavável e no exterior com painel compósito com textura de Cedro do Canadá. O revestimento exterior é em tela de membrana, com saída de águas através de gárgulas. Isolamento térmico incorporado nos painéis de tecto.

SW Lodge
by jular

As casas modulares SW Lodge, tal como as TreeHouse, assentam num sistema de construção modular composto por painéis modulares padronizados, procurando responder às expectativas daqueles que procuram uma segunda habitação, um espaço de lazer ou até mesmo a construção de um empreendimento turístico, nomeadamente pequenos *resorts* ou parques de campismo.

As casas modulares SW Lodge apresentam três tipologias de habitação (T1, T2 e T3) e o seu sistema é construído com base num conceito de painéis modulares padronizados - cada painel incorpora todas as redes domésticas (canalização, electricidade, comunicações), e é expedido num kit preparado em fábrica para a montagem no local final.[55]

Além do painel base, está disponível uma grande quantidade de acabamentos para as superfícies finais, o que permite ao cliente um elevado nível de personalização da construção final. Pelas suas características de economia de espaço e facilidade de montagem, a entrega em kit permite a expedição em contentor para praticamente qualquer destino no mundo.

O tempo de montagem de uma casa SW Lodge pode oscilar entre os 3 e os 8 dias. A economia de espaço e a facilidade de montagem permite a expedição para qualquer lugar e grande diversidade de acabamentos disponíveis permite ao Cliente um elevado nível de personalização da construção final.

Para além dos espaços habitacionais, é possível desenvolver outro tipo de tipologias, nomeadamente módulos de bar/restaurante, áreas infantis, balneários, salas de jogos, entre outras. Consoante a exigência de cada mercado, as paredes podem assumir diversos tipos de

55. **TREEHOUSE** - [Em Linha]; [Consult. 1 Mai. 2017]. Disponível na internet: http://www.treehouse.pt

SWLodge T2

Jular
56,30 m²
Balavento



Figura 282: planta



Figura 283: vista exterior



Figura 284: vista lateral

O T2 tem um total de 56,30 m2 com dois quartos, sala, casa de banho, kitchenette e pátio exterior sobre deck. A opção base contempla uma parede de painel compósito com textura de Cedro do Canadá, acabada a tinta acrílica resistente à intempérie. Como opção, pode escolher-se uma fachada ventilada em madeira nobre, cujo acabamento pode ser natural ou com velatura pigmentada.



Figura 285: vista frontal



Figura 286: vista exterior 2



Figura 287: vista interior

construção, desde a mais básica até à mais luxuosa. Comparando com um sistema tradicional de construção, o sistema SW Lodge consegue resultar mais económico, para edifícios de semelhante desempenho térmico e acústico. Por outro lado, a montagem está ao alcance de operários com um nível médio de especialização, permitindo desta forma incorporar uma componente de mão-de-obra local determinante, em muitos casos, para a obtenção de um preço final ainda mais baixo.

De todas as vantagens do sistema, a rapidez de montagem é a que mais se destaca. Foi concebido para ser erguido sobre estacas cravadas no solo; o sistema caracteriza-se também por uma perturbação mínima no terreno pré-existente, não resultando em qualquer impermeabilização do solo. Sendo os painéis estruturais constituídos por painéis de madeira com avançada tecnologia, a duração média de uma casa compara-se à de uma casa tradicional, desde que se lhe apliquem os mesmos cuidados de manutenção. Em especial, há que manter os telhados limpos e desobstruídos de folhagem, para permitir um perfeito escoamento das águas pluviais. As paredes exteriores devem ser pintadas com um intervalo máximo de 4 anos, com uma velatura acrílica porosa, no caso de se optar por revestimento exterior de painel texturado de Cedro do Canadá. A opção por parede exterior ventilada, na opção «madeira natural», dispensa manutenção, sendo expectável a evolução da cor do revestimento para uma cor cinza prateada, por acção dos raios UV e da chuva. [56]

A empresa incorpora um gabinete técnico, composto por uma equipa de profissionais com vasta experiência na concepção e desenvolvimento de estruturas, que permite estabelecer uma estreita colaboração com promotores e projectistas, por forma a encontrar novas soluções, ou a aperfeiçoar projectos já existentes.

56. *idem*

Mima House

Mima Architects

2010



Figura 288: vista exterior



Figura 289: vista interior



Figura 290: vista exterior 2

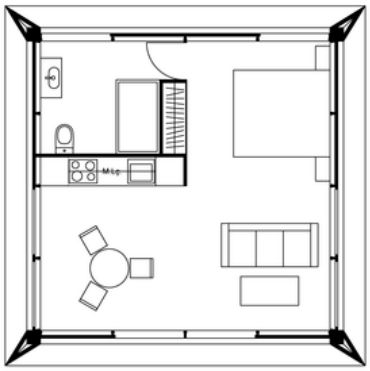


Figura 291: planta módulo 36m²



Figura 292: estrutura principal em madeira



Figura 293: esquema construtivo

Cada lado de paredes internas e externas pode ter uma cor e acabamento diferentes, o que permite uma notável mudança através de uma simples rotação da parede.

Mima house

A MIMA House é uma habitação modular de dimensões reduzidas projectada pelo escritório MIMA Architects, equipa de arquitectos portugueses com sede em Viana do Castelo mas que trabalha a partir da Suíça.

Criada em 2010, a MIMA House revelou-se ao mundo quando venceu o prémio Archdaily Edifício do ano 2011, momento a partir do qual enumeras propostas de aquisição surgiram de todos os continentes.

Conceptualmente a MIMA House tem as suas raízes na arquitectura residencial tradicional japonesa, paradigma de uma arquitectura luminosa, flexível, confortável e esteticamente depurada. O modelo base da MIMA House consiste num volume paralilepipédico com 7,57m por 7,57m e 3m de altura cujo espaço interior com 2,4m de pé-direito tem apenas 36m2 e é resultado de uma matriz quadrangular de 1,5m por 1,5m. [57]

Pressupõe o uso de materiais pré-fabricados e há a possibilidade de várias conjugações e aspectos finais. As dimensões exteriores são fixas mas a materialidade da própria casa pode ser alterada assim como a disposição das paredes internas. Desde um espaço aberto até à compartimentação total, possível graças a uma grelha de calhas metálicas no chão que permite que se tirem e coloquem paredes.

A rapidez do processo construtivo é também uma premissa e em média demora no máximo dois meses a ser fabricada e apenas quatro dias para ser montada. O preço é competitivo afirmando-se como uma alternativa viável nos tempos em que vivemos. A inclusão de domótica na casa é uma opção.

57. DOMINGOS, João. **Um sistema de arquitetura modular**. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 2013. Dissertação de mestrado.

Mima Light
Mima Architects
2015



Figura 294: vista exterior



Figura 295: vista exterior 2

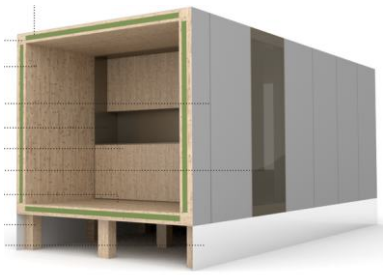


Figura 296: esquema construtivo



Figura 297: interior (entrada)



Figura 298: vista interior (quarto)



Figura 299: vista interior (cozinha)

Para que o espaço interior não se tornasse demasiado confinado, os arquitectos utilizaram duas estratégias. Em primeiro lugar optaram por expandir visualmente o interior para o exterior através dos quatro vãos perimetrais, definidos por panos de vidro com 1,5m de largura por 2,4m de altura. Estes vãos podem no entanto ser encerrados por meio de painéis amovíveis, permitindo assim se o cliente desejar mais privacidade. Em segundo lugar, mas não menos importante projectaram uma habitação cuja configuração espacial é obtida através da disposição livre de painéis amovíveis, introduzindo assim na habitação flexibilidade e capacidade de personalização.

As paredes interiores são compostas por dois painéis permitindo modificar os materiais e as cores de ambas as faces, alterando totalmente a percepção sensorial de todo o espaço. Os painéis são em contraplacado ou em madeira maciça. As paredes exteriores são compostas por um aglomerado feito a partir de desperdícios da indústria automóvel, oferecendo uma durabilidade garantida de noventa anos. É igualmente fácil abrir e fechar panos de vidro, permitindo que a casa seja totalmente envidraçada. A facilidade de personalização confere à MIMA uma adaptabilidade ao longo da sua vida, mudando de acordo com o gosto e necessidades dos utilizadores. [58]

A estrutura é em pinho lamelado encapsulada por painéis de aglomerado marítimo e OSB. São ainda complementados pelos vãos de vidro duplo com caixilho misto de alumínio e madeira. É no entanto permitido pelo sistema e como parte da estratégia de personalização, que o cliente possa não só escolher quais os acabamentos que deseja para os painéis como ainda os equipamentos que vêm com a MIMA House.

58. TEIXEIRA, Liliana. **START-UP ARCHITECTURE!**. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2013. Dissertação de Mestrado.

Mima Essential

Mima Architects

2015



Figura 300: vista exterior (acesso principal)



Figura 301: vista exterior traseira



Figura 302: vista exterior



Figura 303: esquema construtivo

Pode-se escolher entre um espaço aberto ou uma casa equipada. As casas equipadas incluem paredes interiores, portas, armário, casa de banho, caldeira e cozinha. O preço varia de acordo com o tipo, componentes e acabamentos que se escolhem.

Figura 304: vista interior



Todos os materiais e componentes da MIMA Essential são de alta qualidades, a fim de proporcionar a melhor experiência e conforto aos seus proprietários. Todos os produtos são testados e certificados para garantir uma vida prolongada da habitação.

Em Portugal o modelo base da MIMA House é produzido inteiramente na fábrica localizada no Porto e é transportado a partir daí em peças por camião até ao local de implantação, sendo que o preço previsto do transporte dentro de Portugal continental não deverá exceder os 900€. Estimativas da equipa de produção apontam para que os tempos de produção sejam de um a dois meses, consoante a procura do mercado à data da encomenda. O preço inicial para o modelo base da MIMA House é de 39.900€ e dele fazem parte a construção da mesma, um dossier com todos os projectos a apresentar para licenciar a casa e ainda a montagem no local de implantação.

Para além deste modelo, a MimaHousing produz outros modelos mais recentes, que são um reflexo do seu sucesso no mercado. Alguns desses modelos são a Mima Essential, a Mima Light, a Mima Mass e ainda integra um laboratório de design e de desenvolvimento de produtos realacionados com a arquitectura. [59]

59. **MIMA HOUSING** - [Em Linha]; [Consult. 23 Mai. 2017]. Disponível na internet: http://www.mimahousing.com/

CAPÍTULO 2:
UMA CÁPSULA SUSTENTÁVEL PARA FESTIVAIS DE VERÃO

2.1.
APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA



Figura 1: algumas premissas do projecto

2.1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Como referido na introdução da presente dissertação, este projecto surge da necessidade de realizar um contacto mais próximo com as questões técnicas e burocráticas inerentes ao acto de projectar. Essas questões vão desde o contacto com as indústrias fornecedoras dos materiais até às respectivas licenças e fases da construção do edifício.

Durante o curso, nem sempre temos em conta essas questões, normalmente é-nos dado um programa, mais ou menos simplificado, onde nos é pedido que desenvolvamos um projecto, abordando mais as questões espaciais e conceptuais do que, muitas vezes, as questões técnicas e burocráticas, indispensáveis aquando da realização dum qualquer projecto de arquitectura.

Sentido essa lacuna no ensino, muitas vezes teórico e poucas vezes prático, foi proposto o desenvolvimento dum projecto prático para esta dissertação, que permitisse, então, ter um contacto de proximidade com o processo real de construção, saindo um pouco da exploração teórica e «pondo as mãos na massa».

Percebida a importância da industrialização para o sector da construção, foi desenvolvido um projecto que procura usufruir dos processos tecnológicos actuais e adaptar-se a novos modos de compreender o lugar, mais relacionados com a mobilidade (nomadismo), seja ela por motivos sociais, económicos ou profissionais.

Nesse sentido, o projecto acabou por envolver a questão da modularidade e da transportabilidade, acabando esta por acoplar em si a questão do espaço mínimo, por exemplo, mas muitas outras questões, com mais ou menos relevo, acabaram por ser tidas em conta para o desenvolvimento desta cápsula habitável. No seguimento da dissertação, será explicado todo o processo que levou ao desenvolvimento destas ideias.

«Hauru no Ugoku Shiro» ou
«O Castelo Andante» (filme)
Hayao Miyazaki (director)
Japão
2004



Figura 2

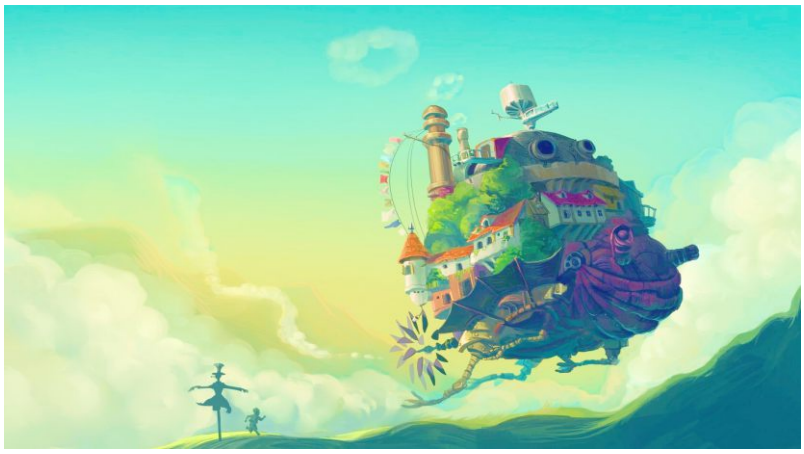


Figura 3



Figura 4

2.1.2. A IDEIA INICIAL

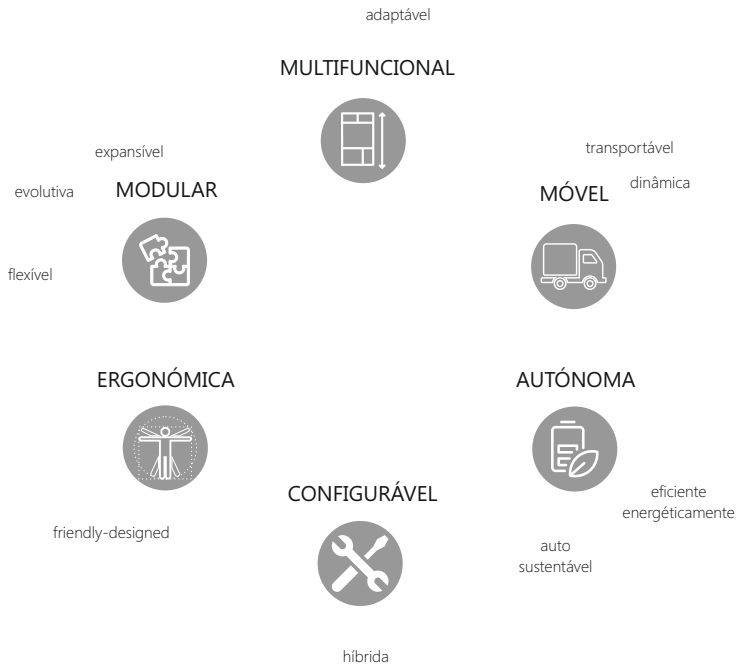
Muitos temas poderiam ter sido escolhidos enquanto objecto de estudo duma dissertação, certamente alguns com maior pertinência teórica, outros com maior pertinência poética e outros, ainda, mais próximos da realidade construtiva portuguesa, mas a escolha deste tema tem que ver, como dito na introdução, com a necessidade de um contacto mais próximo com a construção industrializada e com a transferência de tecnologia para o processo de projecto, a fim de compreender as suas virtudes e tirar partido delas no momento de projectar e de construir.

Se olharmos o actual panorama construtivo e tentarmos encontrar um campo arquitectónico com potencial de crescimento podemos perceber que a construção industrializada pré-fabricada é um desses campos. Ou seja, há uma crescente procura derivada da crescente aceitação que este tipo de construção tem, mas há ainda pouca oferta e pouco variada no tipo, normalmente pré-fabricam-se habitações unifamiliares e pouco mais, talvez alguns stands expositivos. Mas há muitos outros tipos que podem ser explorados e pré-fabricados, talvez a tendência global para a mobilidade nos ajude a perceber esses tipos.

Começa assim a delinear-se a pertinência da cápsula de habitar que proponho neste capítulo que transporta consigo ideias como a mobilidade, o espaço mínimo, a modularidade, e a auto-suficiência energética, por exemplo.

Esta ideia não é certamente nova, outros têm-na pensado e, convenhamos, nem sempre com sucesso. Mas apesar de tudo, os problemas sociais relacionados com habitação perpetuam-se ao longo dos anos, inibindo-nos de liberdade. O que é certo é que, hoje, a tecnologia traz-nos novas possibilidades de sustentar esses desejos ou

Esquema 1: derivações do conceito de «cápsula»



* No esquema 1 podemos ver os principais conceitos e sub-conceitos que fazem parte das premissas iniciais do projecto.

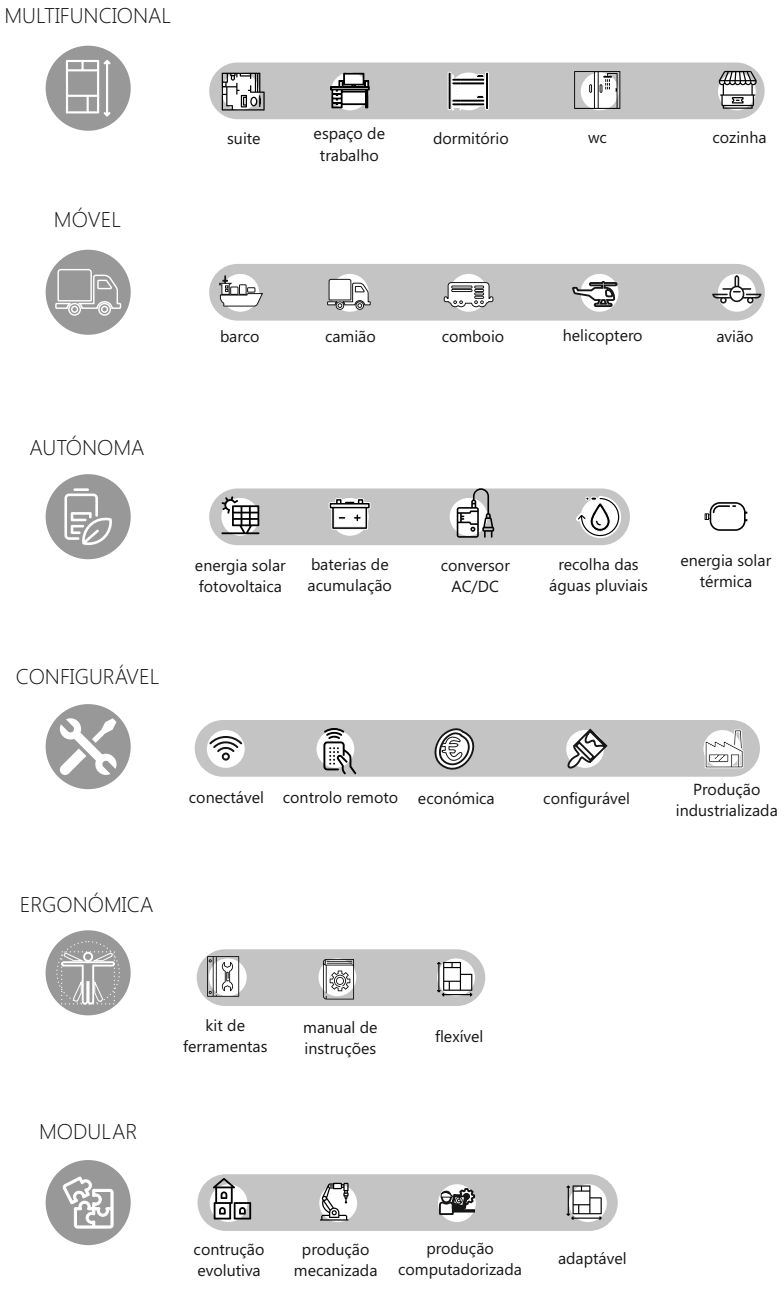
carências antigas e permite-nos, ou deveria permitir, construir casas a preços mais baixos, de forma mais rigorosa e, também, mais rapidamente. Contudo é preciso um apoio do estado nesse sentido, quer seja por desburocratização ou por *imputs* económicos e estratégicos, para que a arquitectura assuma e tire partido das potencialidades tecnológicas, tal como outros campos o souberam fazer.

Foi este o mote principal para o desenvolvimento duma cápsula habitável, a independência, a auto-suficiência, a liberdade... Contudo, este projecto permitiu explorar também questões práticas, tentar perceber como construir mais barato, mais flexível e mais auto-suficientemente. Como construir, afinal. Ter contacto de campo, perceber alguns factores que não são tão perceptíveis na sala de aula. Perceber o mercado, a procura e a oferta.

É certo que existem, já, empresas especializadas no ramo da pré-fabricação a preços controlados, mesmo em portugal - que não tem uma cultura tão favorável à implantação destes conceitos como têm os Estados Unidos ou Inglaterra - e que, mesmo assim, não significa que resolvam os problemas que coloquei anteriormente. De qualquer forma, este é apenas um contributo e uma análise útil para a verificação de alguns problemas.

Este projecto foi pensado também, para além do já exposto, para ser flexível e multi-funcional. O emprego muda, o local onde estamos muda, nós mudamos, temos necessidades diferentes, a vida muda, a vida nas grandes cidades contemporâneas muda rápido, é importante que a casa, enquanto extensão do Ser, possa também ela adaptar-se. Não tem que ser, mas ser for, tanto melhor. Não quero com isto dizer que a ideia tradicional de casa não me agrade, agradam-me é

Esquema 2: demonstração da abrangência dos conceitos



* No esquema 2 podemos perceber de que forma se pretende por em prática os conceitos principais

muitas ideias de casa, e a que proponho representa um ponto de vista que, mais ou menos forçosamente, implica um certo distanciamento das premissas básicas duma casa tradicional como, por exemplo, do lugar, algo tão importante para uma casa mas que, neste caso, se considera sob outros pontos de vista; é preciso, primeiro, um desapego, para que ela se possa fixar, é diferente.

O projecto foi pensado, ainda, para ser um quiosque, para se adaptar numa cobertura dum prédio, para ser um stand expositivo, um café, uma extensão de hotel, um bungalow, um escritório, um prédio, uma garagem... No limite, foi um sistema pensado para ser flexível, adaptável e multi-funcional.

Após as análises teóricas e práticas começou-se a desenvolver os primeiros esboços, na procura duma solução integrada, que conecta-se as questões expostas anteriormente. Começou por se ver os comportamentos térmicos, acústicos, dos materiais e quais as melhores opções mediante a solução pretendida: uma cápsula de pequenas dimensões, sustentável e económica, com um bom desempenho energético.

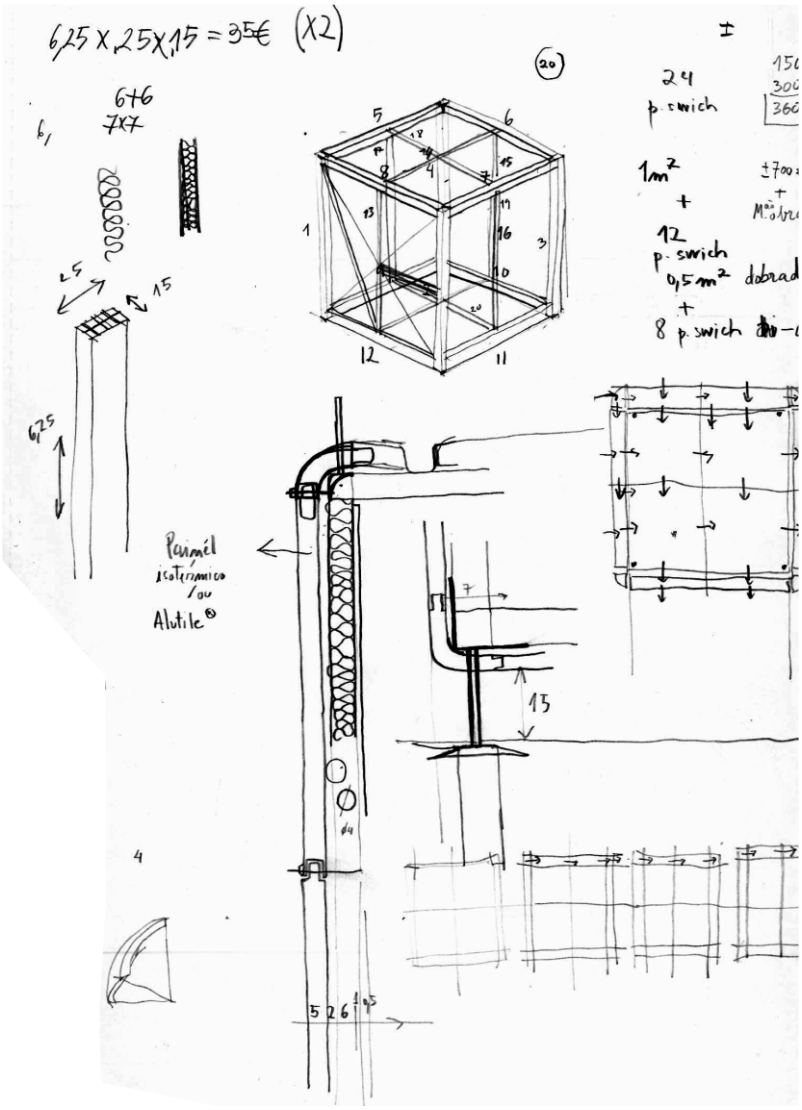


Figura 5: esboços do 1º estudo (desenho do autor)

2.1.3. PRIMEIROS ESTUDOS

Nas páginas seguintes encontram-se seis projectos anteriores à solução final, que ajudaram a chegar a esta, apesar de, alguns deles, serem significativamente diferentes, pelo menos formalmente. Desses projectos fazem parte: esboços, desenho técnico, estudos esquemáticos e maquetes digitais que se encontram com maior detalhe no Anexo 1 da presente dissertação.

Estudo 1

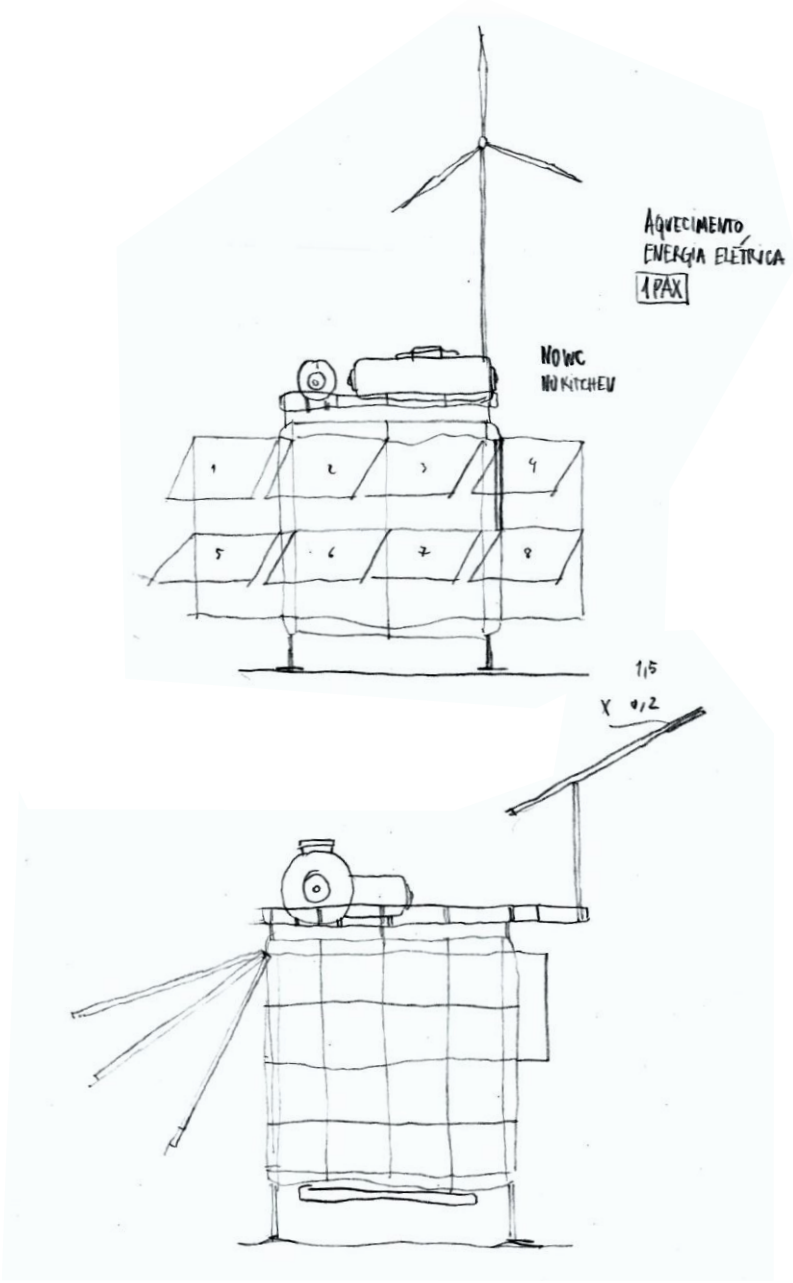


Figura 6: esboços do 1º estudo (desenho do autor)

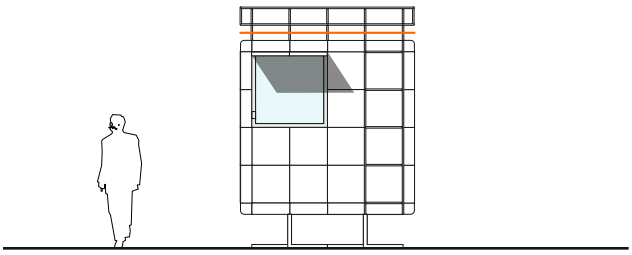


Figura 7: alçado norte (desenho CAD) (escala 1:100)

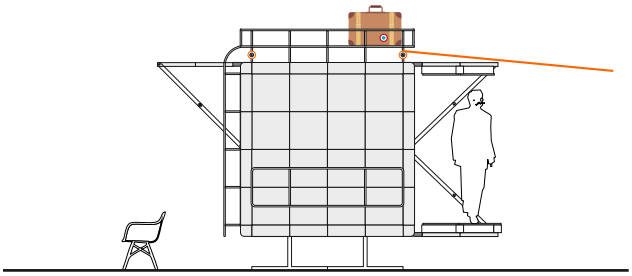


Figura 8: alçado poente (desenho CAD) (escala 1:100)

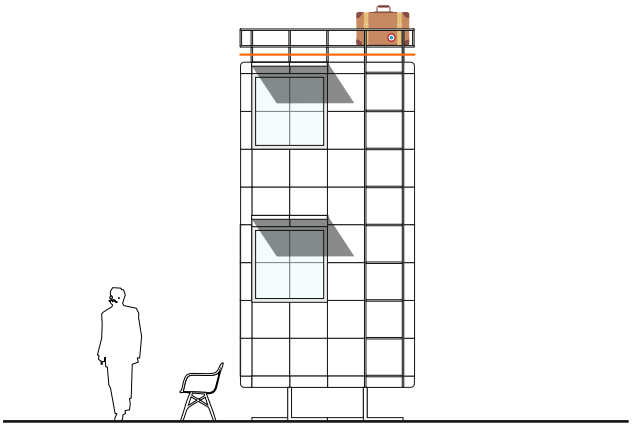
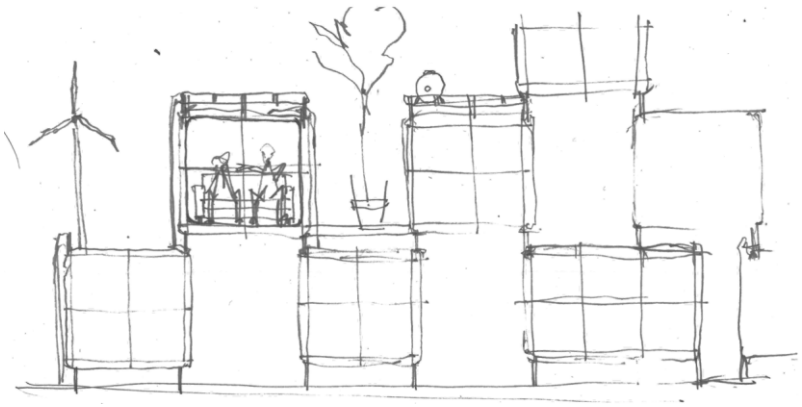


Figura 9: alçado norte (versão de 2 pisos) (desenho CAD) (escala 1:100)



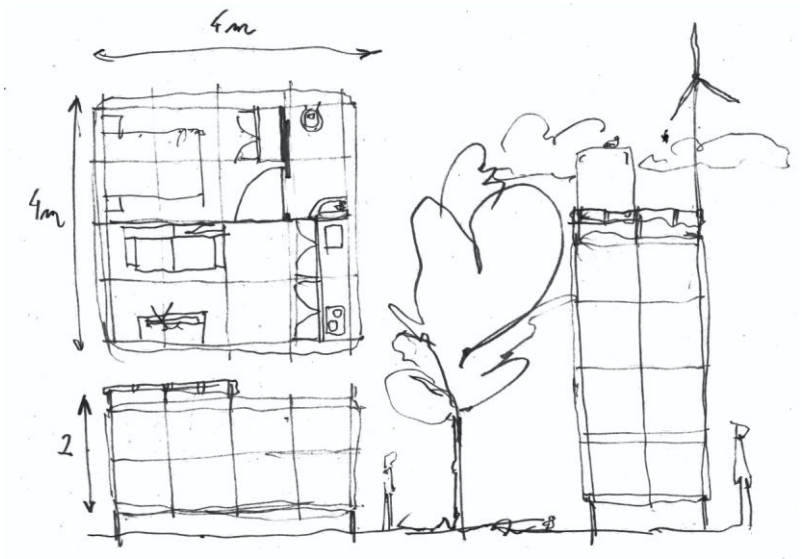


Figura 10: esboços do 1º estudo (desenho do autor)

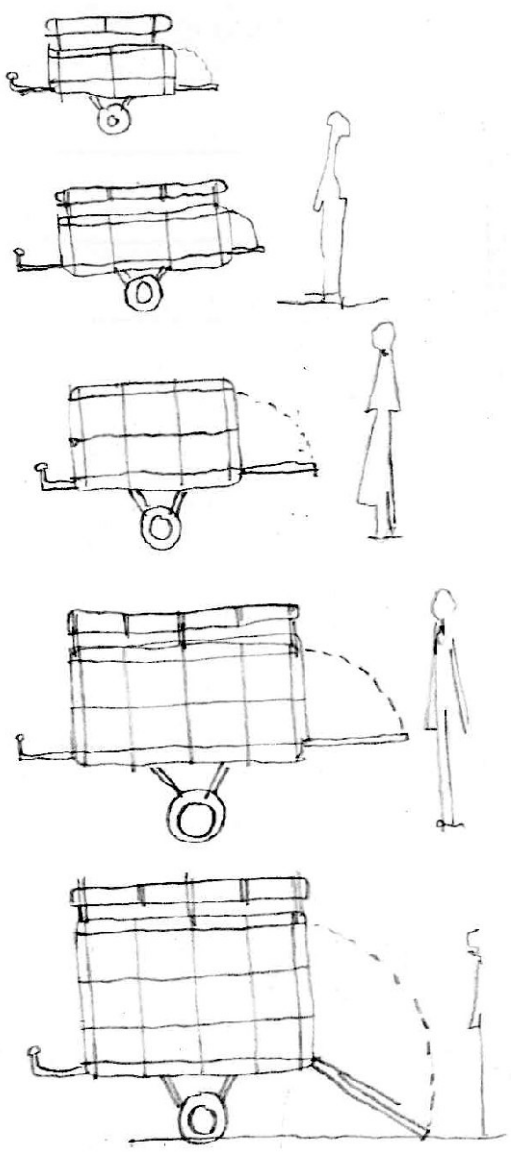


Figura 11: esboços do 1º estudo (desenho do autor)

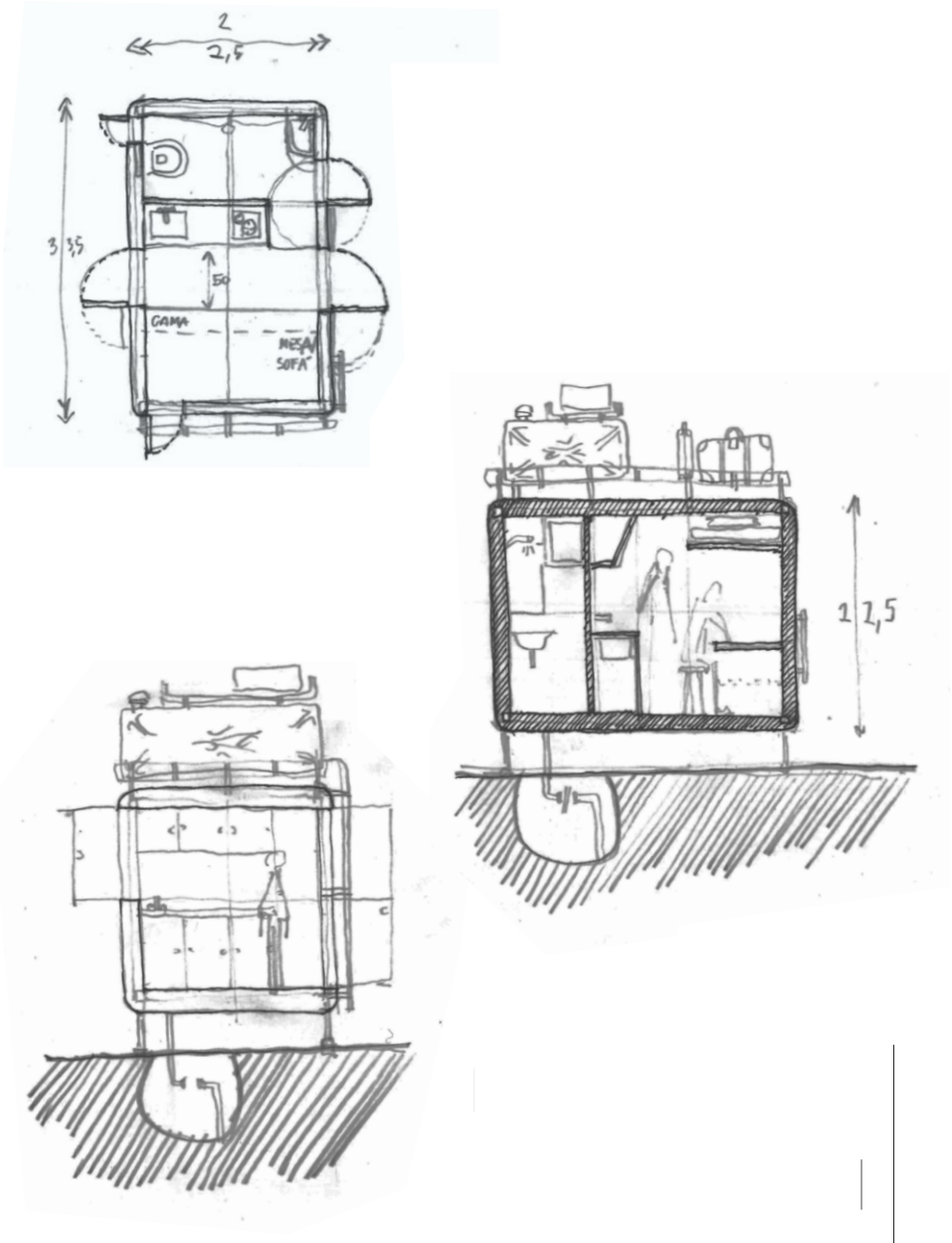


Figura 12: esboços do 2º estudo (desenho do autor)

Figura 8: 2º projecto (desenhos CAD)

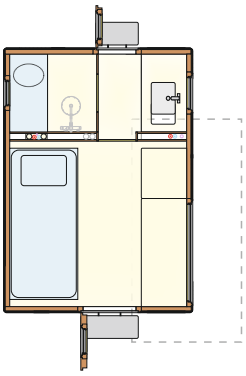


Figura 13: planta (CAD) (1:100)

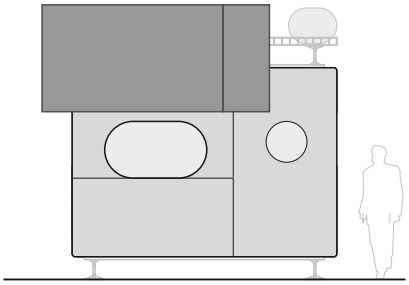


Figura 14: alçado sul (CAD) (1:100)

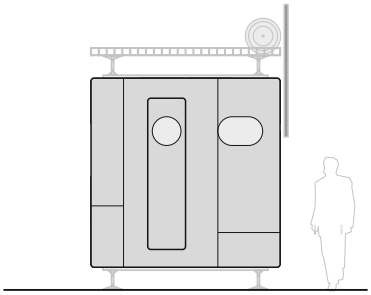


Figura 15: alçado poente (CAD) (1:100)

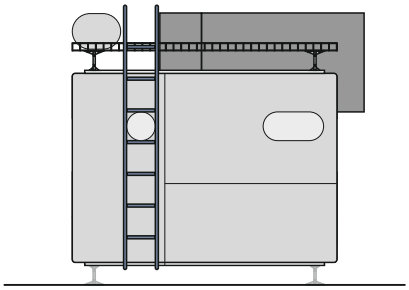


Figura 16: alçado norte (CAD) (1:100)

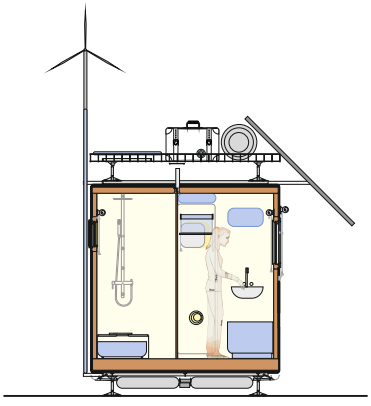


Figura 17: corte transversal (CAD) (1:100)

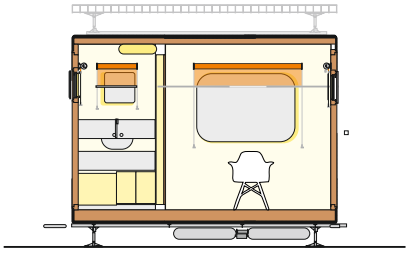


Figura 18: corte longitudinal (CAD) (1:100)

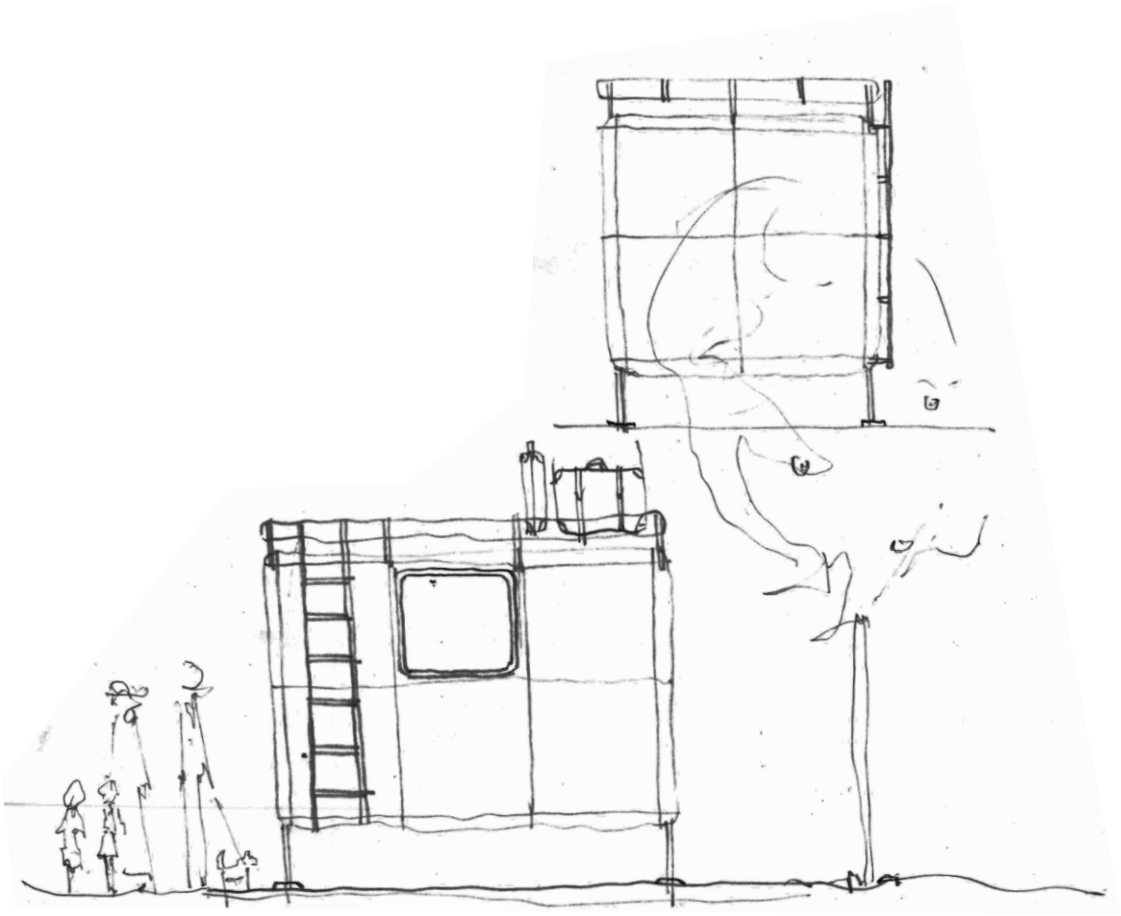


Figura 19: esboços do 2º estudo (desenho do autor)

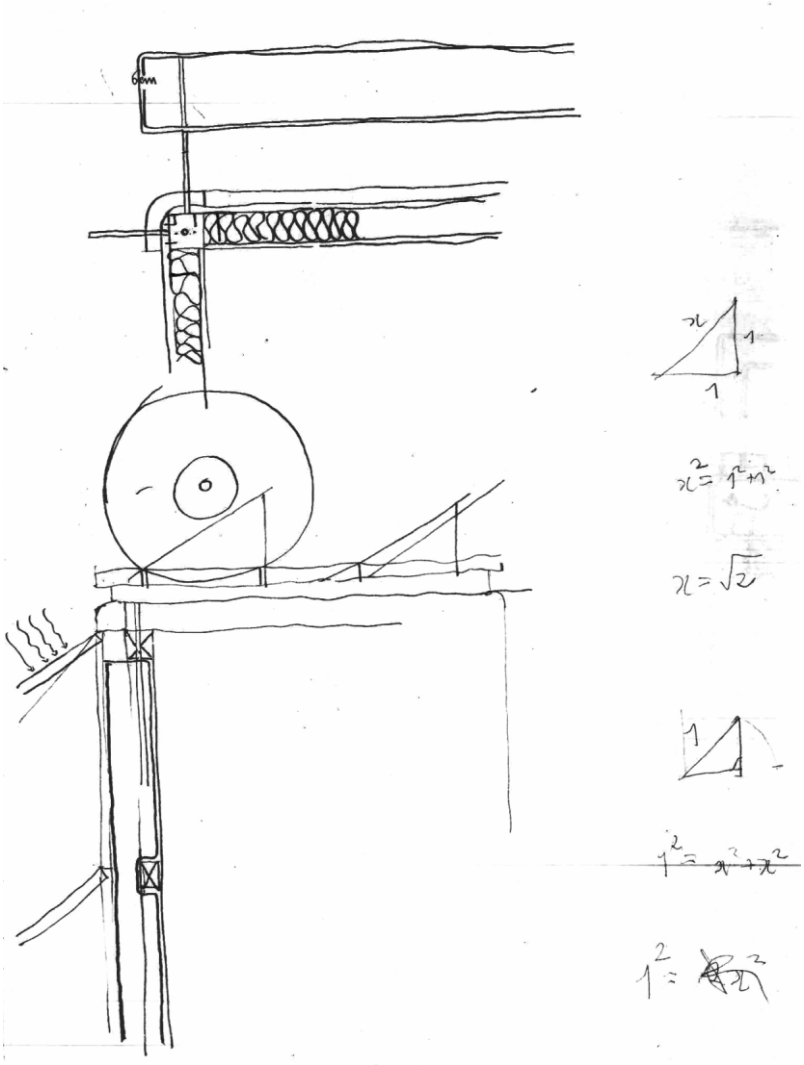


Figura 20: esboços do 2º estudo (desenho do autor)

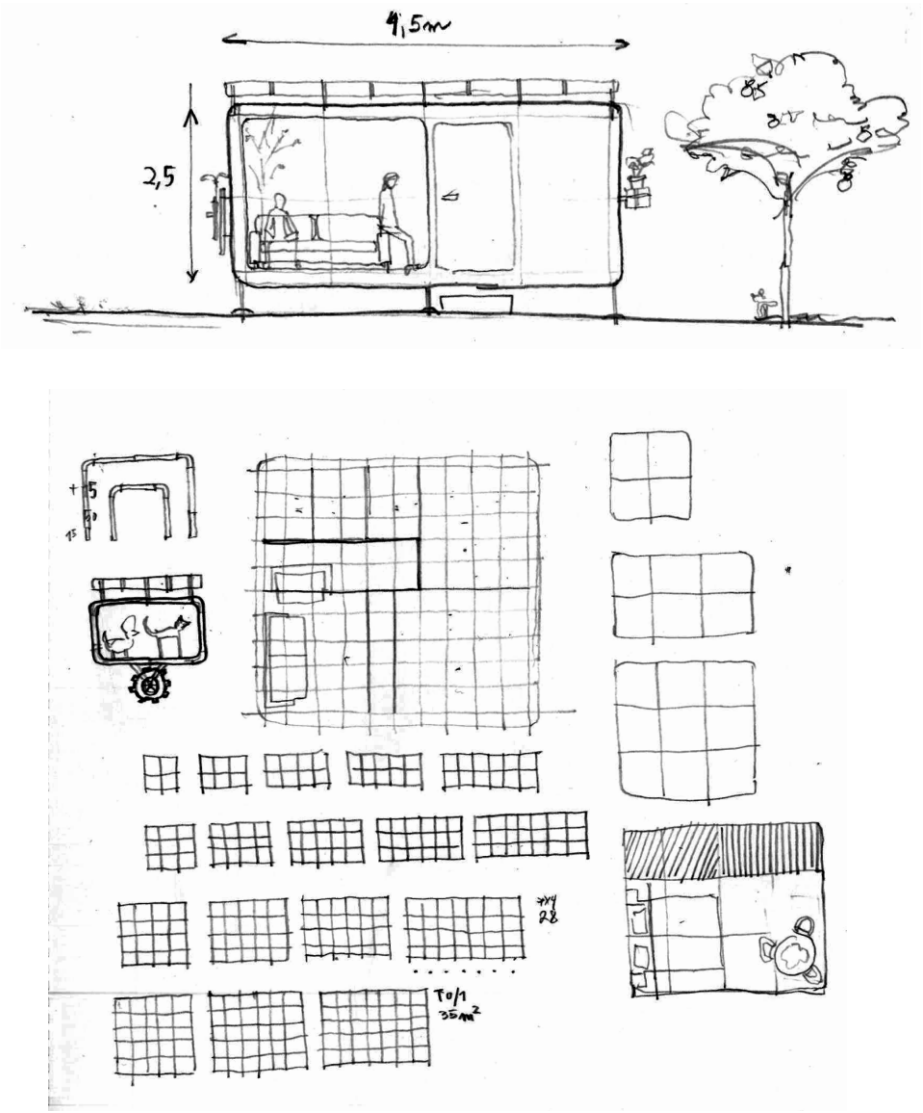


Figura 21: esboços do 3º estudo (desenho do autor)

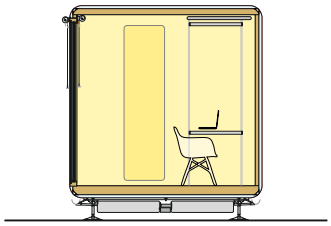


Figura 22: corte transversal (CAD) (1:100)

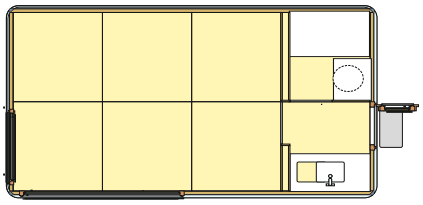


Figura 22: corte transversal (CAD) (1:100)

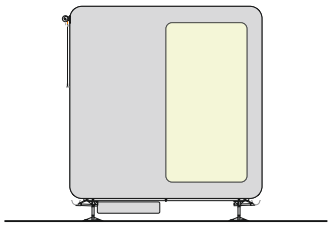


Figura 23: alçado poente (CAD) (1:100)

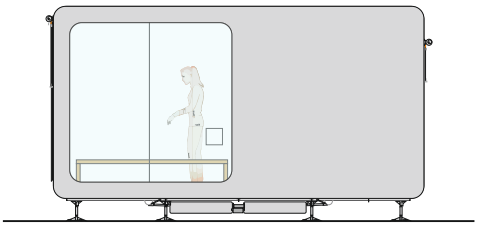


Figura 24: alçado sul (CAD) (1:100)

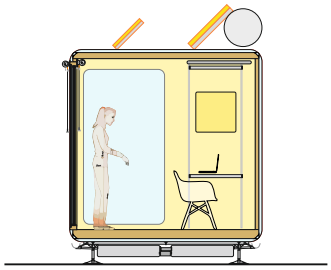


Figura 25: corte transversal (CAD) (1:100)

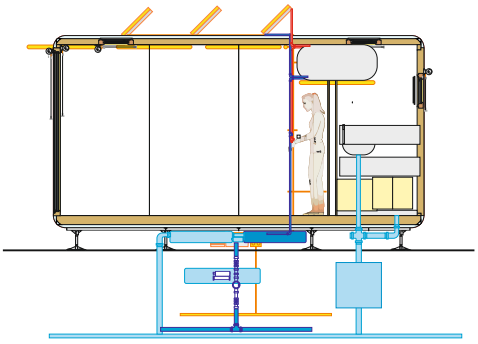


Figura 26: corte longitudinal (CAD) (1:100)

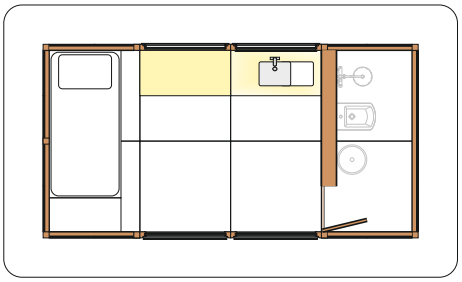


Figura 27: planta 1 (1:100)

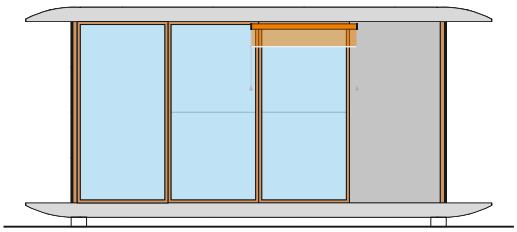


Figura 28: alçado sul 1 (1:100)

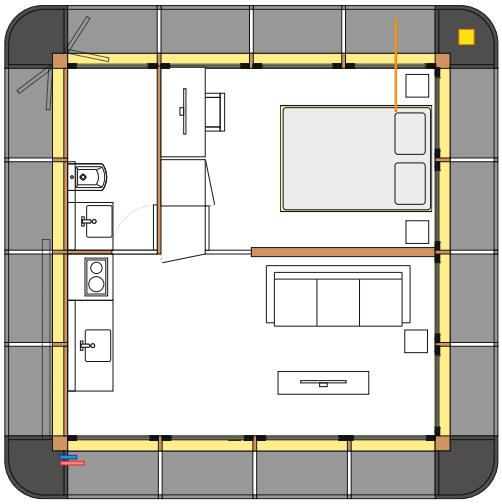


Figura 29: planta 2 (1:100)

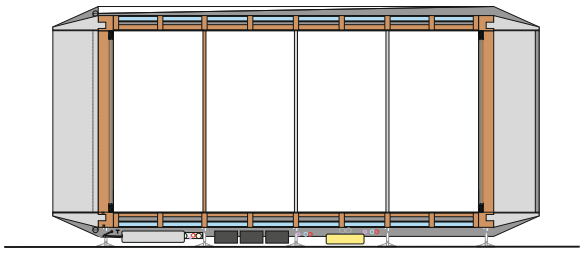


Figura 30: corte longitudinal (CAD) (1:100)

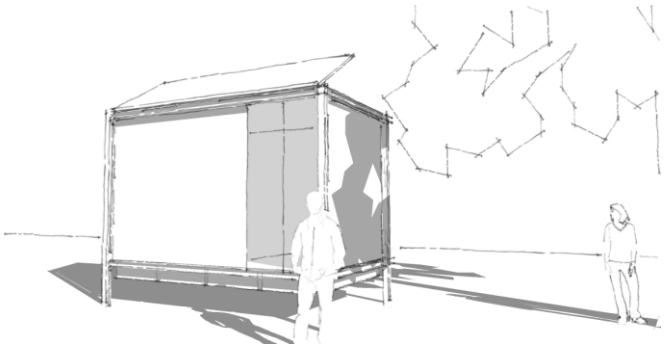


Figura 31: maquete digital do 5º estudo

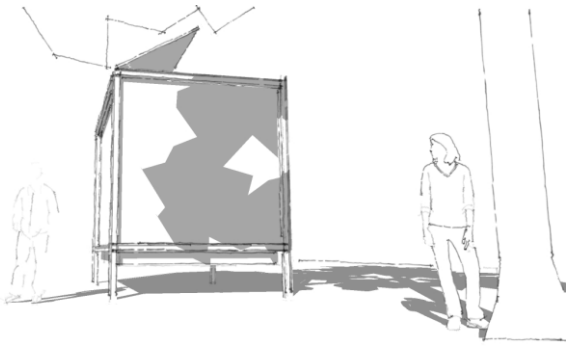


Figura 32: maquete digital do 5º estudo

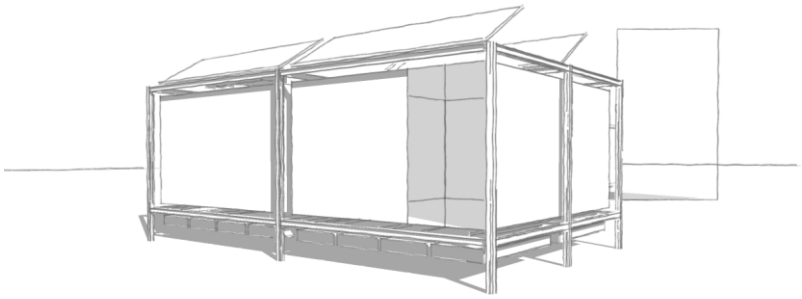


Figura 33: maquete digital do 5º estudo (vários módulos)

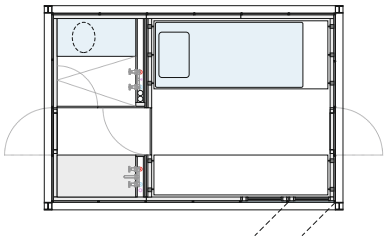


Figura 34: planta (CAD) (1:100)

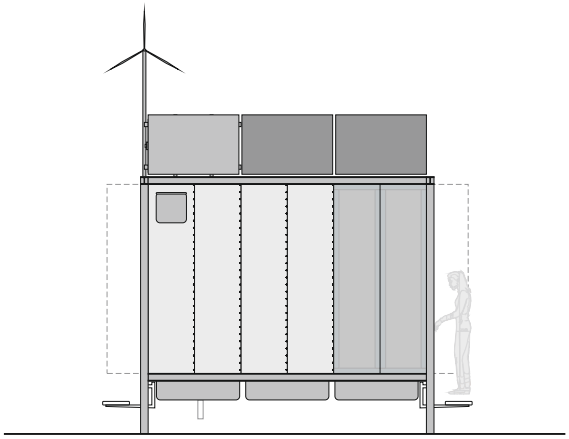


Figura 35: alçado sul (CAD) (1:100)

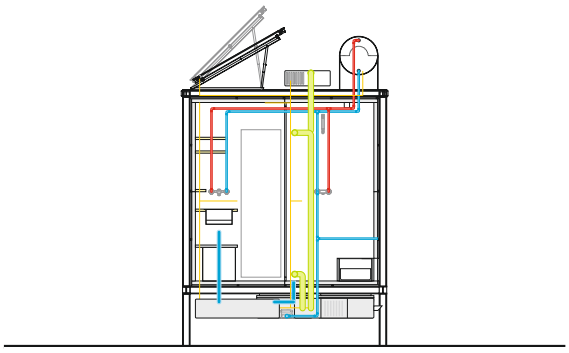


Figura 36: corte transversal com estudo de redes (CAD) (1:100)

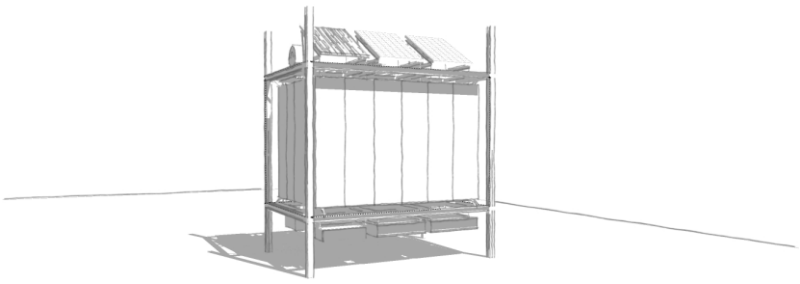


Figura 37: maquete digital do 6º estudo

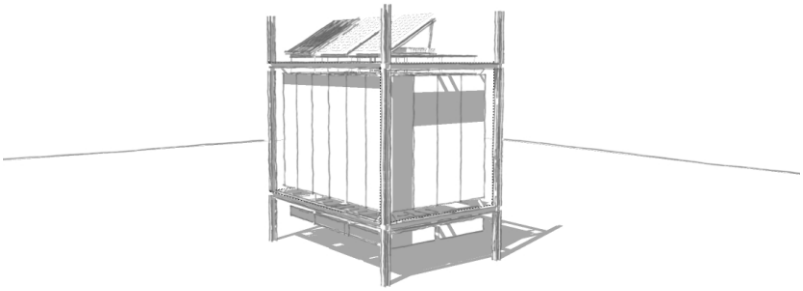


Figura 38: maquete digital do 6º estudo

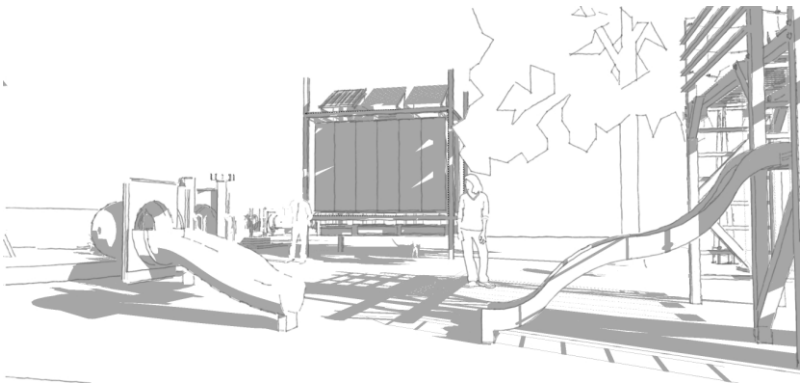


Figura 39: maquete digital do 6º estudo

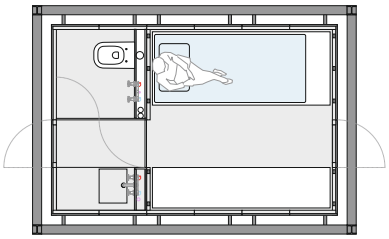


Figura 40: planta (1:100)

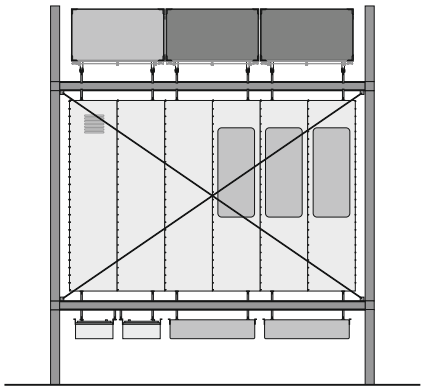


Figura 41: alçado sul (1:100)

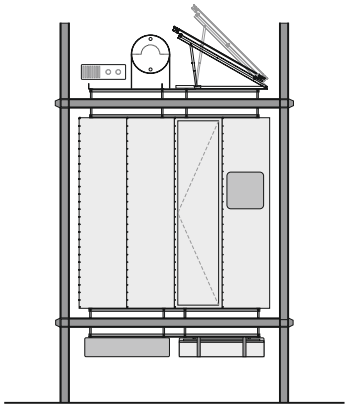


Figura 42: alçado poente (1:100)

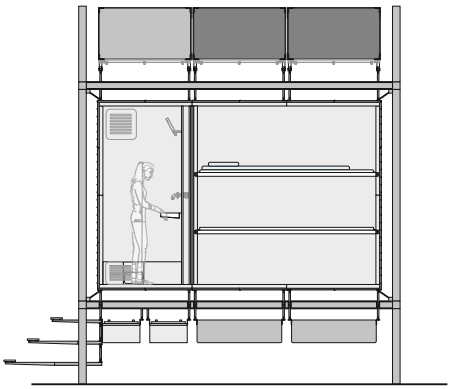


Figura 43: corte longitudinal (1:100)

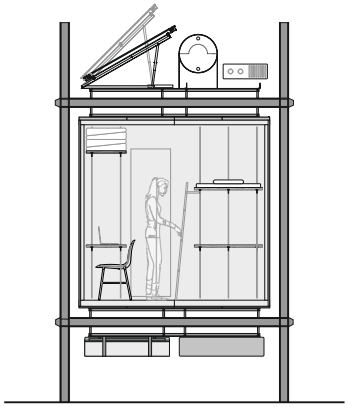


Figura 44: corte transversal A (1:100)

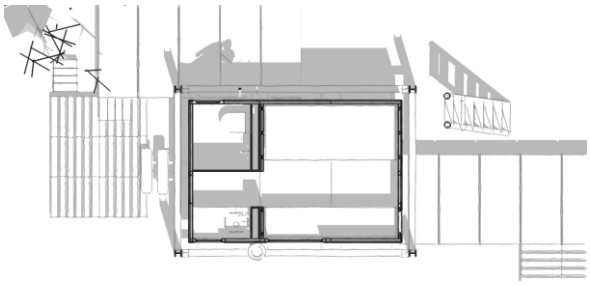


Figura 45: planta - maquete digital



Figura 46: alçado sul - maquete digital

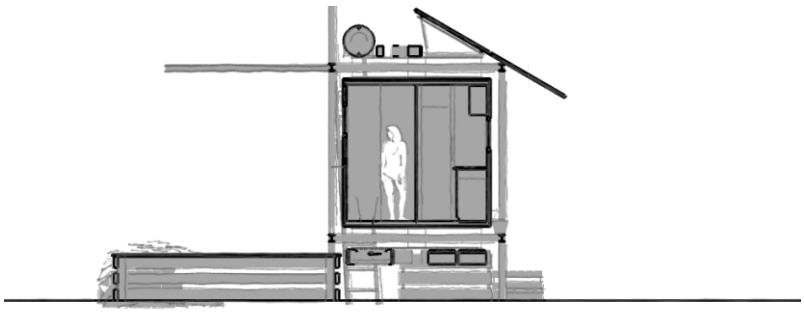


Figura 47: corte transversal - maquete digital

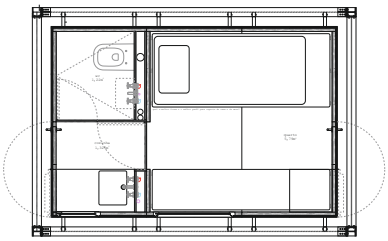


Figura 49: planta

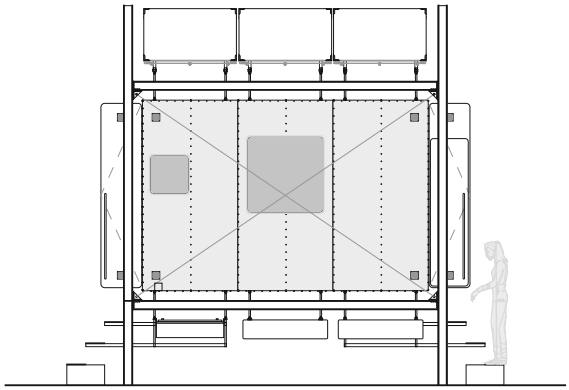


Figura 49: alçado sull (1:100)

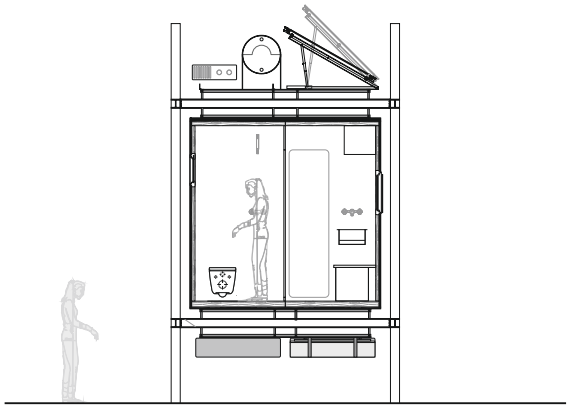


Figura 50: corte transversal (1:100)



Figura 51: maquete digital



Figura 52: maquete digital



Figura 53: maquete digital



Figura 54: maquete digital

2.2
PROJECTO FINAL

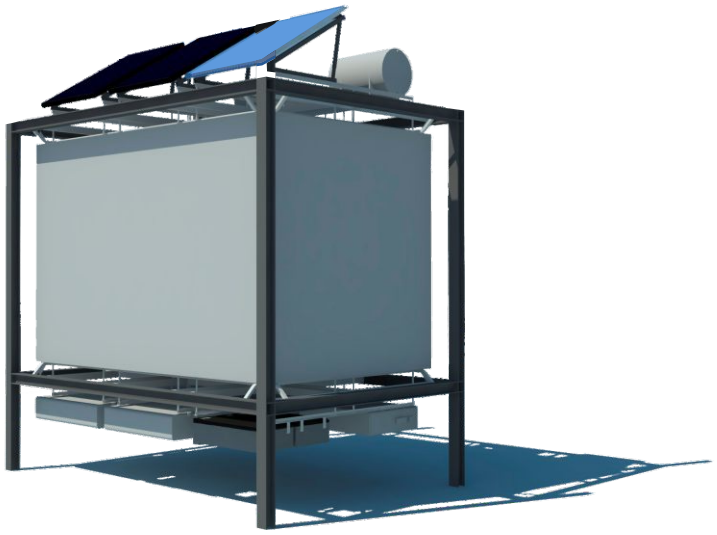
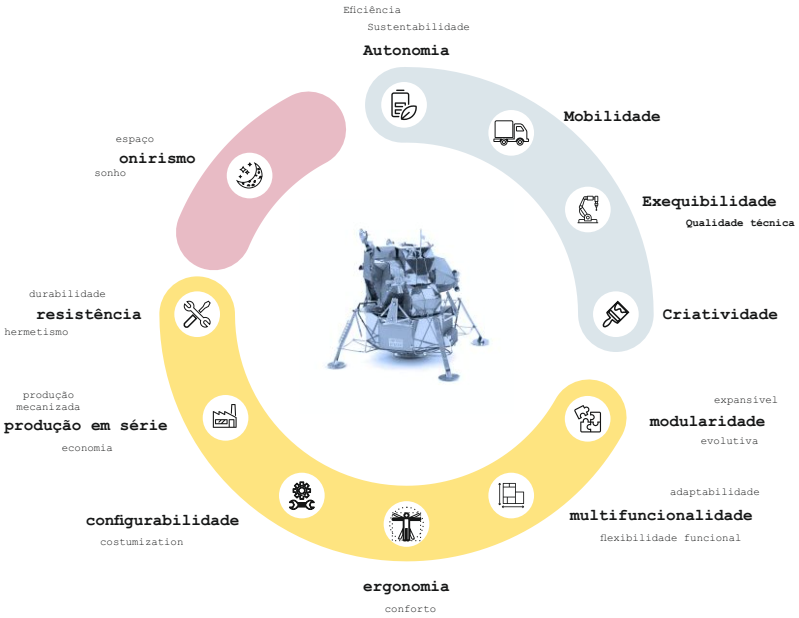


Figura 55: Maquete digital conceptual

Esquema 3: desenvolvimento conceptual da cápsula para festivais de verão



Descrição conceptual do projecto a concurso

Assumindo-se a relação entre a Música e o Espaço, surge, dentro duma lógica arquitectónica, o conceito de CÁPSULA, enquanto habitáculo de espaço reduzido, com características que remetem para a autonomia, a mobilidade ou a eficiência energética.

Esta lógica pretende aproximar o utilizador duma experiência mais intensa e duma relação mais próxima entre a Música e o Espaço, reforçando assim a componente onírica dum festival de verão.

Neste sentido, e de forma a responder às necessidades implicadas no regulamento do concurso, surgem sub-conceitos que reforçam o conceito principal e tornam o projecto mais completo.

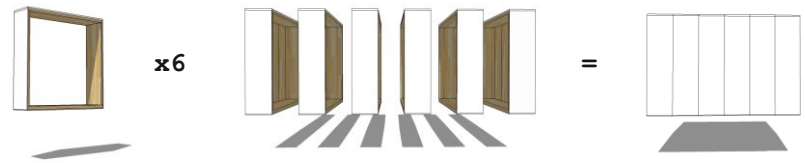
Na prática, o projecto assume materiais que, pelas suas características, remetem para a questão das cápsulas espaciais: o metal, os materiais refletores, a hermética, a resistência térmica, a mecânica, a ergonomia.

Após esses vários estudos, chegou-se a uma solução que integra mais equilibradamente as premissas iniciais (ver esquema 1) e que se aproxima mais da ideia de cápsula (espacial) e de máquina de habitar. Definiu-se assim a lógica construtiva e formal do projecto, para começar a analisar mais especificamente quais os materiais adequados e quais as melhores técnicas construtivas, pretendia-se um projecto hermético, de forma a ter uma melhor performance acústica e térmica.

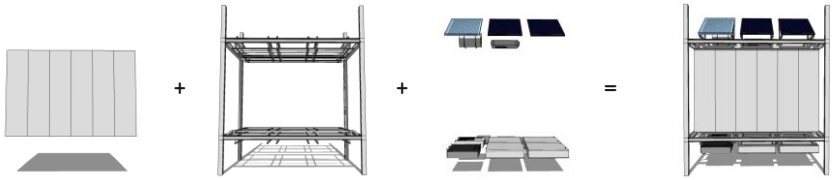
Surge então a ideia de separar a estrutura de suporte da estrutura habitável (ver esquema 2), um pouco influenciada pela arquitectura metabolista e pela arquitectura de Richard Rogers. Esta técnica permite que a estrutura seja independente do habitáculo, criando várias possibilidades de acoplar módulos na estrutura. Também as infra-estruturas conseguem maior liberdade no posicionamento. Nesse sentido, faz-se uma separação visual que, do ponto de vista didático, é bastante explicativa do desenvolvimento técnico do projecto, estando quase todos os componentes principais expostos, percebendo-se a sua lógica construtiva e os vários componentes. Desta forma, torna-se possível que o edifício se multiplique vertical e horizontalmente a partir do módulo base (ver imagens x a y). Foram definidos os materiais de forma a tornar o edifício confortável e mantendo a estética da máquina. Assim sendo foram definidos materiais quentes para o interior, essencialmente madeira, e materiais metálicos para o exterior.

Na figura 6 está o estudo estrutural que deu origem ao projecto final, onde já se percebe a separação da estrutura em relação ao habitáculo e percebe-se a integração livre das infra-estruturas, como os painéis solares (em cima) e os depósitos de água (em baixo). No esquema 2 percebe-se a lógica de desenvolvimento modular da estrutura interna do projecto.

Esquema 4: lógica de modularidade da estrutura interna



Esquema 5: lógica estrutural



habitáculo estrutura infraestruturas

Esquema 6: Relação de escala com outros projectos

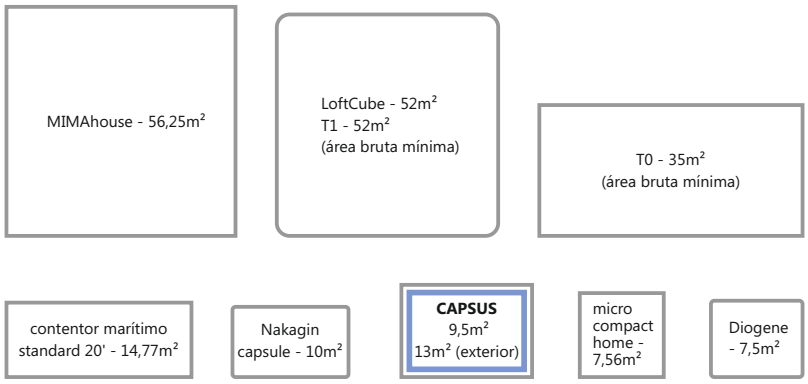




Figura 56: evolução da separação estrutural



Figura 57: maquetes digitais de estudo

Nesta página (figuras 1 e 2) vemos os primeiros modelos digitais, são modelo de estudo que ajudaram a perceber melhor questões as questões formais e materiais. Nas figuras 3 e 4 vemos os esquemas de desenvolvimento horizontal e vertical.

A seguir (página x e y) temos alguns estudos iniciais do projecto final que têm esquemas, esboços, desenhos técnicos e maquetes digitais. Estes estudos foram importantes para integrar todos os conceitos. No anexo X da presente dissertação encontram-se os estudos relativos ao desenvolvimento da primeira fase do projecto final, nele estão: desenho técnico de arquitectura, desenho técnico de estruturas, mapas de quantidades, esboços e maquetes digitais.

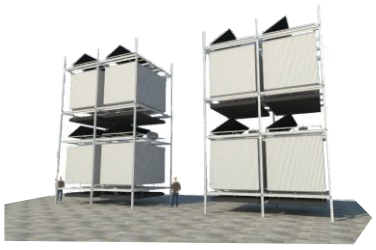


Figura 58: estudo de multiplicação vertical



Figura 59: estudo de multiplicação horizontal



Figura 60: evolução da proposta (de cima para baixo)

2.2.2. CAPSUS FV- 1.0 (PROJECTO A CONCURSO)

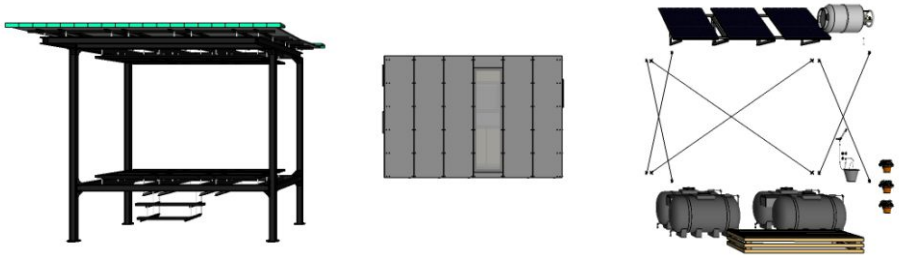
No seguimento do processo de projecto surgiu a possibilidade de o integrar um concurso académico, promovido pelo Portal da Construção Sustentável, ainda que fosse necessário ajustá-lo aos requisitos do concurso. O concurso baseava-se na criação dum alojamento para festivais de verão que predefinia a utilização de materiais específicos, dos patrocinadores do concurso, e que deveria ser móvel e auto-suficiente energeticamente, atingindo a classificação de A+ na certificação energética (o regulamento do concurso encontra-se completo no anexo da presente dissertação).

Assim sendo, foi desenvolvida uma proposta para o respectivo concurso e readaptou-se o projecto, apesar deste ter sofrido poucas alterações. Nesse sentido, a multifuncionalidade e flexibilidade do projecto foram postas à prova pelo juri do concurso, o que acabou por ser um teste às premissas a que o projecto se propôs desde início. (ver esquema 1)

Primeiramente foram analisados o requisitos do concurso e procedeu-se a um desenvolvimento conceptual, em que se relacionou a ideia de cápsula (espacial) com a ideia de *onirismo*[1], inerente à música e aos festivais de verão. (ver esquema 3).

A seguir é feita uma breve descrição técnica do edifício proposto a concurso.

1. onírico: adjetivo ;1. referente ao sonho; 2. que se assemelha ao sonho; Do grego óneiros, «sonho» +-ico.
onírico in Dicionário infopédia da Língua Portuguesa com Acordo Ortográfico [em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2017. [consult. 2017-08-06 00:02:07]. Disponível na Internet: https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/onírico



Esquema 6: lógica estrutural



Figura 61: maquete digital



Figura 61: maquete digital com transparência

Quadro 1: descrição resumida das características do projecto



Móvel

A dimensão do seu habitáculo é de 2,5 metros de largura, 3,68 metros de comprimento e 2,5 metros de altura, o que lhe confere dimensões próximas às de um contentor marítimo e que o coloca dentro da regulação que permite um transporte uniformizado nos vários tipos de vias.



Ergonómico

O projecto foi pensado e idealizado seguindo regras de ergonomia e proporção humana. O modulor esteve na base dimensional mas outras questões e medidas influenciaram o espaço, como as pesquisas feitas por Neufert e a sua equipa, o estudo da cozinha de frankfurt ou da Diogene criada em 2012 por Renzo Piano.



Configurável

Pode ser configurado e adaptado, desde a sua função e programa interior, aos materiais de revestimento e à sua dimensão. A sua flexibilidade permite que o projecto se possa adaptar a vários contextos. Associados a este tema estão outros temas como a modularidade, a multifuncionalidade, a arquitetura evolutiva.



auto sustentável

O edifício é auto-suficiente, através da utilização de depósitos para fornecimento e recolha de águas, de uma caldeira a pellets e de um sistema solar fotovoltaicos com autonomia da rede pública (off-grid). Os seus consumos diários de energia serão reduzidos recorrendo a sistemas de baixo consumo energético e a um sistema de controlo hermético, através de sombreamentos, fachadas e cobertura ventiladas.



Autonomia

O edifício tem capacidade de fornecimento de energia eléctrica de 2kWh/dia e dois dias de autonomia eléctrica no caso de falta de energia solar directa, através de painéis solares fotovoltaicos e do armazenamento em baterias;



recolha das águas pluviais

tem também 2 depósitos de água com capacidade de 900 litros cada, satisfazendo as necessidades dos 4 utilizadores durante 7 dias (consumo médio diário de 250L/pax); tem ainda 2 depósitos para recolha das águas residuais com capacidade de 900 litros cada (1800l), satisfazendo as necessidades dos utilizadores durante 7 dias.

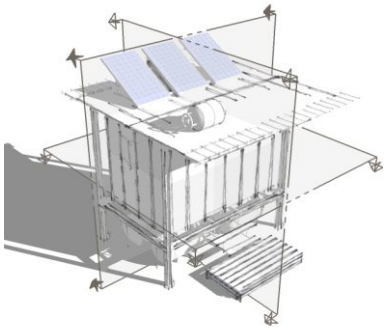


Figura 62: maquete digital com indicação dos cortes

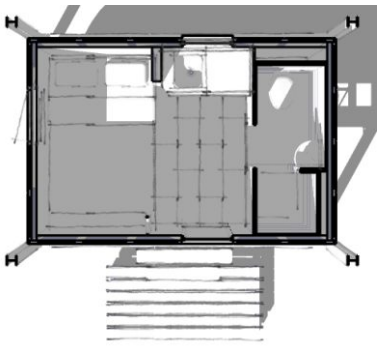


Figura 63: planta - maquete digital



Figura 64: corte transversal - maq. digital

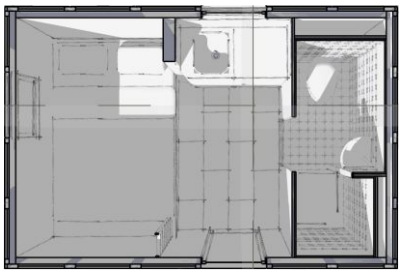


Figura 65: planta aumentada - maq. digital

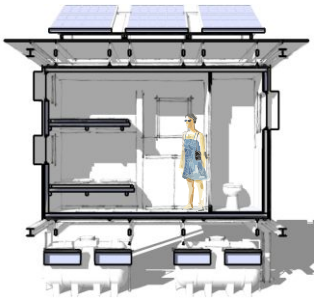


Figura 64: corte longitudinal - maq. digital

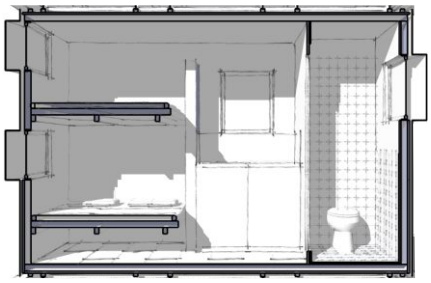


Figura 65: corte aumentado - maq. digital

2.2.3. DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO

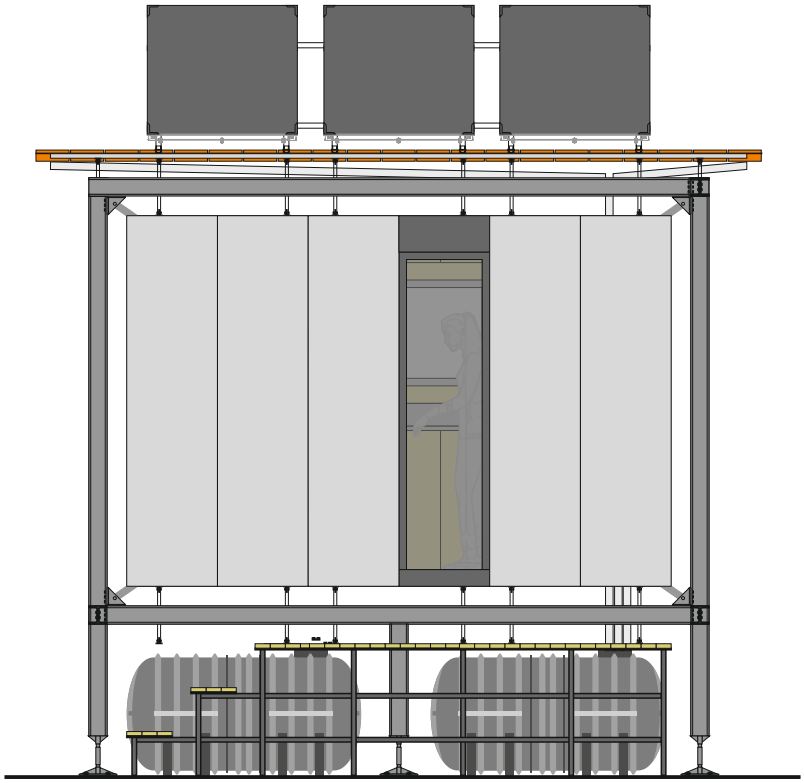
O edifício foi pensado para ser implantado na freguesia de Zambujeira do Mar, concelho de Odemira, pensado para funcionar, preferencialmente, durante períodos de longa e intensa exposição solar, durante o verão.

O mesmo consiste num alojamento móvel para festivais de verão com capacidade para quatro pessoas e respeita o regulamento criado para o concurso, que estabelece um conjunto de critérios técnicos e orçamentais.

É auto-suficiente energeticamente, através da utilização de depósitos para fornecimento e recolha de águas, de um depósito de gás e de um conjunto de painéis solares fotovoltaicos com sistema "of -grid". Os seus consumos diários de energia serão reduzidos recorrendo a sistemas de baixo consumo energético e a um sistema de controlo hermético eficaz, através de sombreamentos, fachadas e cobertura ventiladas, e, vãos envidraçados colocados de forma a promover a circulação do ar interior. O edifício tem capacidade de fornecimento de energia eléctrica de 2 kWh/dia e dois dias de autonomia eléctrica no caso de falta de energia solar directa, através de 3 painéis solares fotovoltaicos de 255W - 24V e do armazenamento em baterias. Após dois dias sem luz solar significativa as baterias podem ser recarregadas através de métodos artificiais.

Tem 2 depósitos de água com capacidade de 900 litros cada (1800 L), satisfazendo as necessidades dos 4 utilizadores durante 7 dias (com um consumo médio diário de 250 L por pessoa), devendo ser reabastecidos após esse consumo. Tem também dois depósitos para recolha das águas residuais com capacidade de 900 litros cada (1800 L), satisfazendo as necessidades dos utilizadores durante 7 dias.

Figura 66: alçado sul (CAD) (1:50)



A construção dos componentes do edifício é feita, essencialmente, em fábrica, ou seja, o edifício é constituído por materiais pré-fabricados, que depois serão transportados para o estaleiro de obra, onde serão montados no local. Todos os componentes do edifício podem ser transportados, em conjunto, num espaço com dimensões livres de 5,58 m de comprimento, 2.42 m de largura e 2,60 m de altura, como implicado no regulamento. A montagem do edifício pode ser efetuada, na totalidade, por três profissionais especializados no espaço de 6 horas, desde a chegada ao local de implantação.

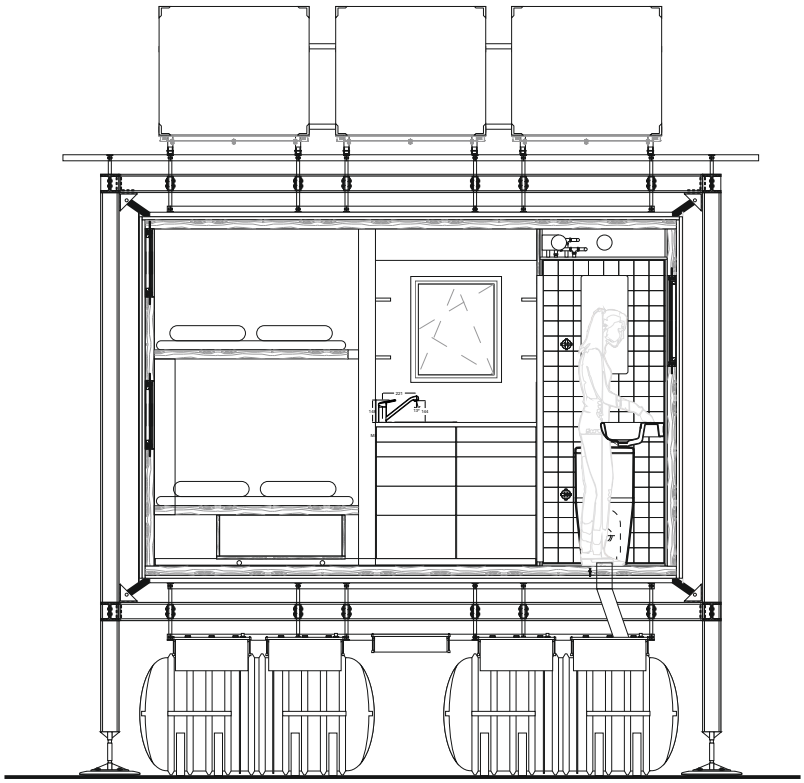
O edifício é composto por uma estrutura metálica externa que sustenta uma estrutura de madeira interna (ver desenhos técnicos e esquemas de conceito).

Após a primeira montagem, a estrutura interna de madeira pode ser transportada montada, com todos os seus componentes e acabamentos. A primeira montagem da subestrutura interior pode também ser feita em fábrica, em local externo à obra, de forma a reduzir o tempo da montagem no local. Todos os outros componentes, externos à subestrutura de madeira, devem ser desmontados e colocados ordenadamente no veículo de transporte em caso de deslocação do projeto. Após a primeira montagem, o edifício pode ser desmontado em 2 horas e montado novamente em mais 2 horas, por profissionais especializados.

Trabalhos preparatórios

Deverá ser prevista uma área plana livre de 100 m2, que abranja um camião com grua, uma zona para montagem da subestrutura e o próprio local de implantação da obra.

Figura 67: corte longitudinal (CAD) (1:50)



O local de implantação do edifício deverá ser, preferencialmente, plano, limpo e o solo deverá ser consistente. A dimensão das sapatas superficiais do tipo "pé de elefante" deverá ser calculada segundo as características do solo.

Fundações

O solo deve ser analisado e, caso se mostre necessário, compactado. O edifício assentará directamente sobre este através de sapatas integradas do tipo "pata de elefante", com diâmetro dependente do tipo de solo em causa.

Rede hidráulica

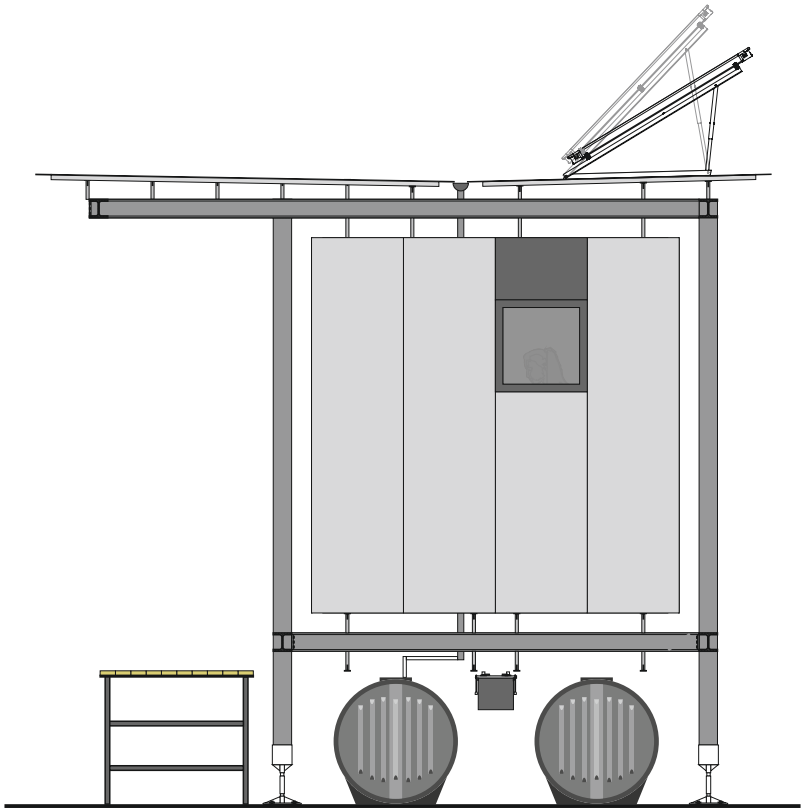
Após a preparação e limpeza do terreno, deverá ser delimitado o perímetro de construção e instalado o sistema de recolha e fornecimento de água com todas as tubagens e ligações, que ficam sob a subestrutura do edifício e à superfície (ver componentes no mapa de medições e orçamento).

Estrutura metálica

Devem ser respeitadas as normas de segurança aplicáveis para construções metálicas, incluindo as relativas a parafusos, porcas e anilhas, soldaduras, rebites, entre outros.

A estrutura metálica será produzida e acabada em fábrica e todas as peças deverão ser referenciadas em oficina para que as suas posições de montagem possam ser facilmente identificáveis. Cada peça deverá ser identificada com o número do respectivo desenho técnico. O esquema de montagem deverá seguir as indicações do desenho técnico (ver desenho técnico estrutura).

Figura 68: alçado nascente (CAD) (1:50)



Os perfis em aço, incluindo ligações e todos os trabalhos inerentes, tais como furações e protecção anti corrosão serão produzidos em fábrica e transportados para o local de obra prontos a serem montados.

As vigas devem ser revestidas com protecção anti corrosão de cor cinza escura (Cinza 70%).

As ligações da estrutura serão feitas por parafusos correntes resistentes à corrosão, não existindo soldaduras nas ligações.

Estrutura em madeira

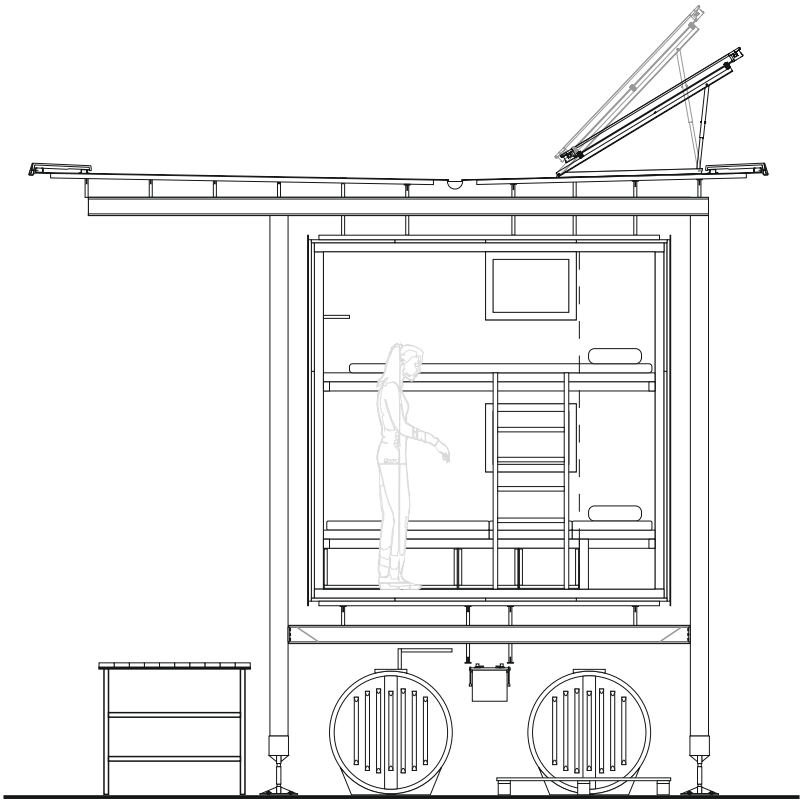
A madeira a utilizar enquanto solução construtiva será adquirida pela empresa TISEM. Nas paredes exteriores utilizar-se-á uma madeira resinosa leve. Para a cobertura será usada uma madeira resinosa densa enquanto que para o pavimento se optou por uma madeira resinosa semi-densa. A escolha do tipo de madeira e a respectiva espessura em cada um dos casos (parede exterior, cobertura e pavimento) está devidamente justificada no capítulo da certificação energética.

As paredes divisórias interiores serão em painel contraplacado marítimo com 2 cm de espessura e terão tratamento impermeabilizante nas faces expostas. A restante carpintaria (camas, mobiliário, entre outros) serão na mesma madeira das anteriores. A estrutura em madeira será produzida em fábrica e transportada para o local de obra pronta a ser montada.

Cobertura

Para a cobertura projectou-se uma chapa em zinco sobre a qual

Figura 69: corte transversal (CAD) (1:50)



assenta o sistema off-grid de três painéis fotovoltaicos. Nas extremidades da cobertura orientadas a Norte e Sul será colocada uma fileira de telhas Plasma da empresa Coelho da Silva.

Rede eléctrica

A iluminação será feita com tubos LED, em todo o perímetro interior da subestrutura de madeira, havendo espaço para colocação de luminária de exterior, suportada na estrutura metálica.

Serralharias

As serralharias serão em alumínio, com vidro simples e enviadas para o local de obra prontas a serem montadas.

Isolamentos

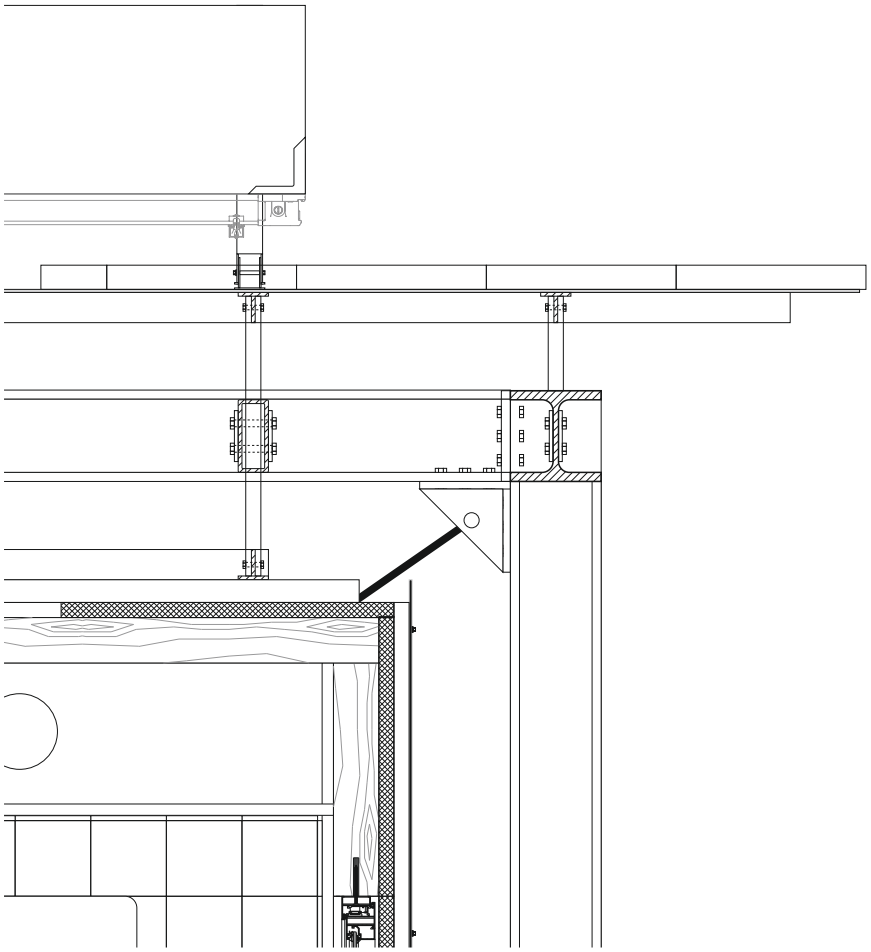
O isolamento nas paredes exteriores e no pavimento será garantido com a colocação de aglomerado de cortiça expandida (ICB) com espessura de 2 e 4 cm, respectivamente. Na cobertura será adotado um isolamento em aglomerado de cortiça natural com espessura de 6,5 cm. Em todos eles, o aglomerado de cortiça será adquirido através do Grupo Amorim.

O isolamento interior será feito apenas na casa de banho. Todas as paredes da casa de banho, incluindo chão e teto, serão protegidas com gesso Hidrófugo da Gyptec Ibérica, com uma espessura de 1,5 cm.

Revestimentos

O revestimento exterior é feito com placas de ALUCOBOND com altura de 2,45m, largura de 0,60 m e espessura de 4 mm.

Figura 70: corte construtivo (CAD) (1:10)



O revestimento interior será feito com verniz impermeabilizante nas paredes e teto e com piso em madeira semi-densa. Todas as paredes da casa de banho, incluindo chão e teto, serão revestidas com azulejo cerâmico branco de 10x10 cm.

Vãos envidraçados

4 janelas e 1 porta de perfil de alumínio anodizado natural Navarra n14 600, para formação de folha de janela, gama básica, inclusive juntas de estanquidade da folha e junta exterior do envidraçado, com o certificado de qualidade EWAA-EURAS (QUALANOD).

Aquecimento, arrefecimento e ventilação

Sendo um edifício destinado a funcionar no verão, não necessita de sistema de aquecimento devido às altas temperaturas características do local nesse período do ano. O arrefecimento e a ventilação são feitos através do sistema construtivo com fachada e cobertura ventiladas e refletoras e por ventilação cruzada através da posição dos vãos envidraçados.

AQS

O sistema de água quente sanitária é assegurado por uma caldeira pellets, com depósito de 50 litros de capacidade, respectivas tubagens e ligações.

Casa de banho

As loiças sanitárias serão brancas e adquiridas na Roca. O lavatório será do modelo "Viena". A torneira do lavatório da casa de banho

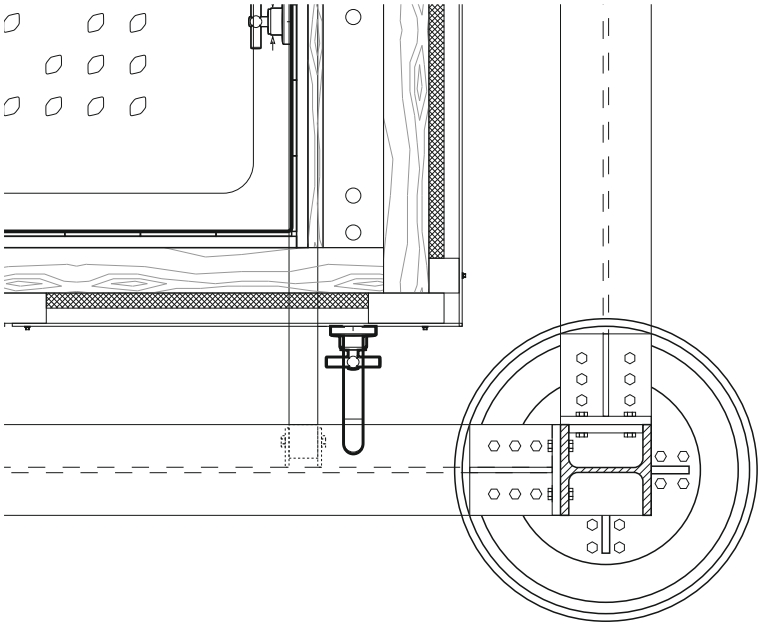


Figura 71: pormenor construtivo (planta) (CAD) (1:10)

será do modelo "Brava", bem como o chuveiro. Considera-se um tanque compacto de encastrar para sanita de pé com descarga dupla do modelo "In-wall", enquanto a sanita (com saída dual) mais tampa são da série "The Gap". A placa de accionamento com descarga dual é do modelo "In-wall – PL2 DUAL". Para a base de duche opta-se pela base em porcelana do modelo "Italia".

Cozinha

A banca da cozinha consistirá numa cuba de aço inoxidável da série "Viena". A torneira será de cano alto giratório e prelator da gama "Brava".

Zona de churrasco no exterior

A zona de churrasco será servida por uma torneira e um chuveiro fixados na parede exterior do edifício e por uma churrasqueira portátil. Deverá ser previsto um espaço para uma mesa e um guarda-sol ou outra protecção solar (árvore, estrutura coberta, etc.).

* Em anexo está toda a documentação relativa ao desenvolvimento do projecto na fase final, relativo ao concurso de ideias. Nesse anexo estão presentes: desenho técnico, documento de certificação energética, mapa de medições e orçamento e os painéis do concurso.

Figura 72: render



Figura 73: imagem foto-realista



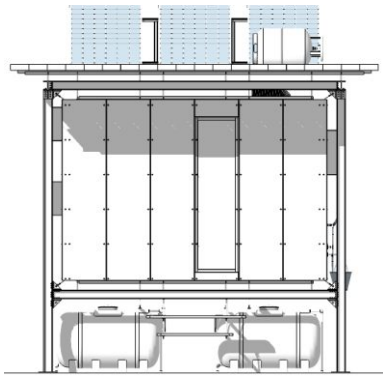


Figura 74: alçado sul

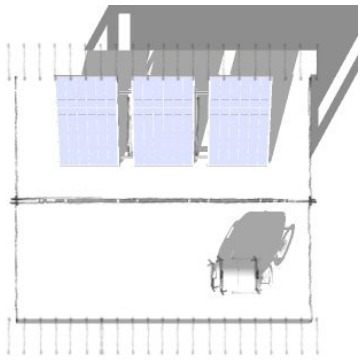


Figura 75: cobertura

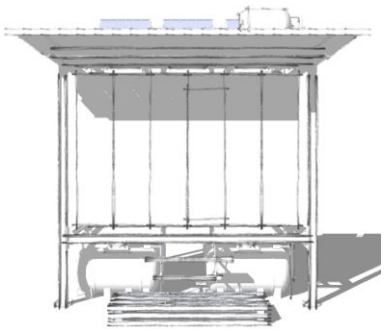


Figura 76: alçado sul

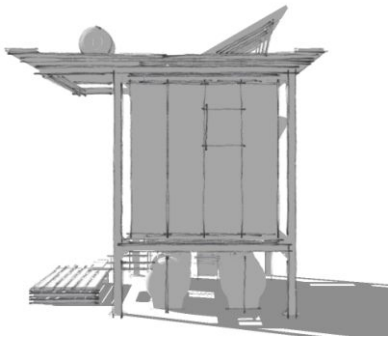


Figura 77: alçado nascente

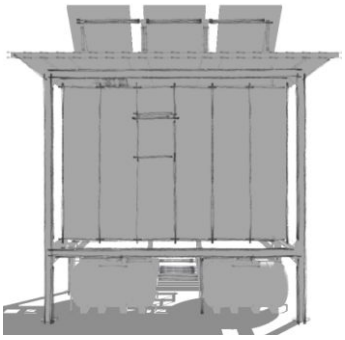


Figura 78: alçado norte

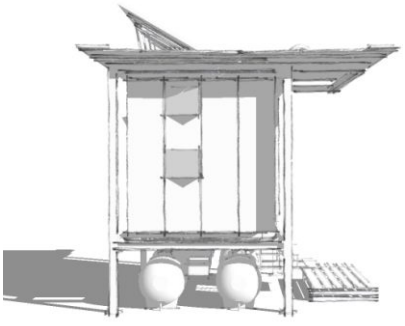


Figura 79: alçado poente

Figura 80: imagem foto-realista



Figura 81: planta (CAD) (1:50)

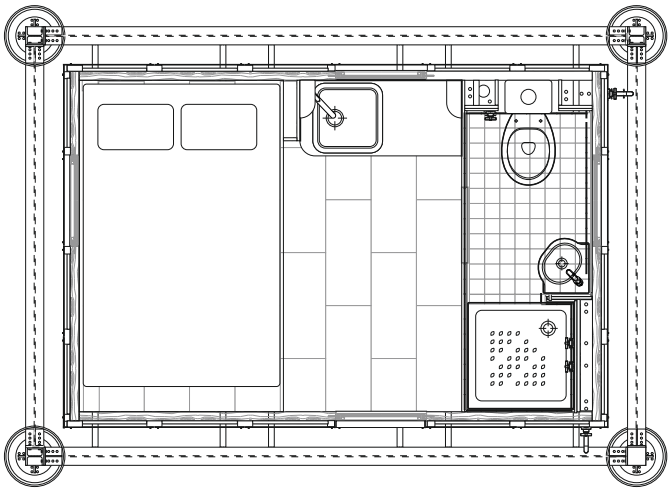




Figura 82: render

Figura 83: render

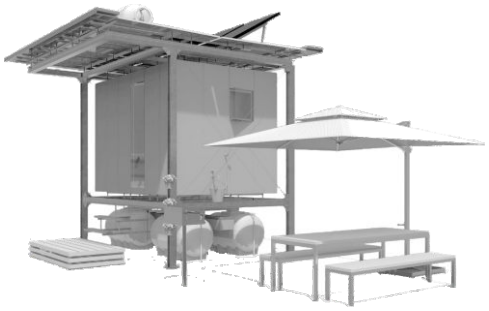


Figura 84: imagem foto-realista



Figura 85: render

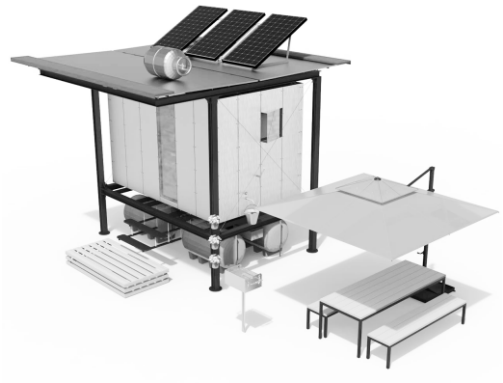


Figura 86: maquete de estudo



Figura 87: maquete de estudo

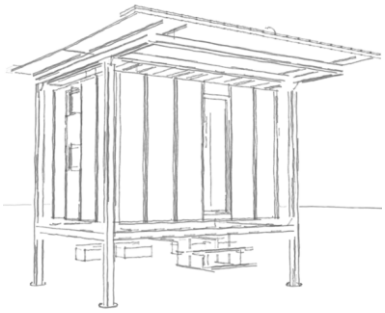


Figura 88: maquete de estudo

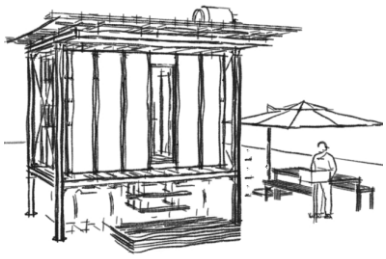


Figura 89: imagem foto-realista nocturna



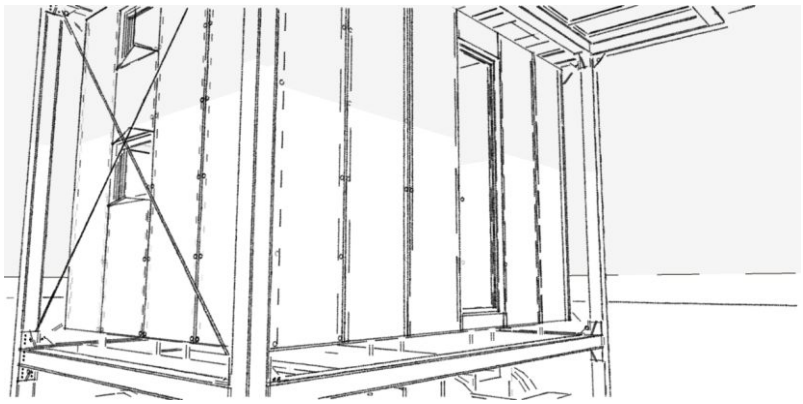


Figura 90: maquete de estudo com pormenores

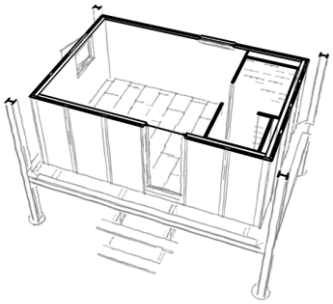


Figura 91: axonometria

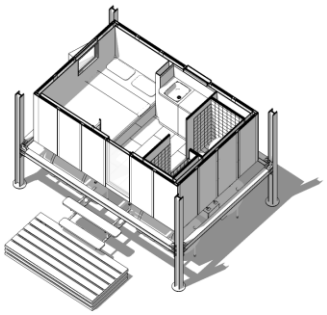


Figura 92: axonometria

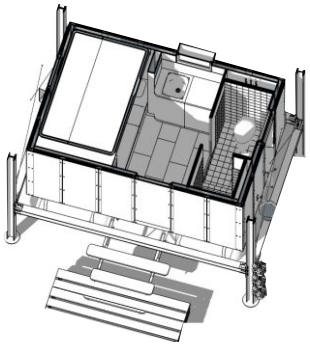


Figura 93: axonometria

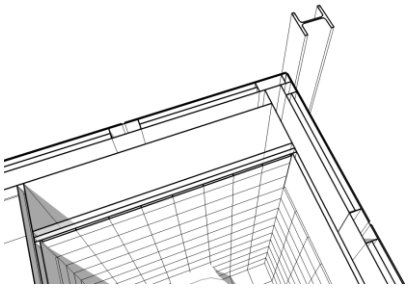


Figura 94: axonometria construtiva

Figura 95: imagem foto-realista



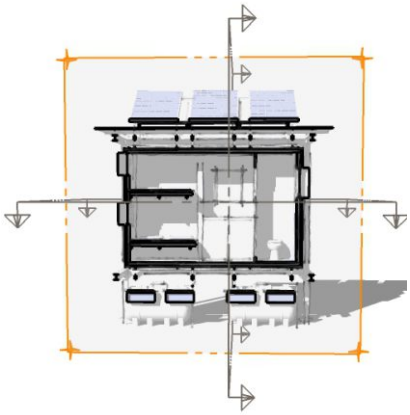


Figura 96: indicação de cortes



Figura 97: maquete digital com transparência

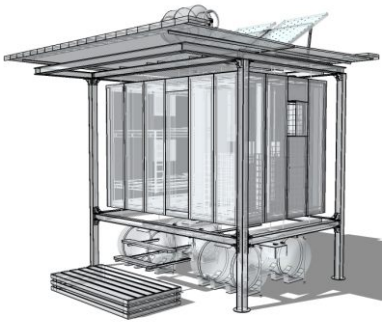


Figura 98: maquete digital com transparência

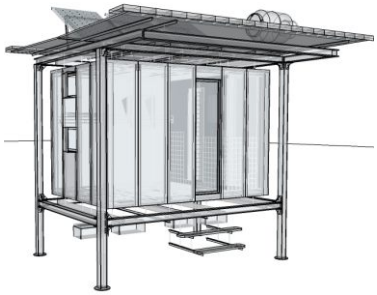


Figura 99: maquete digital com transparência

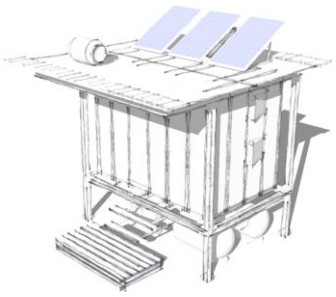


Figura 100: maquete digital (esquiço)



Figura 101: perspectiva construtiva com interior e materiais

Figura 102: render da casa-de-banho

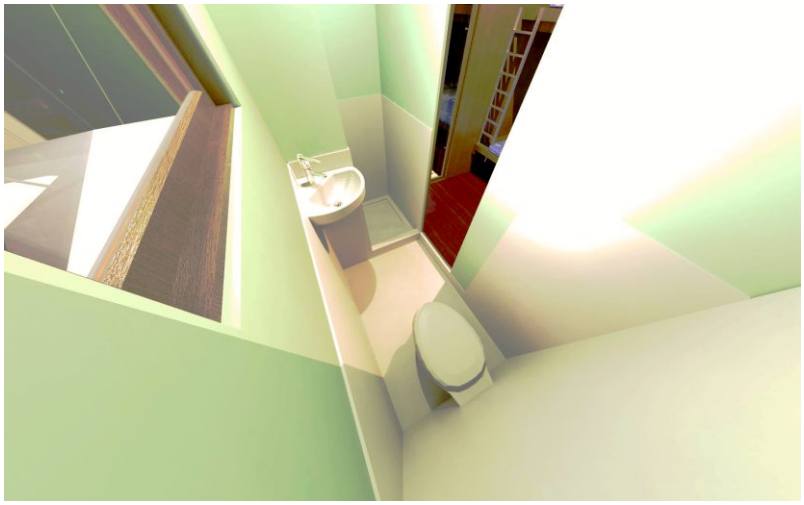


Figura 102: render do quarto + cozinha



1. CONCEITO: A «CÁPSULA»

Assumindo-se a relação entre a Música e o Espaço, surge, dentro duma lógica arquitectónica, o conceito de **CÁPSULA**, enquanto habitáculo de espaço reduzido, com características que remetem para a autonomia, a mobilidade ou a eficiência energética.

Esta lógiica pretende aproximar o utilizador duma experiência mais intensa e duma relação mais próxima entre a Música e o Espaço, reforçando assim a componente onírica dum festival de verão.

Neste sentido, e de forma a responder às necessidades implicadas no regulamento do concurso, surgem sub-conceitos que reforçam o conceito principal e tornam o projecto mais completo.

Na prática, o projecto assume materiais que, pelas suas características, remetem para a questão das cápsulas espaciais: o metal, os materiais refletores, a hermética, a resistência térmica, a mecânica, a ergonomia.

2. SUB-CONCEITOS DO CONCEITO PRINCIPAL

AUTÓNOMA

CONFIGURÁVEL

MÓVEL

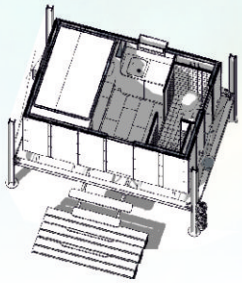
CÁPSULA

ERGONÓMICA

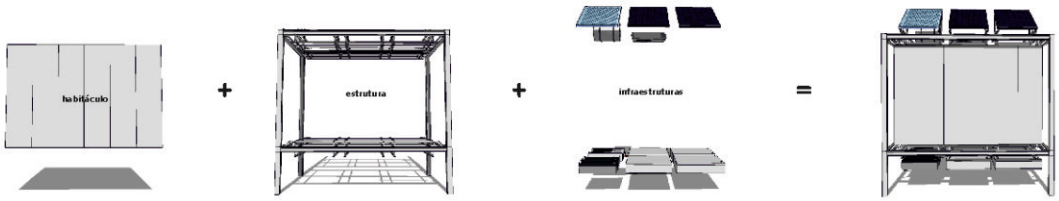
COMPACTA

MODULAR

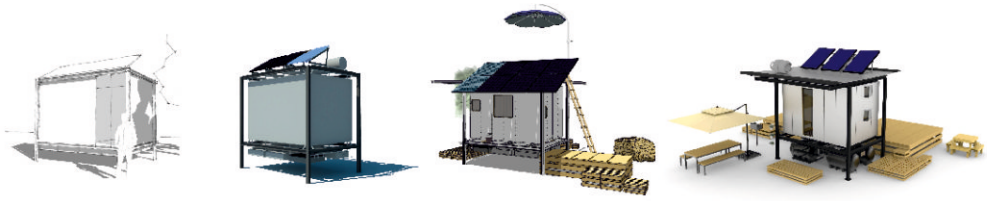
3. AXONOMETRIA



4. ESQUEMA ESTRURUTAL E CONCEPTUAL



5. FASES DE PROJETO



6. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS

A dimensão do seu habitáculo é de 2,5 metros de largura, 3,68 metros de comprimento e 2,5 metros de altura, o que lhe confere dimensões próximas às de um contentor marítimo e que o coloca dentro da regulação que permite um transporte uniformizado nos vários tipos de vias.

Móvel

O projecto foi pensado e idealizado seguindo regras de ergonomia e proporção humana. O modulor esteve na base dimensional mas outras questões e medidas influenciaram o espaço, como as pesquisas feitas por Neufert e a sua equipa, o estudo da cozinha de frankfurt ou da Diogene criada em 2012 por Renzo Piano.

Ergonómico

Pode ser configurado e adaptado, desde a sua função e programa interior, aos materiais de revestimento e à sua dimensão. A sua flexibilidade permite que o projecto se possa adaptar a vários contextos. Associados a este tema estão outros temas como a modularidade, a multifuncionalidade, a arquitetura evolutiva.

Configurável

auto sustentável

O edifício é auto-suficiente, através da utilização de depósitos para fornecimento e recolha de águas, de uma caldeira a pellets e de um sistema solar fotovoltaicos com autonomia da rede pública (off-grid). Os seus consumos diários de energia serão reduzidos recorrendo a sistemas de baixo consumo energético e a um sistema de controlo hermético, através de sombreamentos, fachadas e cobertura ventiladas.

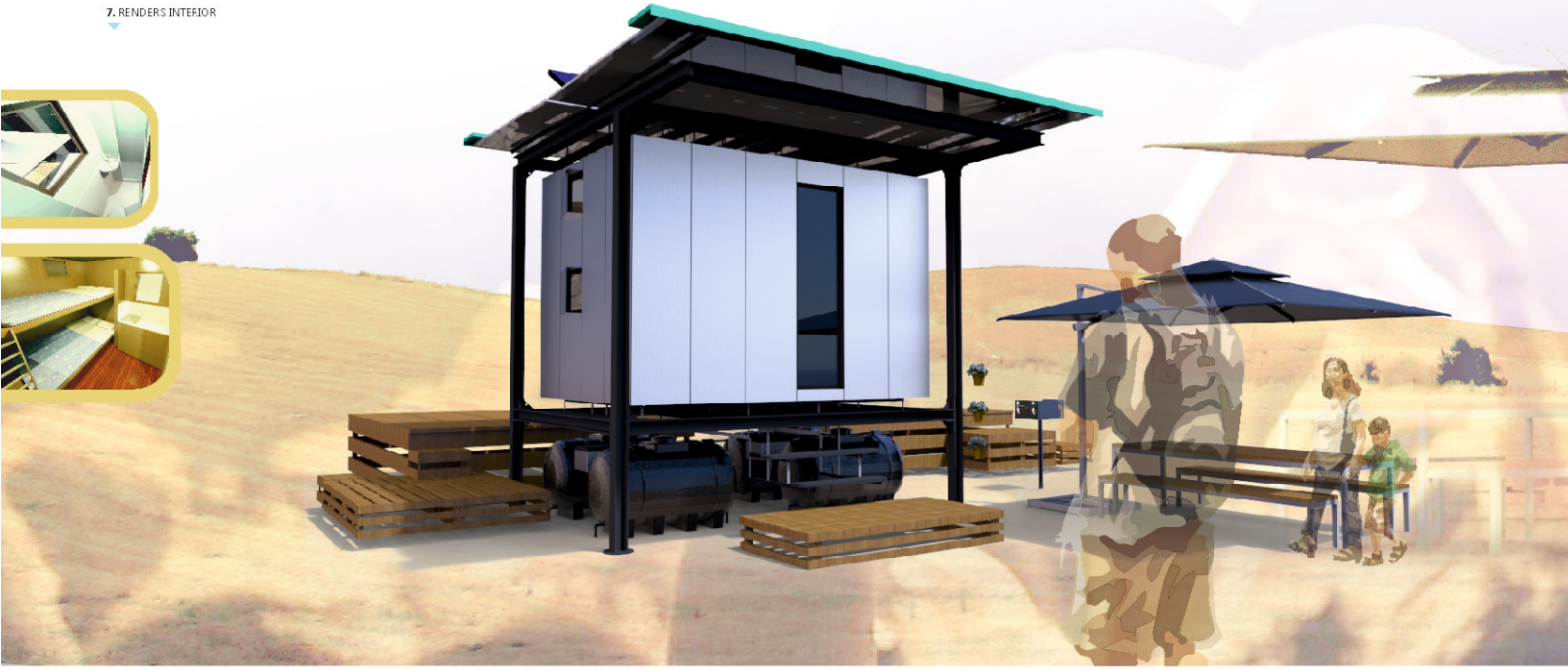
Autonomia

O edifício tem capacidade de fornecimento de energia eléctrica de 2 kWh/dia e dois dias de autonomia eléctrica no caso de falta de energia solar directa, através de painéis solares fotovoltaicos e de armazenamento em baterias.

recolha das águas pluviais

tem também 2 depósitos de água com capacidade de 900 litros cada, satisfazendo as necessidades dos 4 utilizadores durante 7 dias (consumo médio diário de 250L/pax). tem ainda 2 depósitos para recolha das águas residuais com capacidade de 900 litros cada (1800l), satisfazendo as necessidades dos utilizadores durante 7 dias.

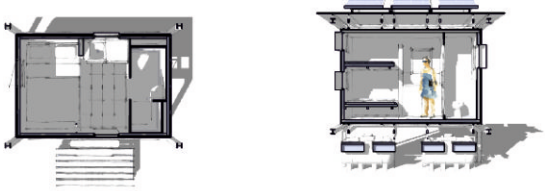
7. RENDERS INTERIOR



8. ESQUEMA DE ABRANGÊNCIA FUNCIONAL E CONCEPTUAL



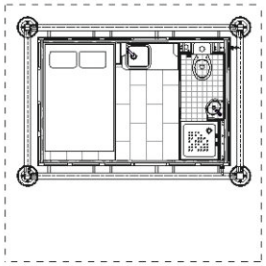
9. PLANTA E CORTES: SEM ESCALA



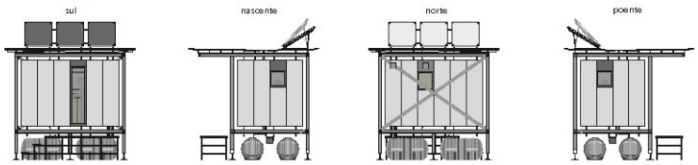
10. ESQUEMA DE CORTE



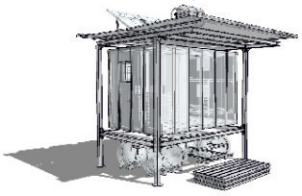
11. PLANTA (1:50)



12. ALÇADOS (1:100)



13. ESQUEMA COM TRANSPARÊNCIA





14. RENDERS EXTERIOR

CAPÍTULO 3
CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitos foram os autores que se debruçaram sobre a ideia de máquina, sobre a tecnologia que ajuda a produzir a casa, com várias posturas, em várias épocas e contextos.

Fuller, um homem de preocupações sociais redefiniu, com alguma visão de futuro, uma forma de habitar baseada em pressupostos nómadas, e aliou a tecnologia ao seu trabalho, ou melhor, transferiu tecnologia para a arquitectura, valorizando-a dessa forma. Prouvé evoluiu a modularidade adaptada à arquitectura, também este com propósitos sociais; a sua destreza técnica ajudou a que se visse a produção em série duma outra forma. O grupo inglês Archigram, com uma visão utópica e sem preconceitos, mostrou uma forma de estar e de habitar que absorveu a cultura vigente; ajudou-nos a perceber outras formas de ver a casa; motivou a evolução tecnológica e fez-nos ver o futuro e a tecnologia com mais optimismo. O metabolismo, surgido essencialmente no Japão de Kenzo Tange e Kurokawa, foi, mais uma vez, o culminar duma cultura nómada, que soube associar o desenvolvimento social, histórico e cultural à arquitectura; construiram (os metabolistas) de forma inovadora. Richard Rogers absorveu grande parte das ideias destes anteriores e desenvolveu uma arquitectura exemplar (técnica, funcional e socialmente) já próximo do século XXI, sendo que continua a desenvolver a sua actividade. Na sua obra, constatamos uma ideia de máquina que, muito dificilmente, se vê, pelo menos de forma tão intensa, noutros arquitectos. Uma linguagem contínua, uma forma de pensar a arquitectura muito própria. Adequou sistemas e processos de construção em prol da ideia de máquina de habitar e das possibilidades sociais e

técnicas que ela poderia oferecer. Wesley Jones, mais recentemente, estudou a máquina e desenvolveu projectos que foram odes a essa ideia; deixou de lado preconceitos e criou sistemas que elevaram a ideia de arquitectura industrial, transformando a possível frieza do metal em arquitecturas dinâmicas, livres e com uma forte personalidade.

Na actualidade, obras como a micro compact home ou o LoftCube tiraram partido da tecnologia evoluíram a multifuncionalidade, abrangendo muitos dos conceitos abordados neste trabalho, de forma exemplar. E há algo que os une, há uma visão optimista do futuro, há uma visão optimista da tecnologia.

Neste trabalho tentou-se expor os arquitectos que assumiram o presente tecnológico e o adaptaram; aqueles que, dalguma forma, transformaram as dificuldades em progresso técnico e arquitectónico; arquitectos (e não só) que conseguiram transformar a ideia de máquina em algo útil, funcional e arquitectonicamente harmonioso. O que não é tarefa fácil pois, a máquina, teve muitas vezes uma conotação negativa, essencialmente quando relacionada ao capitalismo; ou quando nos remete para a frieza, o ruído, a apatia, a poluição... Uns pensaram a arquitectura machine-made em integração com a natureza, com o lugar, como Mies, outros, como os pertencentes ao grupo Archigram ou os metabolistas, pensaram-na sem lugar, ou melhor, com vários lugares, móvel, mutável.

Não é fácil abstrairmo-nos do lugar quando construímos, por exemplo, ou esquecer a frieza e a lógica associada ao capitalismo da arquitectura mecânica, metálica, industrializada, mas, em todo o caso, este foi um estudo enriquecedor, técnica, tecnológica e historicamente.

Nas conclusões acerca do segundo capítulo há espaço para reflectir sobre os problemas e sobre o conhecimento que o projecto gerou. Se por um lado este tema se mostrou um pouco distante das minhas preocupações arquitectónicas habituais, por outro serviu para ter um ponto de vista mais abrangente sobre outras formas de pensar a arquitectura. Nesse sentido existe um conjunto de factores que em muito contribuíram para a minha formação enquanto futuro arquitecto.

Uma dessas questões tem que ver com os contactos que mantive com os vários sectores profissionais relacionados com a construção. A comunicação que houve com as empresas fornecedoras de materiais, por exemplo, ajudou-me a perceber alguns aspectos que até aqui costumavam passar despercebidos e ajudou-me a perceber um pouco melhor de que forma funciona a construção, principalmente em Portugal.

Outra questão proposta desde inicio, foi a de trabalhar com outras áreas do conhecimento, directa e proximamente, fosse a engenharia civil ou o design, por exemplo. Era um objectivo claro aquando da proposta de desenvolvimento do projecto prático. Nesse sentido, acabou-se por trabalhar com engenheiros mecânicos, civis e electrotécnicos, com designers de produto e com outros arquitectos, ainda que alguns destes fossem estudantes. No entanto, é importante perceber os diferentes pontos de vista de cada pessoa dentro de cada ramo profissional e, com isso, conseguir uma melhor comunicação com estes, aumentando o valor do trabalho final.

O orçamento final do projecto também ajudou a uma proximidade maior com os vários intervenientes e obrigou a um maior rigor orçamental, mostrando-se assim importante a escolha acertada dos

materiais e sistemas e um equilíbrio entre as escolhas e o orçamento disponível, limitado, como acontece com a grande maioria dos projectos.

Com o projecto prático, envolvemo-nos num concurso académico, para o qual foi convidada uma engenheira civil para auxiliar nas questões apresentadas no enunciado e para que se conseguísse desenvolver um projecto mais completo. E também por isso, acabamos por ser colocados em 2º lugar no concurso, o que, para além da questão monetária inerente, importou toda a experiência relacionada com esse prémio.

A apresentação do projecto, no Roca Lisboa Gallery, perante um público profissional e patrocinadores, foi também uma experiência enriquecedora que acabou por gerar mais oportunidades como, por exemplo, o convite que nos foi feito para apresentar o projecto durante o Archi Summit'17, no Parque das Nações em Lisboa. Toda essa experiência, relacionada com o concurso de ideias, ajudou a que se obtivesse um *feedback* por parte de vários agentes, o que se mostrou positivo também e que ajudou a por em evidência várias das dúvidas e questões que o projecto poderia levantar.

O projecto final acabou por ficar quase na sua fase inicial, ainda que bastante desenvolvida, mas teria sido importante que este módulo fosse exposto mais aprofundadamente em maiores dimensões, com mais junções de módulos iguais, para que se percebesse melhor a sua flexibilidade e multifuncionalidade. Em todo o caso, este não é um trabalho que termine aqui pois, a partir dele, novas ideias surgem e novos potenciais projectos a podem ser desenvolvidos no futuro, dentro desta lógica de modularidade e auto-sustentabilidade.

Espera-se que as ideias expostas neste estudo proporcionem um melhor entendimento arquitectónico ao leitores e, nesse sentido, seja uma base de apoio para futuras investigações. Investigações essas que possam desenvolver o tema sob diferentes pontos de vista, gerando, assim, mais conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Ana Bento, engenheira civil, pela dedicação e esforço e pela ajuda que prestou nas questões energéticas e estruturais do projecto; Ao Elias, engenheiro electrotécnico e investigador na área das energias renováveis aplicadas à indústria automóvel, pelos esclarecimentos acerca dos sistemas auto-suficientes de captação e transformação de energia; Ao Portal da Construção Sustentável e a todos os patrocinadores do concurso Ecohut (Alucobond, CS - Coelho da Silva, Grupo Amorim, Gyptec e Roca) pelos esclarecimentos técnicos e pela disponibilidade; Ao Dan Munteanu, designer industrial, pela ajuda com o tratamento final do projecto; À Inês, pela ajuda com o inglês; Ao professor Eliseu, pela orientação rigorosa; À minha família; Aos meus amigos; À Covilhã; Ao Porto; À FAUP e a todos aqueles com quem pude aprender durante esta jornada que foi o curso de Arquitectura.

Obrigado a todos.

Capítulo 1

Dissertações de mestrado:

ATAÍDE, Sara Vaz Serra Brito - Tecnologia no doméstico: Habitar a cápsula. Coimbra: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. 2009. Dissertação de mestrado.

CALAPEZ, André de Castro - ARQUITETURA SOBRE RODAS: O arquiteto e a habitação móvel. Porto: Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto. 2013. Dissertação de mestrado.

CARVALHO, Ana Rita Gomes. A casa tanto é minha como tua!: Kambioos – modelo de habitação mínima. Covilhã: Universidade da Beira Interior, 2013. Dissertação de mestrado.

CASEIRO, Angélique. O Sistema Construtivo Modular em Madeira como Contributo à Arquitetura Sustentável. Dissertação de mestrado. Univeridade da Beira Interior. Covilhã, 2013.

COSTA, Afonso Tigre Lopes da. DOCUMENTA INVADERS. Porto: Universidade Lusíada do Porto. 2013. Dissertação de Mestrado.

COSTA, Pedro Joel - Sistemas Modulares: Do lugar ao projeto. Porto: Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto. 2012. Dissertação de mestrado.

COSTA, Pedro Joel Loureiro da - Sistemas modulares : do lugar ao projeto / Pedro Joel Loureiro da Costa ; Prof. responsável António Madureira. - Porto : Faup, 2012. - 94 p.. - Ano lectivo 2011/2012. - Contém CD. - Dissertação de mestrado integrado .

DOMINGOS, João. Um sistema de arquitetura modular. Dissertação de mestrado. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2013.

FARELEIRA, Ana Raquel Martins - UMA QUESTÃO DE ESPAÇO: Protótipo de alojamento mínimo flexível. Covilhã: Universidade da Beira Interior. 2012. Dissertação de mestrado.

FERREIRA, José Francisco Carvalho - "House in a Box": Um estudo sobre o pré-fabricado na arquitectura. Coimbra: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. 2011. Dissertação de mestrado.

FOLZ, Rosana. Mobiliário na Habitação Popular. São Paulo: Universidade de São Carlos, 2008. Dissertação de mestrado.

FONSECA, Nadja Maria Ribeiro - HABITAÇÃO MÍNIMA: O paradoxo entre a Funcionalidade e o Bem-Estar. Coimbra: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. 2011. Dissertação de mestrado.

FONYAT, Mariana. A Pré-fabricação e o Projeto de Arquitetura. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre 2013.

JESUS, Tânia Raquel Oliveira - A casa como maqueta 1:1: novos processos de construção em madeira. Porto: Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto. 2013. Dissertação de mestrado.

JOSÉ, Ana Margarida Fleming. O Mínimo como Habitação. Covilhã: Universidade da Beira Interior, 2012. Dissertação de mestrado.

MARQUES, André dos Santos. (Re) Habitar o Espaço Mínimo.: A multifuncionalidade como estratégia de reabilitação. Covilhã: Universidade da Beira Interior, 2012. Dissertação de mestrado.

ROSA, Wilhelm - Arquitetura industrializada: a evolução de um sonho à modularidade. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. 2006. Dissertação de Mestrado.

PAIS, Adelaide João Silva Campos. Arquitetura modular e sustentabilidade. Covilhã: Universidade da Beira Interior. 2012. Dissertação de Mestrado.

SANTOS, Marco. Flexibilidade e mutação: Proposta de um sistema modular flexível para habitação colectiva na Covilhã. Dissertação demestrado, Univeridade da Beira Interior. Covilhã, 2012.

SOARES, Vânia. Habitação Mínima. Dissertação de mestrado. Universidade da Beira Interior. Covilha, 2014.

SPÍNOLA, Alcindo. Casa Zero. Porto: Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto. 201X. Dissertação de Mestrado.

TEIXEIRA, Liliana. START-UP ARCHITECTURE!. Dissertação de Mestrado. Universidade de Coimbra. Coimbr, 2013.

TRISTÃO, Luís Manuel Martins - **A junta como elemento arquitectónico : relação com a tectónica e a obra de Renzo Piano** / Luís Manuel Martins Tristão ; Prof. responsável Eliseu Gonçalves. - Porto : Faup, 2007. - 95 p.. - Ano lectivo 2006/2007. - Autorizada reprodução. - Contém CD.

Teses de Doutoramento:

CABRAL, Claudia P. C. - **Grupo Archigram, 1961-1974. Uma Fábula da Técnica**. 2001, p. 37. Tese (Doutorado). Escola Técnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, ETSAB Universitat Politécnica de Catalunya, Barcelona, 2002. Disponível em: <http://www.tdx.cesca.es>. Acesso em: 14 mar. 2005.

FOLZ, Rosana Rita - PROJETO TECNOLÓGICO PARA PRODUÇÃO DE HABITAÇÃO MÍNIMA E SEU MOBILIÁRIO. São Paulo: Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. 2008. Tese de doutoramento.

CAMPOS, Inês. Concepção Arquitectónica e Estruturas Metálicas em Habitação. Covilhã: Universidade da Beira Interior, 2015. Tese de doutoramento.

Revistas e periódicos:

El Croquis - EDUARDO SOUTO DE MOURA 1995/2005: la naturalidad de las cosas - nº 124 - El Croquis editorial: El Escorial. Madrid. España

El Croquis - EDUARDO SOUTO DE MOURA 2005/2009: teatros del mundo - nº 146 - El Croquis editorial: El Escorial. Madrid. España

Artigos e sítios on-line:

JORGE, Pedro António Fonseca - A dinâmica do espaço na habitação mínima. [Em linha] . 2013. [Consult. 14 jun. 2015]. Disponível na Internet: http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/14.157/4804

MICHELA, L. Dymaxion "Wichita" House in docomomo [em linha]. [Consult. em 4 Mar. 2016]; Disponível na internet em: http://www.docomomo-us.org/register/fiche/dymaxion_wichita_house.

COLIN, Sílvio. High Tech, Um Maneirismo do século XX. [Em Linha] ; [Consult. 28 Abr. 2016]. Disponível na internet: https://coisasdaarquitetura.wordpress.com/2013/02/23/high-tech/

ROGERS STIRK HARBOUR + PARTNERS: [Em Linha]; [Consult. 1 Mai. 2017]. Disponível na internet: https://www.rsh-p.com

RENZO PIANO BUILDING WORKSHOP - [Em Linha]; [Consult. 1 Mai. 2017]. Disponível na internet: http://www.rpbw.com/

FOSTER + PARTNERS - [Em Linha]; [Consult. 1 Mai. 2017]. Disponível na internet: http://www.fosterandpartners.com/

ARCHIGRAM ARCHIVES - [Em Linha]; [Consult. 23 jan. 2017]. Disponível na internet: http://www.archigram.net/index.html

JONES PARTNERS - [Em Linha]; [Consult. 1 Mai. 2017]. Disponível na internet: http://www.jonespartners.com/

KALHOEFER-KORSCHILDGEN - [Em Linha]; [Consult. 1 Mai. 2017]. Disponível na internet: http://www.kalhoefer-korschildgen.de/de/projekte/realisierungen/fahrt_ins_gruene.html

ADAPTABLE HOUSING: R e H o u s i n g 2 0 0 6 - [Em Linha]; [Consult. 1 Mai. 2017]. Disponível na internet: https://www.habiter-autrement.org/11.construction/contributions-11/Adaptable-houses.pdf

LOFTCUBE - [Em Linha]; [Consult. 1 Mai. 2017]. Disponível na internet: http://www.loftcube.net/

FINECUBE - [Em Linha]; [Consult. 1 Mai. 2017]. Disponível na internet: http://www.fincube.eu/

TREEHOUSE - [Em Linha]; [Consult. 1 Mai. 2017]. Disponível na internet: http://www.treehouse.pt

MICRO COMPACT HOME - [Em Linha]; [Consult. 1 Mai. 2017]. Disponível na internet: http://www.microcompacthome.com/

MIMAHOUSE - [Em Linha]; [Consult. 23 Mai. 2017]. Disponível na internet: http://www.mimahousing.com/

Livros e monografias:

ALLISON, P. - **The flexibility of modular and movable systems**. A+T Magazin, Dezembro, 1998.

ALLMENDIGER, Philip - **Planning in postmodern times**. - London : Routledge, 2001. - 279 p. ; 24 cm. - (The RTPI library series ; 01). ISBN 0-415-23423-9

Archigram / ed. by Peter Cook... [et al.]. - New York : Princeton Architectural Press, 1999. - 144 p. : il. ; 28 cm. ISBN 1-56898-194-5

Archigram / Centro Georges Pompidou ; coord. Françoise Marquet. - Paris : C.G.P., [cop.1994]. - 233 p. : il. ; 30 cm. - (Monographie). - Ouvrage publié à l'ocasion de l'exposition "Archigram", 1994, C. G. P. ISBN 2-85850-786-4

FULLER **Cit. por** BANHAM, 1979, p.509 - **Theory and Design in the First Machine Age**. Praeger. 1960.

BENEVOLO, Leonardo - **História da Arquitetura Moderna**. Editora Perspetiva, 3ª ed. São Paulo, 2001.

BIGNON, Jean Claude - **Jean Prouvé : entre artisanat et industrie : 1923-1939**, Catherine Coley. Nancy: Archives Moderne de l'Architecture Lorraine, E.A.N., 1990.

BLAKE, Peter - **Philip Johnson**; trans. Karin Bruckner, Nora von Muhlendahl. - Basel : Birkhauser, 1996. - 254 p. : il. ; 25 cm. - (Studio Paperback). - Bilingue. ISBN 3-7643-5393-7

BLASER, Werner - **Mies van der Rohe, Farnsworth house : weekend house=wochenendhaus**; trad. Katja Steiner, Bruce Almberg. - Basel : Birkhäuser, 1999. - 82 p. : il. ; 23 cm. - Bilingue. ISBN 3-7643-6089-5

BUCHANAN, Peter - **Renzo Piano Building Workshop : complete works**. - London : Phaidon, 1999. - 3 vol : il. ; 29x25 cm. ISBN 0714838985

BUISSON, Ethel - **The presence of the case study houses** - Basel : Birkhäuser, 2004. - 309 p. : il. ; 27 cm. ISBN 3-7643-7118-8

Centre Georges Pompidou: Du Plateau Beaubourg au Centre Georges Pompidou - Centre Georges Pompidou ; Renzo Piano ; Richard Rogers ; entretien avec Antoine Picon. - Paris : C.G.P., [cop.1987]. - 168 p. : il. ; 28x31 cm. - Anniversaire du Centre Georges Pompidou, 10º, Paris, 1987 - ISBN 2-85850-377-X

COHEN, J. - **Le Corbusier: Lirismo da Arquitectura da Era da Máquina**. Taschen, Lisboa 2006.

COHEN, Jean-Louis - **Le Corbusier, 1887-1965 : lirismo da arquitectura da era da máquina**. Koln: Taschen. 2005. ISBN 3-8228-4213-3.

COLLINS, Peter - **Changing ideals in modern architecture : 1750-1950**; for. Kenneth Frampton. - 2nd ed. - [S.l.] : McGill University Press, 1998. - 308 p. : il. ; 24 cm. ISBN 0-7735-1704-9

COOK, Peter – **Archigram**. 2nd ed. New York: Princeton Architectural Press, 1999. 141 p. ISBN 1568981945.

Dance with archigram / ed by Kim Jeoung-eun, Kim Hyouk-Joon. - Seul : Space publishing, 2005. - 205 p. : il. ; 22 cm. - Desaparecido. - Bilingue. ISBN 89-85127-07-1

ENJOLRAS, Christian - **Jean Prouvé : les maisons de meudon : 1949-1999**. Paris: Éditions de la Villette, 2003. ISBN 2-903539-69-3.

FIGUEIRA, Jorge - **Reescrever o pós-moderno : sete entrevistas**. - Porto : Dafne, 2011. - 180 p. : il. ; 23 cm. ISBN 978-989-8217-17-2

FIGUEIRA, Jorge - **A periferia perfeita : pós modernidade na arquitectura portuguesa, anos 19620 1980**. - Casal de Cambra : Caleidoscópio, 2014. - 359 p. : il. ; 26 cm. ISBN 978-989-658-276-0

FRAMPTON, Kenneth - **História crítica da arquitetura moderna**; trad. Jeferson Luiz Camargo. - 4ª edição revista, ampliada e atualizada. - São Paulo : Martins Fontes, 2015. - 529 p. : il. ; 21 cm. ISBN 978-85-8063-210-1

GIEDION, Siegfried – **Mechanization Takes Command**. 3nd ed. New York : W. W. Norton, 1975. 743 p. ISBN 0393004899.

GROPIUS, Walter - **The New Architecture and the Bauhaus**. Londres: S.e. 1935.

GROPIUS, Walter - **Bauhaus: novarquitectura**. São Paulo: Perspectiva. 1997.

GROPIUS, Walter. - **The New Architecture and the Bauhaus**. S.e., Londres 1935.

GROPIUS, Walter. - **Bauhaus: novarquitectura**. Perspectiva, São Paulo 1997.

GUIHEUX, Alain - **Kisho Kurokava : le métabolisme 1960-1975**. - Paris : CGP, cop. 1997. - 65 p. : il. ; 31 cm. - (Jalons). ISBN 2-85850-935-2

JODIDIO, Philip - **Piano : Renzo Piano buildings workshop, 1966-2005**. - Koln : Taschen, 2005. - 528 p. : il. ; 40 cm. ISBN 3-8228-3609-5

KUROKAWA, Kisho - **Metabolism in Architecture**. - London : Studio Vista, 1977. - 208 p. : il. ; 26 cm.

KUROKAWA, Kisho - **Kisho Kurokawa : architettura e design** ; trad. Denise Schmid. - Milano : Electa, 1983. - 109 p., [12] f. : il. ; 24 cm.

KUROKAWA, Kisho - **Intercultural architecture : the philosophy of symbiosis**. - London : Academy, 1991. - 208 p. : il. ; 32 cm. ISBN 1-85490-047-1

PAWLEY, Martin - **Buckminster Fuller**; with phot. from the Buckminster Fuller Institute. New York: Taplinger, 1990. ISBN 0-8008-1116-X.

POWELL, Kenneth - **Architecture reborn: the conversion and reconstruction of old buildings**. 1999

POWELL, Kenneth - **Richard Rogers : complete works**. - 1st ed. - London : Phaidon, 1999. - vol. : il. ; 25x29 cm. ISBN 0-7148-3746-6

RUSSEL, Frank - **Richard Rogers + Architects**. ed: Academy Editions: London, 1985. ISBN 0-312-68207-7

PIANO, Renzo. **Renzo Piano Logbook**, 1997.

Pioneering british "high-tech" / introd. by James S. Russell...[et. al.]. - 1st ed. - London : Phaidon, 1999. - 1 vol. : il. ; 31x30 cm. - (Architectures3). ISBN 0 7148 3880 2

ROGERS, Richard - **Cidades para um pequeno planeta**; colab. Philip Gumuchdjian ; trad. Anita Regina Di Marco. - Barcelona : GG, 2001. - 180 p. : il. ; 19 cm. ISBN 84-252-1889-6

ROSS, Michael Franklin. **Beyond Metabolism: the new Japanese architecture**. Architetural Record Books,1978

SMITH, Elizabeth A. T. - **Case study houses : the complet csh program, 1945-1966**; photos by Julius Shulman. - Köln : Taschen, 2002. - 440 p. : il. ; 31x40 cm. ISBN 3-8228--6412-9.

SULZER, Peter - **Jean Prouvé : oeuvre complète = complete works**; phot. Erika Sulzer-Kleinemeier ; trad. Gerald B. Binding. Basel: Birkhäuser, cop.2000. ISBN 3-7643-604-2.

Team 10 meatings : 1953-1984 / ed. by Alison Smithson. - New York : Rizzoli, cop. 1991. - 148 p. : il. ; 30 cm. - Exemplar fotocopiado. ISBN 0-8478-1311-8

Team 10 : in search for a utopia of the present : 1953-81 / ed. by Max Risselada and Dirk van den Heuvel. - Rotterdam : NAi Publishers, 2005. - 370 p. : il. ; 25x32 cm. ISBN 90-5662-471-7

WESTON, Richard - **A Casa no Século Vinte**, concebido e produzido por Calmann & King Ltd, London, tradução Helena Sancho (Oxford school) editorial Blau, Lda., Lisboa, 2002, p. 86

Weston, Richard - **A casa no século vinte**. - Lisboa : Blau, [199-?]. - 272 p. : il. ; 30 cm. ISBN 972-8311-56-7

Your private sky : R. Buckminster Fuller : the art of design science / ed. by Joachim Krausse, Claude Lichtenstein. Baden: Lars Müller, 1999. ISBN 3-907044-88-6.

ZEVI, Bruno - **História da arquitectura moderna**; pref. e estudo de Nuno Portas. - [S.l.] : Arcádia, 1973. - vol. : il. ; 22x30 cm. - Exemplar fotocopiado

Dissertações de mestrado:

COSTA, Pedro Joel Loureiro da - **Sistemas modulares : do lugar ao projeto** / Pedro Joel Loureiro da Costa ; Prof. responsável António Madureira. - Porto : Faup, 2012. - 94 p.. - Ano lectivo 2011/2012. - Contém CD. - Dissertação de mestrado integrado .

JESUS, Tânia Raquel Oliveira - A casa como maqueta 1:1: novos processos de construção em madeira. Porto: Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto. 2013. Dissertação de mestrado.

SPÍNOLA, Alcindo. Casa Zero. Porto: Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto. 201X. Dissertação de Mestrado.

Teses de doutoramento:

CAMPOS, Inês. Concepção Arquitectónica e Estruturas Metálicas em Habitação. Covilhã: Universidade da Beira Interior, 2015. Tese de doutoramento.

Revistas e periódicos:

Arquitectura Viva - Arquitectura Viva / Luis Fernández-Galiano, dir.. - Madrid : AviSA, 19--. - Existências: nº 2 (1988) a nº 186 (2015), Assinatura ativa. - mensal

El Croquis - EDUARDO SOUTO DE MOURA 1995/2005: la naturalidad de las cosas - nº 124 - El Croquis editorial: El Escorial. Madrid. España

El Croquis - EDUARDO SOUTO DE MOURA 2005/2009: teatros del mundo - nº 146 - El Croquis editorial: El Escorial. Madrid. España

Livros e monografias:

BUCHANAN, Peter - **Renzo Piano Building Workshop : complete works**. - London : Phaidon, 1999. - 3 vol : il. ; 29x25 cm. ISBN 0714838985

JODIDIO, Philip - **Piano : Renzo Piano buildings workshop, 1966-2005**. - Koln : Taschen, 2005. - 528 p. : il. ; 40 cm. ISBN 3-8228-3609-5LE

LE CORBUSIER - **Le Modulor**; trad. Marta Sequeira. Lisboa: Orfeu Negro. 2010.

CORBUSIER - **Modulor 2** – 1955 – os utilizadores têm a palavra – continuação de O Modulor de 1948. Orfeu Negro, Lisboa 2010.

NEUFERT, Ernest. - **Arte de proyectar en Arquitectura**. Gustavo Gili, Barcelona 1995.

RUSSEL, Frank - **Richard Rogers + Architects**. ed: Academy Editions: London, 1985. ISBN 0-312-68207-7

TRANSMATERIAL: A catalog of materials, products and processes that are redefining our physical environment. Edited by Blaine Brownell | nbbj. Published by Princeton Architectural Press. 37 East Seventh Street, New York, NY 10003. ISBN 1-56898-563-0. 2006 Princeton Architectural Press

ÍNDICE DE IMAGENS

Figura 1: Buckminster Fuller e o Domo Geodésico
http://contatoufo.com/wp-content/uploads/2016/05/C%C3%BApula-Geod%C3%A9sicabuckminster-fuller-.jpg
Figura 2: Dymaxion de 1941.
http://www.shorpy.com/Dymaxion-House?size=_original#caption
Figura 3 : Esboço Dimaxion Car #3, 1934
http://www.washedashore.com/projects/dymax/chronology.html
Figura 4: Dimaxion Car #3, 1934
http://www.washedashore.com/projects/dymax/chronology.html
Figura 5: Dymaxion «Whichita» House (1928)
https://www.bfi.org/
Figura 6: Fuller com a maquete da Dymaxion.
http://www.archdaily.com.br/br/01-130267/classicos-da-arquitetura-casa-dymaxion-4d-slash-buckminster-fuller
Figura 7: Axonometria com esquema de funcionamento
http://www.archdaily.com.br/br/01-130267/classicos-da-arquitetura-casa-dymaxion-4d-slash-buckminster-fuller
Figura 8: Aguarela (esquema de funcionamento da planta)
http://www.archdaily.com.br/br/01-130267/classicos-da-arquitetura-casa-dymaxion-4d-slash-buckminster-fuller
Figura 9: Cartaz da exposição da Dymaxion House, 1929.
http://www.archdaily.com.br/br/01-130267/classicos-da-arquitetura-casa-dymaxion-4d-slash-buckminster-fuller
Figura 10: Dymaxion Deploy.nt Unit Tue 3
http://theredlist.com/wiki-2-19-879-605-285216-view-buckminster-fuller-richard-profile--1.html
Figura 11: Dymaxion, 1941.
https://www.pinterest.com/pin/5488830779374260/
Figura 12: Planta
http://www.archdaily.com.br/br/01-130267/classicos-da-arquitetura-casa-dymaxion-4d-slash-buckminster-fuller
Figura 13: Alçado
http://www.archdaily.com.br/br/01-130267/classicos-da-arquitetura-casa-dymaxion-4d-slash-buckminster-fuller
Figura 14: Estudos técnicos Dymaxion car
https://www.dexigner.com/news/24296
Figura 15: Dymaxion Car #1, 1933
https://www.bfi.org/about-fuller/big-ideas/dymaxion-world/dymaxion-car

Figura 16: Estrutura da Whicita House.

https://www.bfi.org/

Figura 17: Dymaxion «Whichita» House (1928)

https://www.bfi.org/

Figura 18: Casa de Banho Dymaxion, desenvolvida por Fuller em 1936.

https://www.bfi.org/

Figura 19: Airstream 1940
https://www.google.pt/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=0ahUKEwjo5ZyF7-jVAhXHBBoKHfr8BncQjxwIAw&url=https%3A%2F%2Fru.pinterest.com%2Fpin%2F140104238377880954%2F&psig=AFQjCNG6e86TBsVkHi1M0HBr4fiaZ2O85A&ust=1503423478500303

Figura 20: Wichita House de Granham, perto de Andover no Kansas, E.U.A.

https://www.inverse.com/article/13715-forget-geodesic-domes-buckminster-fuller-s-dymaxion-house-was-his-masterpiece

Figura 21: F 8×8 BCC demountable house, 1942 (c/ Pierre Jeanneret)

https://www.patrickseguin.com/en/designers/architect-jean-prouve/available-houses-jean-prouve/f8x8-house-bcc-type-1942/

Figura 22: 6x6 demountable house, 1944 (madeira e metal)

https://www.patrickseguin.com/en/designers/architect-jean-prouve/available-houses-jean-prouve/6x6-demountable-house-1944/

Figura 23: Metropole aluminum house, 1949 (metal, alumínio e madeira) 8X12m

https://www.patrickseguin.com/en/designers/architect-jean-prouve/available-houses-jean-prouve/metropole-aluminium-house-1949/

Figura 24: Cadeira desmontável "cb 22" (alu), 1947 (madeira, alumínio e ferro) 78 x 40 x 41 cm

https://www.patrickseguin.com/en/designers/furniture-jean-prouve/available-pieces-furniture-jean-prouve/demountable-chair-cb-22-alu-1947/

Figura 25: Painel de fachada, 1949 (alumínio e vidro) 303 x 144 x 13 cm

https://www.patrickseguin.com/en/designers/architecture-elements-jean-prouve-designers/available-pieces-architecture-elements-jean-prouve/facade-panel-1949/

Figura 26: Cama SCAL Nº 450, 1955 (com Charlotte Perriand) Aço e madeira, 26 x 190 x 80 cm

https://www.patrickseguin.com/en/designers/furniture-jean-prouve/available-pieces-furniture-jean-prouve/scal-no-450-bed-swivelling-tablet-k-antony-bed-1955/

Figuras 27 a 31

https://www.arquitecturayempresa.es/noticia/jean-prouve-pre-industrializacion-en-los-anos-50

Figuras 32 a 34
https://www.pinterest.com/pin/26599454019553403/
Figura 35
http://www.panoramio.com/photo/4651458
Figuras 36 a 38
https://www.yatzer.com/maison-tropicale-design-museum-tate-modern
Figura 39: Casa Bailey, CSH#21, PIERRE KOENIG. Los Angeles, California, 1960.
http://www.ncmodernist.org/koenig.htm
Figura 40: CRAIG ELLWOOD, CSH#18, Casa Fields, Beverly Hills, 1954-1955.
http://www.midcenturyhome.com/case-study-houses-18-craig-ellwood/
Figura 41: Case Study House #20, Richard Neutra, California, 1948.
http://www.ncmodernist.org/koenig.htm
Figura 42: Casa Bailey, CSH#22, PIERRE KOENIG. Los Angeles, California, 1960.
Figura 43: Case Study House #20, Richard Neutra, California, 1948.
http://www.ncmodernist.org/koenig.htm
Figura 44: CSH #20, Richard Neutra, 1948, Pacific Palisades
http://www.artsandarchitecture.com/case.houses/pdf01/20-1.pdf
Figura 45: Alçado frontal
https://www.pinterest.com/pin/476044623097187501/
Figura 46: Alçado lateral envidraçado
https://www.pinterest.com/pin/470555861046723951/
Figura 47: vista do interior para o exterior
https://www.pinterest.com/pin/470555861046723951/
Figura 48: painéis de revestimento
http://quintinlake.photoshelter.com/image/I0000wQjVUACoXW0
Figura 49: vista traseira (desde a casa de hóspedes)
https://www.architecturaldigest.com/story/architect-philip-johnson-glass-house-modernism-article
Figura 50: detalhe da ligação entre o chão e o pilar
https://www.pinterest.com/pin/380624605985800009/
Figura 51: cilindro de lareira e casa de banho
https://www.inexhibit.com/mymuseum/the-glass-house-philip-johnson-new-canaan-connecticut/
Figura 52: Casa de hóspedes em tijolo, nas traseiras do terreno.
http://www.atlasobscura.com/places/phillip-johnson-s-estate
Figura 53: sala de estar
http://architurist.blogspot.pt/2013/06/modern-houses-in-new-caanan-connecticut.html

Figura 54: vista interior
https://www.pinterest.com/pin/564287028281343130/

Figura 55 a 58
http://farnsworthhouse.org/

Figura 59: pormenor do pilar
https://www.pinterest.com/explore/farnsworth-house/

Figura 60: pormenor da ligação do piso com o pilar
https://www.google.pt/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fthinkarchitect.files.wordpress.com%2F2013%2F03%2Fmies-04.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fthinkarchitect.wordpress.com%2Ftag%2Ffarnsworth-house%2F&docid=1Woh_-6oC24QUM&tbnid=L7BQpbyvjOtOUM%3A&vet=10ahUKEwjMie3GlvHVAhWCPhQKHfEDCSAQMwhWKCcwJw..i&w=1750&h=1381&bih=732&biw=1280&q=farnsworth%20house%20details&ved=0ahUKEwjMie3GlvHVAhWCPhQKHfEDCSAQMwhWKCcwJw&iact=mrc&uact=8

Figura 61: vista interior da sala de estar
https://pl.pinterest.com/pin/6825836911693617/

Figura 62: pormenor da escada de acesso
https://thinkarchitect.wordpress.com/tag/farnsworth-house/

Figura 63: vista interior da sala de estar e do quarto
http://arcchicago.blogspot.pt/2014/08/

Figura 64: vista interior da sala de estar 2

http://blog.idmphotography.com/farnsworth-house/

El Croquis 124

Figura 65: vista interior da sala de estar 2

http://blog.idmphotography.com/farnsworth-house/

El Croquis 124

Figuras 66: Nave espacial Challenger a descolar no Kennedy Space Center, 1986.

https://www.nasa.gov/sites/default/files/images/261063main_06_RobertSeamans_full.jpg

Figuras 67: Presidente americanos John F. Kennedy. Cape Canaveral Saturn V launch with Dr. Wernher von Braun, center 1963.

https://www.nasa.gov/image-feature/nasa-langley-and-the-space-race

Figuras 68: Restless Sphere, Basel, Switzerland, 1971.

http://www.coop-himmelblau.at/architecture/projects/restless-sphere

Figura 69: Nakagin Capsule Tower, Japãohttp://vblog-jpa.info/capsule/

Figura 70: Planta da Casa do Futuro. Alison e Peter Smithson, 1955-1956.

https://www.pinterest.com/pin/409475791103848166/

Figura 71: Banheira e chuveiro da Casa do Futuro expostos para o pátio exterior.

http://arkikultura.com/la-casa-del-futuro-alison-y-peter-smithson/

Figura 72: Vista do interior da Casa do Futuro.
https://www.pinterest.com/736nv/smithsons-house-of-the-future/?lp=true
Figura 73: Cabine hôtelière mobile, 1956, Ionel Schein.
http://www.frac-centre.fr/collection-art-architecture/schein-ionel/cabine-hoteliere-mobile-64.html?authID=171&ensembleID=558
Figura 74: Cabine hôtelière mobile, 1956, Ionel Schein.
http://astudejaoublie.blogspot.pt/2013/05/cabine-hoteliere-mobile-schein-magnant.html
Figura 75: Cabine hôtelière mobile, 1956, Ionel Schein.
http://astudejaoublie.blogspot.pt/2013/05/cabine-hoteliere-mobile-schein-magnant.html
Figura 76: Six Shell, 1964, Jean Maneval.
http://en.socialdesignmagazine.com/mag/blog/architettura/jean-maneval-the-six-shell-bubble/
Figura 77: Planta da Six Shell, 1964, Jean Maneval.
http://en.socialdesignmagazine.com/mag/blog/architettura/jean-maneval-the-six-shell-bubble/
Figura 78: planta Living pod, David Green, 1965.
http://www.archigram.net/projects_pages/living_pod.html

Figura 79: Living pod, David green, 1965,
http://www.archigram.net/projects_pages/living_pod.html
Figura 80: Walking City - imagem retirada do arquivo 12 Sketches From Note Books, de Ron Herron, 1964.
Figura 81: Poster explicativo
https://issuu.com/golfstromen/docs/archigram1/4
Figura 82: Esquema de montagem em torre
http://www.archigram.net/projects_pages/capsule_homes_4.html
Figura 83: Alçado
http://www.archigram.net/projects_pages/capsule_homes_2.html
Figura 84: Planta
http://www.archigram.net/projects_pages/capsule_homes.html
Figura 85: Exemplo de cidade mutável
http://www.archigram.net/projects_pages/capsule_homes.html
Figura 86: Esquema de integração de várias cápsulas. Ron Herron e Warren Chalk.
https://www.pinterest.com/pin/455356212309384328/
Figura 87: Planta da Gasket House de Ron Herron e Warren Chalk, 1965.
https://www.pinterest.com/pin/455356212309384328/
Figura 88: Esboço de acoplação
https://www.pinterest.com/pin/455356212309384328/

Figura 89: Esboço da planta

https://www.pinterest.com/pin/455356212309384328/

Figura 90: Axonometria com esquema de montagem

https://studioarewethereyet.files.wordpress.com/2016/04/2949_medium.jpg

Figura 91: corte

https://studioarewethereyet.files.wordpress.com/2016/04/300_medium.jpg

Figura 92: axonometria da cápsula

Figura 93: Nakagin Capsule Tower

https://images.adsttc.com/adbr001cdn.archdaily.net/wp-content/uploads/2012/03/1330718599_isometrica.jpg

Figura 94: vista aproximada

http://images.adsttc.com/media/images/5037/**ff**7c/28ba/0d59/9b00/081c/large_jpg/stringio.jpg?1414206945

Figura 95: interior

http://images.adsttc.com/media/images/5037/**ff**65/28ba/0d59/9b00/0817/large_jpg/stringio.jpg?1414206950

Figura 96: axonometria do piso

https://images.adsttc.com/adbr001cdn.archdaily.net/wp-content/uploads/2012/03/1330718599_isometrica.jpg

Figura 97: fotografia da montagem da torre

http://images.adsttc.com/media/images/5037/**ff**62/28ba/0d59/9b00/0816/large_jpg/stringio.jpg?1414206966

Figuras 102: Imagem duma fábrica como comparação ao Centro Georges Pompidou ou ao Lloyd's Bank.

https://coisasdaarquitetura.wordpress.com/2013/02/23/high-tech/

Figuras 103: Centro Georges Pompidou, Paris, França, 1977. Richard Rogers e Renzo Piano.

https://coisasdaarquitetura.wordpress.com/2013/02/23/high-tech/

Figuras 104 e 105: Lloyd's Bank, Londres, Inglaterra, 1986. Richard Rogers

https://www.rsh-p.com/projects/lloyds-of-london/

Figuras 106 a 111
http://www.fosterandpartners.com/projects/hongkong-and-shanghai-bank-headquarters/

Figura 112:

http://www.famous-architects.org/richard-rogers/

Figura 113: Torre Velasca 1958, Ernesto Rogers

https://en.wikipedia.org/wiki/Torre_Velasca

Figura 114: Cúpula da catedral de Florença

https://efemeridesdoefemello.com/2015/08/07/comeca-a-construcao-do-domo-da-catedral-de-florenca/

Figura 115: Museu Guggenheim Nova York, 1959, Frank Lloyd Wright.

http://www.bc.edu/bc_org/avp/cas/fnart/fa267/flw/guggenheim03.jpg

Figura 116: interior da Schindler House, R. Schindler, 19
https://www.pinterest.com/pin/555350197773048609/

Figura 117: James Eads How House, R. Schindler, 1925.
https://www.pinterest.com/pin/555350197773048609/

Figura 118: Rodriguez House, 1941, Rudolph Schindler
http://www.junglekey.fr/search.php?query=Schindler+House&type=image&lang=fr&region=fr&img=1&adv=1&start=150

Figura 119: The Roth Residence, R. Schindler,
https://www.pinterest.com/pin/555350197773048609/

Figura 120: Norman Foster, Richar Rogers e Carl Abbott.

http://architektura-w-szczecinie.blogspot.pt/2014/12/

Figura 121: Wendy Cheeseman (futura esposa de Foster), Rogers, Su Brumwell (futura esposa de Rogers) e Foster (os 4 elementos centrais, da esquerda para a direita, fundadores do Team 4 em 1963)

http://architektura-w-szczecinie.blogspot.pt/2014/12/

Figura 122 a 130

http://www.fosterandpartners.com/projects/reliance-controls/ (todos)

Figura 131: Extensão do Design Research Unit - DRU, Londres, 1971.

http://www.alamy.com/stock-photo-extension-to-the-design-research-unit-dru-aybrook-street-london-1971-6665377.html

Figuras 132: Alçado Rogers House

http://images.adsttc.com/media/images/5263/e217/e8e4/4ef4/c200/01bc/large_jpg/22_Parkside-1661.jpg?1382277633

Figura 133: Entrada lateral Rogers House

http://images.adsttc.com/media/images/5263/e01b/e8e4/4e88/a000/01ac/large_jpg/22_Parkside-1713.jpg?1382277125

Figura 134: Interior Rogers House

http://images.adsttc.com/media/images/5263/e01b/e8e4/4e88/a000/01ac/large_jpg/22_Parkside-1713.jpg?1382277125

Figura 135 a 139
https://www.rsh-p.com/projects/zipup-house/

Figuras 140-143:

http://architektura-w-szczecinie.blogspot.pt/2014/12/

Figuras 144 - 149

https://www.rsh-p.com/projects/centre-pompidou/

Figura 150 a 155

http://www.abitare.it/it/blog-it/italian-architecture/2013/07/28/piano-e-rogers-e-gli-uffici-bb-a-novedrate-diego-terna/

Figura 156 a 160

http://www.archello.com/en/project/pa-technology-laboratory

Figura 161 a 166

https://www.rsh-p.com/projects/lloyds-of-london/

Figura 167 a 172

https://www.rsh-p.com/projects/fleetguard/

Figura 173 a 177

https://www.rsh-p.com/projects/pa-technology/

Figura 177 a 182

https://www.rsh-p.com/projects/ycube/

Figura 183 a 187

https://www.rsh-p.com/projects/homeshell/

Figura 188 a 192

https://www.rsh-p.com/projects/prouv%C3%A9-house/

Figura 193 a 195

https://www.rsh-p.com/projects/place-ladywell/

Figura 196 a 198

https://www.rsh-p.com/projects/tree-house/

Figura 199 e 200

http://jonespartners.com/text.html

Figura 201 a 203

http://www.jpa-archive.info/#redymix

Figura 204 a 207

http://jonespartners.com/brillresidence/brill-specs.html

Figura 208 a 214

http://www.flickriver.com/photos/tags/schaufelradbagger/interesting/

Figura 215: Instrumental Form: Words, Buildings, Machines. 1 de Janeiro, 1998. Wes Jones (Autor)

https://www.pinterest.com/pin/327144360404368562/

Figura 216: El Segundo. 1ª ed. 2007. Wes Jones (Autor)

https://www.amazon.com/El-Segundo-Partners-Architecture-Jones/dp/1568987005

Figura 217: Meet The Nelsons. 15 de Janeiro de 2010. Wes Jones (Autor e ilustrador)
http://jonespartners.com/text.html
Figura 218 a 222
http://www.programcontainer.net/dwellhome.html
Figura 223 a 225
http://jonespartners.com/momoredo/
Figura 226 e 227
http://www.jpa-archive.info/#stanford
Figura 228 a 231
http://www.sbd2050.org/upload/project/59/l_1974_terrasse.jpg
Photographer: Jörg Lange, Wuppertal
Figura 232: posição no verão
http://www.sbd2050.org/upload/project/59/l_8422_gesamt_raus.jpg
Photographer: Jörg Lange, Wuppertal
Figura 233: posição no inverno
http://www.sbd2050.org/upload/project/59/l_9802_gesamt_rein.jpg
Photographer: Jörg Lange, Wuppertal
Figura 234: desenho técnico do alçado lateral
http://www.sbd2050.org/upload/project/59/l_131_Schnitt_bb_m1_50.jpg
Figura 235: corte
http://www.sbd2050.org/upload/project/59/l_9385_schnitt_aa_m1_50.jpg
Figura 236: vista exterior
http://www.sbd2050.org/upload/project/59/l_893_aussenhaut_himmel2.jpg
Photographer: Jörg Lange, Wuppertal
Figura 237: vista interior
http://www.sbd2050.org/upload/project/59/l_8259_innen_2.jpg
Photographer: Jörg Lange, Wuppertal
Figura 238: planta
http://www.sbd2050.org/upload/project/59/l_1656_grundriss_sommer.jpg
Figura 239: terraço metálico
http://www.sbd2050.org/upload/project/59/l_556_gitterrost.jpg
Photographer: Jörg Lange, Wuppertal
Figura 240 a 244
http://www.microcompacthome.com/
Figura 245: vista geral do "O2 Student Village", Munique, 2005
http://www.microcompacthome.com/projects/?con=o2

Figura 246: maquete do «Tree Village»
http://www.microcompacthome.com/projects/?con=tree
Figura 247: interior
http://www.microcompacthome.com/projects/
Figura 248: exibição de arquitectura no MoMA, Nova York, 2008
http://www.microcompacthome.com/projects/?con=moma
Figura 249: Golden cube
http://www.microcompacthome.com/projects/?con=golden
Figura 250: interior
http://www.microcompacthome.com/projects/?con=berkeley
Figura 251 a 255
http://www.loftcube.net/
Figura 256 a 261
http://www.loftcube.net/
Figura 262 a 267
http://www.fincube.eu/
Figura 268 a 271
http://www.treehouse.pt/gallery.php?lang=pt
Figura 272 a 277
http://www.treehouse.pt/gallery.php?lang=pt
Figura 278 a 281
http://www.jular.pt/empresa/referencias/construcao-modular/sw-lodge
Figura 282 a 287
http://www.jular.pt/empresa/referencias/construcao-modular/sw-lodge
Figura 288 a 293
http://www.mimahousing.com/
Figura 294 a 299
http://www.mimahousing.com/
Figura 300 a 304
http://www.mimahousing.com/

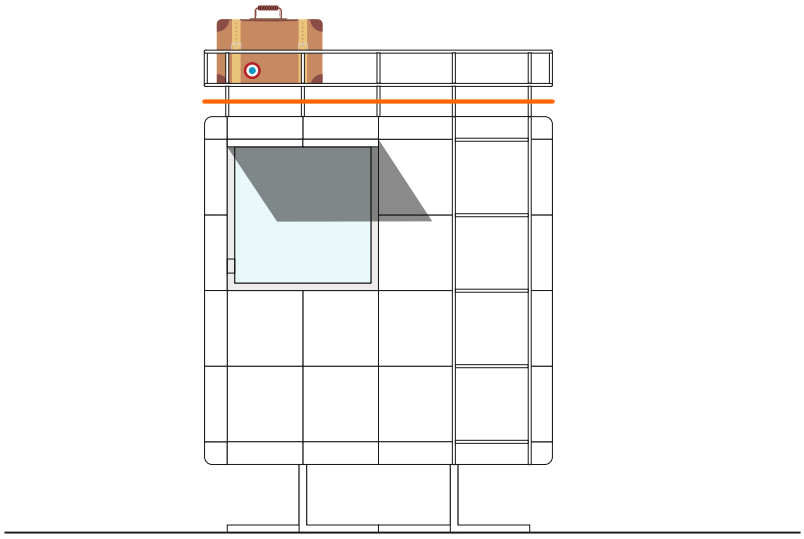
As imagens do capítulo 2 são da autoria do autor da presente dissertação (com excepção da figura 2, 3 e 4 que foram retiradas do sítio em linha: http://studioghiblimovies.com/howls-moving-castle-hd-wallpaper/

ANEXOS

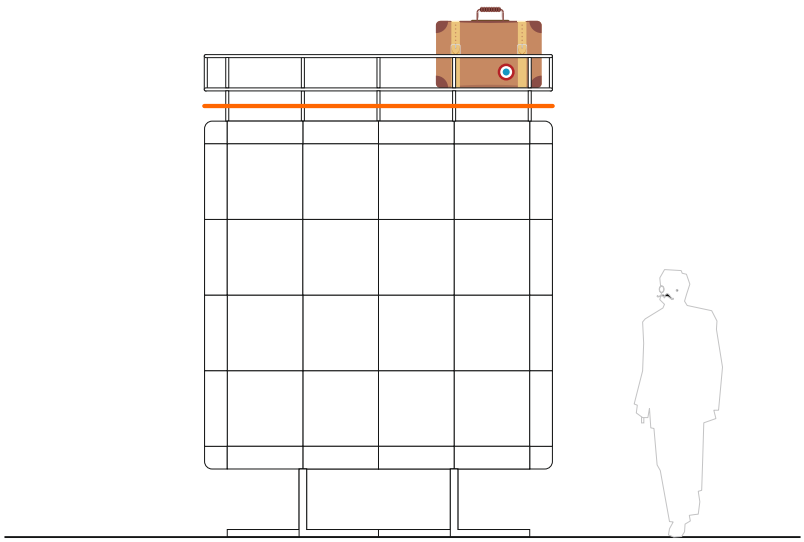
ANEXO 1:
PRIMEIROS ESTUDOS

ESTUDO 1

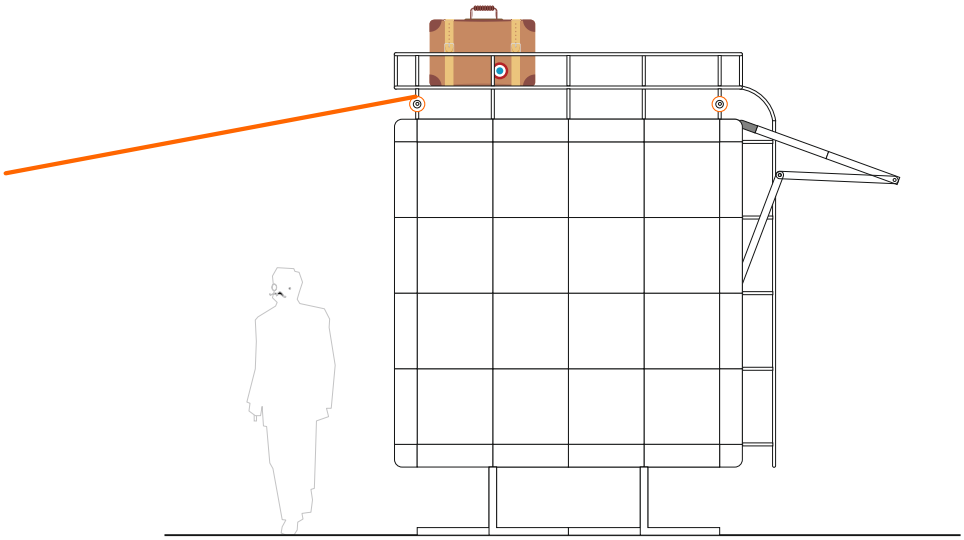
1:50 | 0 1cm 4cm 50cm 2m |



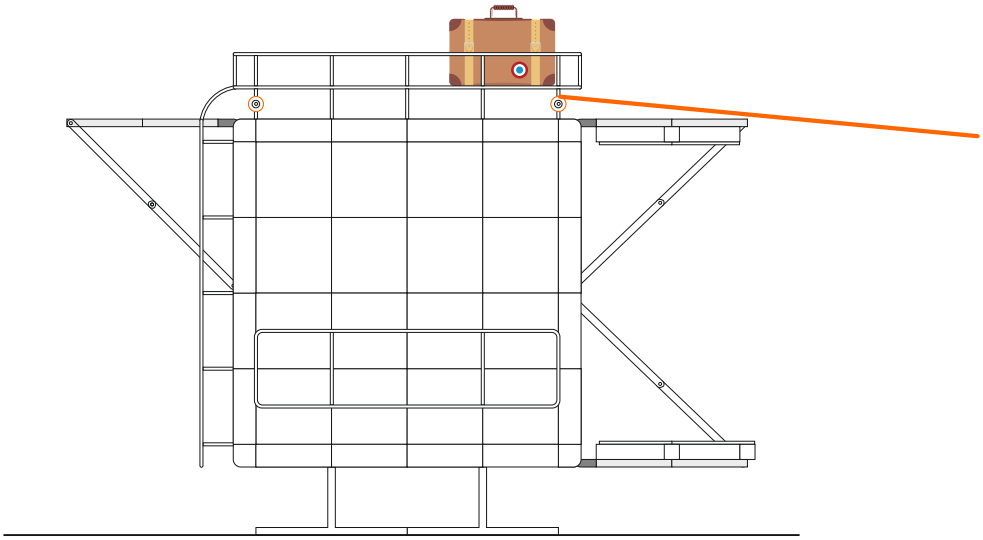
alçado norte



alçado sul

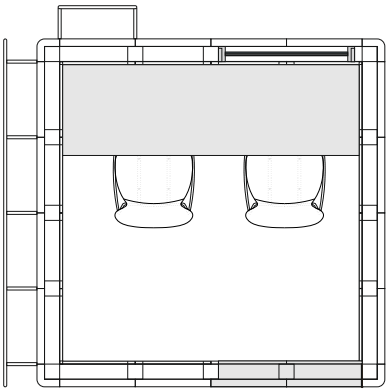


alçado este

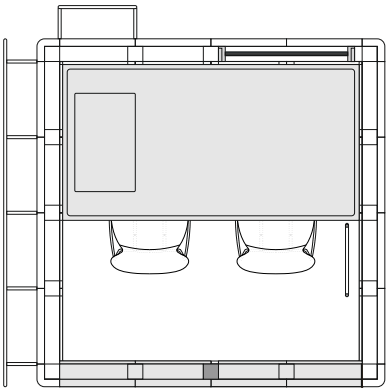


alçado oeste

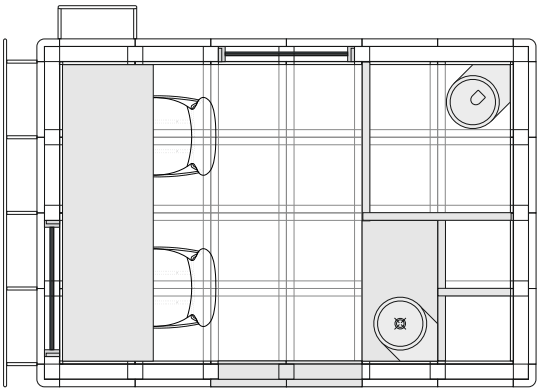
1:50 | 0 1cm 4cm 50cm 2m |



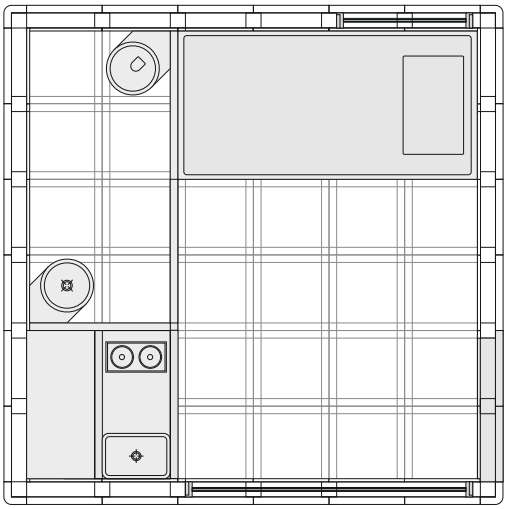
planta baixa (2X2m)



planta alta (2x2m)

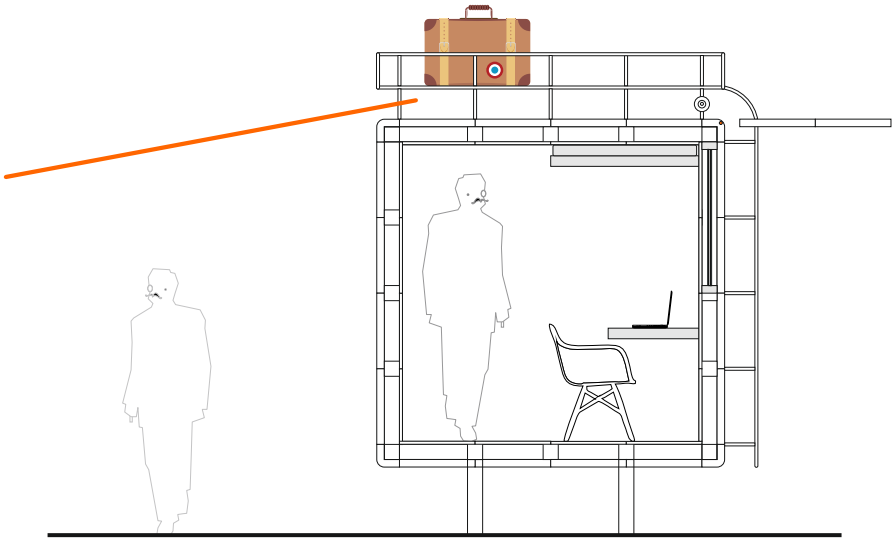


planta (2X3m)

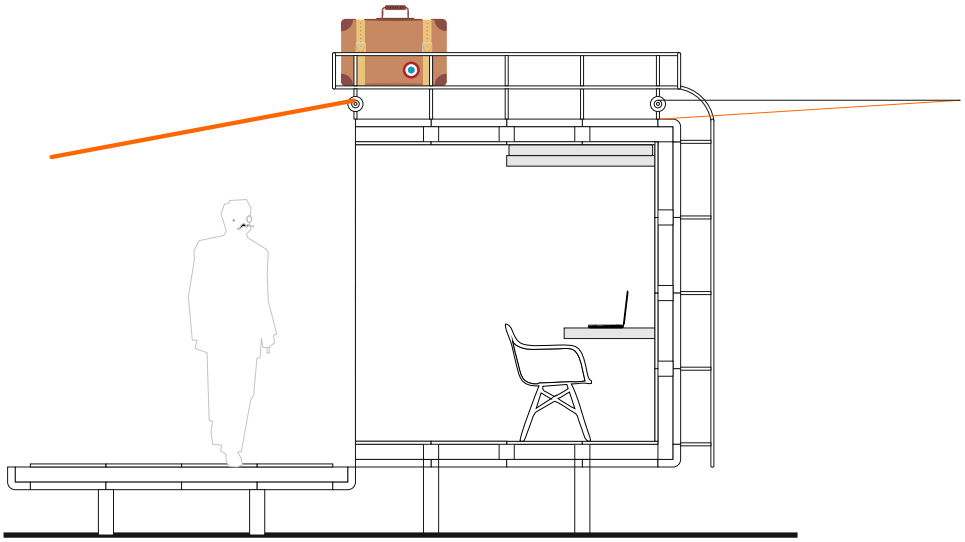


planta (3X3m)

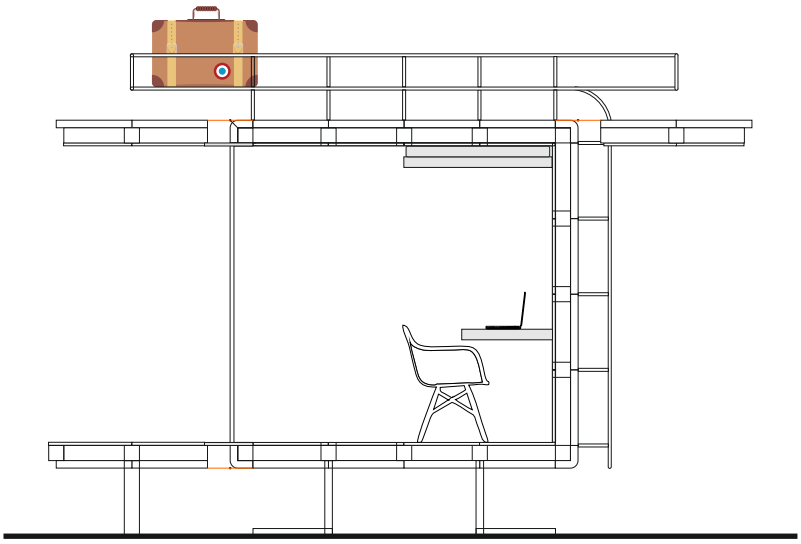
1:50 | 0 1cm 4cm 50cm 2m |



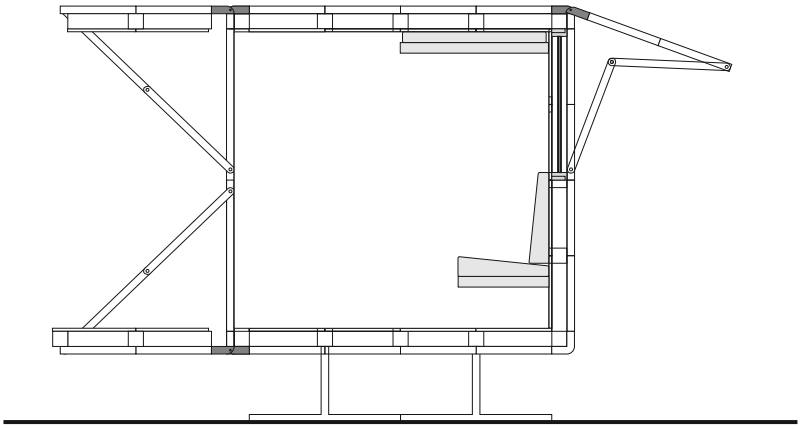
corte 1



corte 2

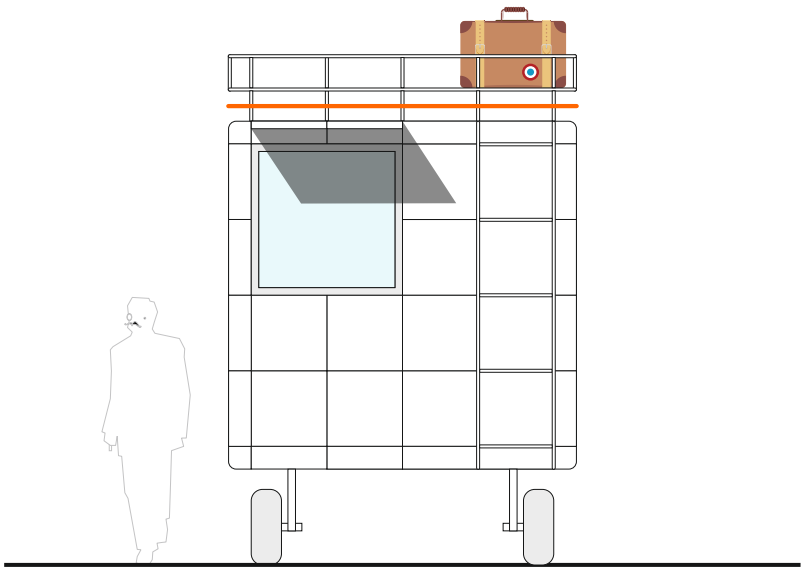


corte 3

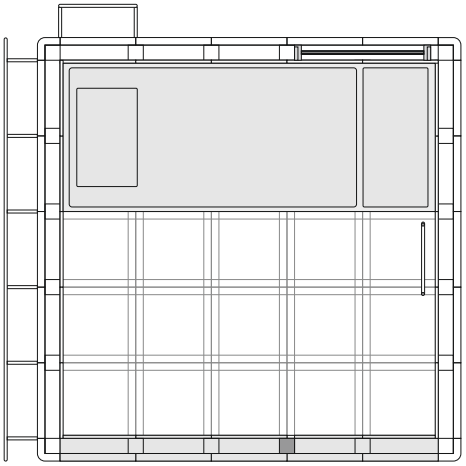


corte 4

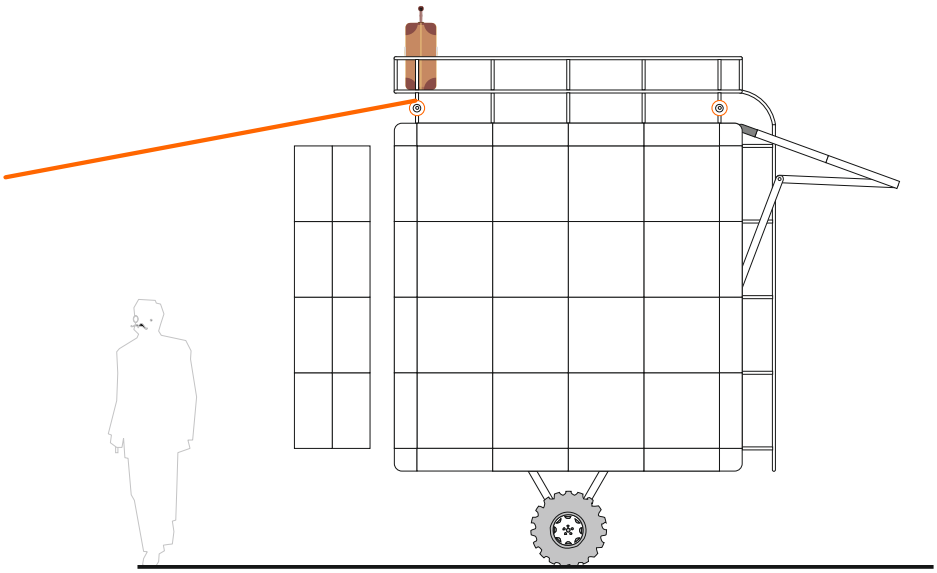
1:50 | 0 1cm 4cm 50cm 2m |



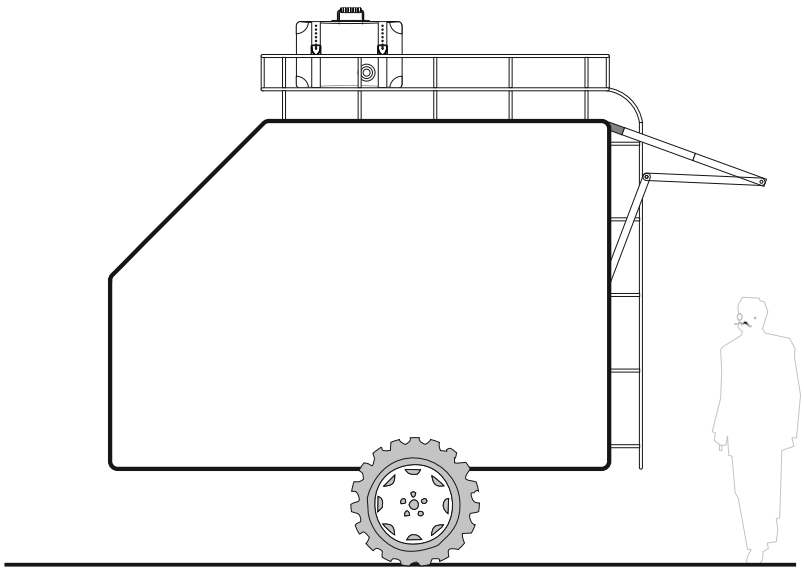
alçado sul (versão com rodas)



planta (2,5x2,5m)

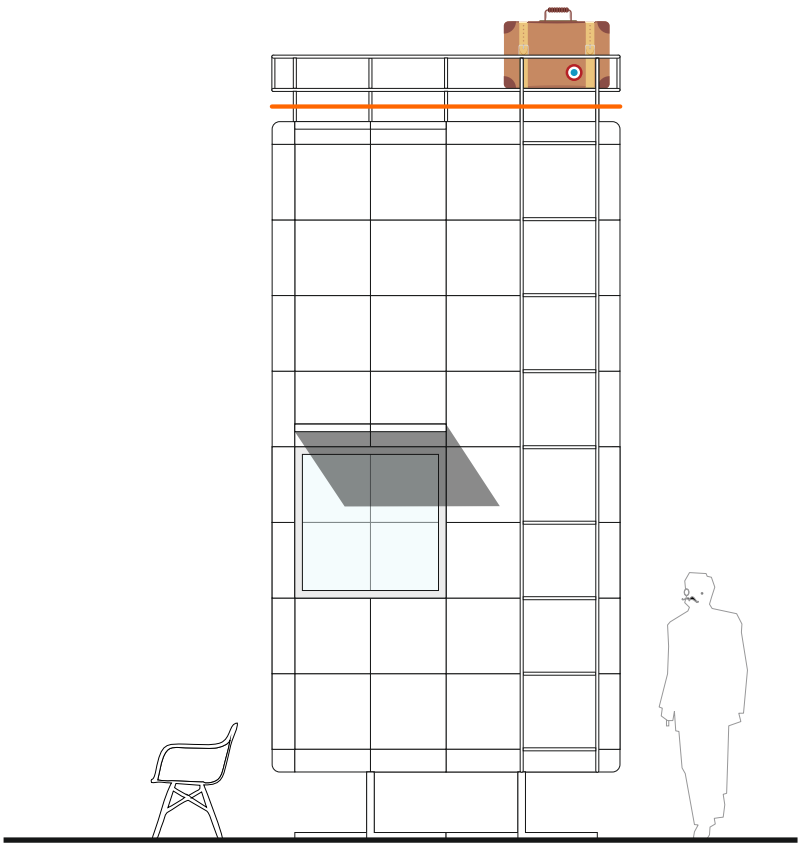


alçado este (versão com rodas)

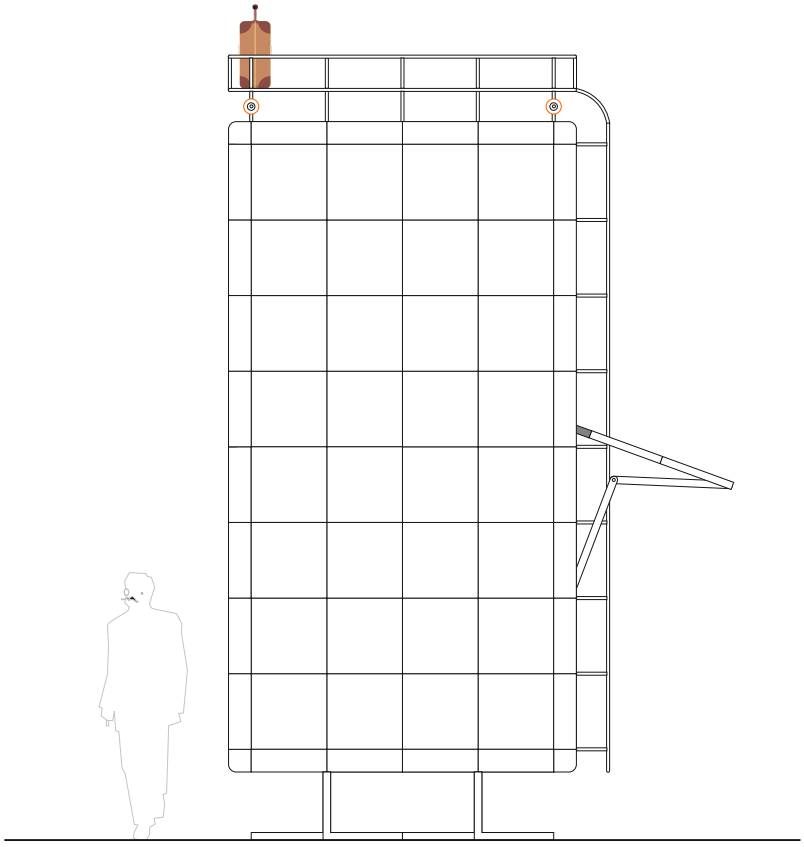


alçado este (versão com rodas 2)

1:50 | 0 1cm 4cm 50cm 2m |

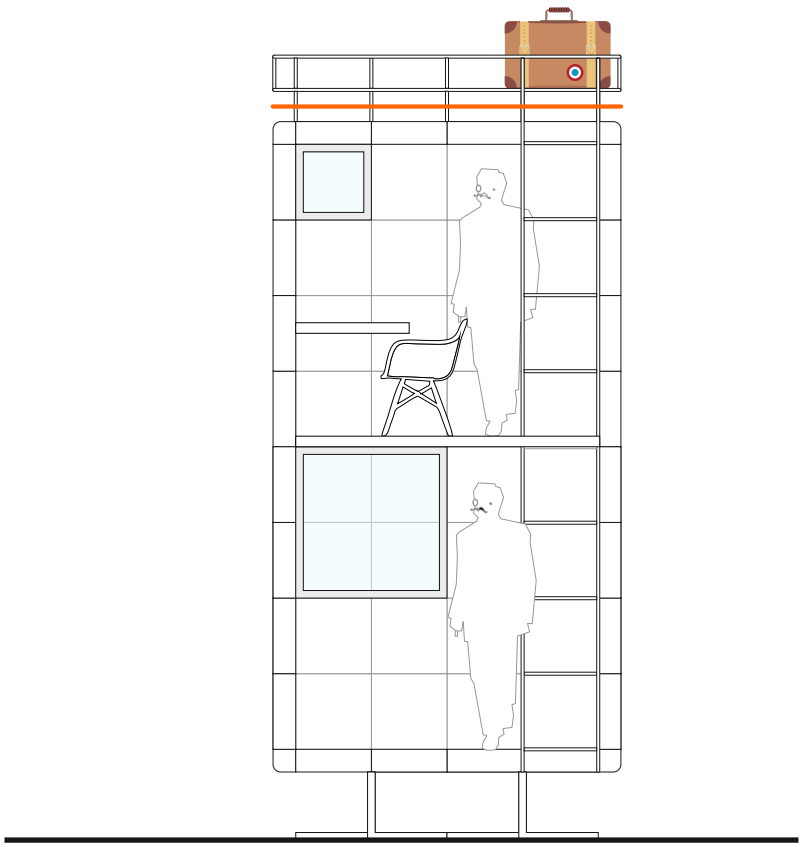


alçado sul (versão de dois pisos)



alçado este (versão de dois pisos)

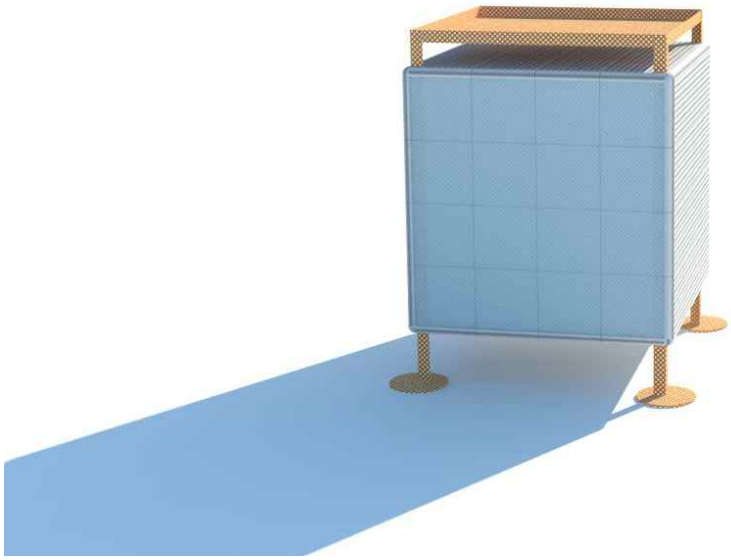
1:50 | 0 1cm 4cm 50cm 2m |



corte (versão de dois pisos)



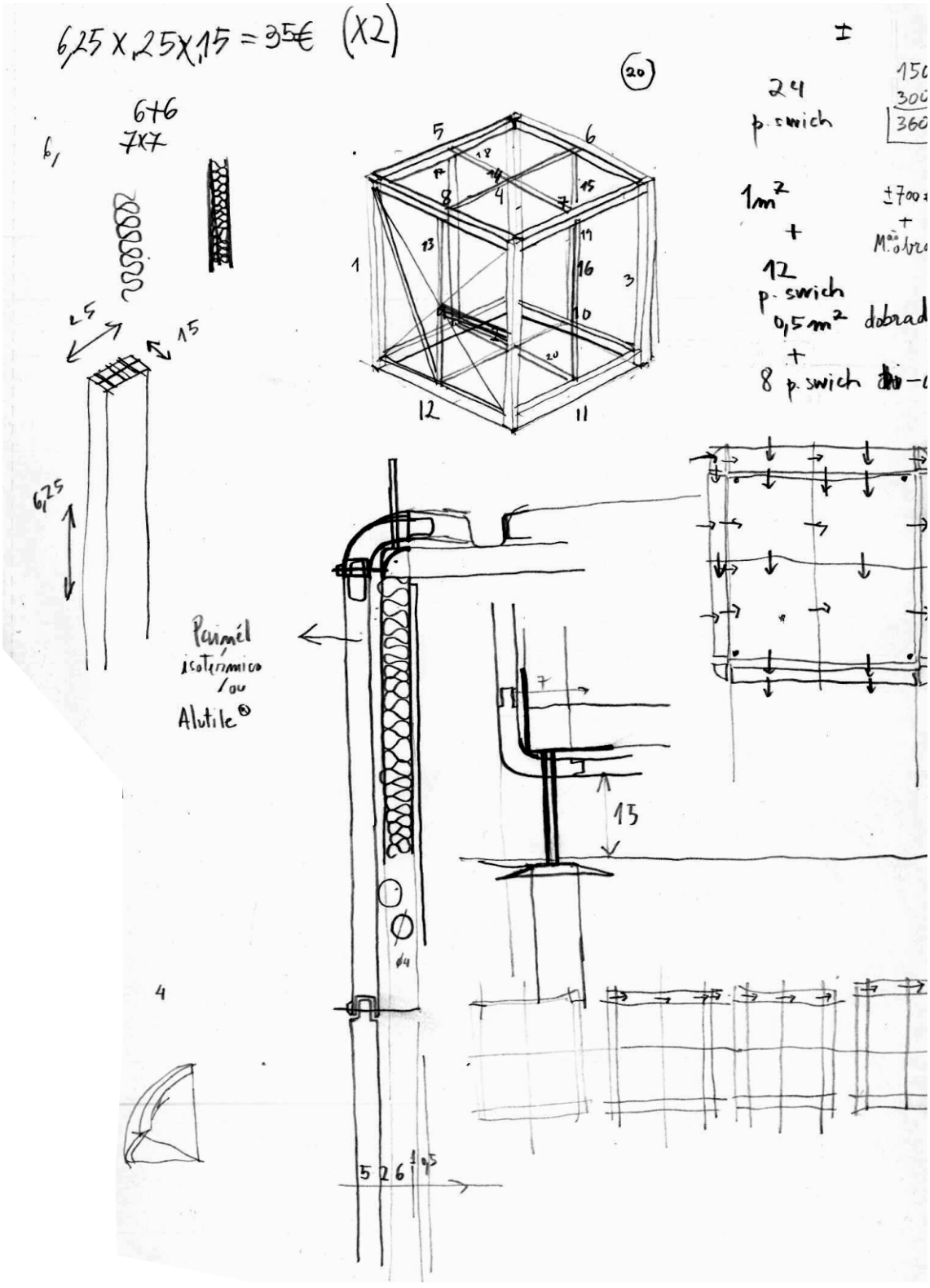
alçado norte



render

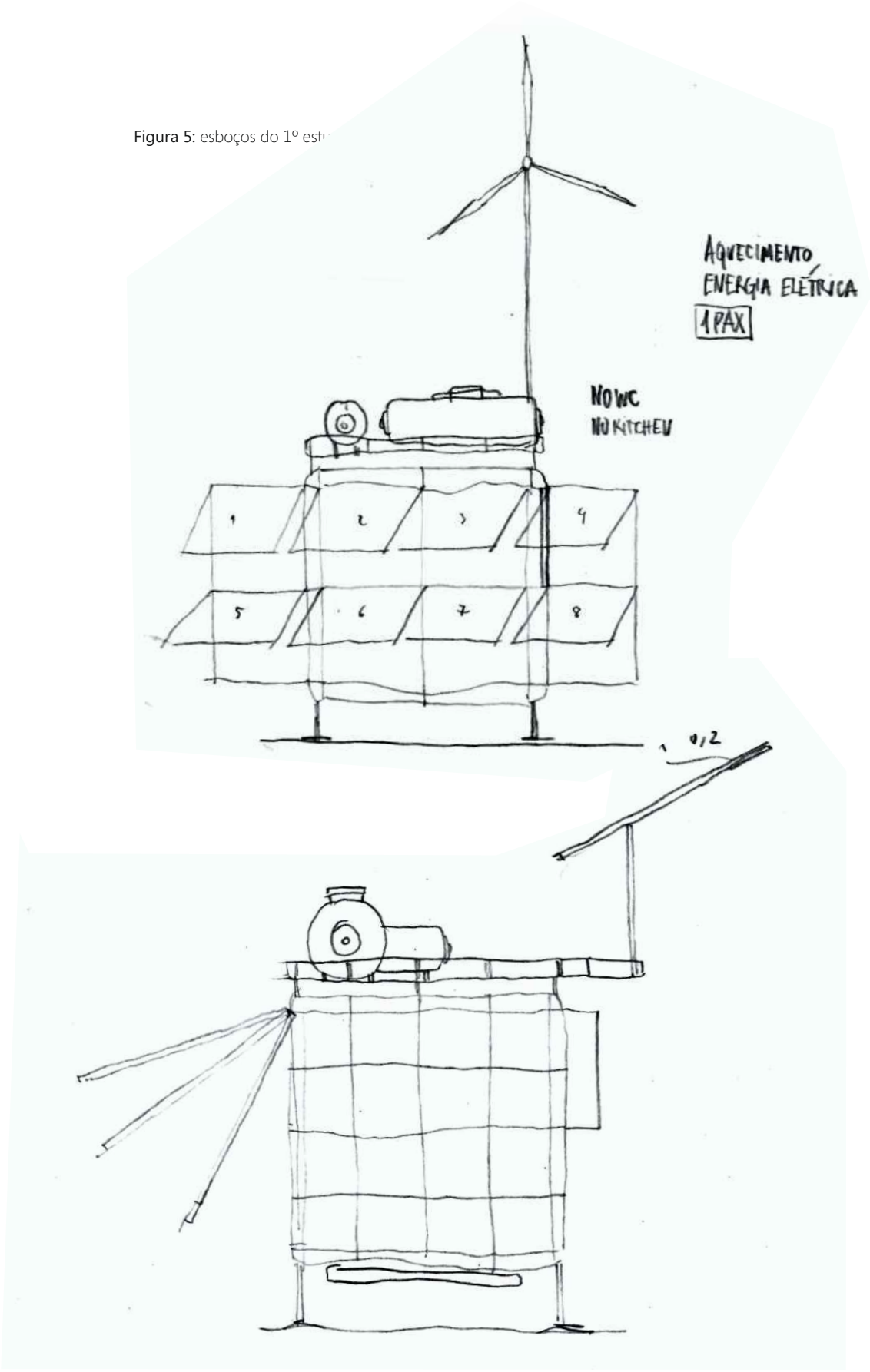


render 2

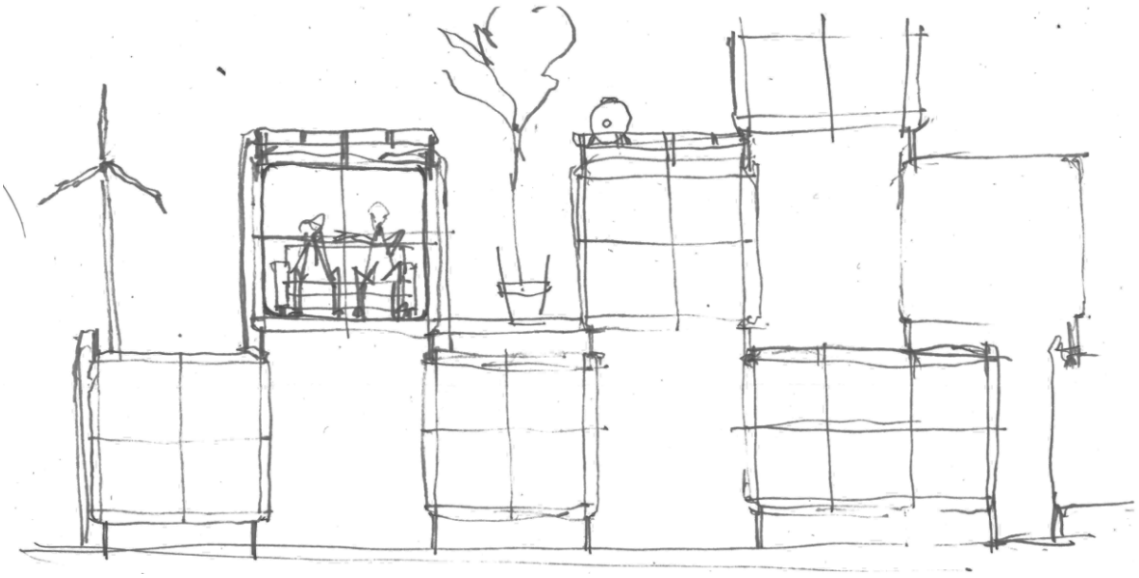


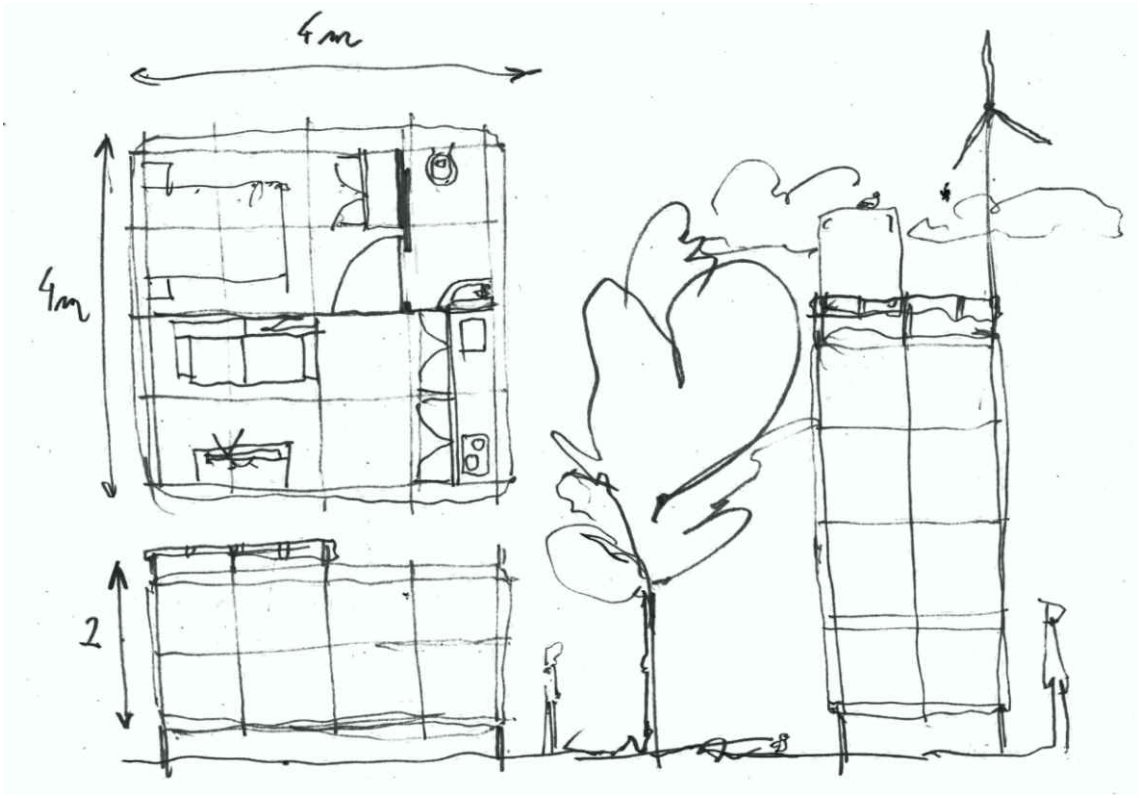
esboços (desenho do autor)

Figura 5: esboços do 1º est

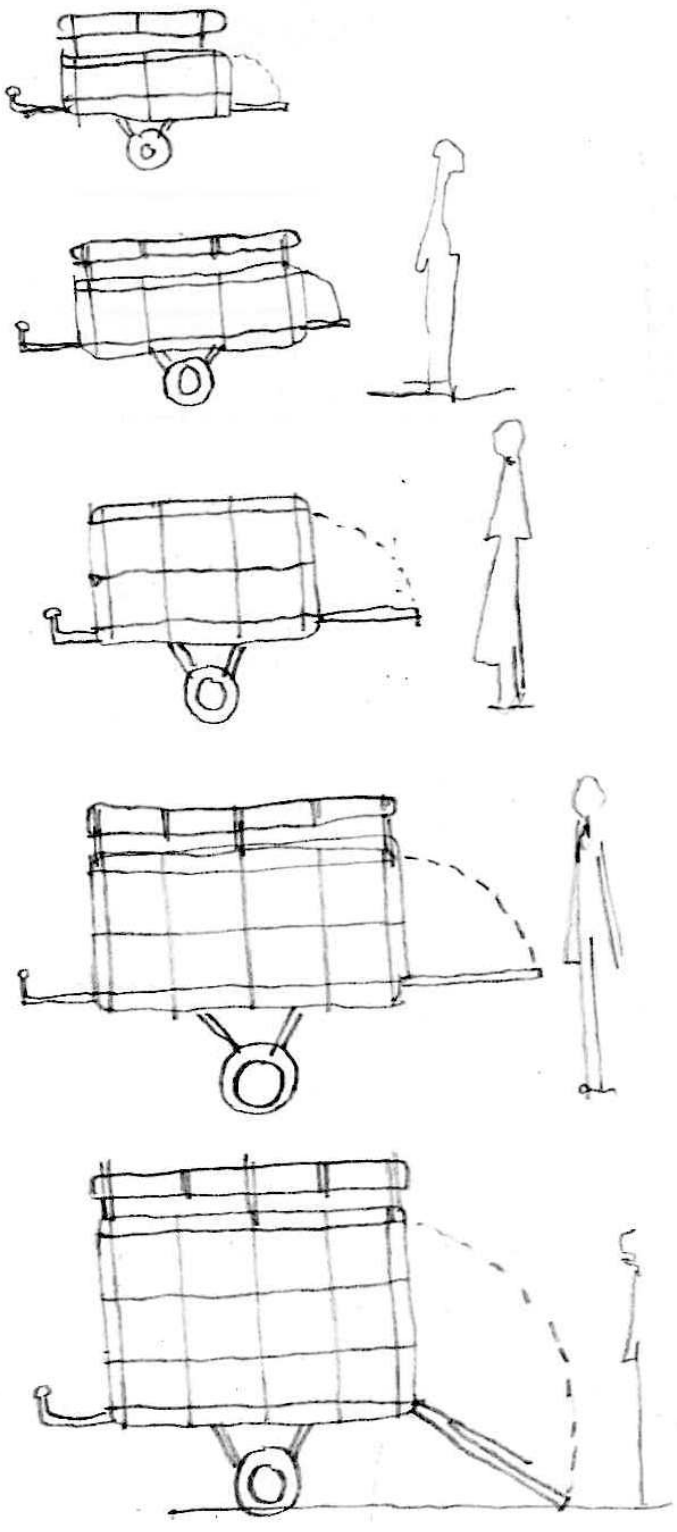


esboços (desenho do autor)

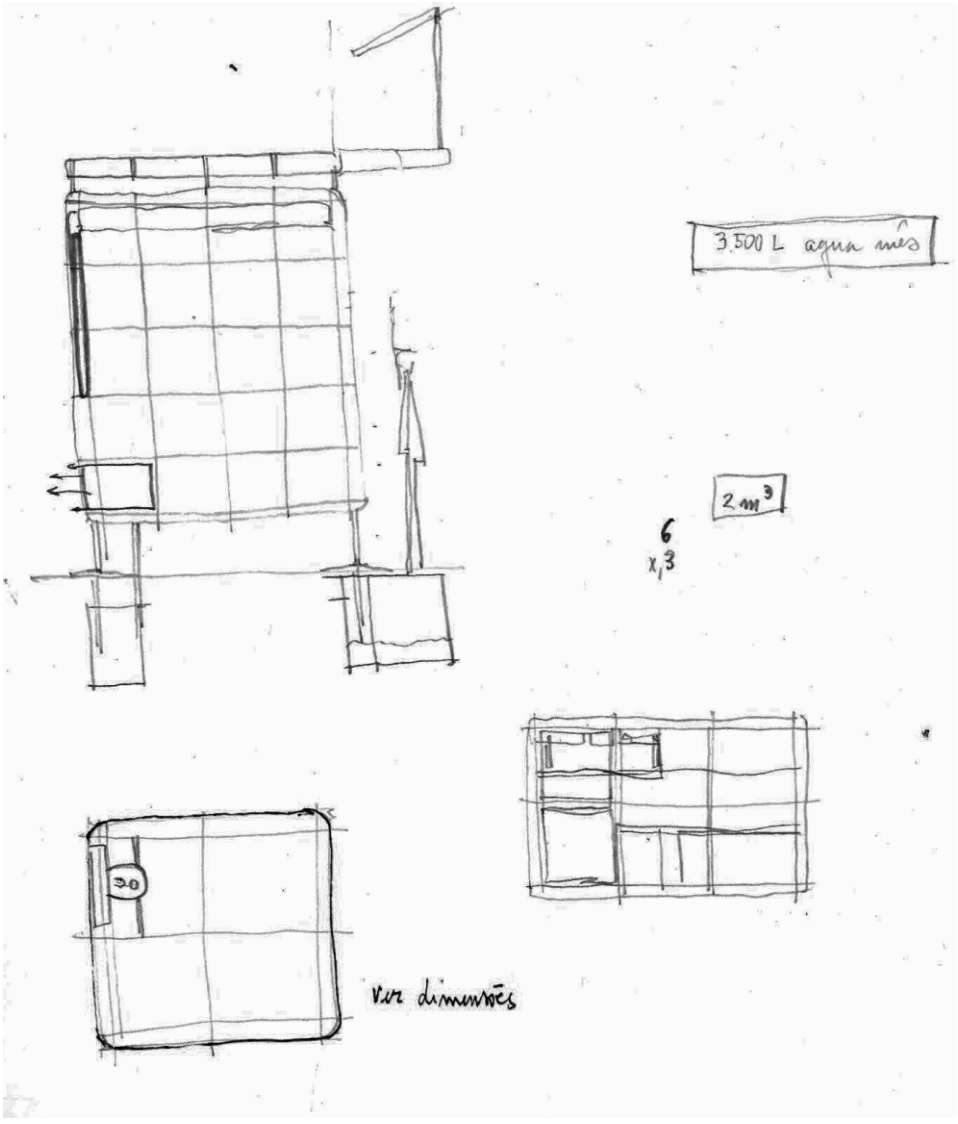




esboços (desenho do autor)

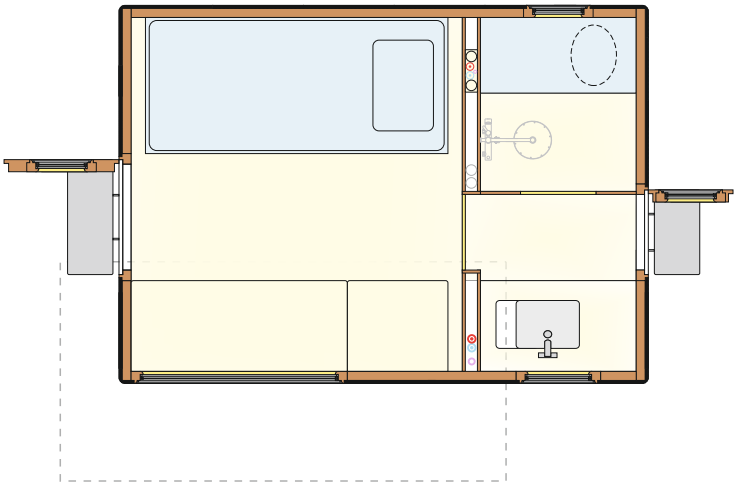


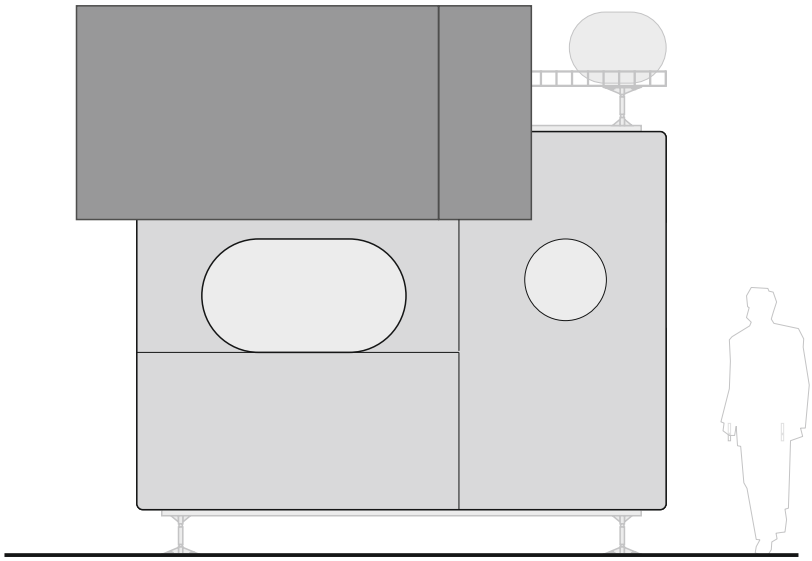
esboços (desenho do autor)

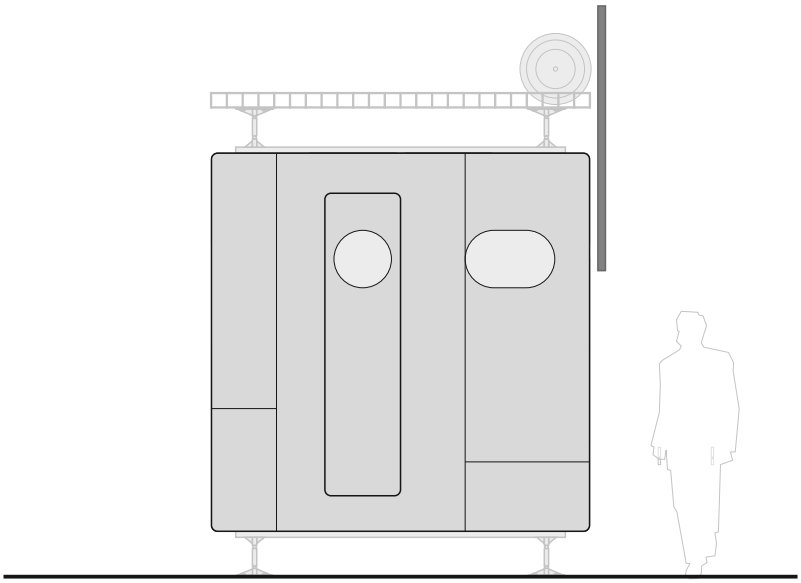


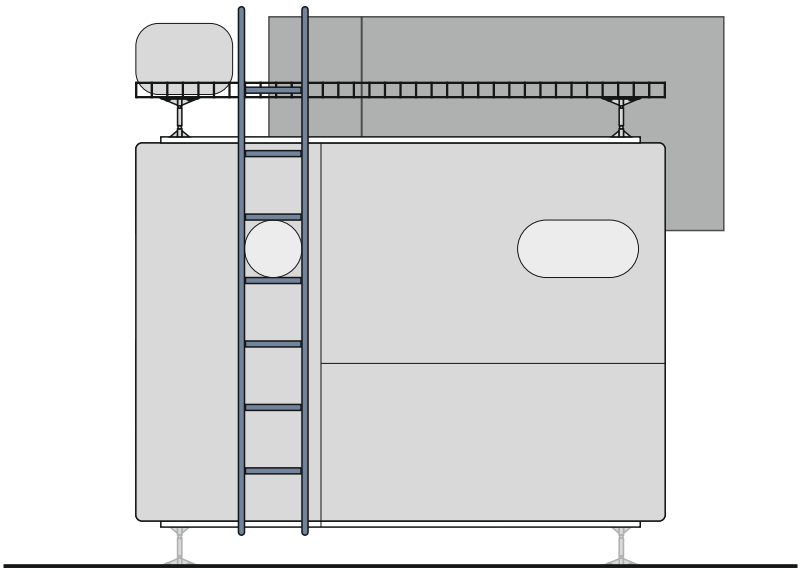
esboços (desenho do autor)

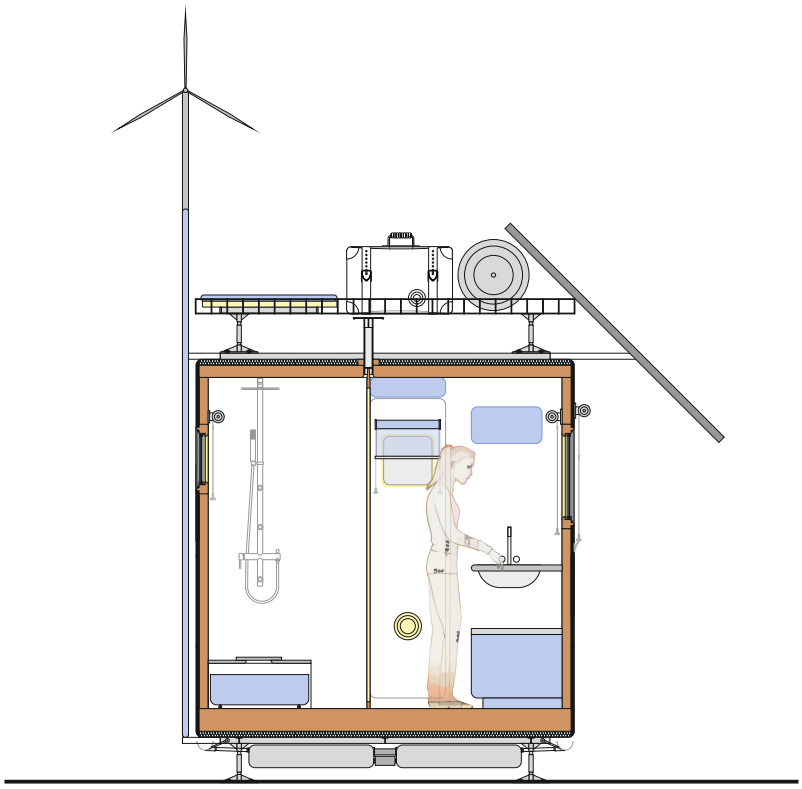
ESTUDO 2

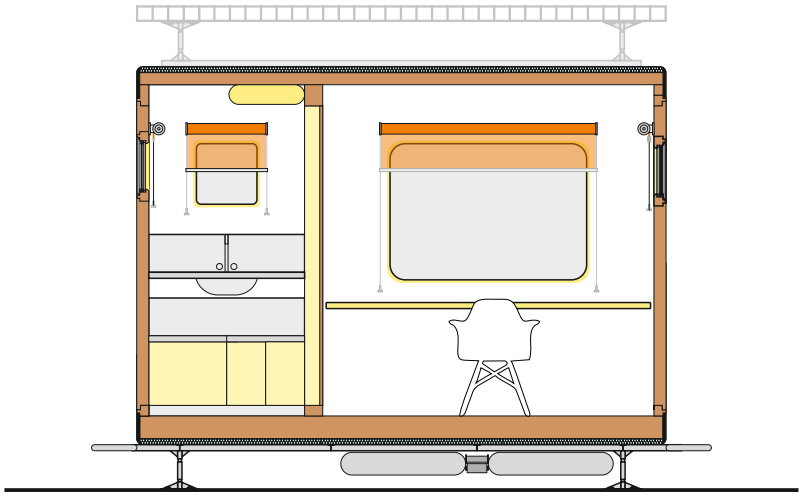


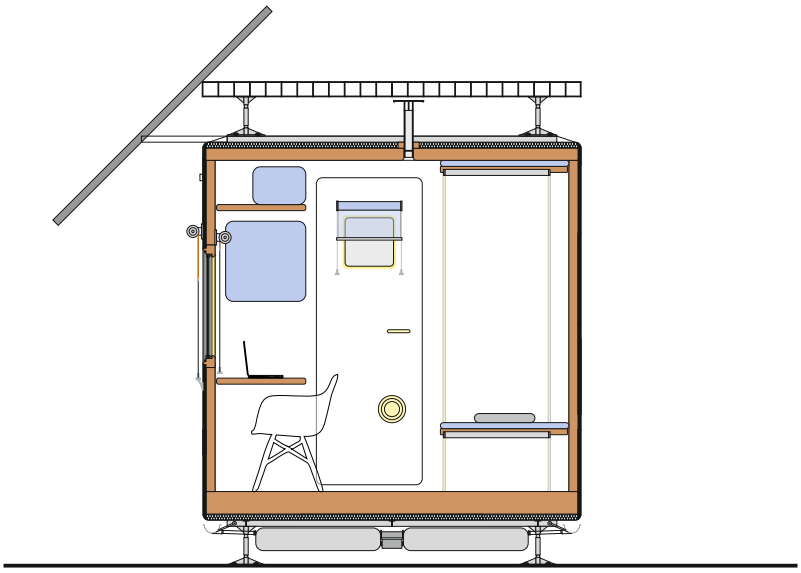


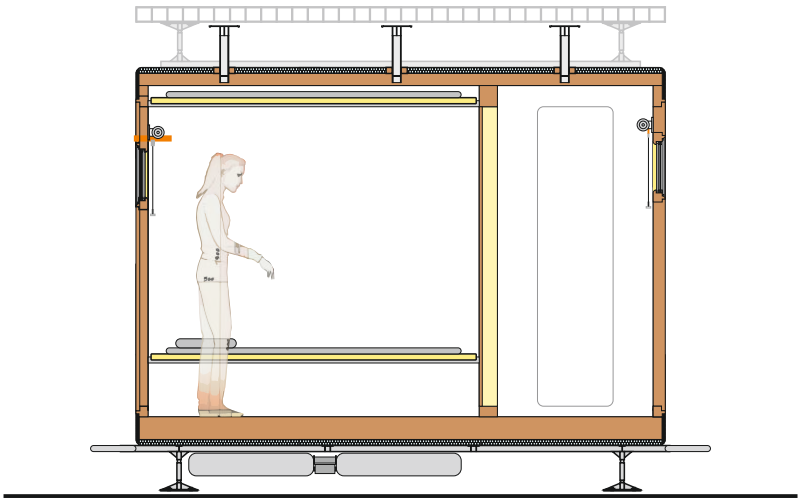


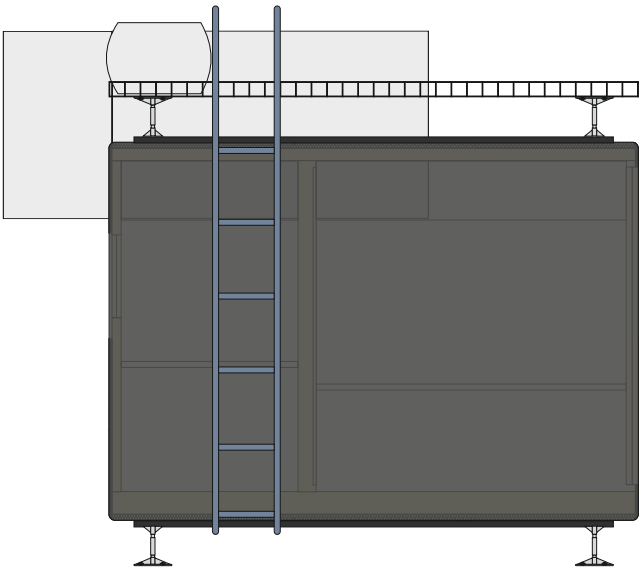


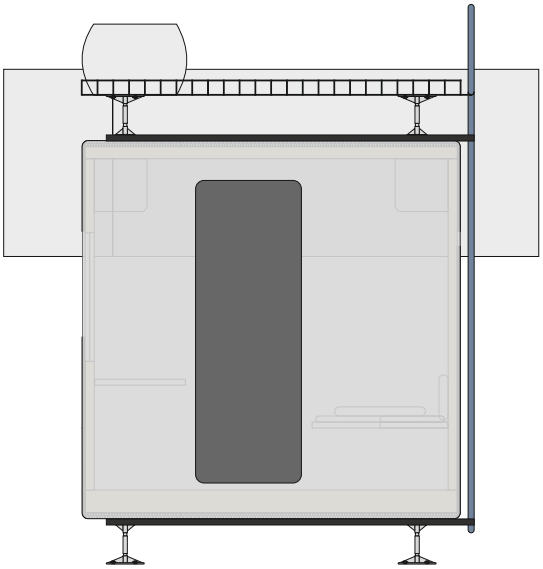


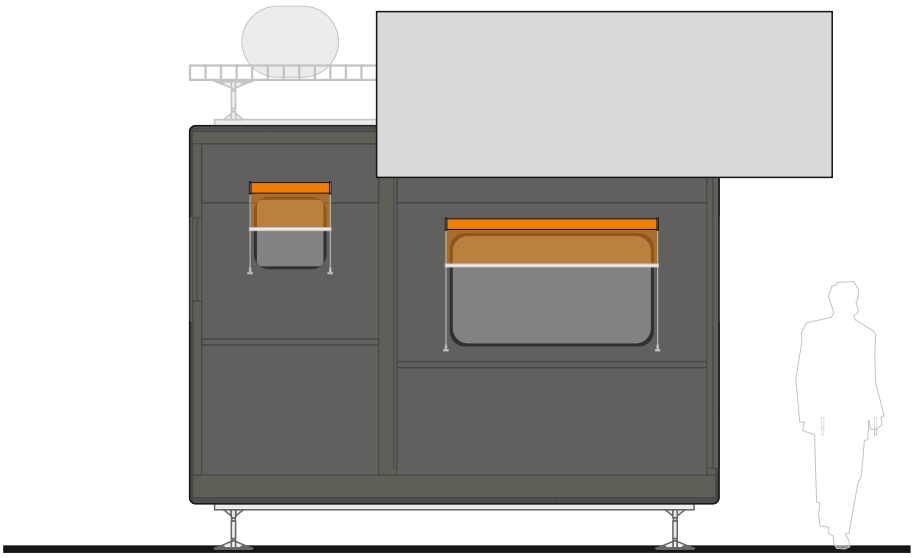


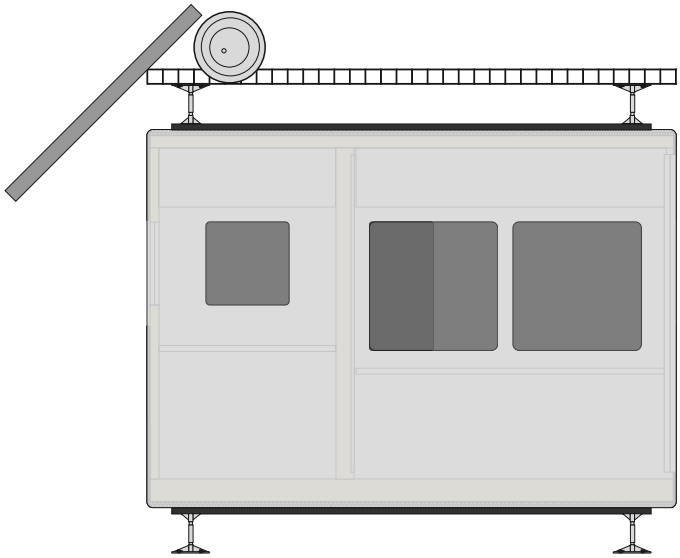


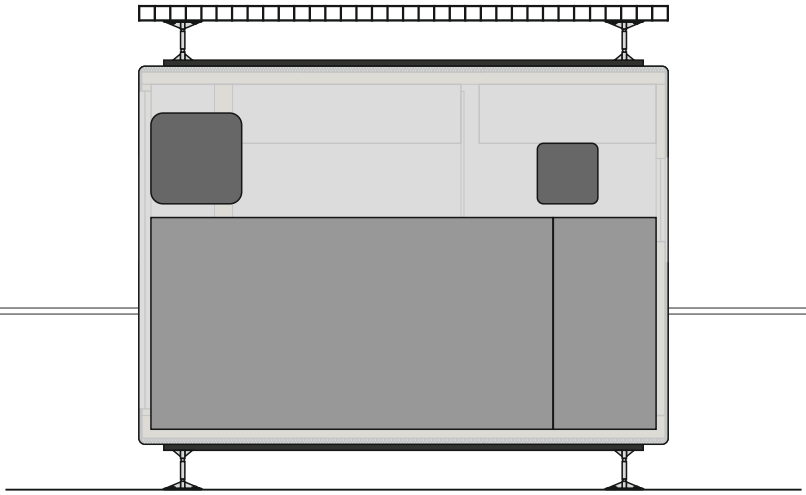


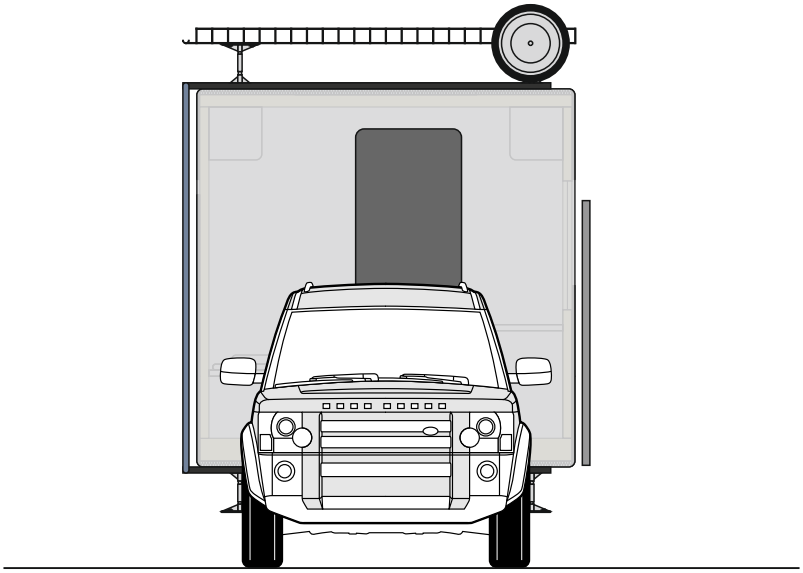


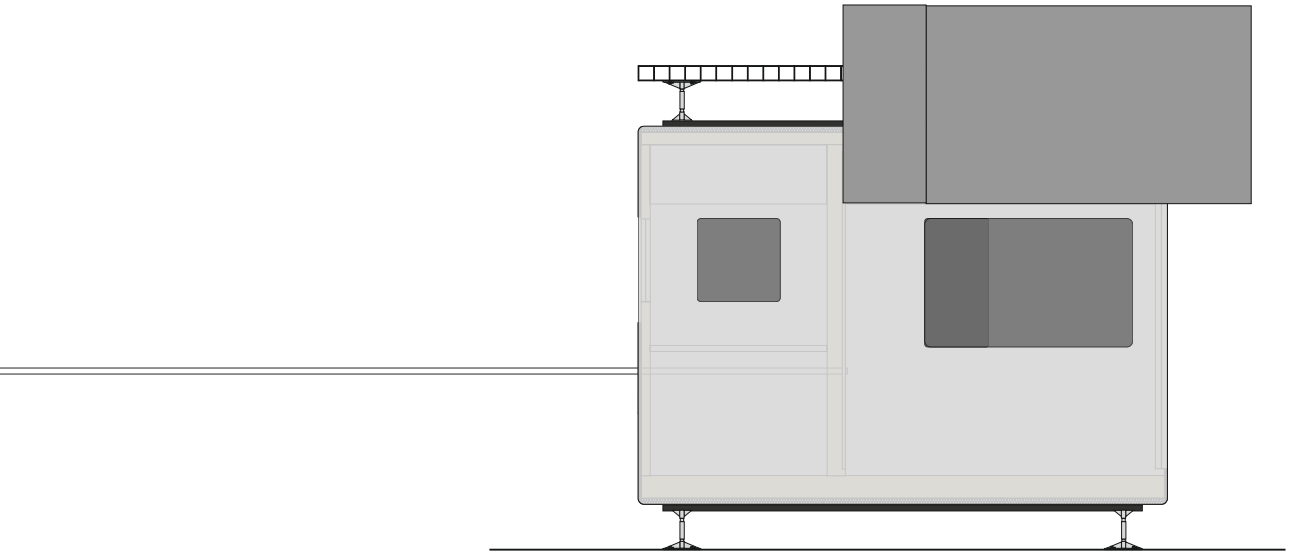


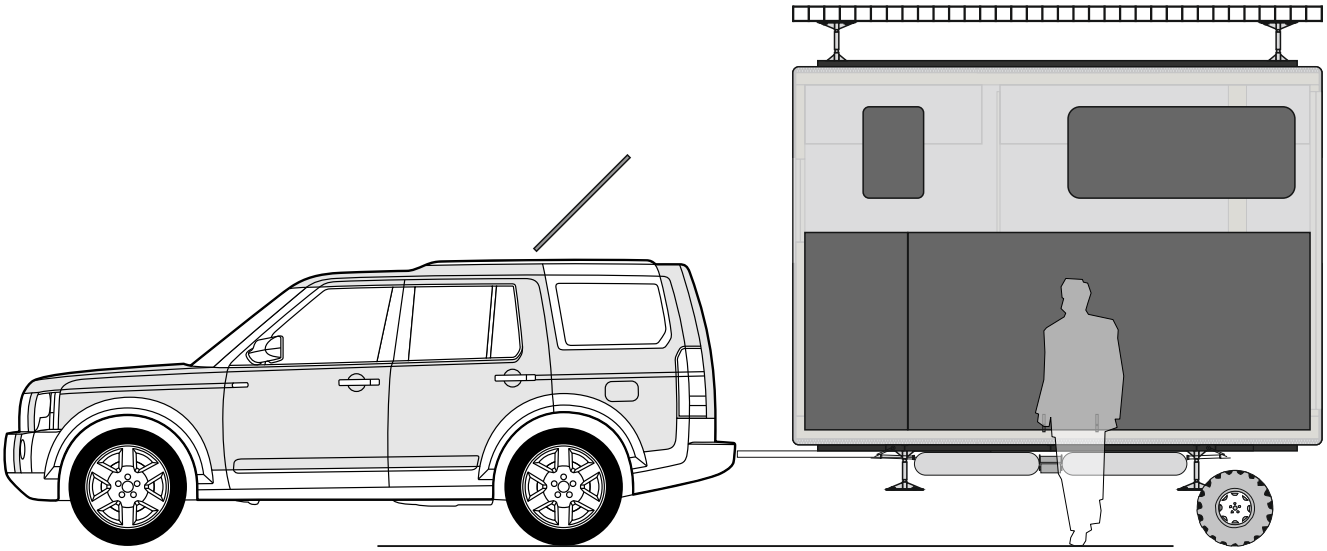


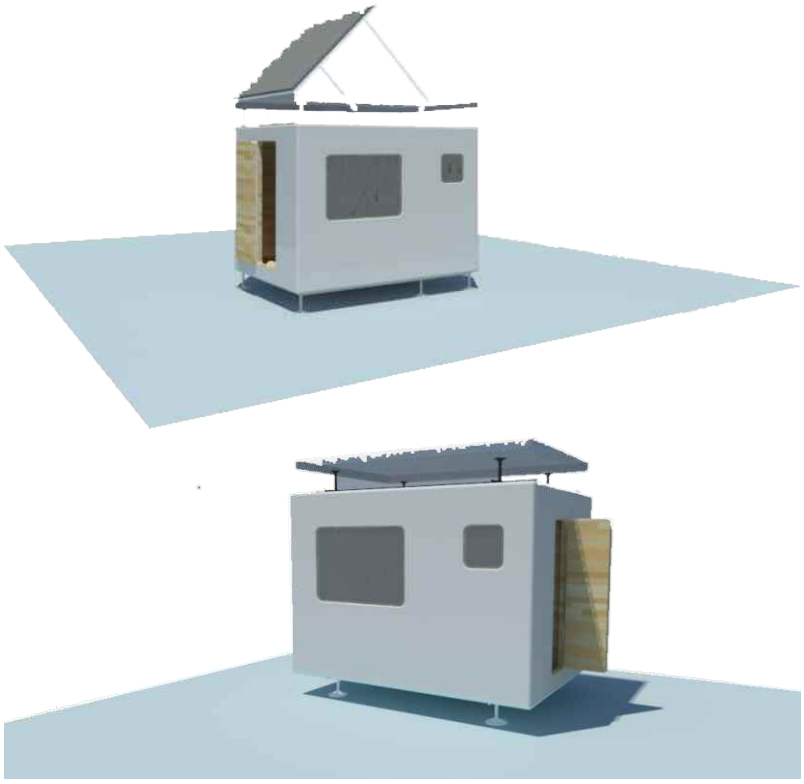




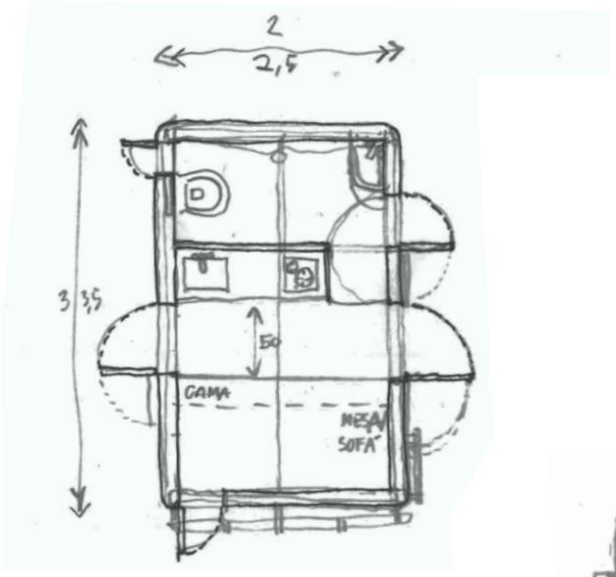


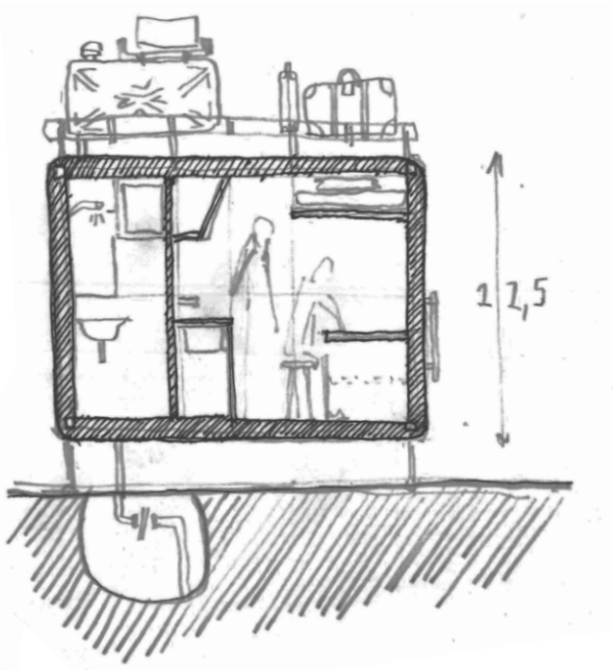


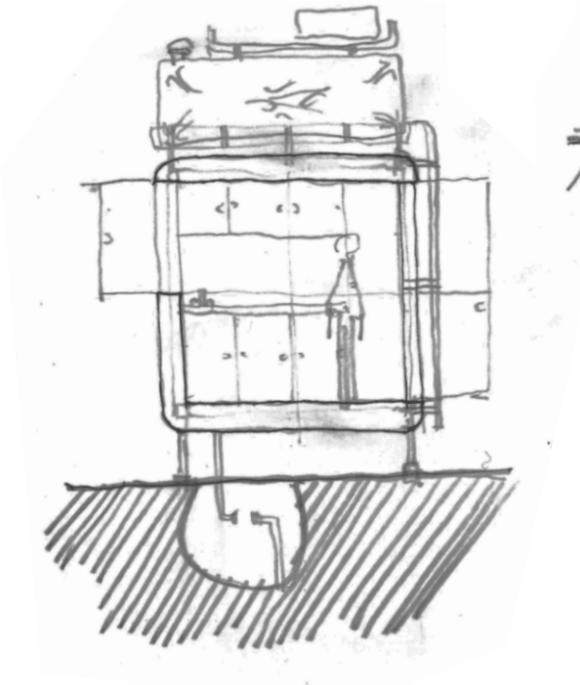






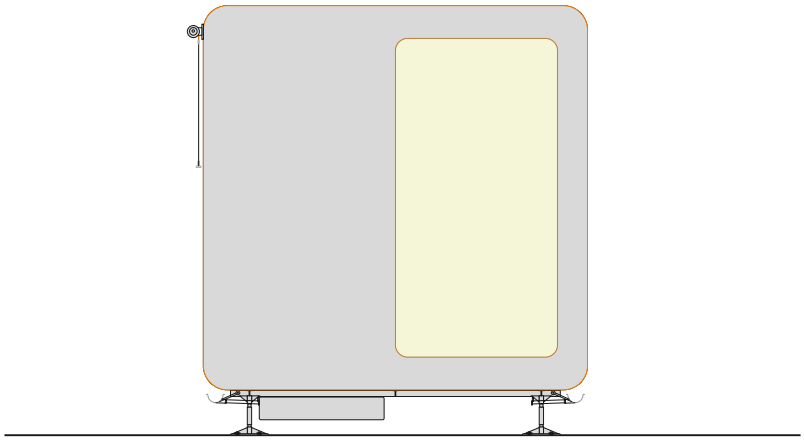

2
2,5
3
3,5
50
CAMA
MESA
SOFA


1
2,5

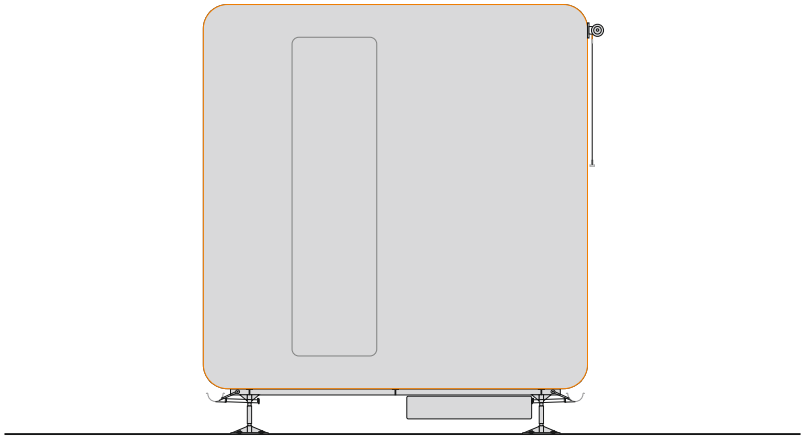


ESTUDO 3

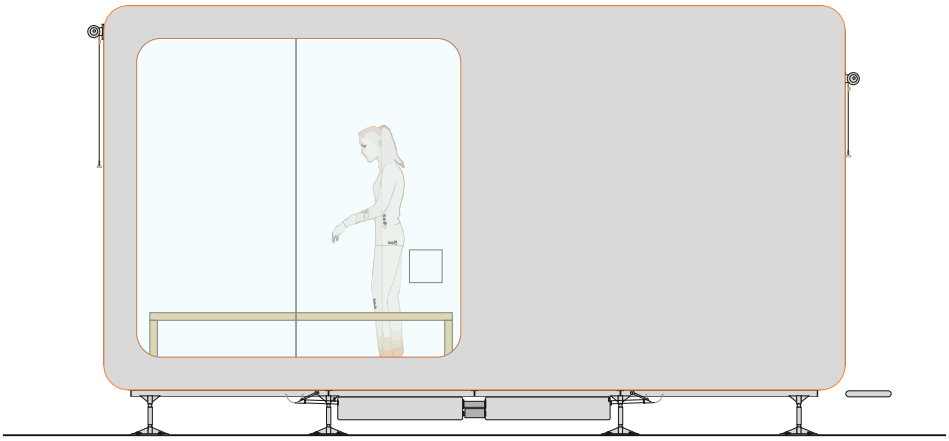
1:50 | 0 1cm 4cm | 50cm 2m



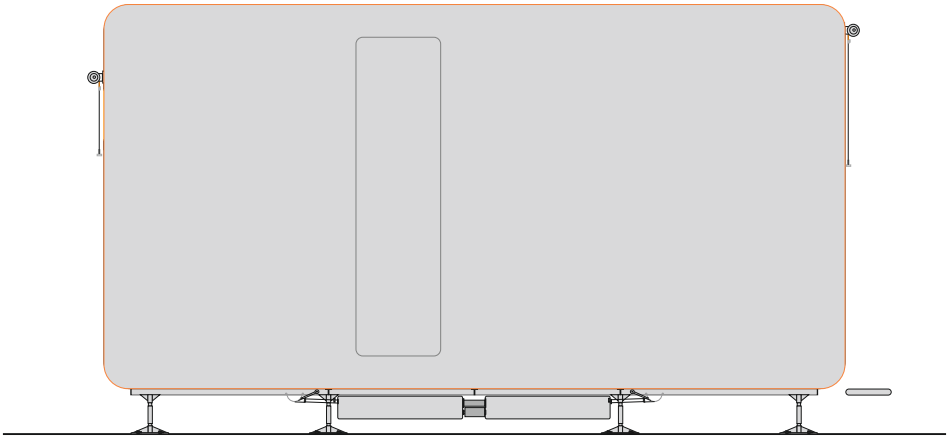
alçado poente



alçado nascente

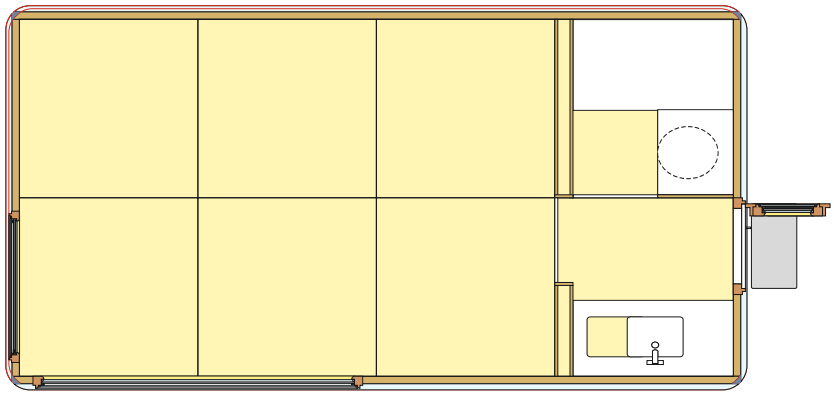


alçado sul



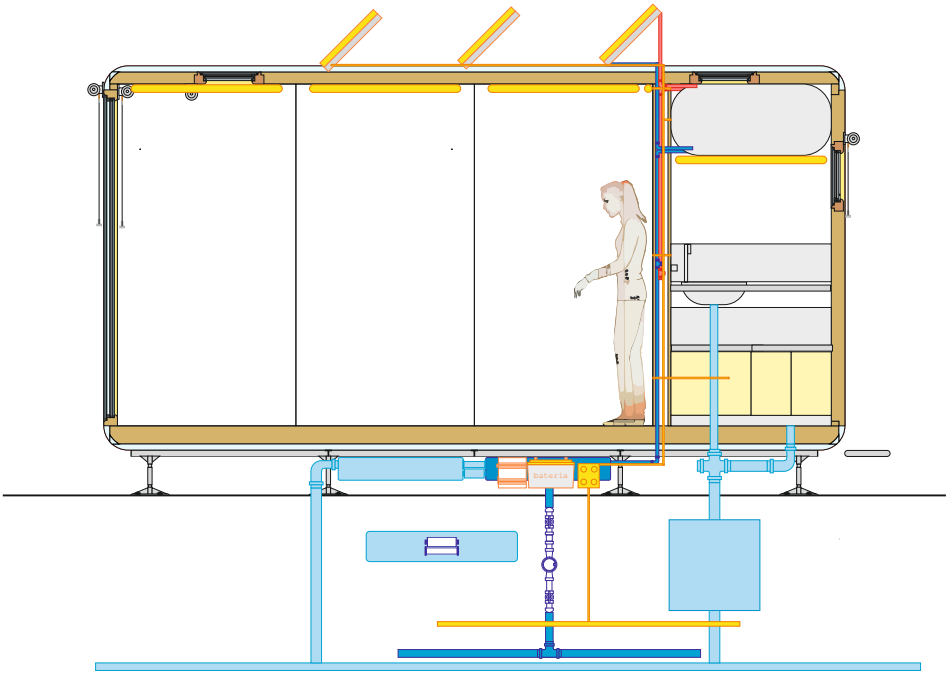
alçado norte

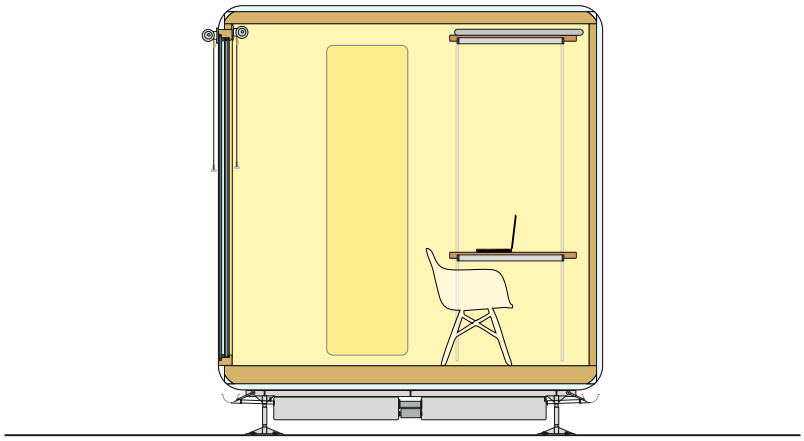
1:50 | 0 1cm 4cm | 50cm 2m |



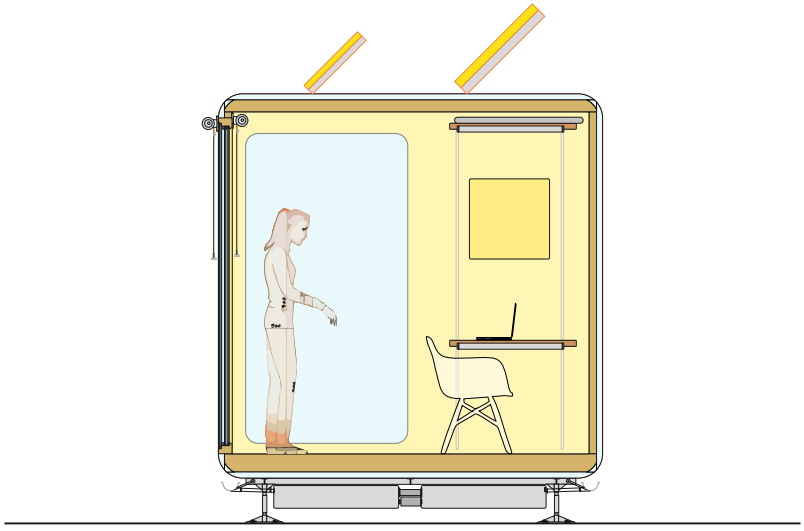
planta

corte longitudinal com estudo de redes



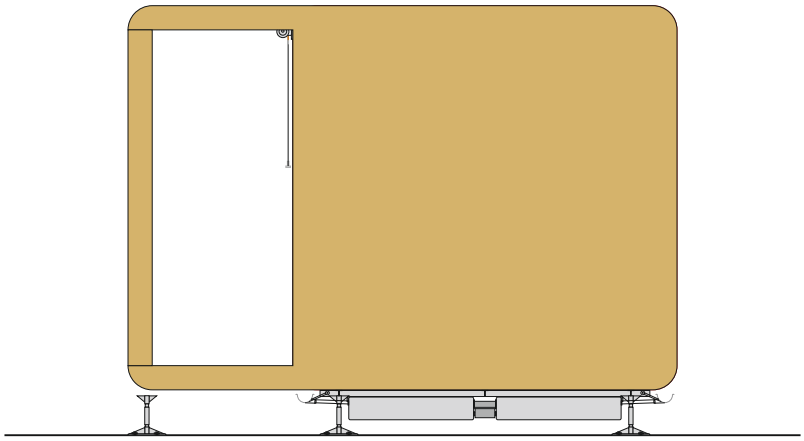


corte transversal 1

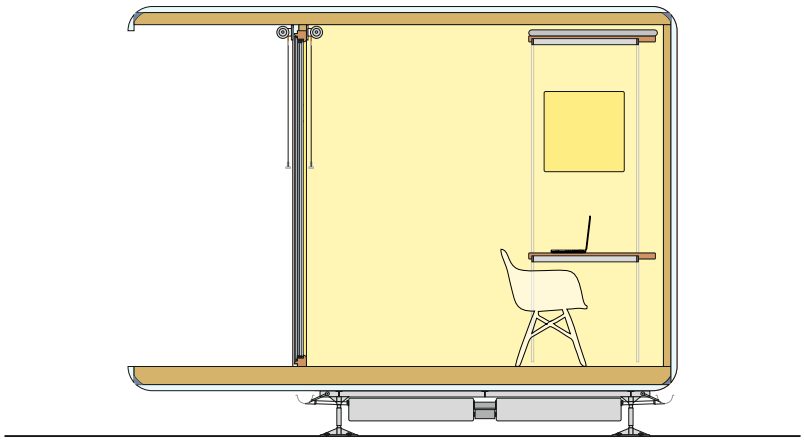


corte transversal 2

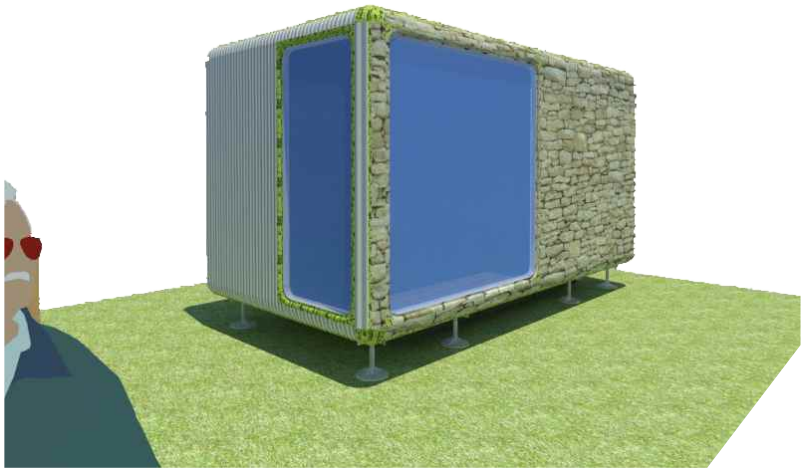
1:50 | 0 1cm 4cm | 50cm 2m



alçado nascente (versão com varanda)



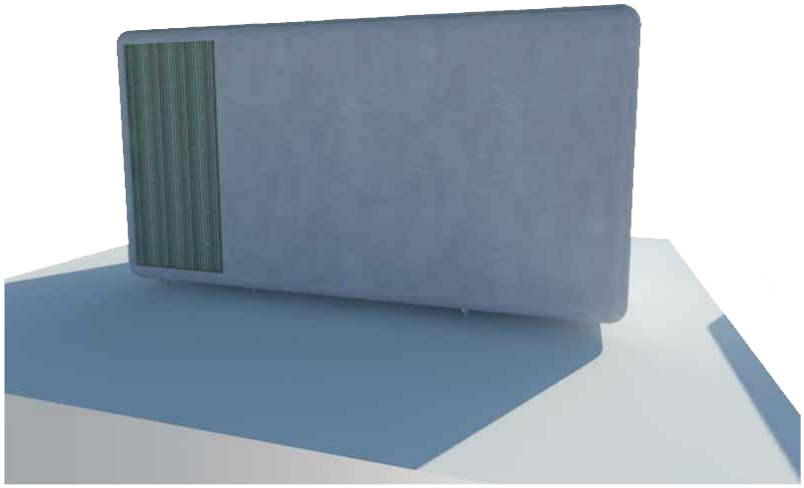
corte transversal (versão com varanda)



maquete digital (estudo de materiais)



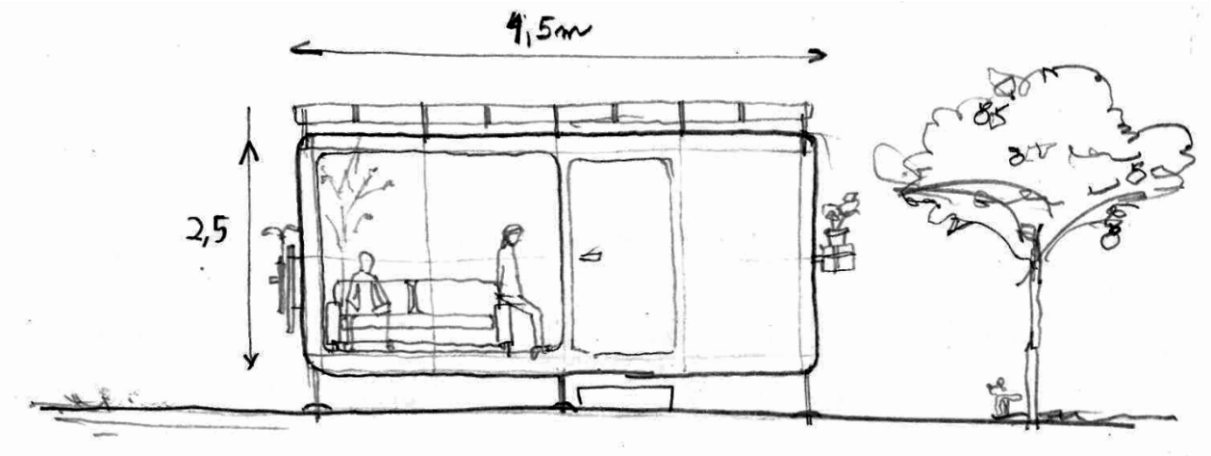
maquete digital (estudo de materiais)

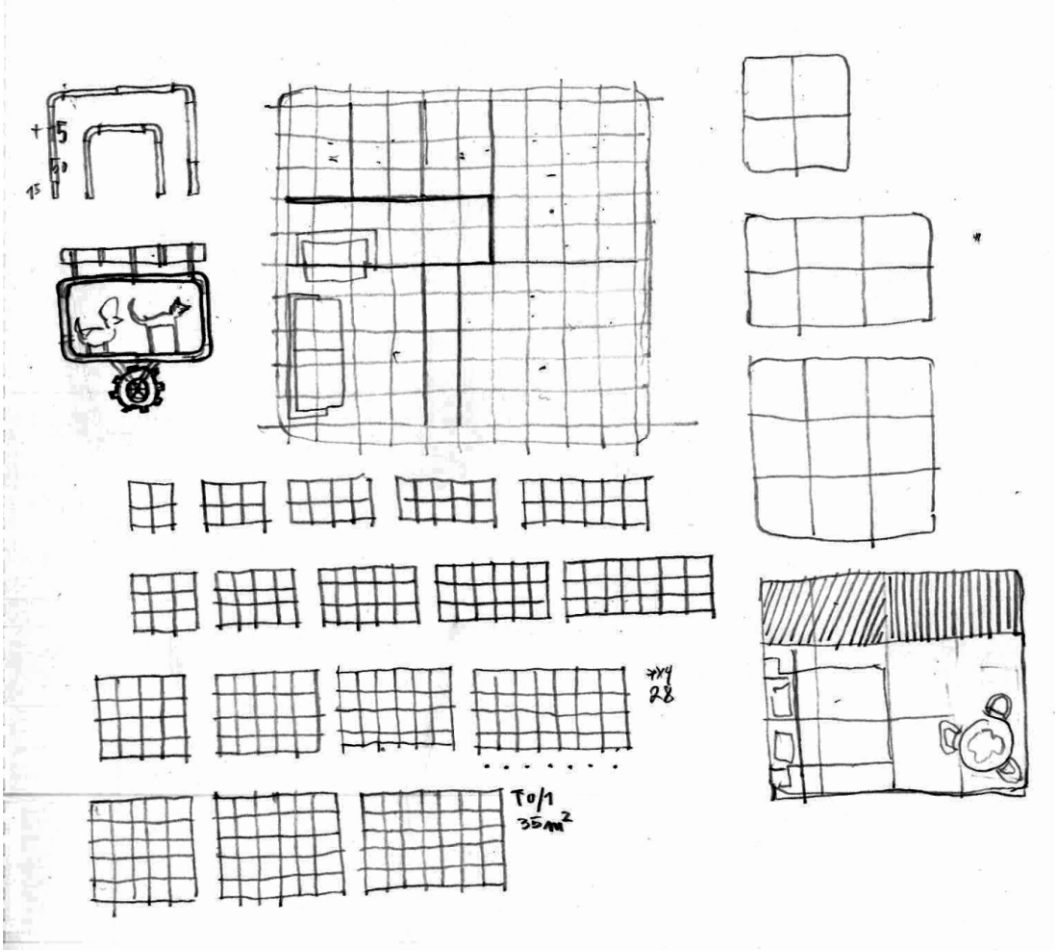


maquete digital (estudo de materiais)



maquete digital (estudo de materiais)

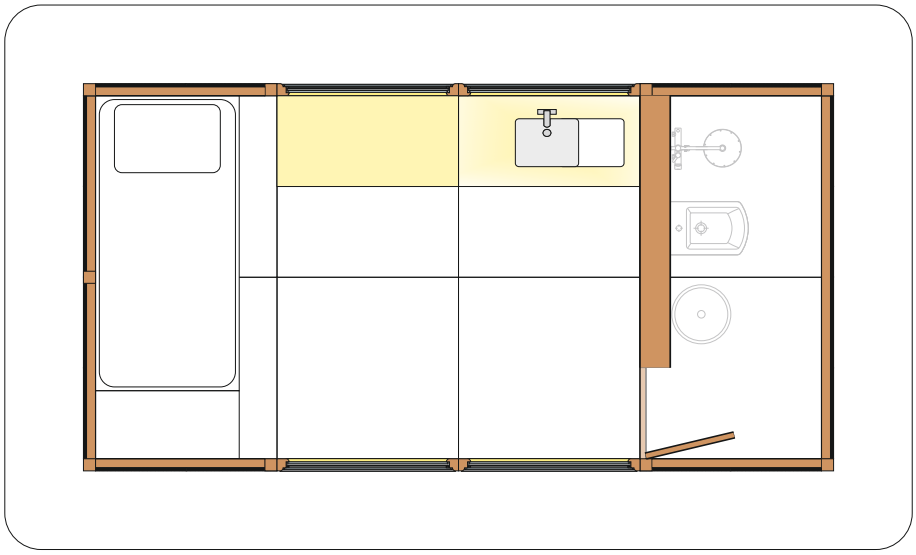




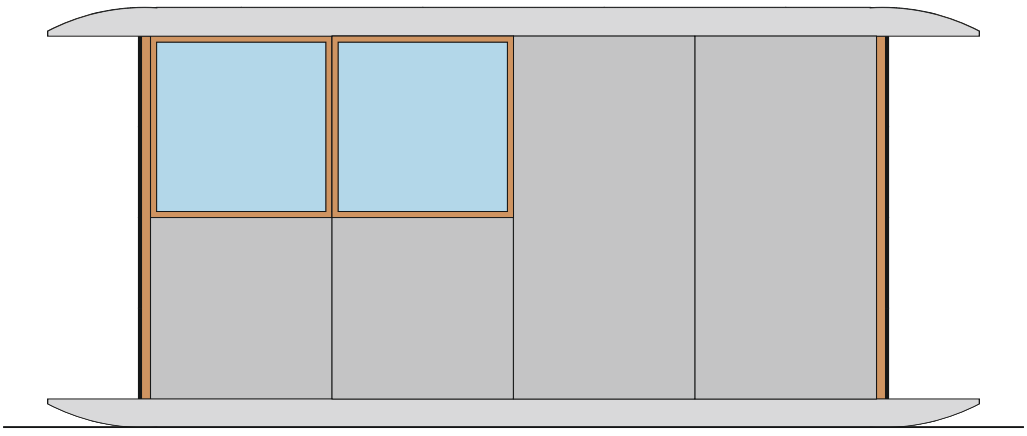
esboços

ESTUDO 4

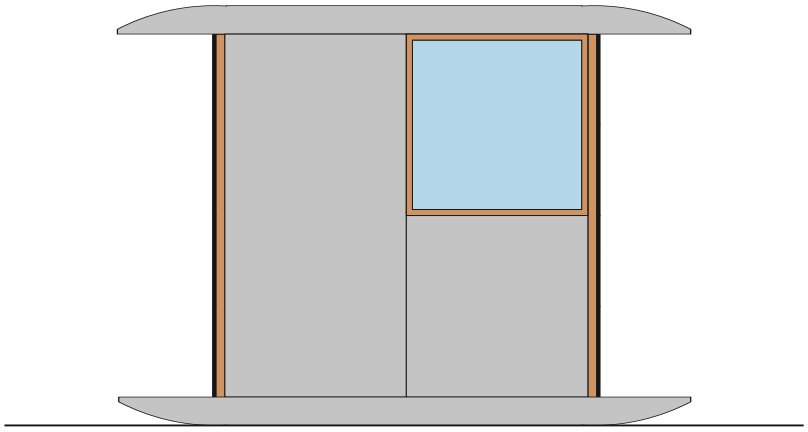
1:50 | 0 1cm 4cm 50cm 2m |



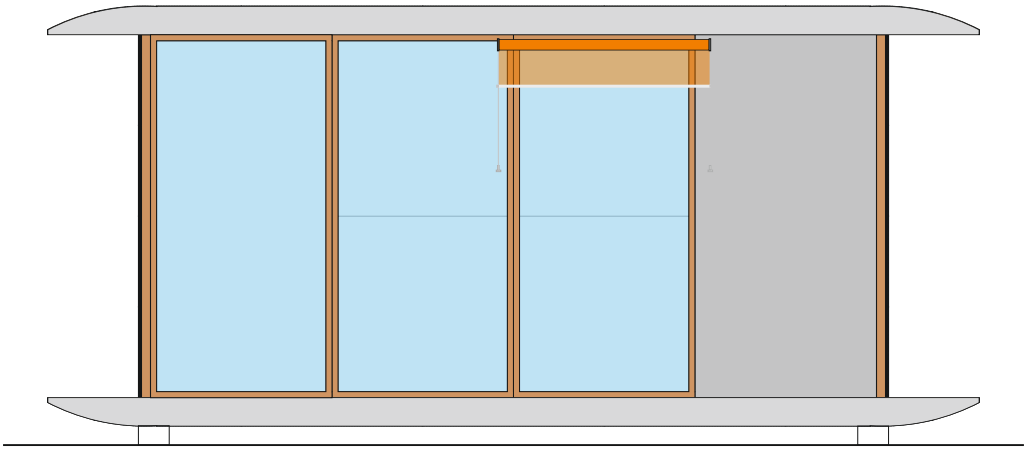
planta



alçado norte

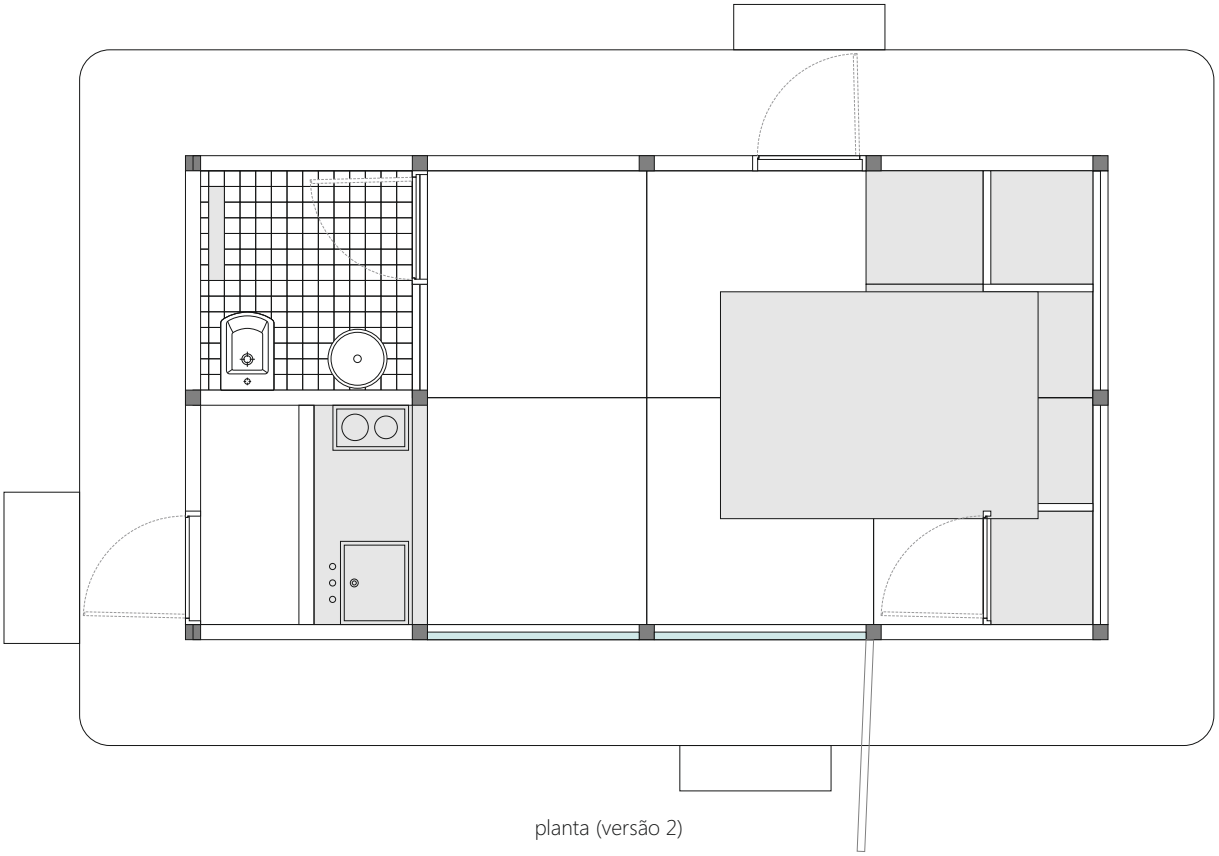


alçado poente

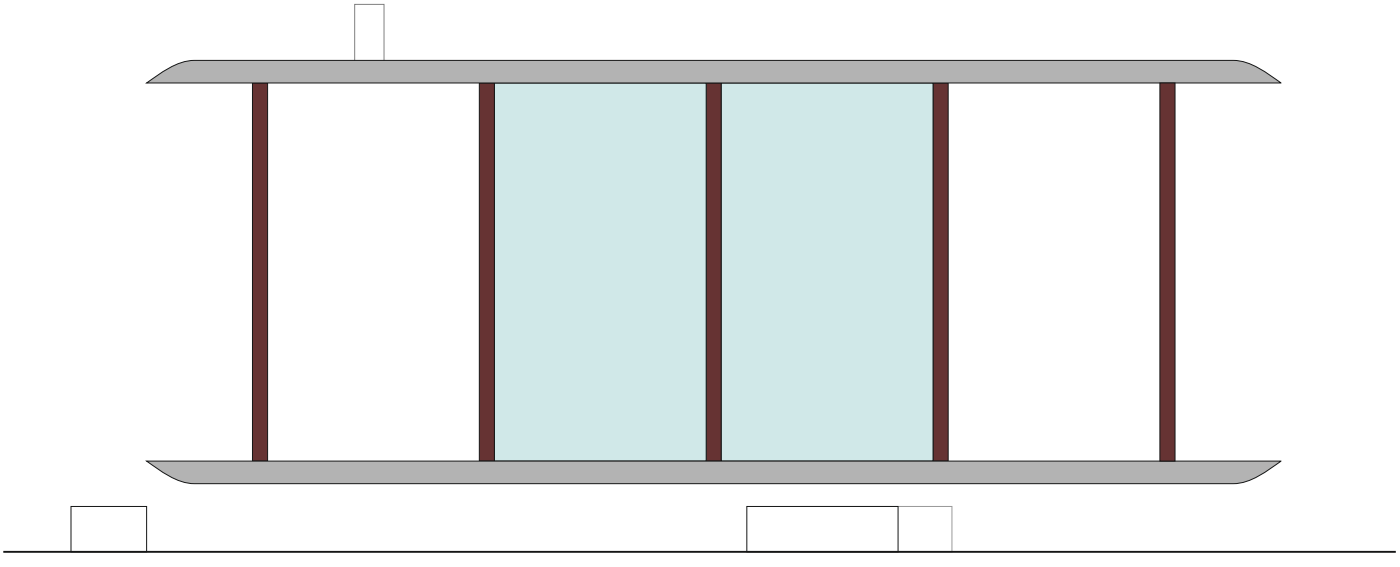


alçado sul

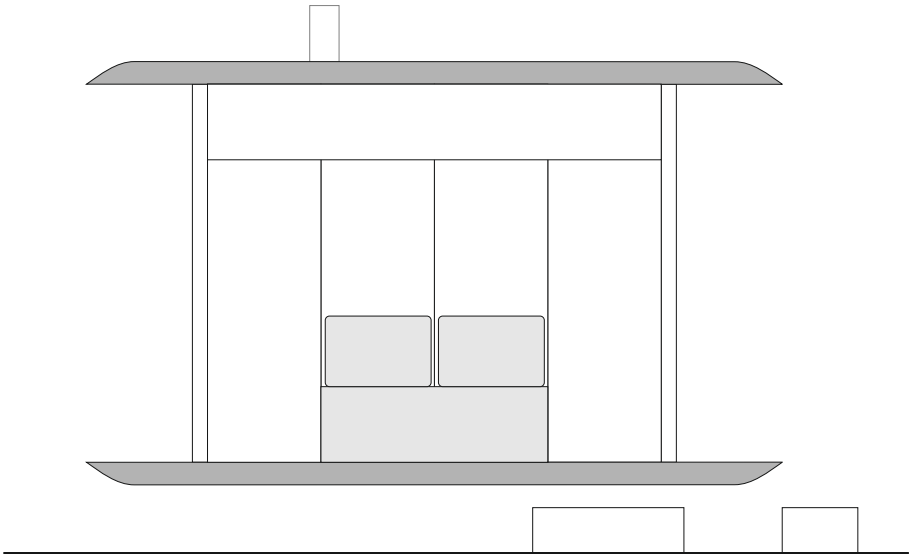
1:50 | 0 1cm 4cm 50cm 2m |



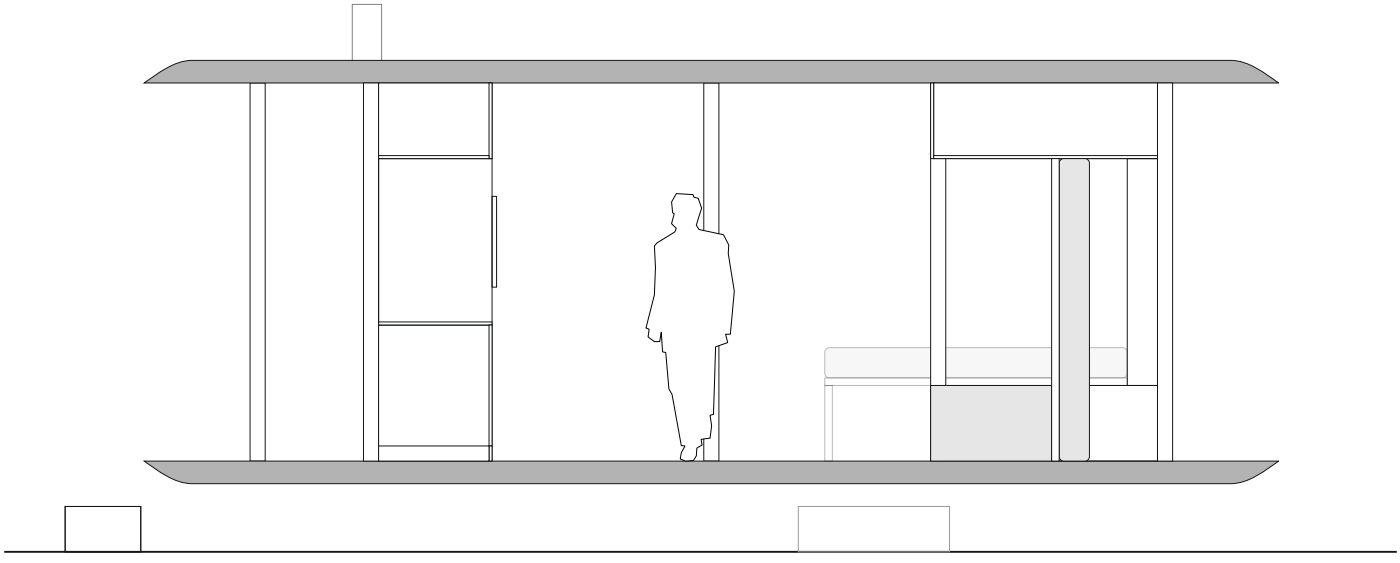
planta (versão 2)



alçado sul (versão 2)

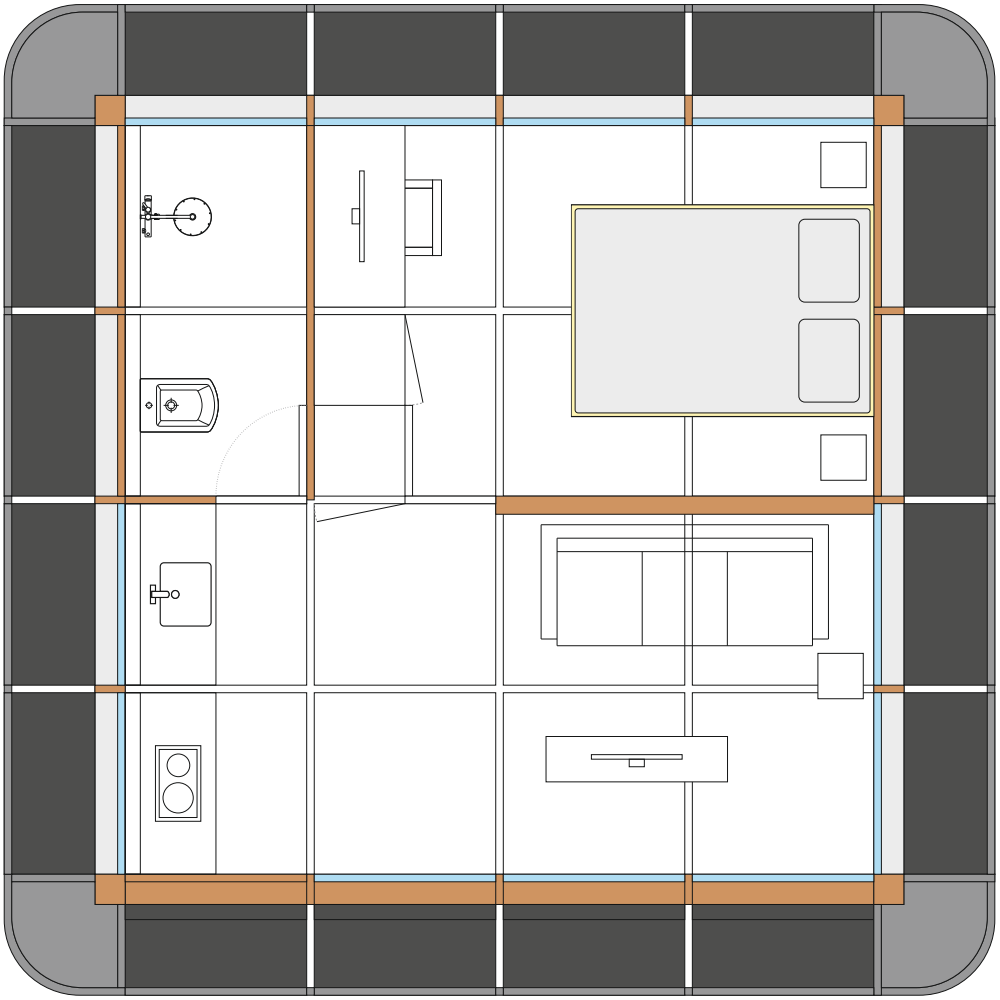


corte transversal (versão 2)

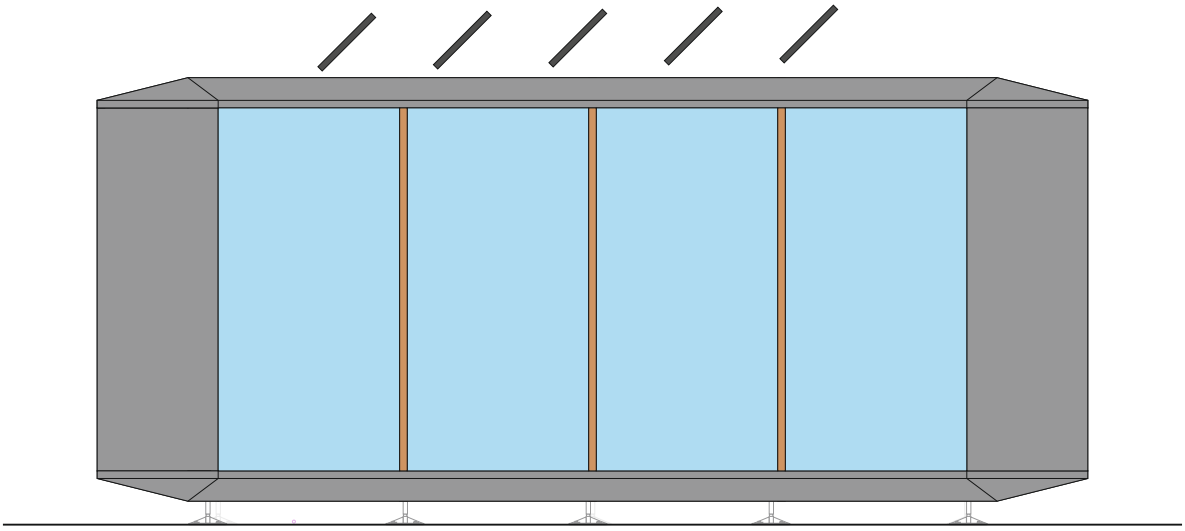


corte longitudinal (versão 2)

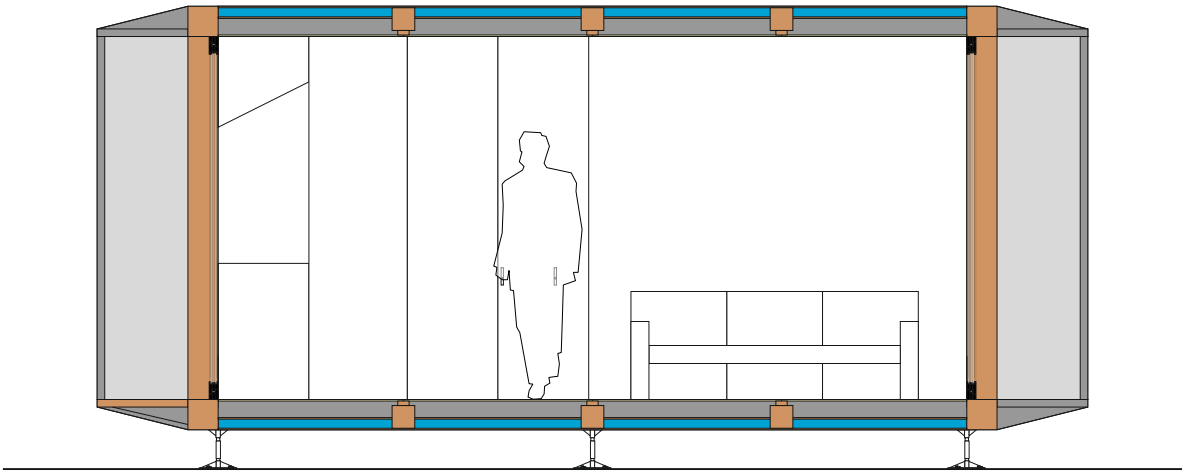
1:50 | 0 1cm 4cm 50cm 2m |



planta

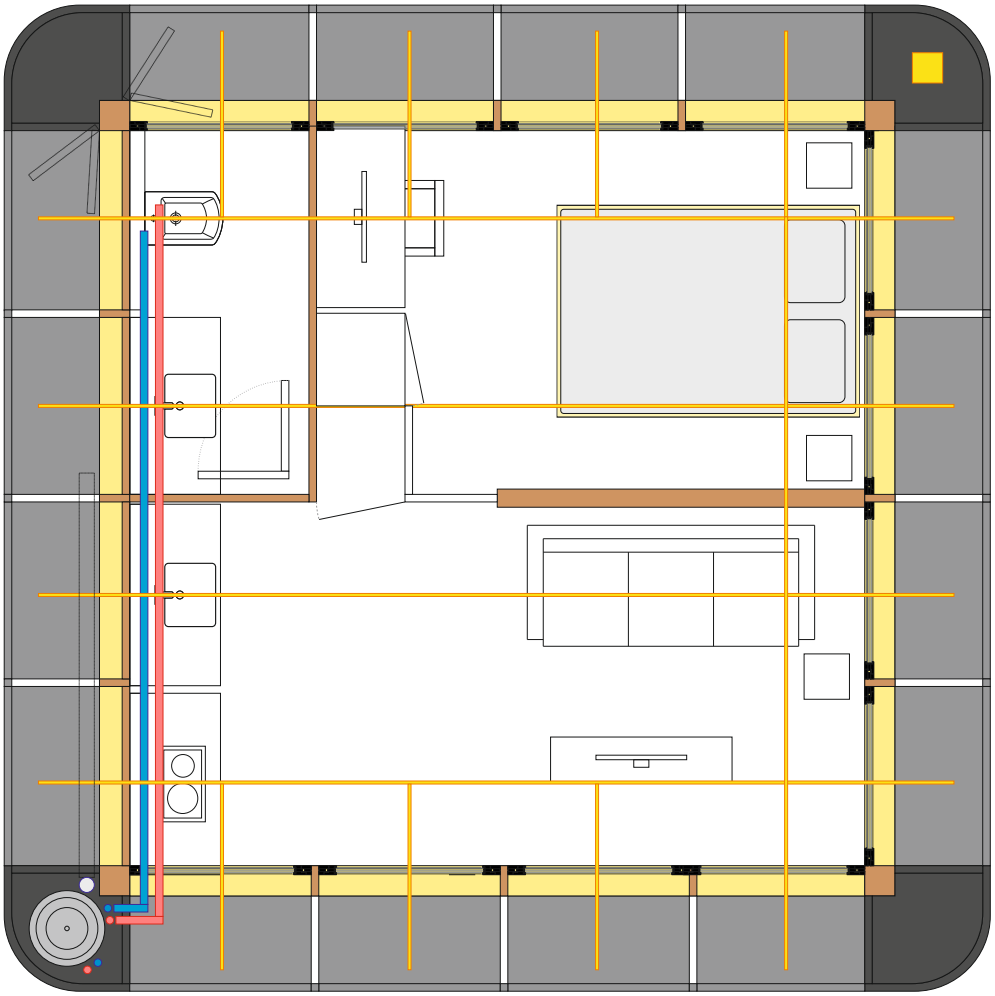


alçado

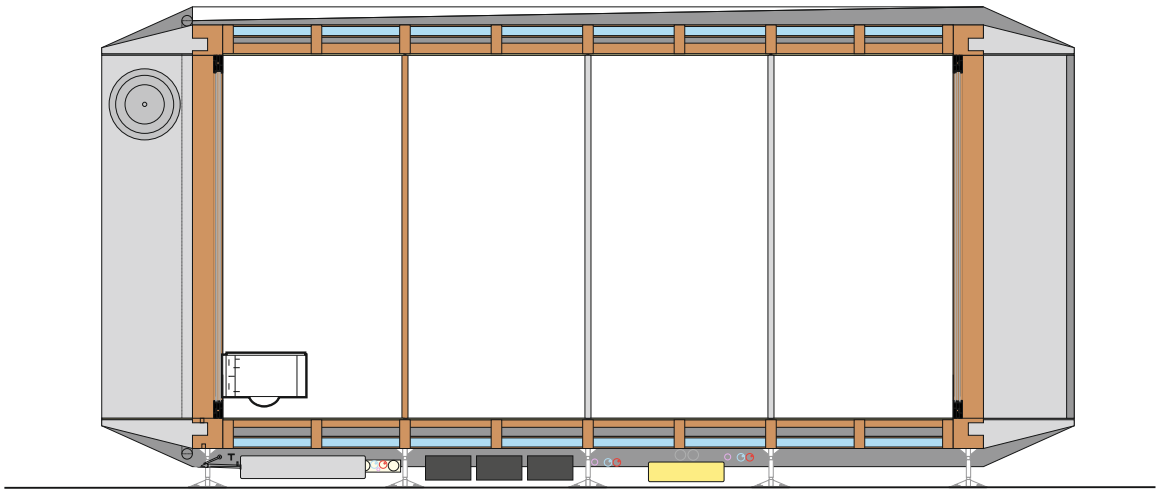


corte

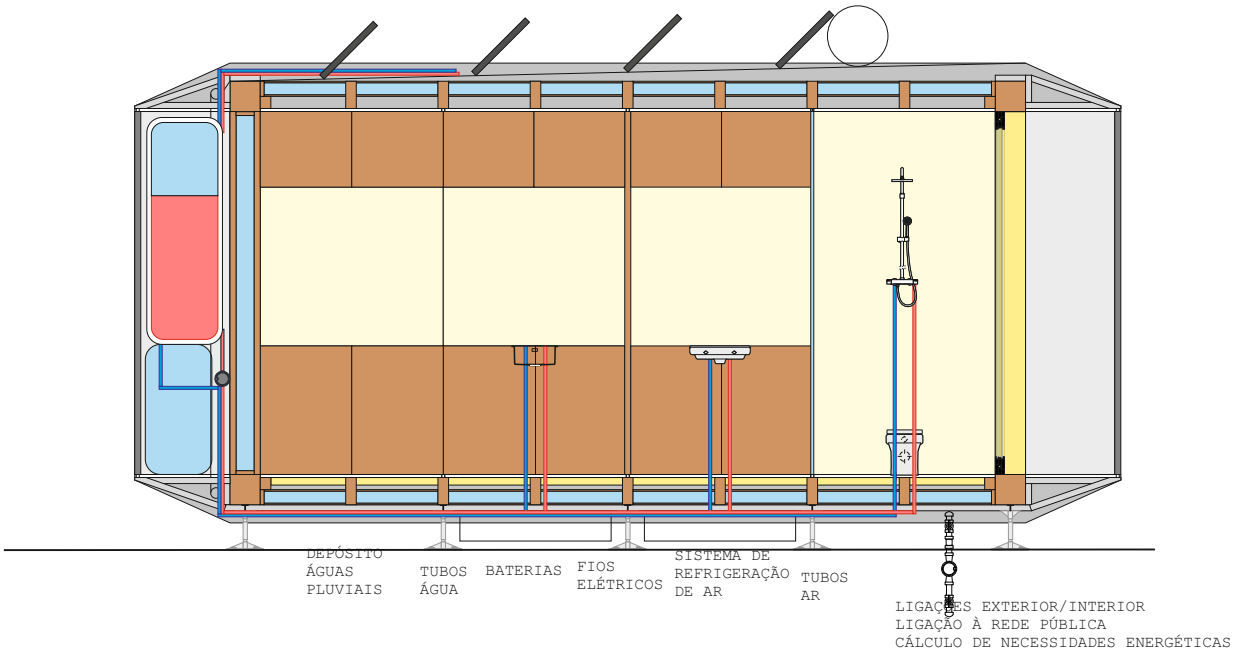
1:50 | 0 1cm 4cm 50cm 2m |



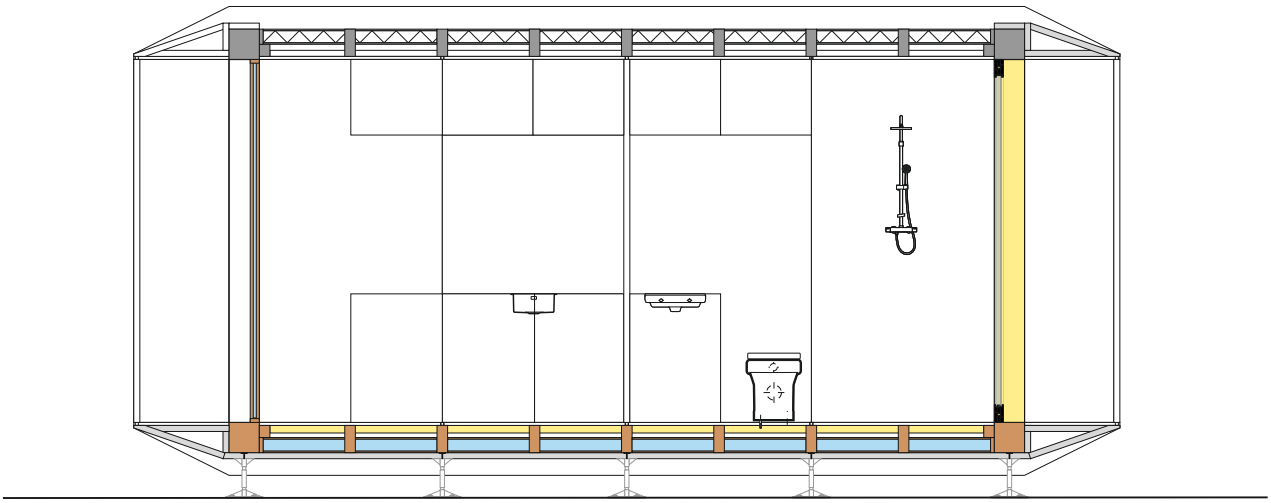
planta com estudo de redes



corte

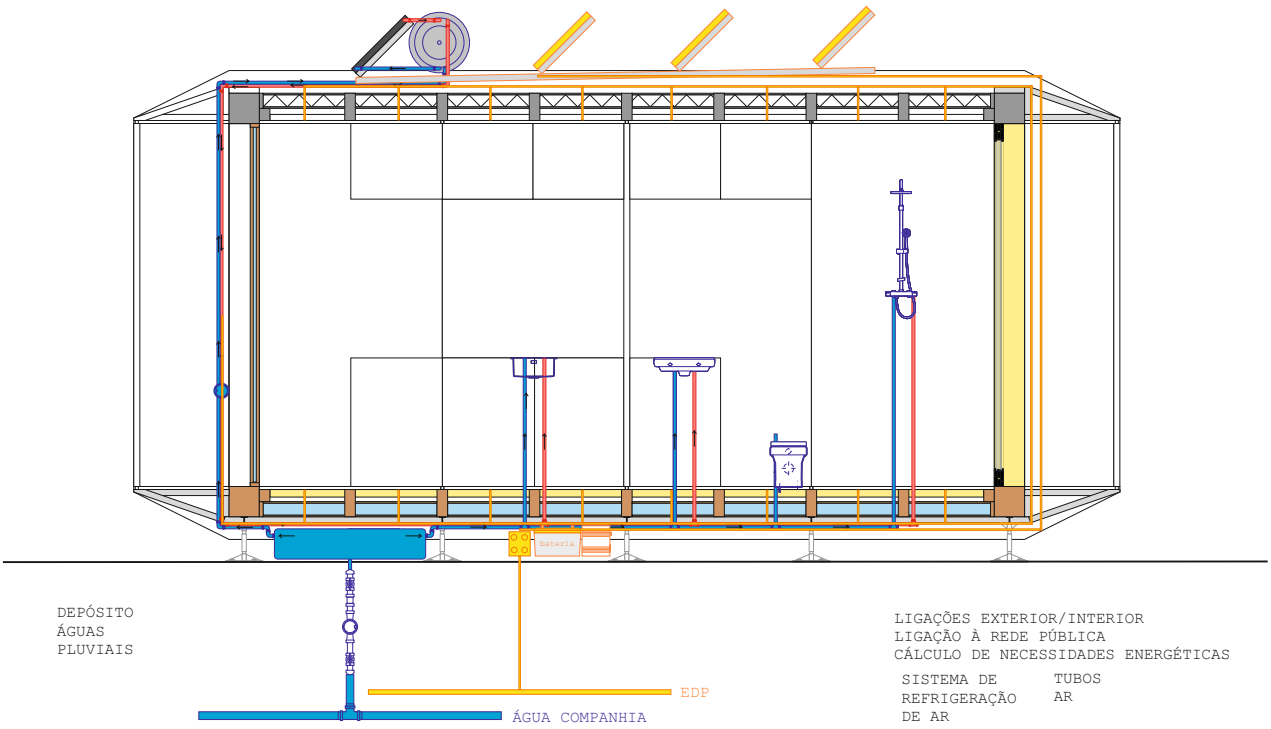


corte com estudo de redes



corte

corte com estudo de redes

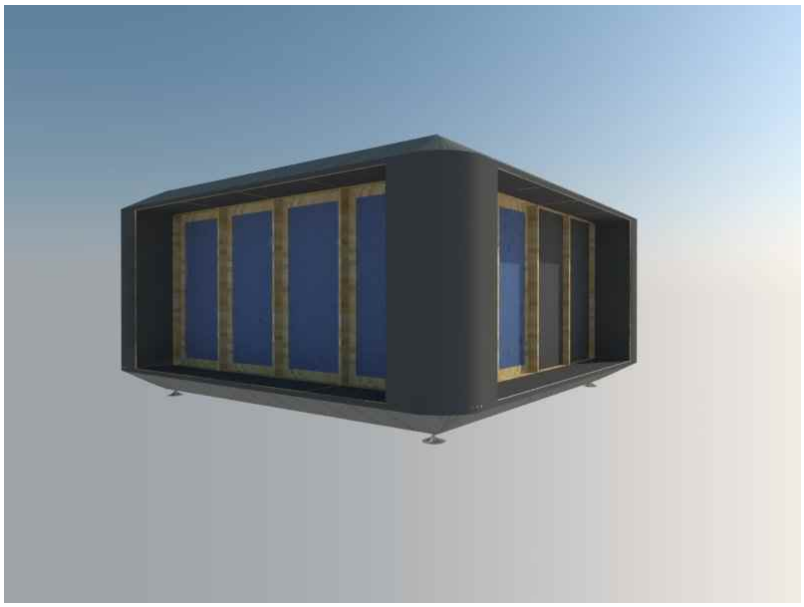


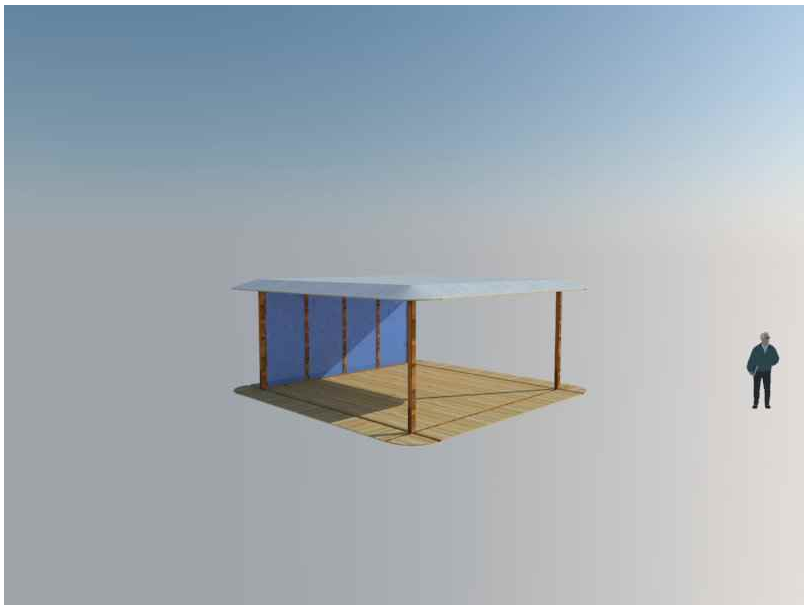










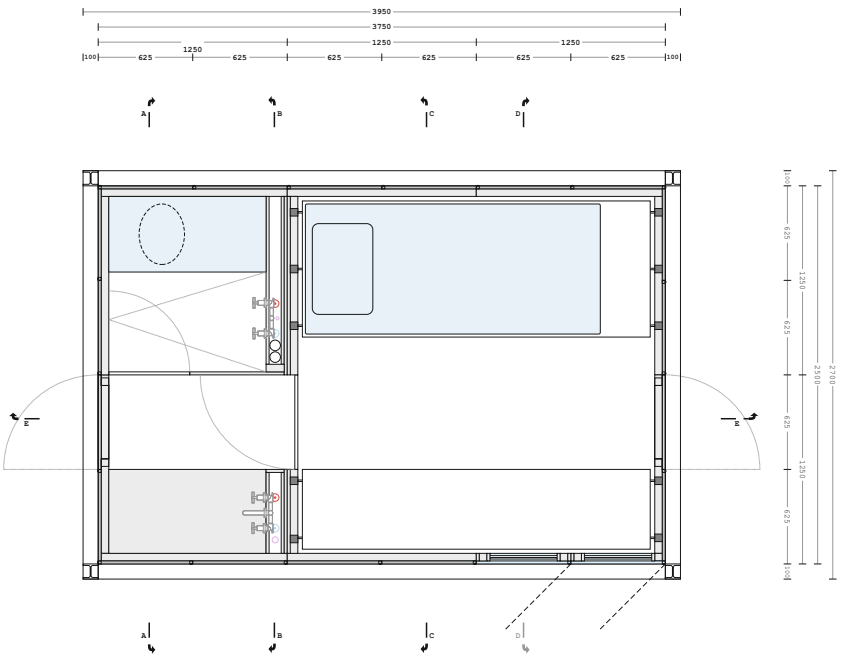




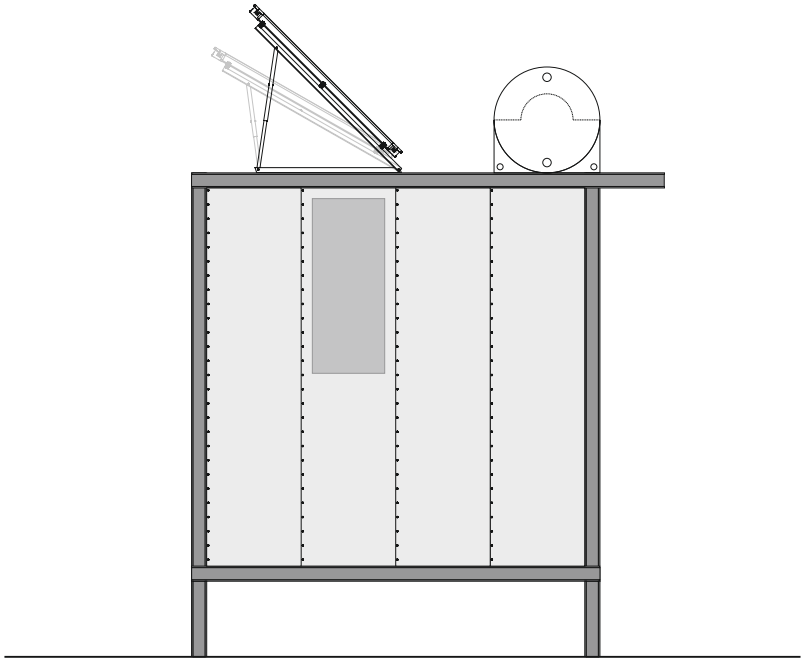


ESTUDO 5

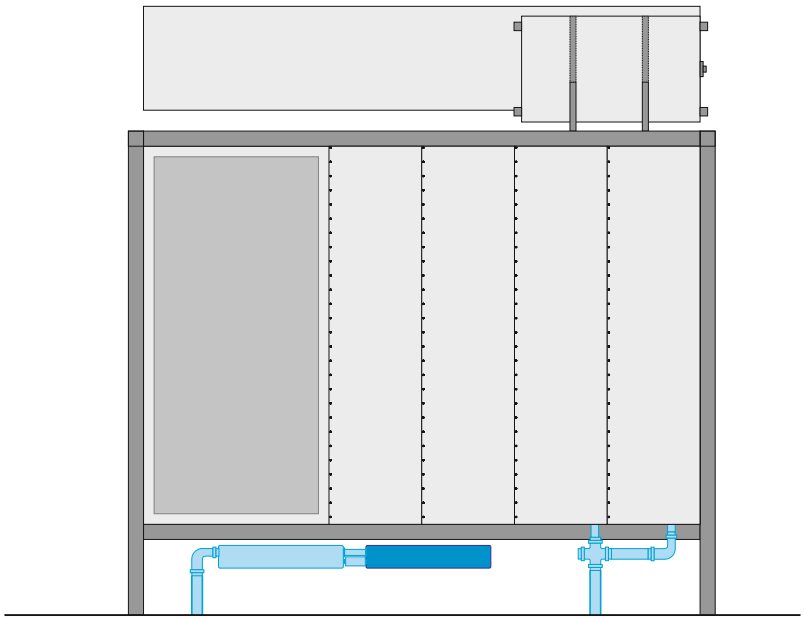
1:50 | 0 1cm 4cm 50cm 2m |



planta

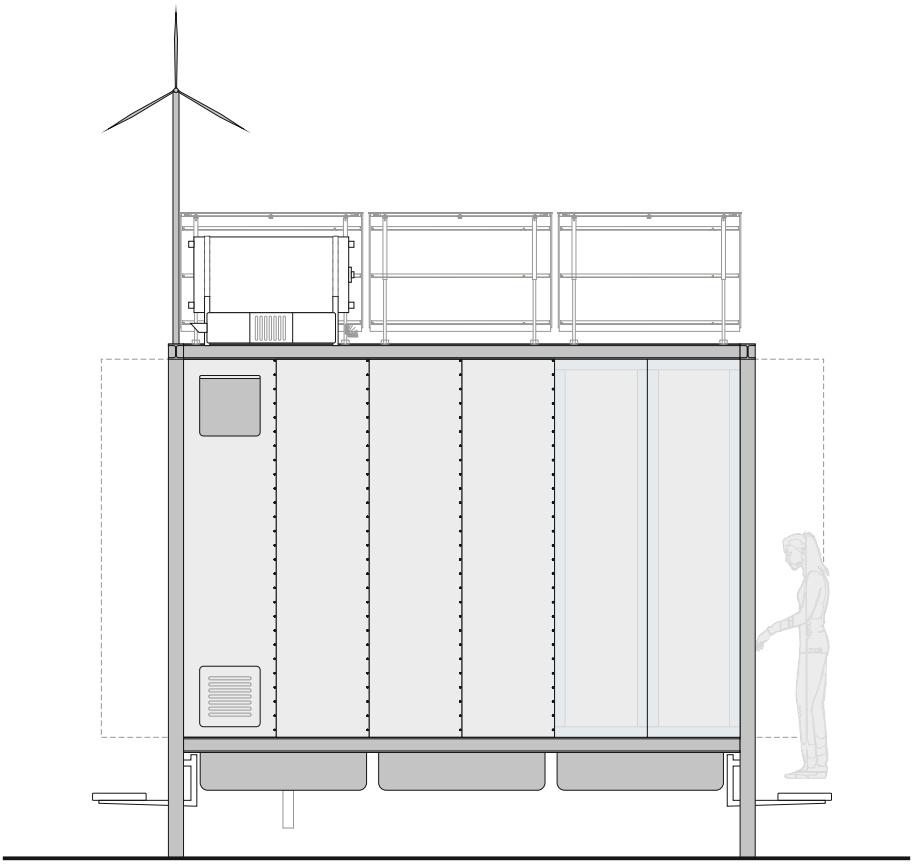


alçado poente



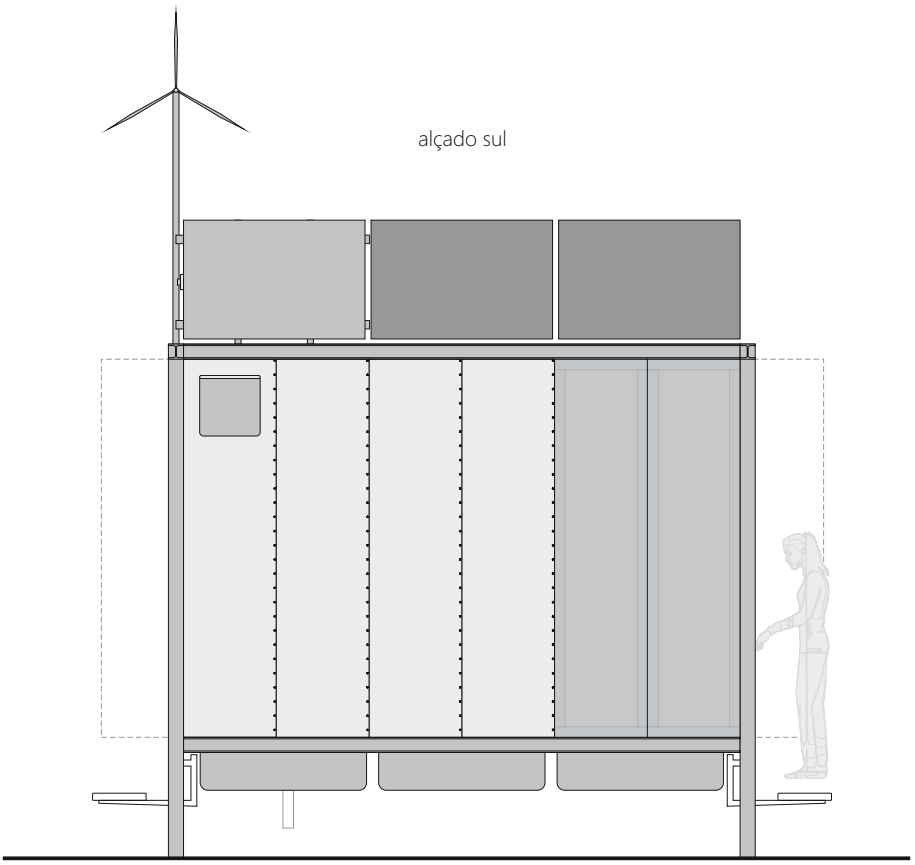
alçado sul

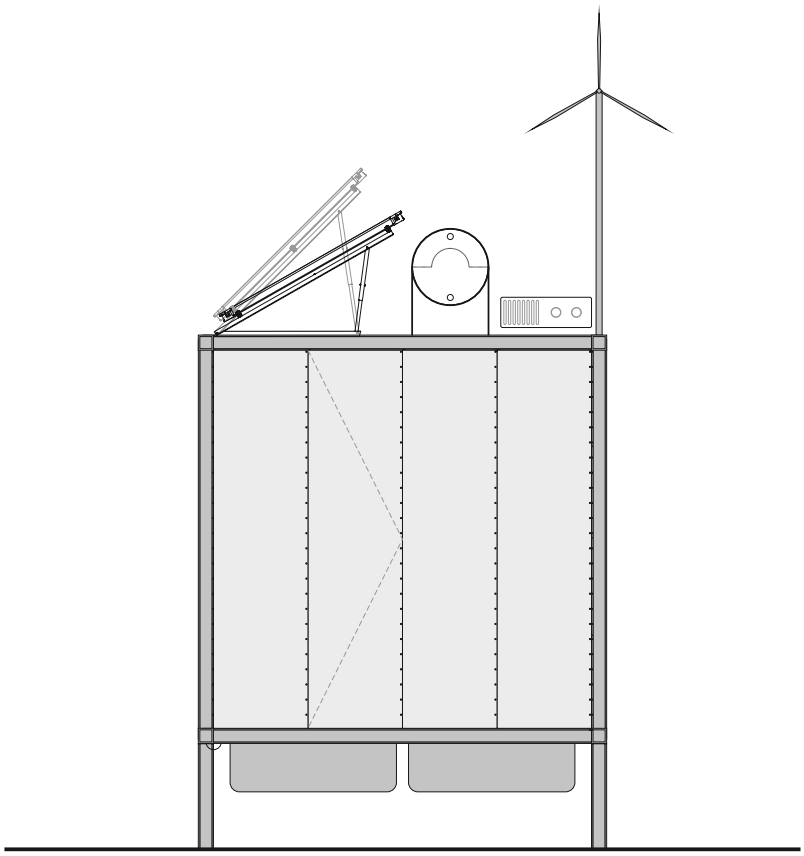
1:50 | 0 1cm 4cm 50cm 2m |



alçado norte

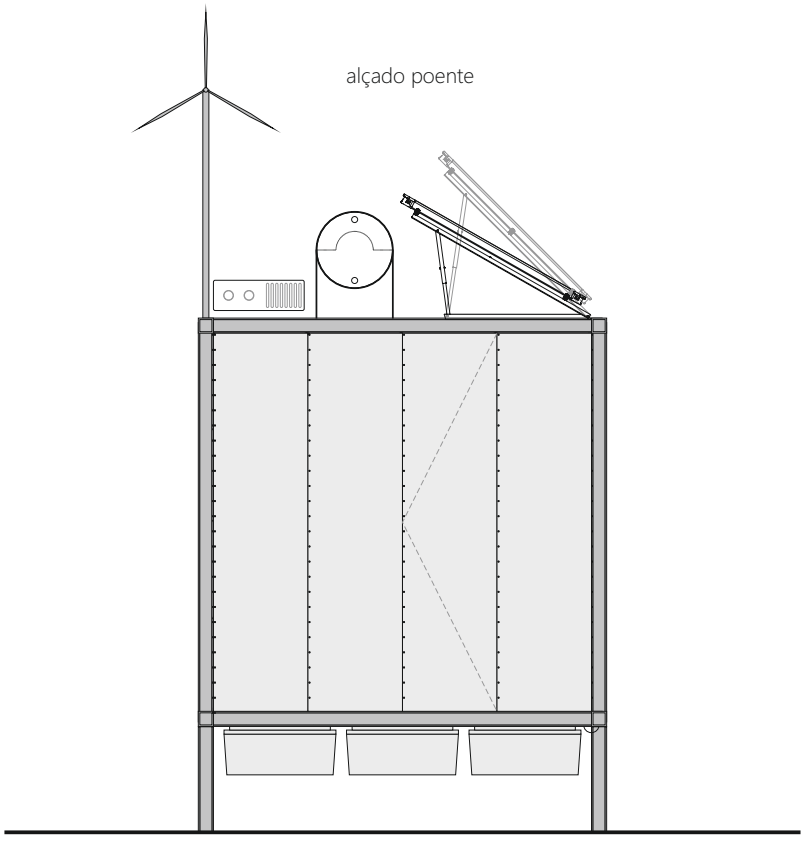
alçado sul



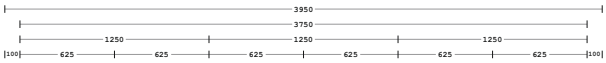


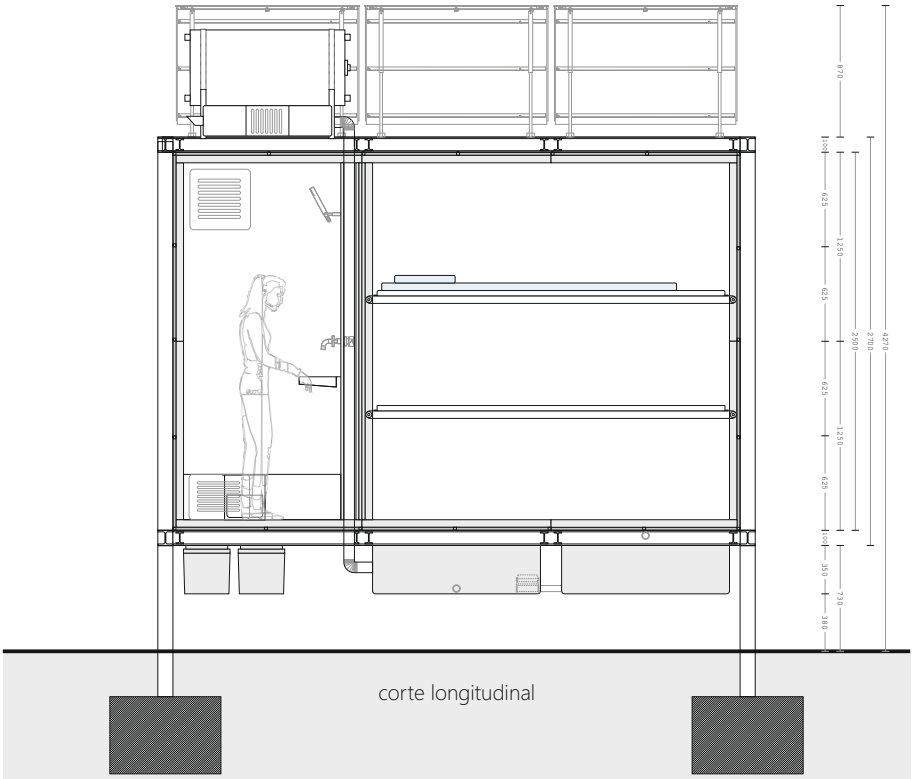
alçado nascente

alçado poente

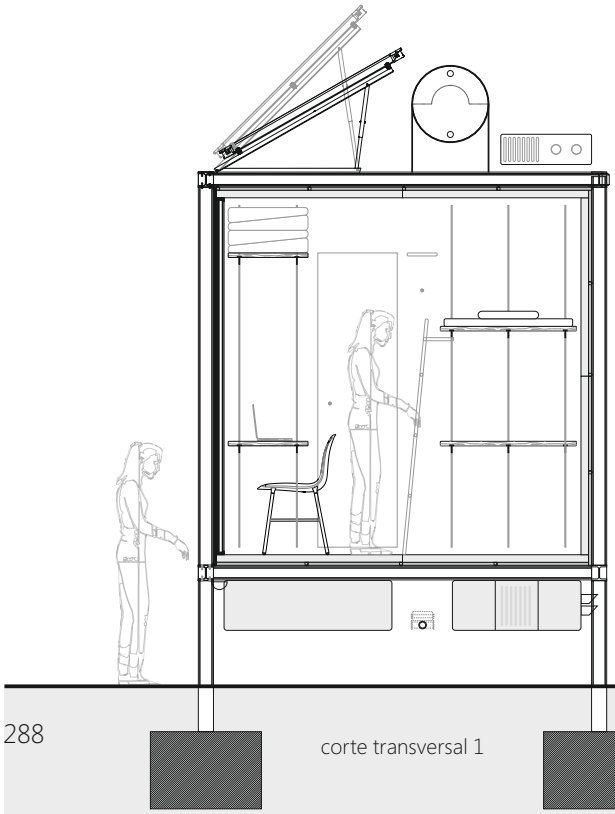


1:50 | 0 1cm 4cm | 50cm 2m |

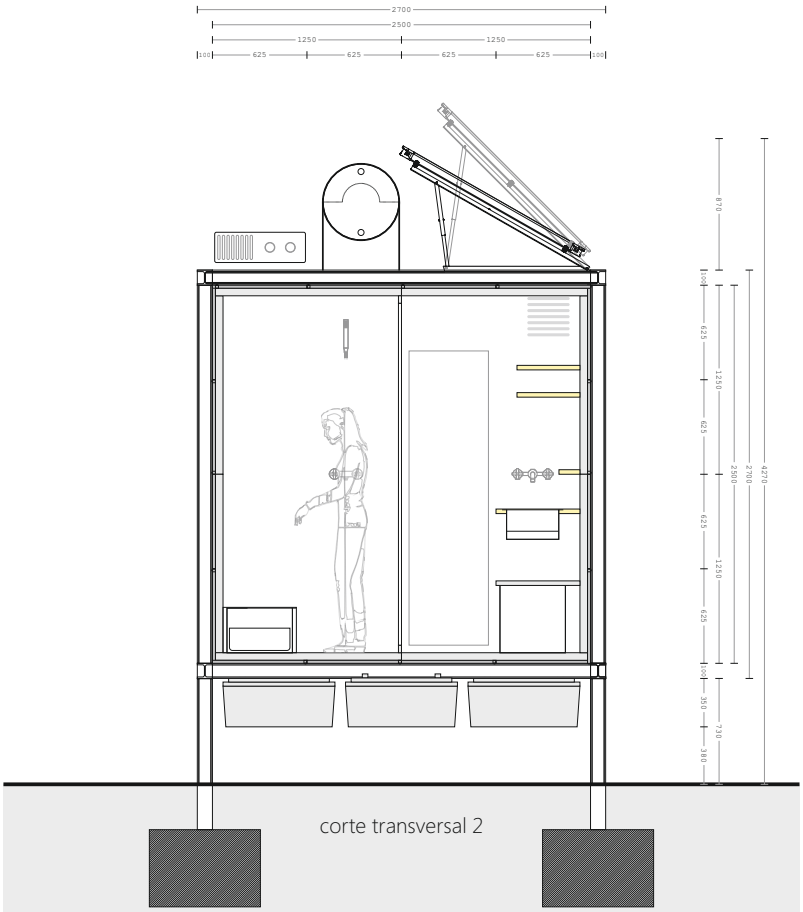




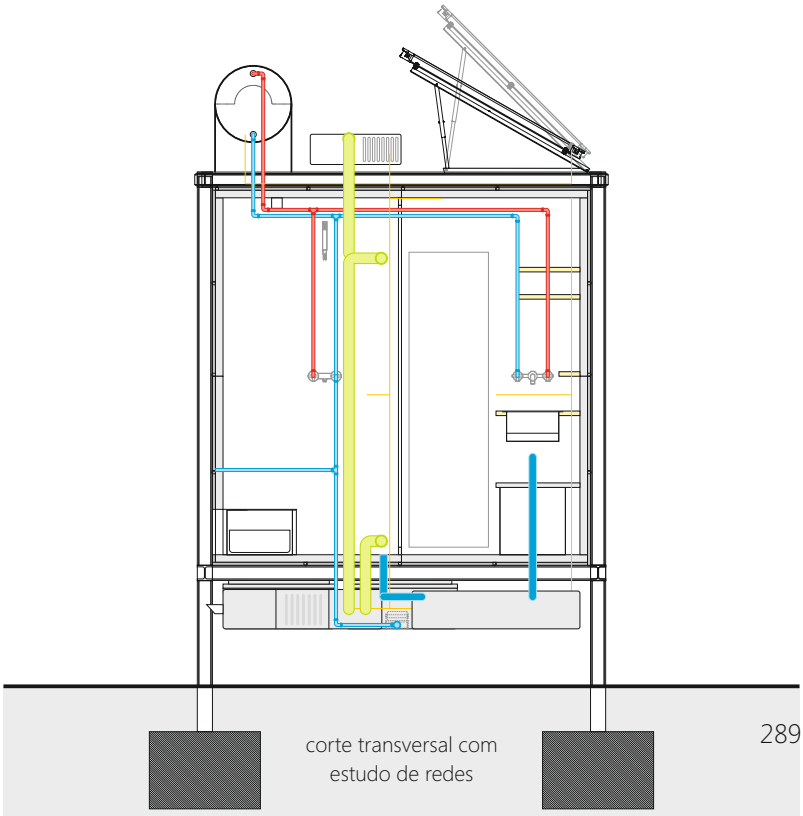
corte longitudinal



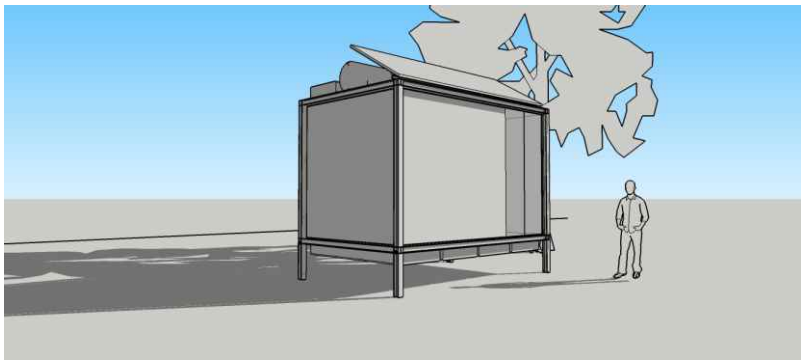
corte transversal 1



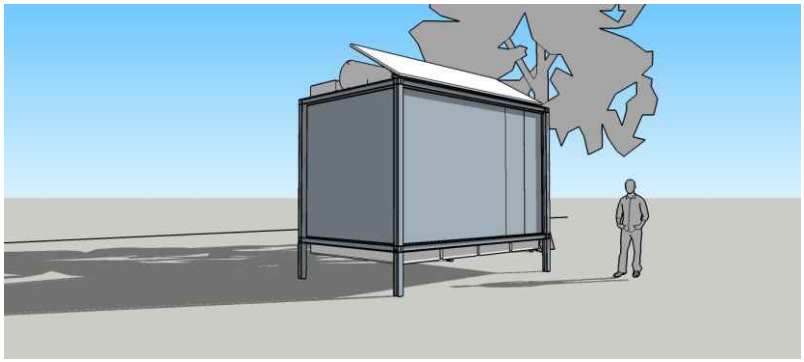
corte transversal 2



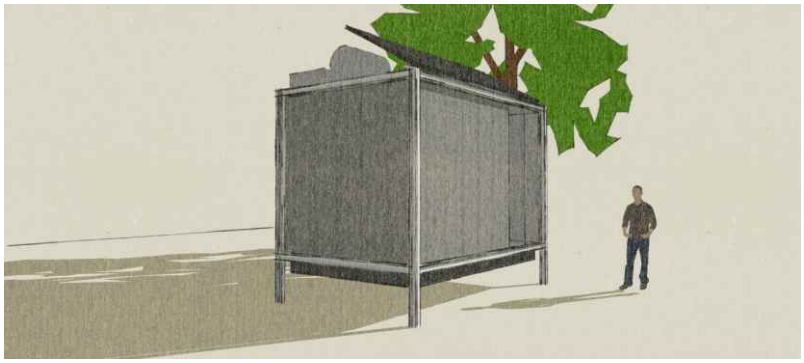
corte transversal com
estudo de redes



maquete digital



maquete digital



maquete digital



maquete digital



maquete digital



maquete digital



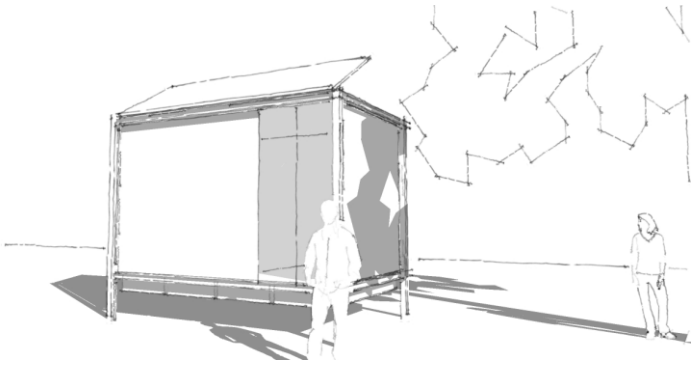
maquete digital



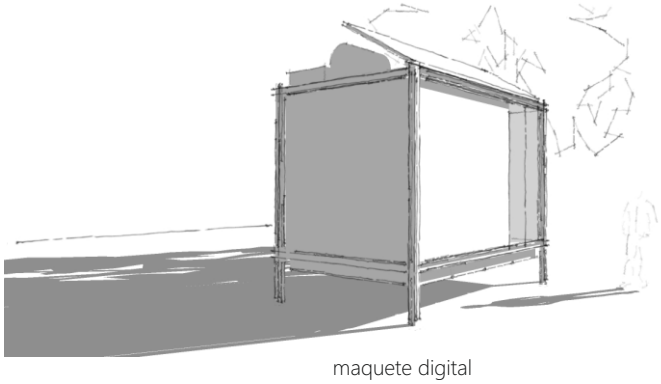
maquete digital



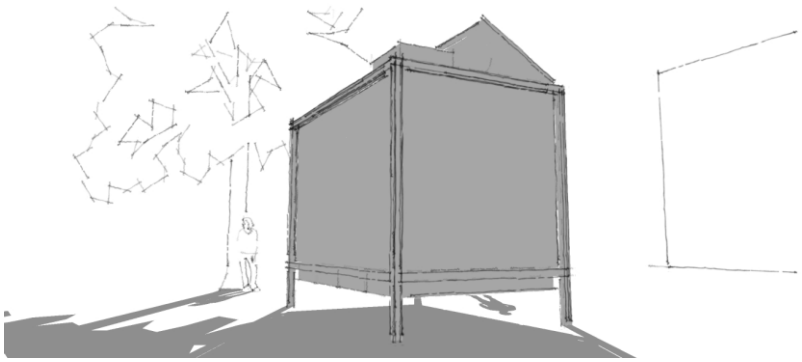
maquete digital



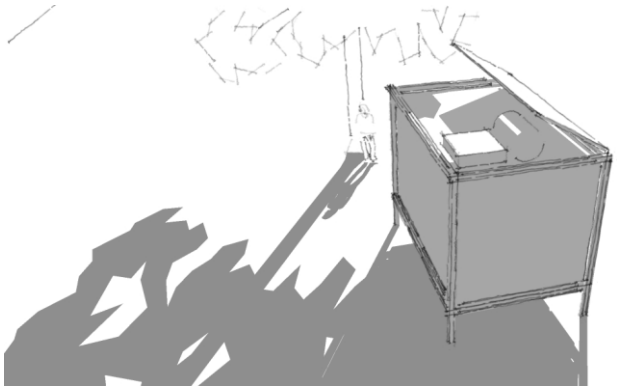
maquete digital



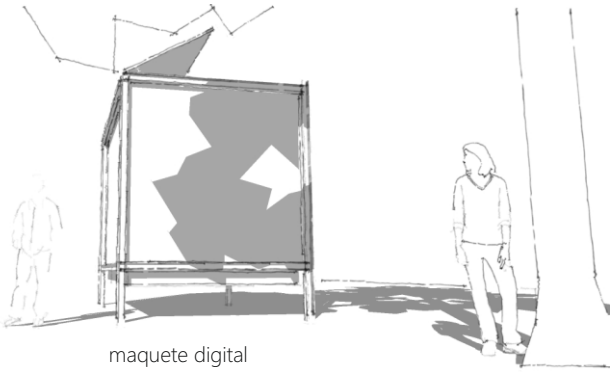
maquete digital



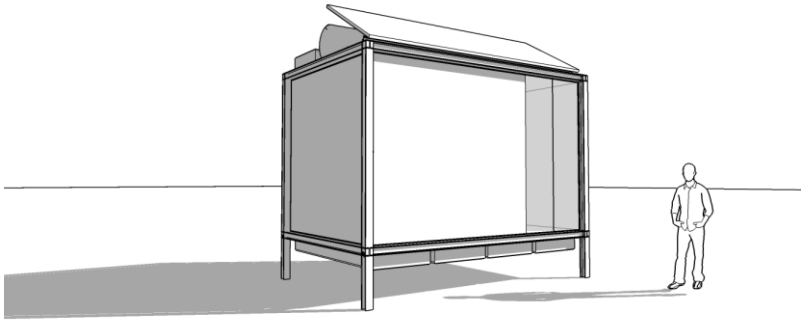
maquete digital



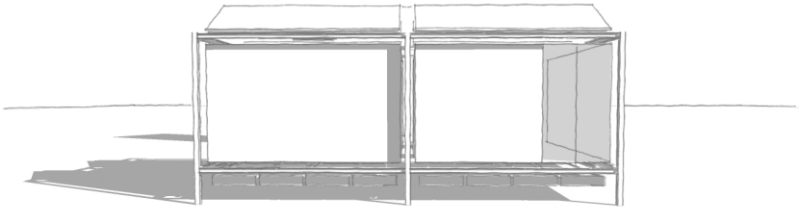
maquete digital



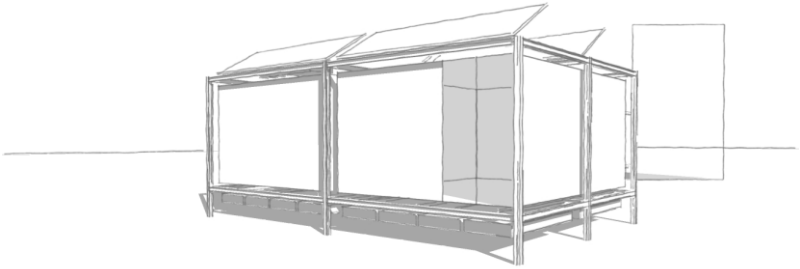
maquete digital



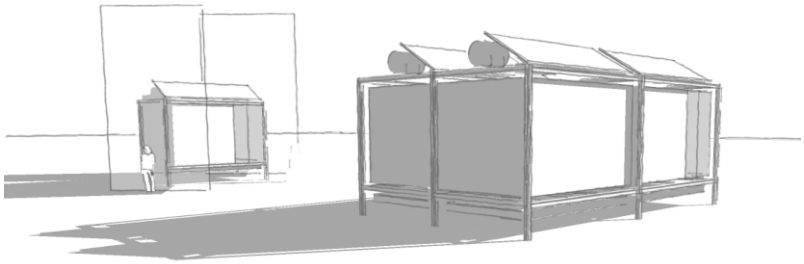
maquete digital



maquete digital com união de módulos



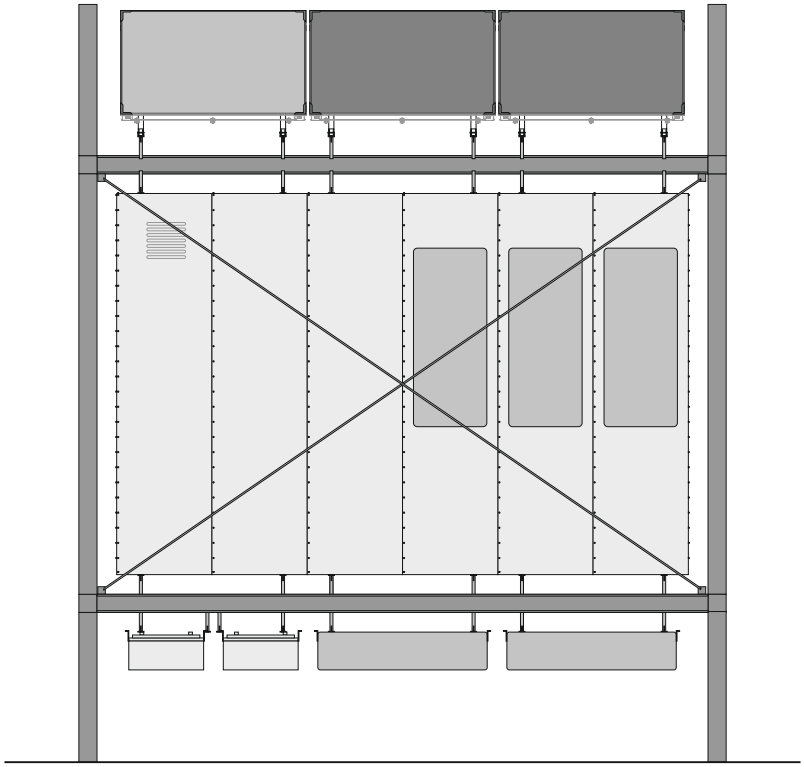
maquete digital com união de módulos



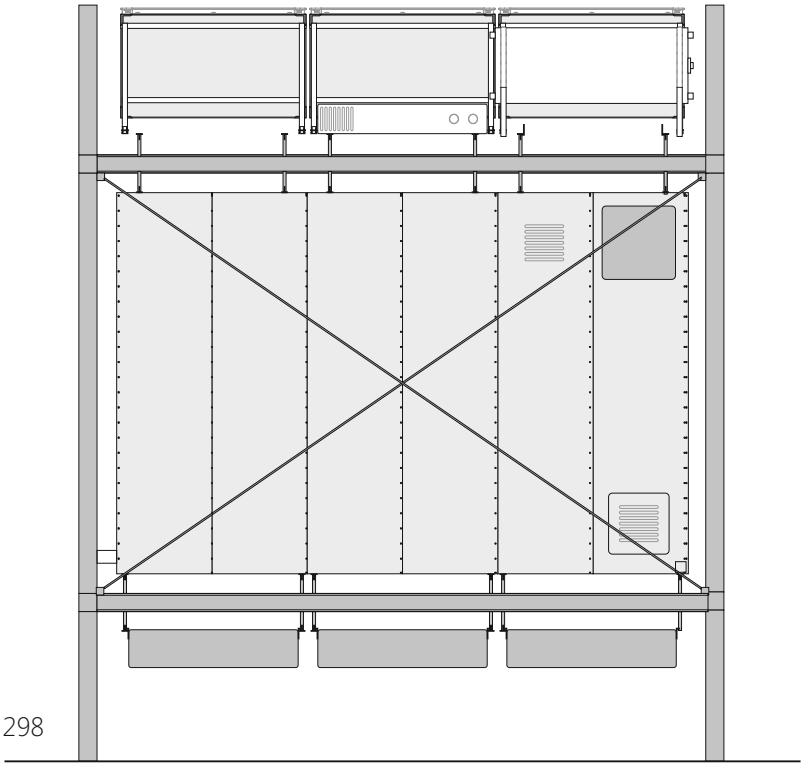
maquete digital com união de módulos

ESTUDO 6

1:50 | 0 1cm 4cm 50cm 2m |

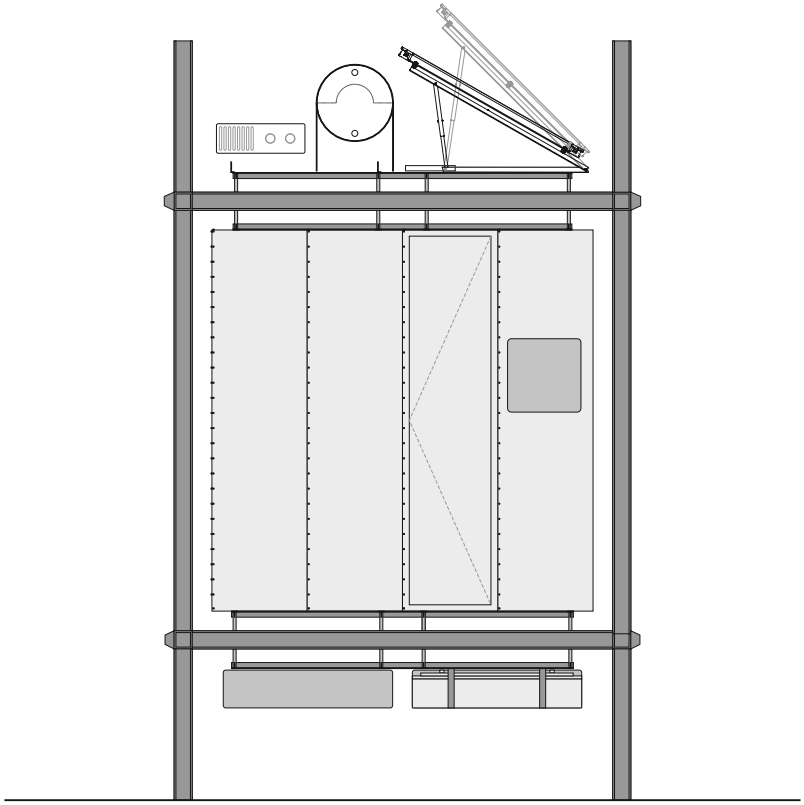


alçado sul

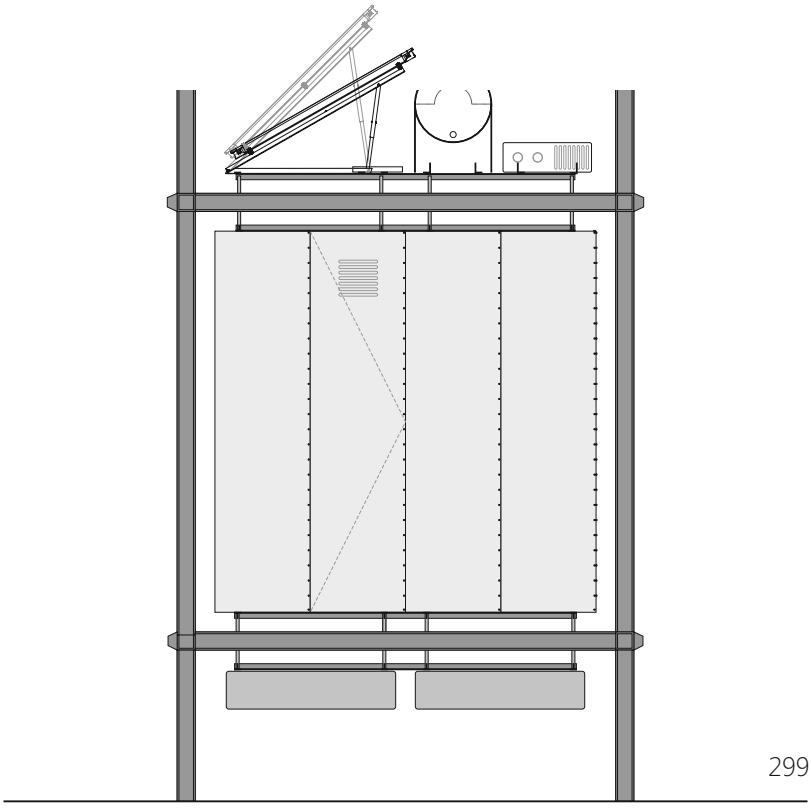


alçado norte

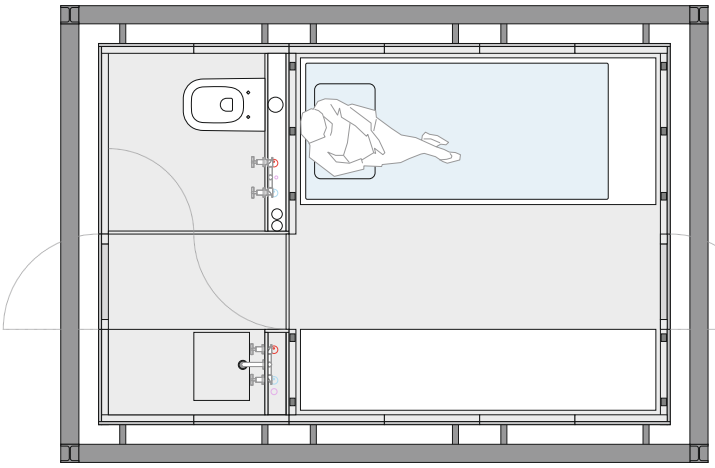
1:50 | 0 1cm 4cm 50cm 2m |



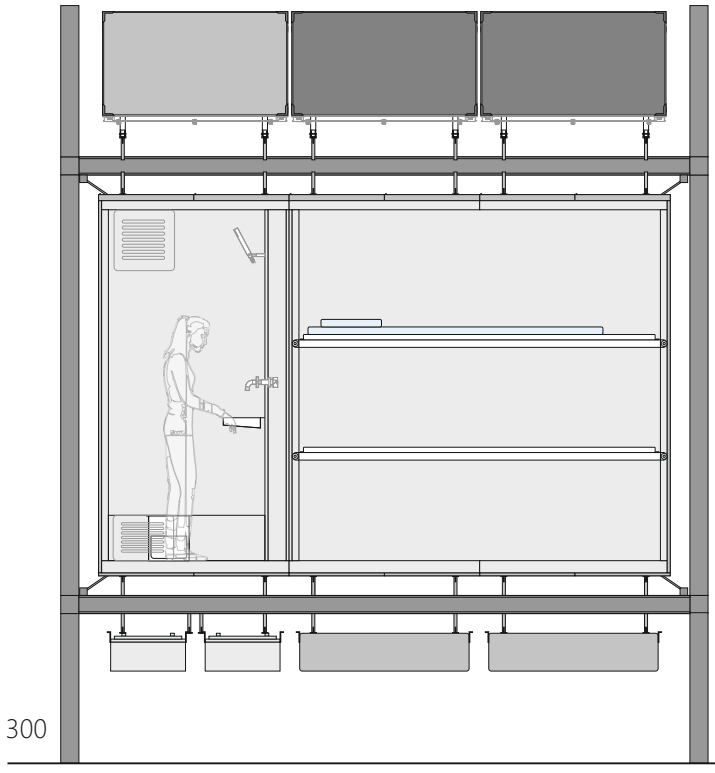
alçado poente



alçado nascente

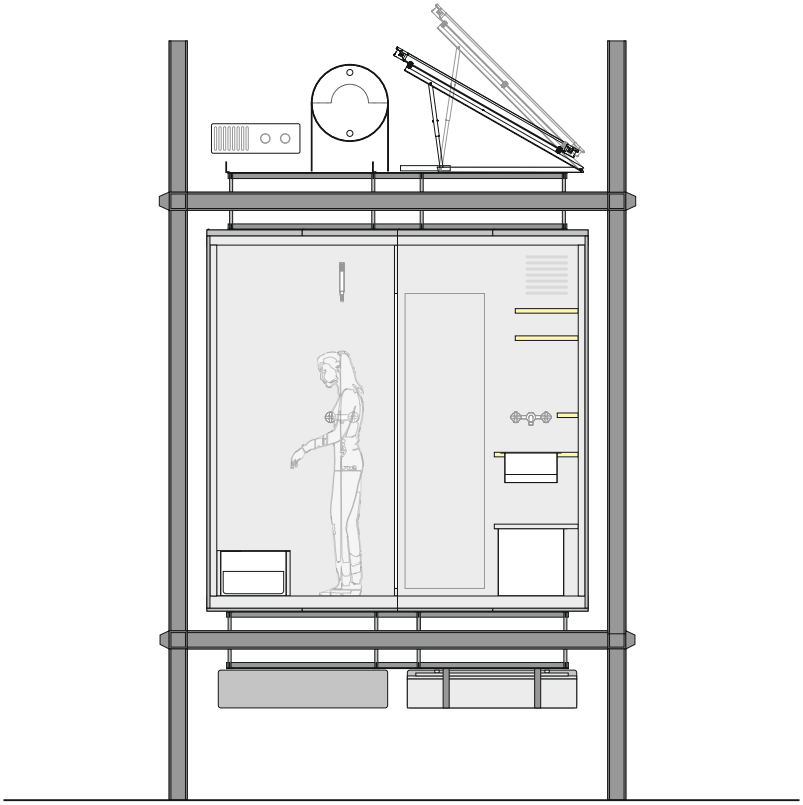


planta

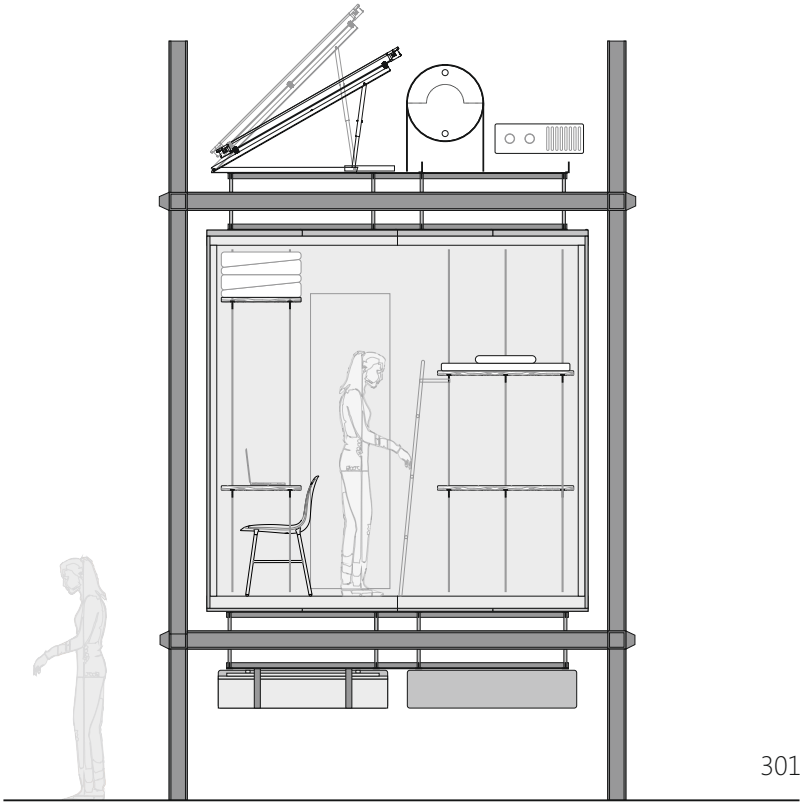


300

corte longitudinal



corte transversal 1



corte transversal 2

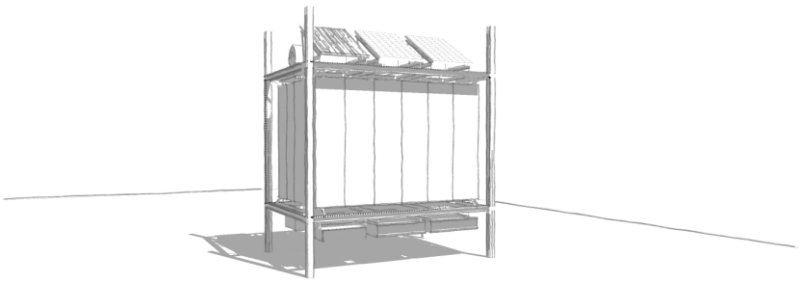


Figura 37: maquete digital do 6º estudo

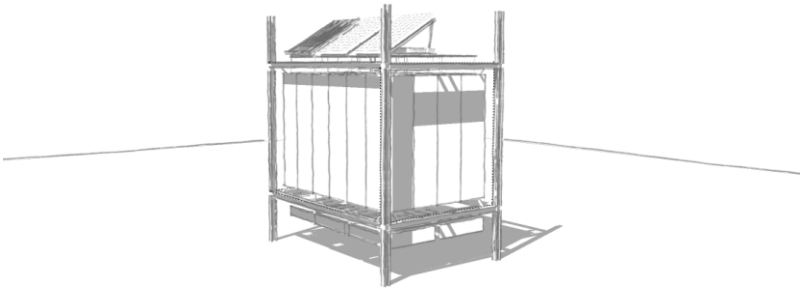


Figura 38: maquete digital do 6º estudo

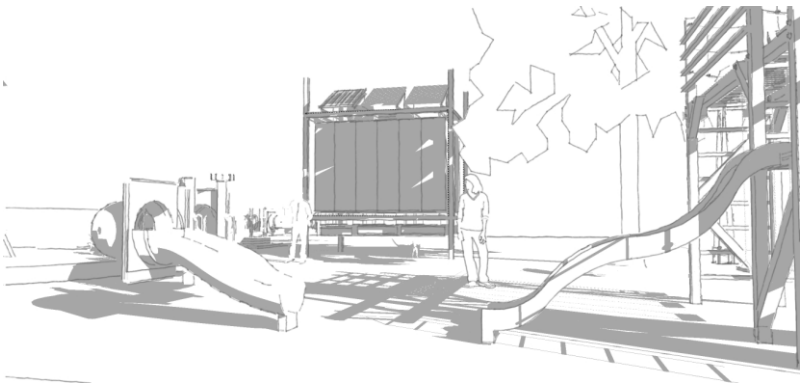
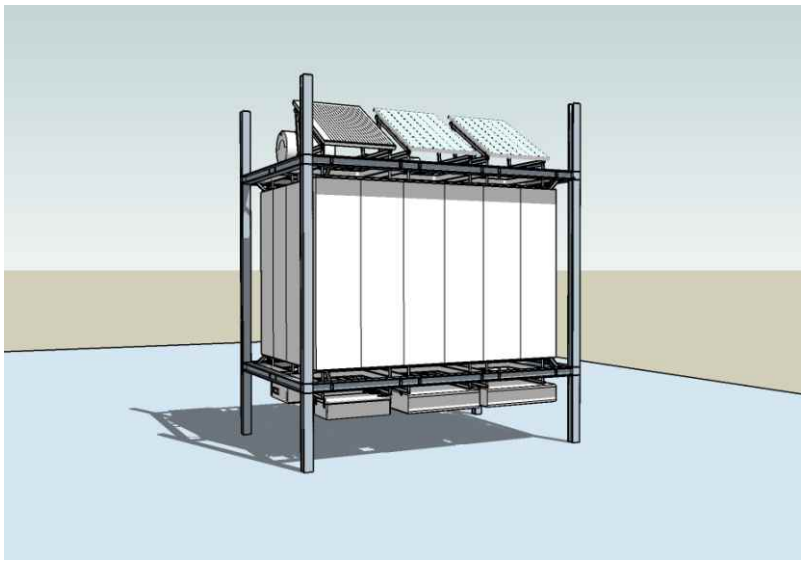
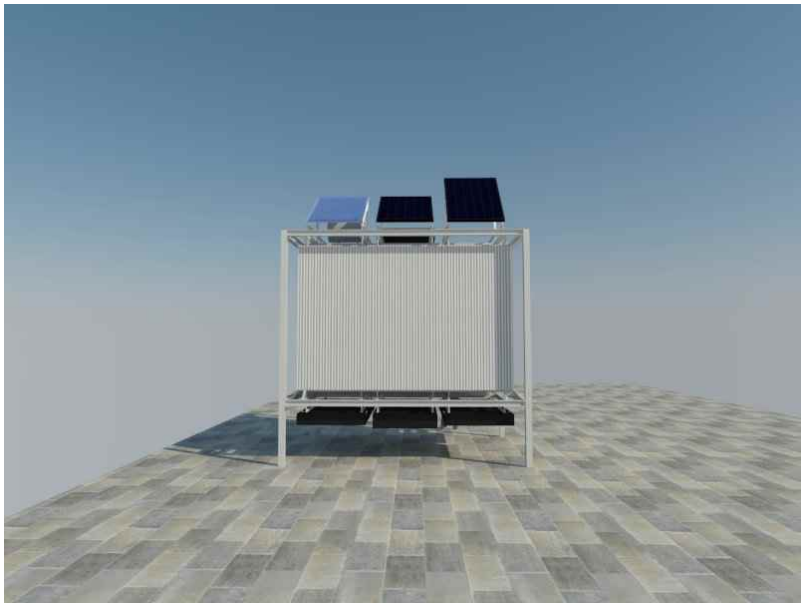


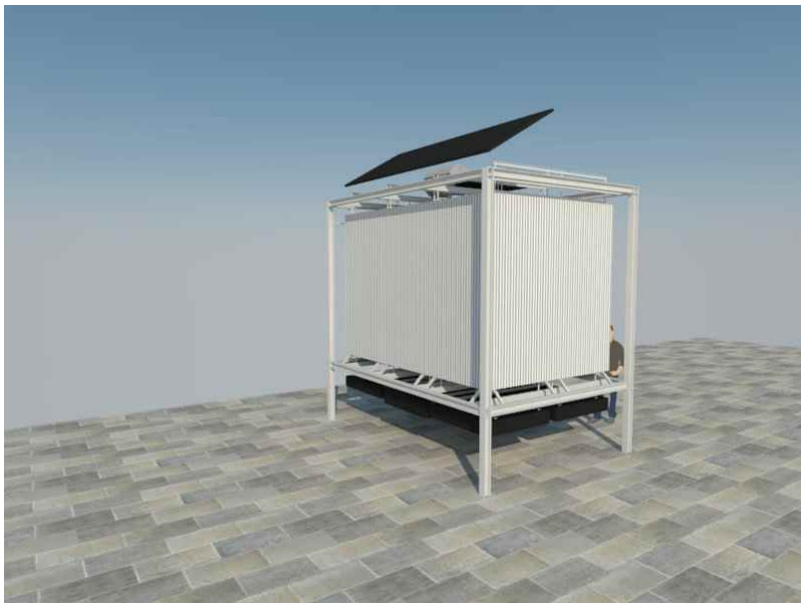
Figura 39: maquete digital do 6º estudo











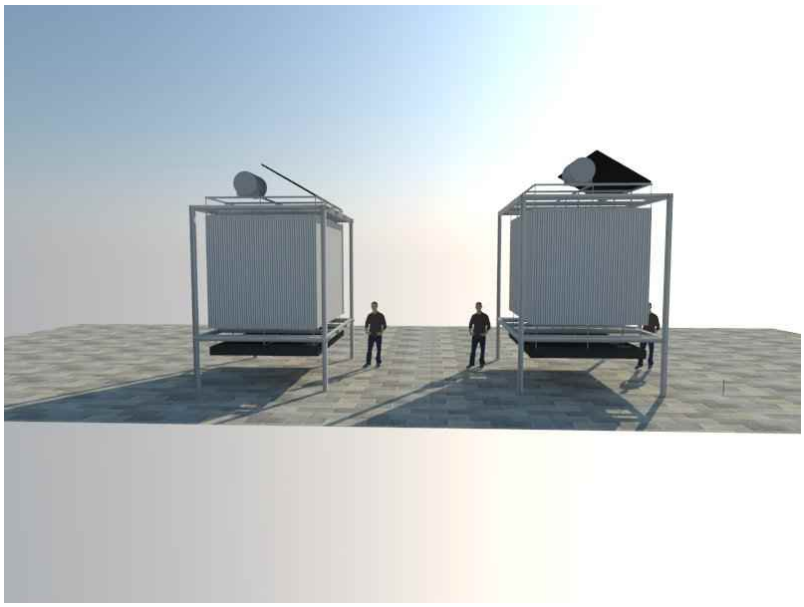




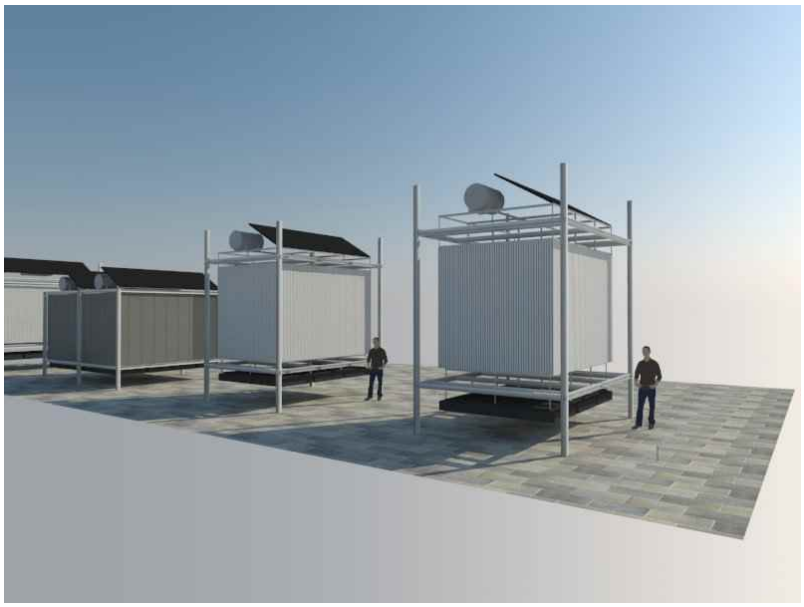


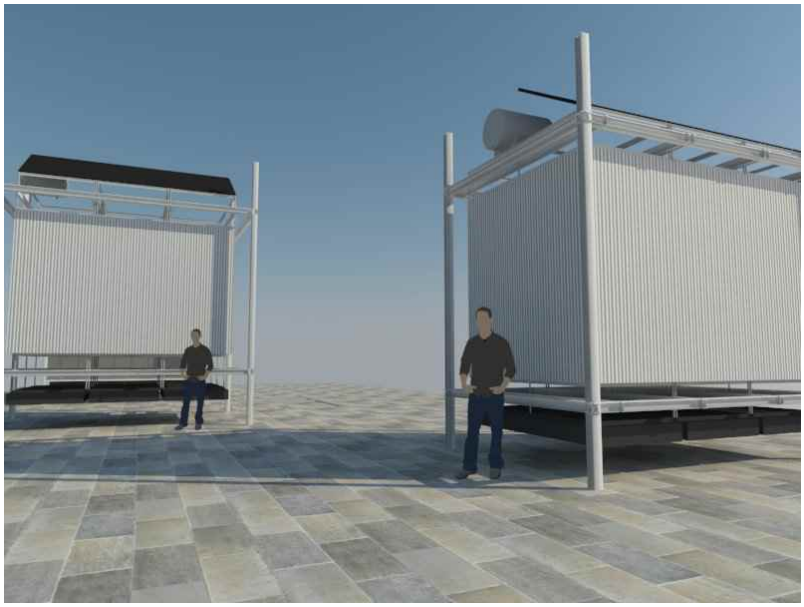
















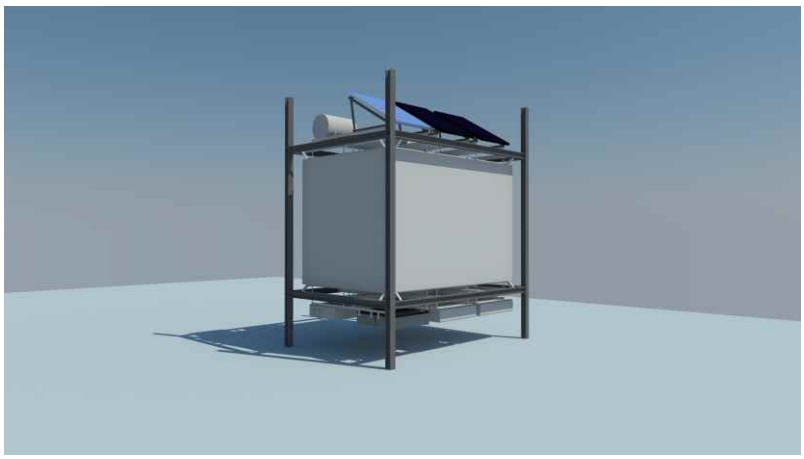








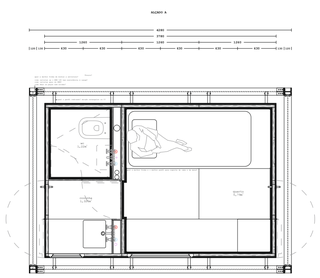




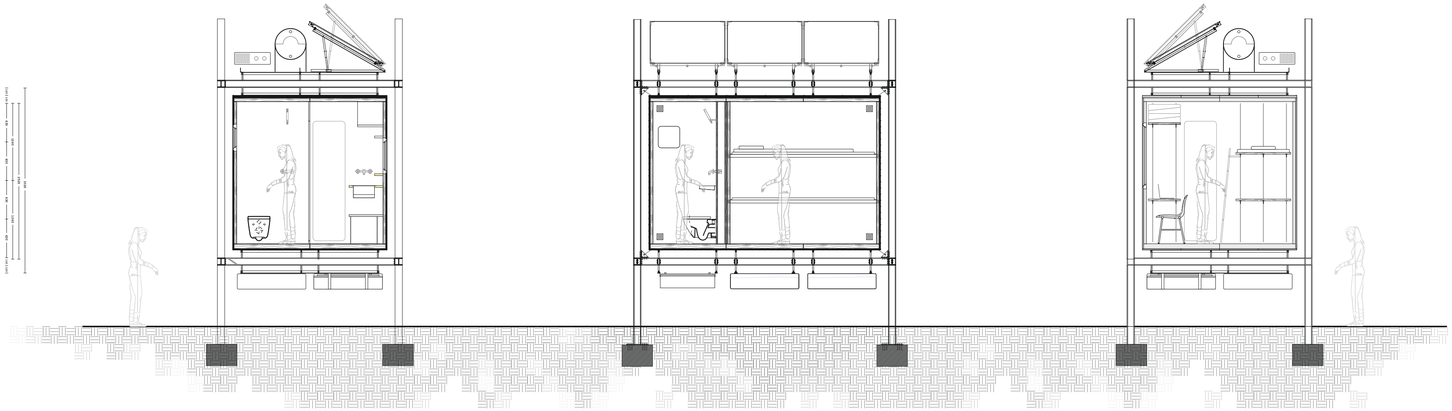
PLANTA

0 1cm 5cm

50cm 250cm



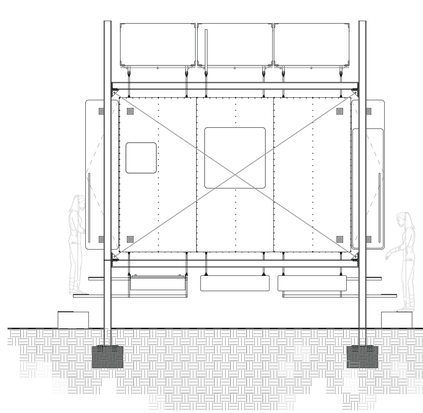
CORTE BB'



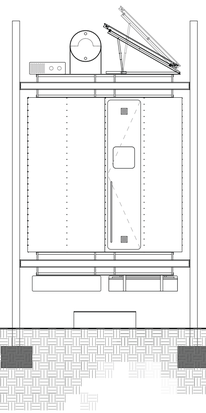
CORTE AA'

CORTE CC'

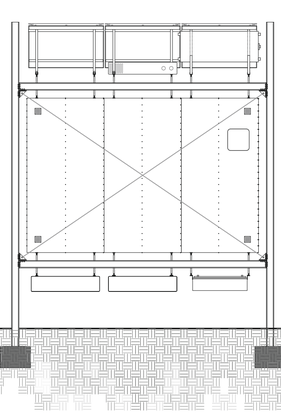
ALÇADO SUL



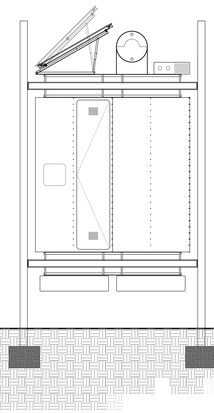
ALÇADO NASCENTE



ALÇADO NORTE



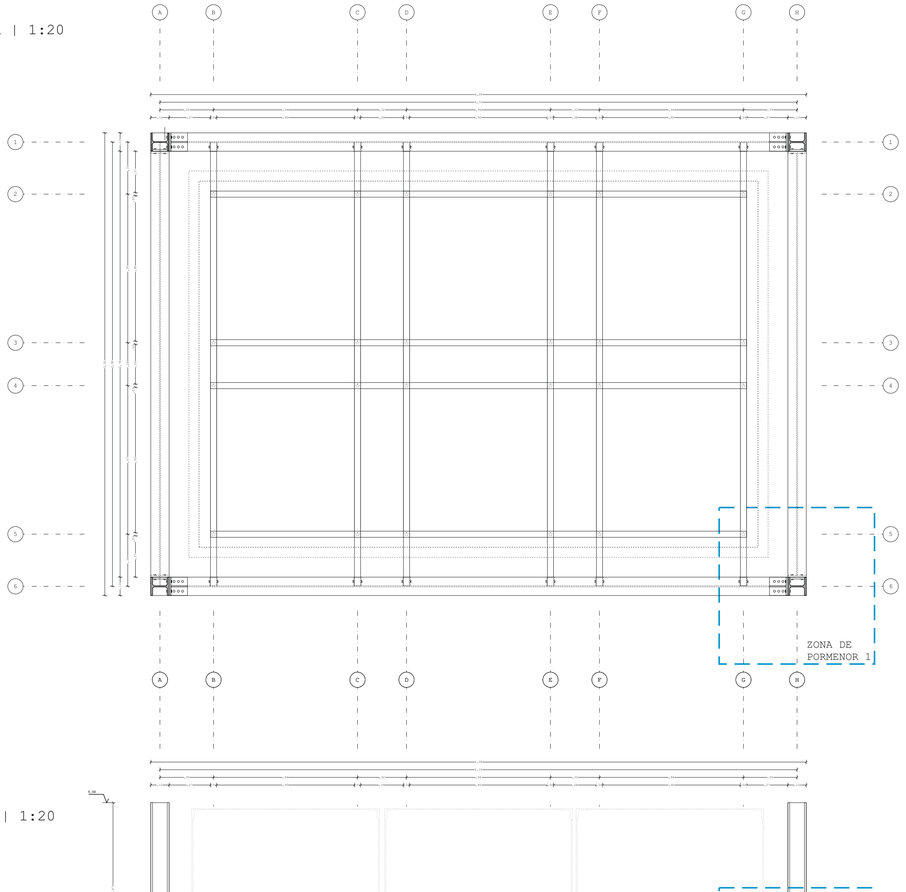
ALÇADO POENTE



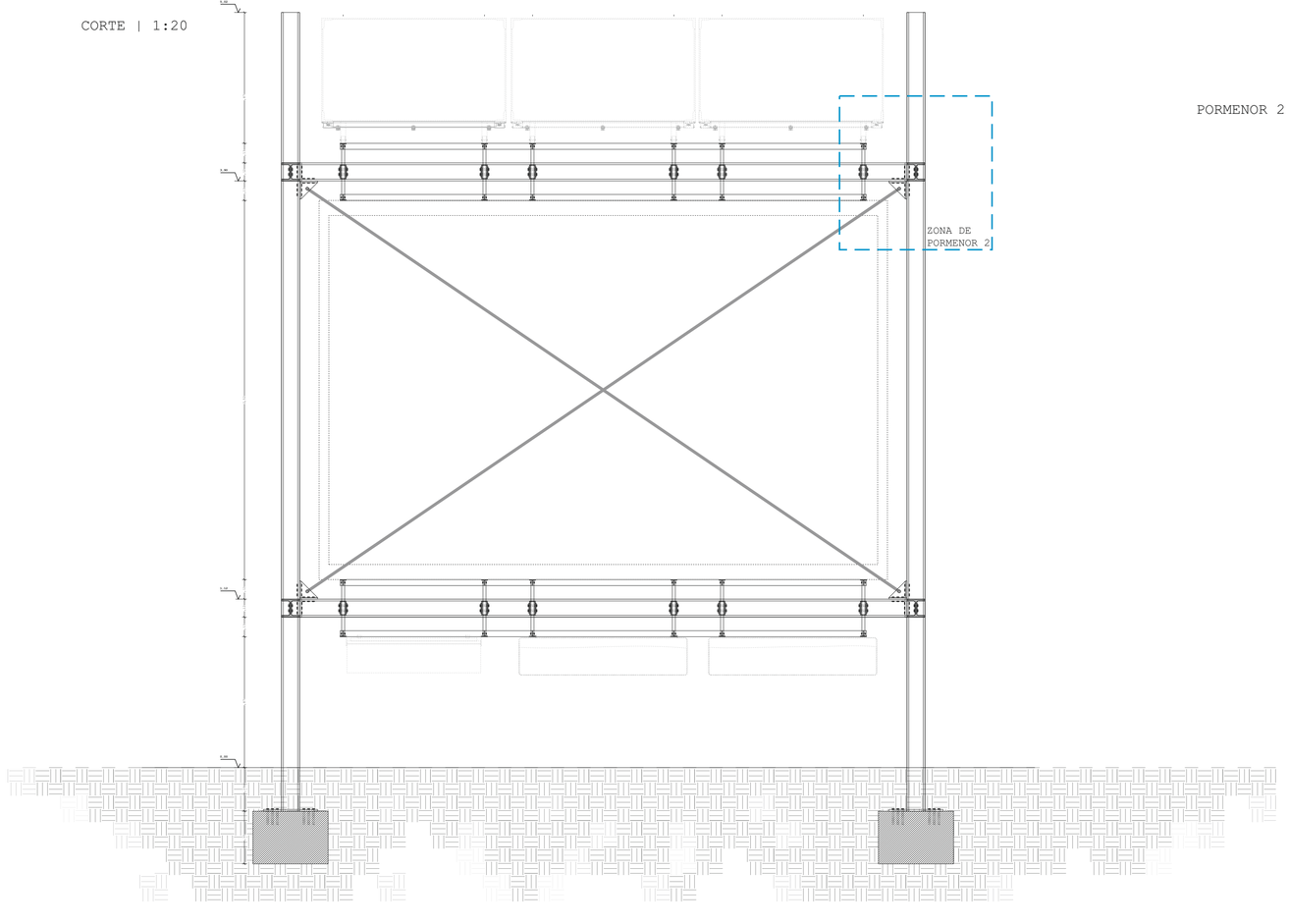
ESTUDO 7

PLANTA,CORTES E ALÇADOS - ESCALA 1:50

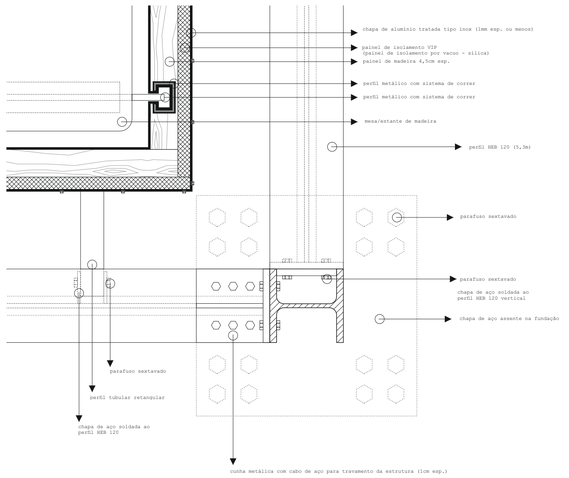
PLANTA | 1:20



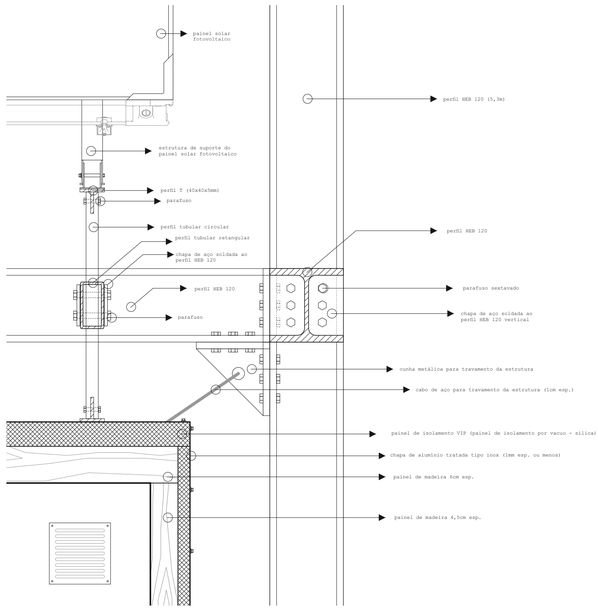
CORTE | 1:20



PORMENOR 1 | 1:5



PORMENOR 2 | 1:5



ESTUDO 7
PLANTA E CORTE DA ESTRUTURA - ESCALA 1:20
PORMENORES 1 E 2 - ESCALA 1:5

ANEXO 2:
DOSSIER DE PROJECTO

CAPSUS FV-1.0 | CÁPSULA SUSTENTÁVEL PARA FESTIVAIS DE VERÃO

Concorrentes:

Ana Bento (FEUP);

Carlos Afonso (FAUP)

Orientador:

Eliseu Gonçalves (FAUP)

Porto, 3 de Maio de 2017

RESUMO

O presente dossier diz respeito ao projecto de construção de um alojamento para festivais de verão integrado no concurso de ideias EcoHut promovido pelo site Portal da Construção Sustentável (PCS). A solução proposta respeita o regulamento previsto para o concurso.

Deste dossier fazem parte: **Regulamento do Concurso; Peças desenhadas** (plantas; cortes; alçados e pormenores construtivos); **Documento de certificação energética** (A+); **Mapa de medições e orçamento**; e os **Painéis apresentados a concurso**.

SUMÁRIO

1. REGULAMENTO DO CONCURSO
2. PEÇAS DESENHADAS
3. DOCUMENTO DE CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA
4. MAPA DE MEDIÇÕES E ORÇAMENTO

Concurso de ideias | **ecoHut**

1.1. INTRODUÇÃO

1.1.1. O Prémio para o concurso de ideias promovido pelo Portal da Construção Sustentável, atribuído através do concurso de ideias: ecoHut tem como objetivo incentivar a qualidade do trabalho de todos os estudantes de Universidades e Institutos Politécnicos Portugueses e promover o seu reconhecimento público;

1.1.2. No âmbito deste concurso é atribuído um prémio no valor monetário de 3000 € (três mil euros) ao vencedor do concurso, e de 1000€ e 500€ aos segundo e terceiro lugares, respetivamente. Serão ainda atribuídas duas menções honrosas aos quarto e quinto lugares, com direito a diploma de participação e referência à menção honrosa;

1.1.3. Os prémios serão gentilmente cedidos pelos pelos patrocinadores do concurso que são:

- Alucobond
- CS – Coelho da Silva
- Gyptec Ibérica
- Grupo Amorim
- Roca

1.1.4. As empresas referidas no ponto anterior, por serem patrocinadoras do concurso, verão os seus produtos, obrigatoriamente, utilizados no concurso;

1.1.5. O grupo de alunos vencedores e o(s) docente(s) responsáveis pelo acompanhamento do trabalho cedem os direitos de construção do mesmo ao Portal da Construção Sustentável, permitindo que a sua ideia seja materializada, caso haja possibilidade, de acordo com o objetivo para que foi concebido, não deixando nunca de serem os seus autores. Caso o projeto venha a ser comercializado será negociada uma percentagem para os seus autores, dependendo do volume da encomenda.

1.1.6. A atribuição dos prémios é feita por um Júri com a composição e nos termos que constam do presente regulamento;

1.1.7. Será conferido um diploma e feita respetiva menção aos autores, docentes responsáveis pelo acompanhamento dos trabalhos e às Universidades e Institutos Politécnicos onde os estudantes concorrentes estejam inscritos (com inscrição válida), e a quem forem atribuídos prémios.

2.1. ÂMBITO E CONCORRENTES

2.1.1. Podem participar no concurso de ideias: ecoHut, promovido pelo PCS, projetos realizados por estudantes com inscrição válida nos cursos de Arquitetura, Engenharia Civil, Engenharia Mecânica, Engenharia de Materiais, Engenharia Agrónoma/Arquitetura Paisagística e Engenharia do Ambiente autorizado pelo competente órgão governamental e que adiram ao presente Regulamento;

2.1.2. Serão aceites a concurso os trabalhos realizados em escolas estrangeiras, que estejam ao abrigo de programas de intercâmbio com Universidades e Institutos Politécnicos Nacionais, ou ainda alunos estrangeiros a estudarem em Portugal ao abrigo dos referidos programas;

2.1.3. Só serão admitidos trabalhos ou projetos realizados coletivamente por uma equipa de não menos de 2 e não mais de 5 elementos, todos estudantes, orientados por pelo menos um docente. Será recomendável a participação de alunos de diferentes cursos, formando equipas multidisciplinares, onde conste pelo menos um estudante de Arquitetura e um estudante de Engenharia Civil. Os prémios são atribuídos ao grupo de estudantes que o realizou e dividido em partes iguais por cada um dos participantes estudantes;

2.1.4. Os trabalhos a apresentar o concurso devem cumprir os seguintes requisitos:

- terem por base o programa explicitamente formulado;
- terem como resultado um projeto enquadrável neste Prémio;

- terem como característica dominante a sustentabilidade na construção;
- terem classificação A+ referente ao Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE);
- terem um valor base para execução do projeto inferior a 15 000€.

São aspetos relevantes em apreciação:

- o conceito arquitetónico;
- o domínio que os candidatos mostrem dos vários elementos do processo, desde a interpretação do problema e a escolha de meios até à tradução numa solução adequada;
- a criatividade demonstrada nos trabalhos apresentados;
- a exequibilidade da solução proposta;
- o potencial de minimização do consumo de recursos – água e energia – na utilização do objeto apresentado bem como na estimulação da separação adequada de resíduos gerados durante a construção do objeto e sua posterior utilização.

2.2. JÚRI NACIONAL

2.2.1. O Júri Nacional do concurso de ideias | ecoHut, promovido pelo PCS, é constituído:

a. por um presidente designado pelo Portal da Construção Sustentável;
b. por vogais que sejam arquitetos, engenheiros civis, engenheiros mecânicos, engenheiros de materiais, engenheiros agrónomos, arquitetos paisagistas ou engenheiros do ambiente, cada um deles nomeado, respetivamente, por cada uma das seguintes entidades:
   - ✓ Ordem dos Arquitetos: 1 arquiteto;
   - ✓ Ordem dos Engenheiros: 1 engenheiro civil e 1 engenheiro de materiais;
   - ✓ Comissão organizadora do Portal da Construção Sustentável: 1 arquiteto, 1 engenheiro civil, 1 arqtº paisagista/engº agrónomo;
   - ✓ Patrocinadores: 1 arquiteto
   - ✓ Uma ONGA de Ambiente: 1 engenheiro do Ambiente;
   - ✓ ADENE: 1 engenheiro mecânico.

2.2.2. Não podem ser membros do júri pessoas que orientem trabalhos de potenciais candidatos ao Prémio;

2.2.3. O Júri Nacional funciona com todas as suas competências mesmo que alguma(s) das instituições não venha(m) a nomear representante no Júri;

2.2.4. O Presidente tem voto de qualidade.

3.1. Pede-se o desenho de um modelo de alojamento móvel, com dimensões máximas para transporte de 5.58m de comprimento, 2.42m de largura e 2.60m de altura e que possua as seguintes valências:

3.1.1. Alojamento para festivais de Verão (dirigido a jovens e adolescentes). Este alojamento deverá ser um suporte de dormitório para jovens, até 4 px, com *WC* e chuveiro com água quente e ainda zona de preparação de alimentos. Deverá ainda ter um local no exterior para um grelhador portátil, sendo o *lay out* e distribuição do espaço interior da responsabilidade da equipa concorrente;

Salienta-se que este objeto deverá ser completamente autónomo no seu funcionamento, sendo da responsabilidade da equipa a colocação de cisternas para reaproveitamento de águas, mini- estações de tratamento para gestão das águas residuais dos banhos e cozinhas e sistemas de captação e armazenamento de energia elétrica (painéis fotovoltaicos e baterias):

3.1.2. No final do concurso serão expostos todos os trabalhos, vencedores e menções honrosas, e ainda trabalhos que o júri considere pertinente expor e que acordar com os concorrentes, em local a designar;

3.2. O objeto a apresentar terá de contemplar um caderno de encargos onde os materiais a especificar terão de ser, obrigatoriamente, parceiros do Portal da Construção Sustentável. Poderão ser consultados em:

- ✓ http://www.csustentavel.com/category/eco -produtos/

Todos os materiais a indicar que não constem na base de dados de ecoprodutos do PCS (que não constam no site do portal), deverão ser comunicados ao PCS, para que haja uma avaliação e só após decisão do PCS deverão ser indicados.

Para isso deverão usar o *email* premio_pcs@csustentavel.com, identificando a equipa a concurso e o material.

3.3. Neste concurso de ideias será obrigatório usar em qualquer parte do modelo a criar (sob pena de serem desclassificados), produtos de:

- Alucobond – fachada ventilada:
- CS – Coelho da Silva – soluções de cobertura;
- Gyptec Ibérica – placas de gesso;
- Grupo Amorim – isolamento em aglomerado de cortiça da Amorim Isolamentos e revestimentos Wicanders da Amorim Revestimentos;
- Roca – soluções sanitárias;

3.4. De forma a evidenciar o cálculo da classe A+, deverá considerar-se o previsto no D.L. 118/2013 nomeadamente no Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação e apresentar as justificações para as opções tomadas no cálculo que deve conter, pelo menos, os seguintes elementos:

a. Localização do edifício e caracterização do meio onde se insere; (para efeitos de cálculo terá que se indicar uma localização - sugere-se que indiquem um concelho do país à escolha)
b. Descrição do edifício;

c. Caracterização de soluções construtivas que constituem o edifício em estudo, bem como de todos os elementos que condicionam o comportamento térmico do edifício;
d. Caracterização dos sistemas de aquecimento, arrefecimento e ventilação previstos para o edifício;
e. Caracterização dos sistemas de preparação de água quente sanitária (AQS) previstos para o edifício;
f. Caracterização dos sistemas que recorrem a energias renováveis previstos para o edifício;
g. Demonstração detalhada do cálculo dos valores das necessidades nominais de energia do edifício, bem como dos respetivos valores limite, com auxílio ou não, de *softwares* auxiliares de cálculo.
h. Caracterização do edifício contendo, pelo menos, os seguintes elementos:
    - Planta de arquitetura geral;
    - Peças desenhadas, designadamente plantas e cortes;
    - Pormenores construtivos definidores de todas as situações de pontes térmicas planas e lineares.
    - Pormenores construtivos definidores das fachadas principais, nomeadamente do seu contacto com o terreno e elementos de fundação, elementos envidraçados (soleiras e padieiras), elementos sombreadores, pavimentos e coberturas.

3.5. Deve ser apresentado numa folha de cálculo, em detalhe, o mapa de medições e orçamento estimado para a execução do modelo.

4.1. SELEÇÃO DOS TRABALHOS

4.1.1. O processo de seleção e de atribuição do prémio do Concurso de ideias: ecoHut, promovido pelo PCS, é o seguinte:

- Os alunos agrupam-se livremente, de 2 até 5 elementos, de acordo com o ponto 2.1.1. do presente regulamento e inscrevem-se em

www.csustentavel.com, o que implica o pagamento de uma taxa de 30€, por equipa candidata, até ao dia 31 de Dezembro de 2016;

- Os alunos podem iniciar o seu trabalho a partir do momento em que confirmam a sua inscrição;

- O Júri Nacional faz, por votação, uma primeira seleção dos trabalhos apresentados a concurso. Cada trabalho é analisado e votado individualmente, devendo merecer pelo menos 5 votos favoráveis para ser selecionado;

- Os autores dos trabalhos objeto da primeira seleção podem ser, posteriormente convocados para uma sessão de discussão com o Júri Nacional;

- O Júri Nacional escolhe os projetos premiados pelo seguinte processo:
    a. Cada elemento do Júri atribui uma pontuação entre 1 e 5 a cada trabalho; são excluídas, para cada trabalho, uma das pontuações mais elevadas e uma das pontuações mais baixas; as restantes pontuações são adicionadas;
    b. São premiados os trabalhos com maior número total de pontos após o procedimento da alínea anterior, não devendo ser feita nenhuma distinção entre eles;
    c. Se algum ou alguns dos Prémios não puderem ser atribuídos por haver empates, os trabalhos empatados, e só estes, são sujeitos a nova votação para atribuição do(s) Prémio(s) com pontuação atribuída nos mesmos termos do parágrafo anterior; se após 3 votações não for possível fazer a atribuição, o Presidente do Júri tem direito a voto de qualidade;
    d. As escolhas e as votações devem ser feitas por sistema de voto secreto;
    e. As reuniões do Júri Nacional são restritas aos elementos que o compõem, devendo das mesmas ser lavradas atas;
    f. Ao Júri Nacional reserva-se o direito da não atribuição de algum(uns) dos Prémios quando considerar que a qualidade dos trabalhos a concurso não justifica essa atribuição;
    g. Das decisões do Júri Nacional não há recurso.

4.2. APRESENTAÇÃO DAS CANDIDATURAS

4.2.1. Cada candidatura é constituída por um conjunto de painéis, em número máximo de 3, um CD e um *dossier*, incluídos em invólucro fechado, com a indicação, no exterior, do nome da escola, dos nomes dos concorrentes e do título do concurso;

4.2.2. Cada trabalho a concurso é apresentado em painéis de suporte rígido leve (por exemplo em cartão canelado), com espessura entre os 5 e 10 mm, formato A1 ao alto, no número máximo de 3, contendo:

- em todos eles, em rodapé, a identificação dos concorrentes, da escola e do(s) docente(s) orientador(es) do trabalho;
- um texto ou elementos de memória descritiva e justificativa, num máximo de 4 pag A4 (letra tamanho 11 pontos e um espaçamento máximo entre linhas de 1.5);
- os elementos gráficos julgados necessários à compreensão da solução projetual, tais como desenhos, fotografias de maqueta e mecanismos de visualização realista ou tridimensional;

4.2.3. As imagens correspondentes aos painéis entregues (com 300 dpi de resolução), um ficheiro editável com a memória descritiva e a folha de cálculo com o orçamento, são entregues em CD;

4.2.4. O *dossier* relativo a cada trabalho é um conjunto de folhas, de formato A4, encadernado em espiral metálica, com todos os documentos escritos num corpo de letra não inferior a 10 pontos e um espaçamento máximo entre linhas de 1.5, constituído por:

- ✓ uma página de rosto com as seguintes indicações:

- título do trabalho;
- identificação dos concorrentes (nome e número de cartão de identificação);
- nome(s) do(s) docente(s) orientador(es) do trabalho;

- contactos dos concorrentes: e-mail e telefone / telemóvel;
- nome das instituições onde os alunos participantes estão inscritos.

o *dossier* deve ainda conter:

- fotocópias dos cartões de identificação (indicando expressamente para o que se destinam);
- comprovativo da situação académica dos concorrentes no ano letivo 2016/2017, de modo a permitir definir a sua elegibilidade para participação no concurso;

4.2.5. Os candidatos devem fazer chegar às instalações do PCS (em Rua dos Chãos, nº 76 – 2º Esq | Sala 4 | 4710-230 Braga | Portugal) os invólucros com os trabalhos, com a indicação no exterior, do título do concurso;

4.2.6. Os envios de documentação pelo correio devem ser feitos com aviso de receção;

4.2.7. Das entregas diretas deve ser solicitado o correspondente recibo, que tem de indicar sempre a data.

4.3. CALENDARIZAÇÃO

4.3.1. Inscrições: Até dia 31 de Dezembro de 2016;
4.3.2. Entrega dos trabalhos: até dia 28 de Abril de 2017;
4.3.3. Resultados da pré seleção: 26 de Maio de 2017;
4.3.4. Resultados finais: 09 de Junho 2017.

Durante o período de execução poderão ser formuladas consultas para esclarecimento de dúvidas para o *email*: premio_pcs@csustentavel.com, que serão sempre respondidas num prazo máximo de 24h

Questões sobre materiais de construção devem ser feitas diretamente para as empresas parceiras do PCS, através dos contactos que vêm no *site* do PCS.
Todos os resultados serão disponibilizados via *site*: www.csustentavel.com

5.1. É da inteira e única responsabilidade do Portal da Construção Sustentável a escolha dos locais, critérios e operações de organização e a divulgação do concurso de ideias: ecoHut;

5.2. Este deverá colocar à disposição de todas as Universidades e Institutos Politécnicos e respetivas associações de estudantes o material destinado à divulgação do Concurso;

5.3. O PCS não aceita qualquer responsabilidade adicional para além daquelas que são explicitamente assumidas neste regulamento, direta ou indiretamente decorrentes deste concurso de ideias: ecoHut, promovido pelo PCS;

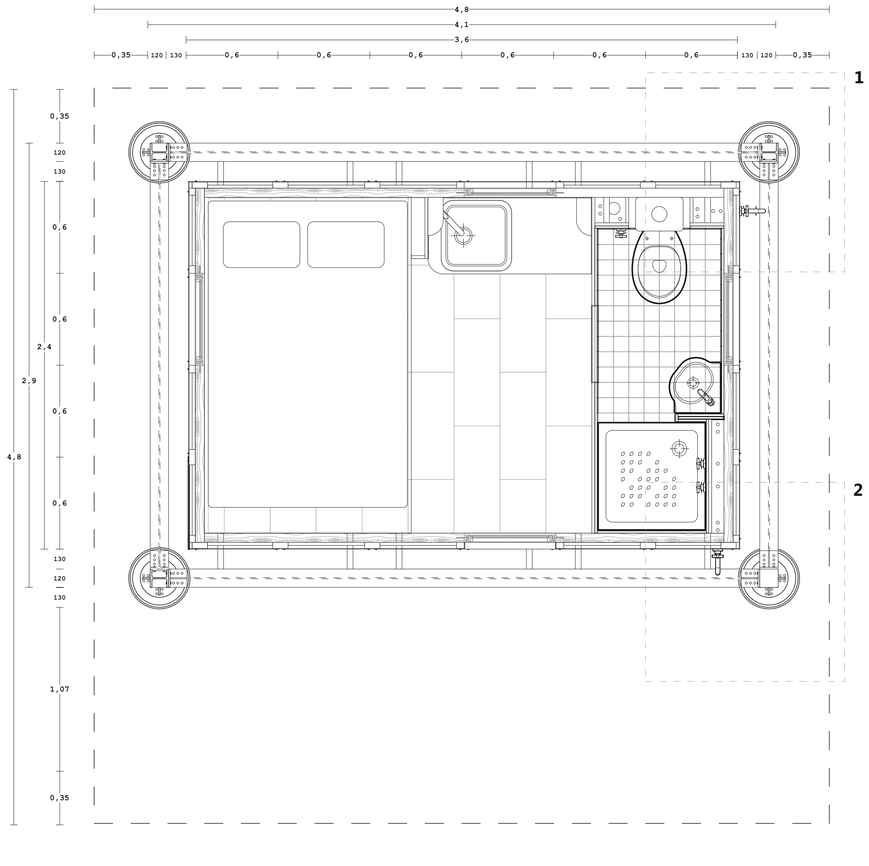
5.4. Pelo ato de se apresentarem a concurso, os autores aceitam integralmente o conteúdo do presente Regulament o, aceitando ainda a divulgação de elementos do trabalho, parcial ou integralmente, sem que lhes seja devida alguma compensação;

5.5. Todos os materiais entregues nas instalações do PCS, aos quais não fo atribuído qualquer premio, deverão ser levantados até um mês após o termo da exposição e elaboração da monografia. Depois dessa data a organização não se responsabiliza pelo seu extravio;

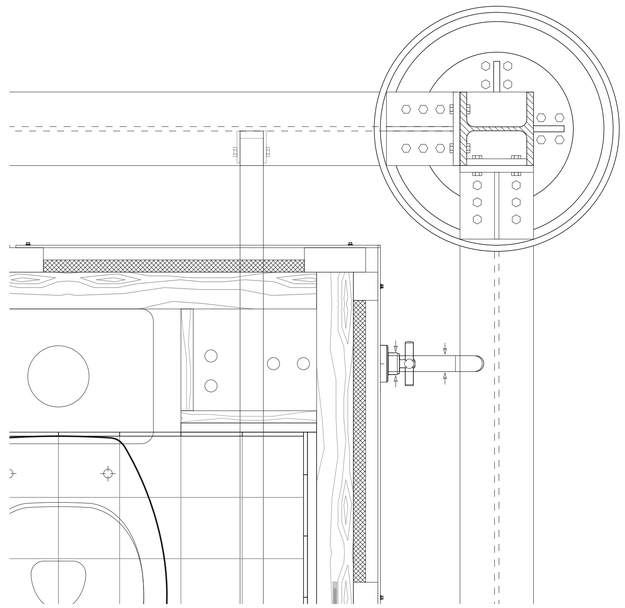
5.6. Salvo indicação explícita em contrário, todos os contactos por escrito devem ser feitos para o *email* premio_pcs@csustentavel.com ou para:

Portal da Construção Sustentável (PCS)
Rua dos Chãos, nº 76 – 2º Esq | Sala 4 | 4710-230 Braga | Portugal

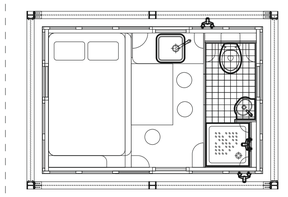
planta geral (1:20)



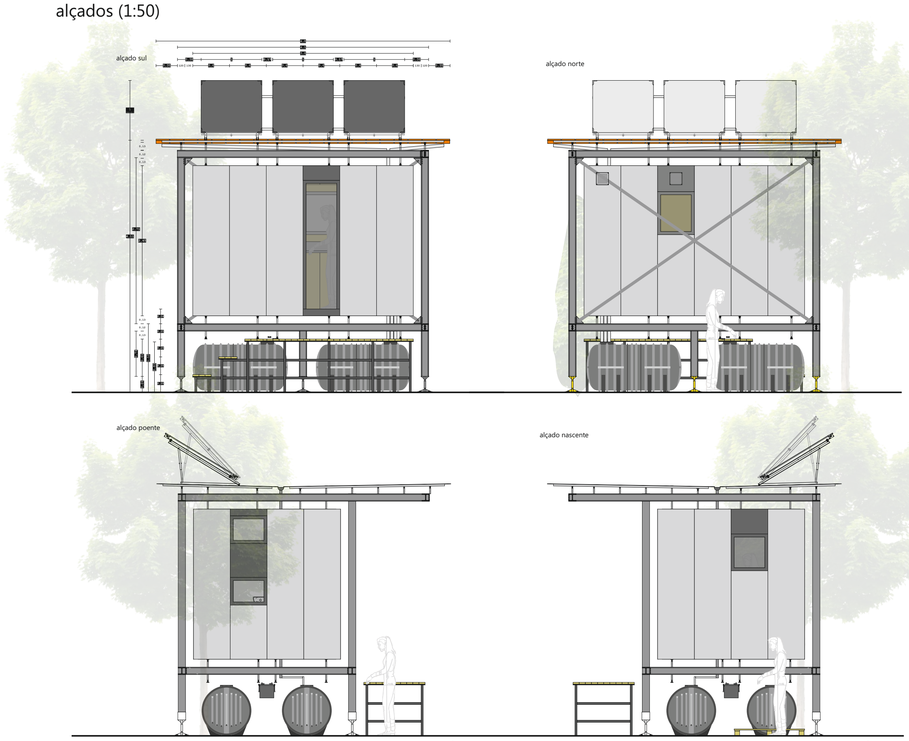
pormenor 1 (1:5)



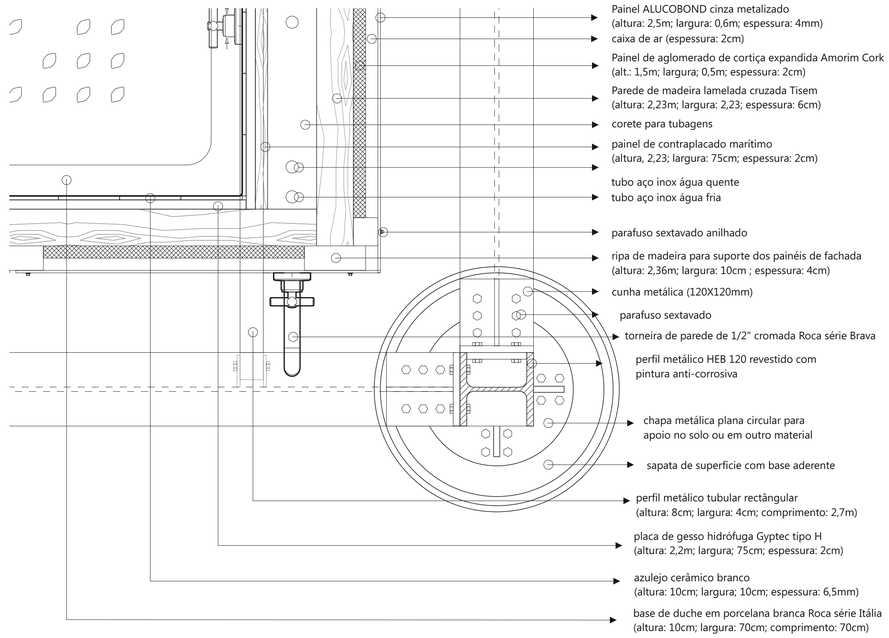
planta geral com mesa de refeições (1:50)



alçados (1:50)



pormenor 2 (1:5)

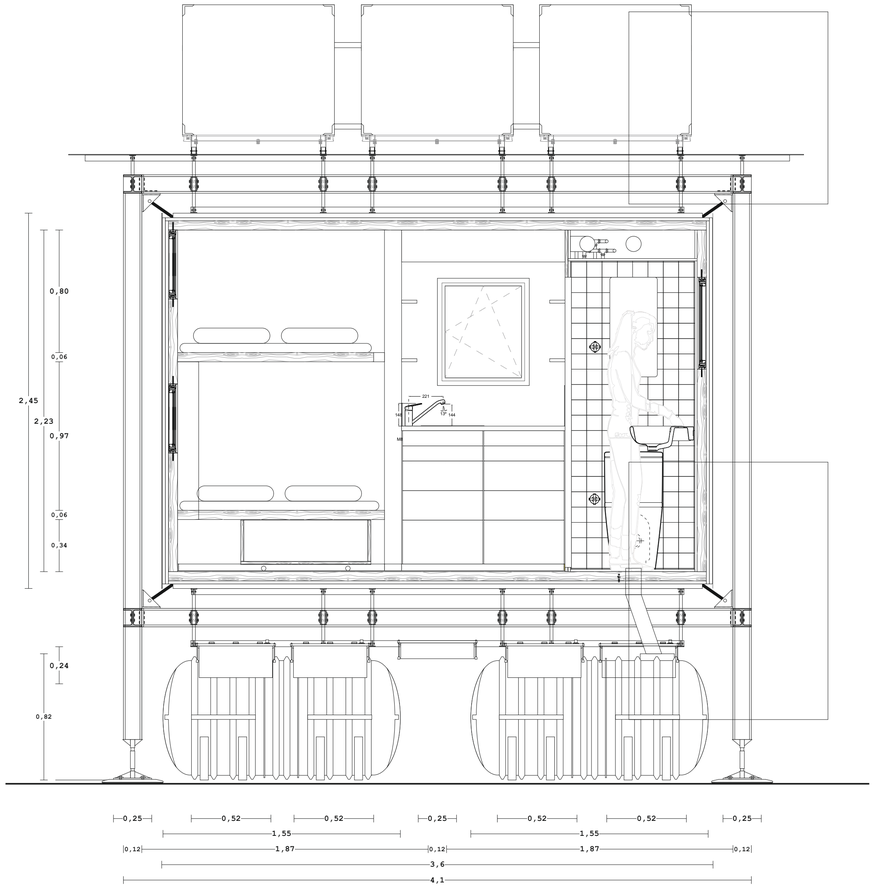


PLANTA GERAL(1:20)
PORMENORES DA PLANTA (1:5)
ALÇADOS (1:50)

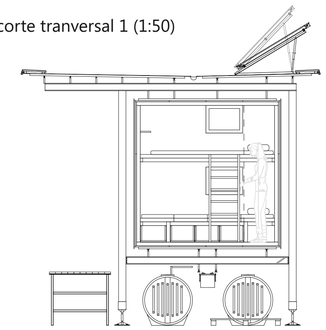
N

FOLHA **01**

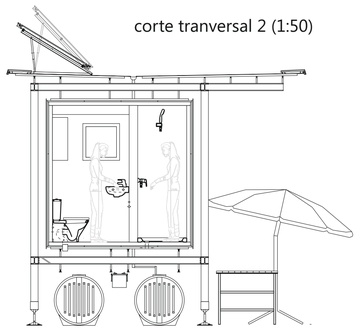
corte longitudinal (1:20)



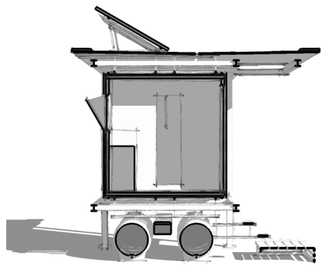
corte tranversal 1 (1:50)

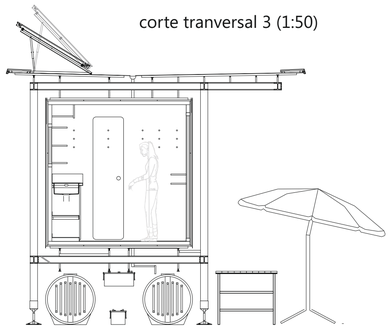


corte tranversal 2 (1:50)

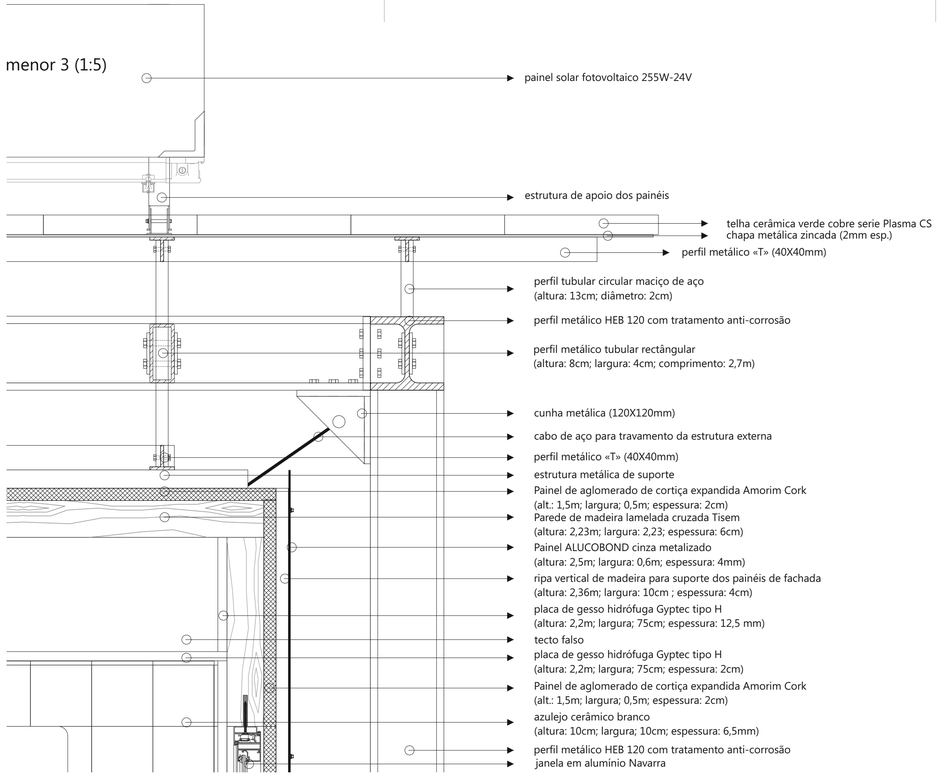


corte tranversal 3 (1:50)

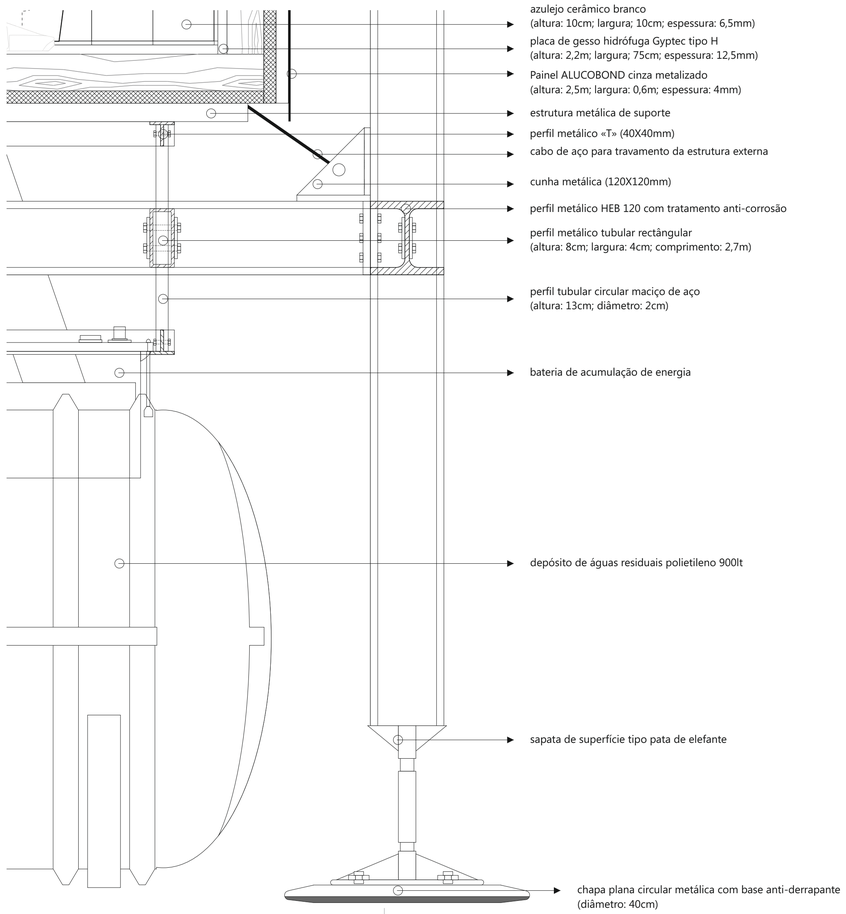




menor 3 (1:5)



pormenor 4 (1:5)



CORTE LONGITUDINAL (1:20)
PORMENORES CONSTRUTIVOS (1:5)
CORTES TRANSVERSAIS (1:50)

FOLHA **02**

3. DOCUMENTO DE CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA

ÍNDICE

1. LOCALIZAÇÃO DO EDIFÍCIO E CARACTERIZAÇÃO DO MEIO ONDE SE INSERE

2. DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO

3. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS, E COMPORTAMENTO TÉRMICO

4. SISTEMAS DE AQUECIMENTO, ARREFECIMENTO E VENTILAÇÃO

5. SISTEMAS DE PREPARAÇÃO DE ÁGUA QUENTE SANITÁRIA (AQS)

6. SISTEMAS QUE RECORREM A ENERGIAS RENOVÁVEIS

7. CÁLCULO DOS VALORES DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA

8. CARACTERIZAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE PONTES TÉRMICAS PLANAS E LINEARES

1. Localização do edifício e caracterização do meio onde se insere.

O edifício será implantado na freguesia de Zambujeira do Mar, no concelho de Odemira, região de Portugal Continental. De acordo com o Regulamento de Segurança e Ações, o edifício encontra-se na região NUTS do Alentejo Litoral, está inserido em zona muito exposta, a uma altitude de 81 m e a 3,6 km da costa. Situa-se numa região do terreno B, com uma rugosidade do tipo III.

2. Descrição do edifício

Trata-se de um edifício de habitação temporário de tipologia T0, sem rede predial de gás, com uma área útil de 8,57 m2 e um pé-direito médio de 2,23 m, com a fachada principal orientada a Sul. O edifício possui uma área envidraçada de 2.58 m2, o correspondente a 30,1% de área útil do mesmo. Algumas dimensões características do edifício em estudo estão indicadas na tabela abaixo (Tabela 1), de acordo com a orientação das fachadas.

Tabela 1: Características das envolventes exteriores do edifício; PRDE: parede exterior.

Paredes Exteriores	Largura (m)	Altura (m)	Área envidraçada (m^2)	Área total (m^2)
PRDE1 - N	3,60	2,23	0,42	7,50
PRDE2 - E	2,40		0,36	4,92
PRDE3 - S	3,60		1,26	6,66
PRDE4 - W	2,40		0,54	5,01
PAVIMENTO	2,40		-	8,57
COBERTURA	-			8,57

As fachadas exteriores e ventiladas do edifício possuem cor metalizada (Alucobond plus) e uma espessura total de 11,7 cm, com a seguinte composição (do interior para o exterior): (1) Placa de gesso cartonado de 750 - 1000 kg/m^3 (resistência térmica: R_t = 0,08 m^2.°C/W) com espessura de 12,5 mm; (2) Madeira resinosa leve de ≤ 435 kg/m^3 (R_t = 0,77 m^2.°C/W) com espessura de 6,0 cm; (3) Aglomerado de cortiça expandida (ICB) de 90 – 140 kg/m^3 (R_t = 1,11 m^2.°C/W) com espessura de 2,0 cm; (4) fachada ventilada Alucobond plus (R_t = 2,46 m^2.°C/W) com espessura de 0,4 cm.

A cobertura exterior do edifício possui, também, cor metalizada (tonalidade clara) e uma espessura total de 9,3 cm. A cobertura, do interior para o exterior, é composta pelos seguintes materiais: (1) Placa de gesso cartonado de 750 - 1000 kg/m^3 (R_t = 0,08 m^2.°C/W) com espessura de 12,5 mm; (2) Madeira resinosa densa de 520 - 610 kg/m^3 (R_t = 0,44 m^2.°C/W) com espessura de 6,0 cm; (3) Aglomerado de cortiça natural de 100 – 150 kg/m^3 (R_t = 1,30 m^2.°C/W) com espessura de 2,0 cm. Trata-se de uma cobertura horizontal com isolamento térmico pelo exterior e uma área total de 8,57 m^2.

O pavimento interior possui uma espessura de 10,3 cm, com a seguinte composição: (1) Madeira semi-densa de 565 – 750 kg/m^3 (R_t = 0,44 m^2.°C/W) com espessura de 0,6 cm; (2) Membrana impermeabilizante flexível impregnada com betume (R_t = 0,13 m^2.°C/W) com espessura de 3,0 m; (3) Aglomerado de cortiça expandida (ICB) de 90 - 140 kg/m^3 (R_t = 1,33 m^2.°C/W) com espessura de 2,0 cm. O pavimento tem uma área total de 8,57 m^2.

O edifício em estudo possui cinco envidraçados exteriores, aqui designados por EV1, EV2, EV3, EV4 e EV5, organizados pelas diferentes orientações na Tabela 2. Os vãos envidraçados (EV1, EV2, EV3, EV4 e EV5), localizados na fachada, são de abertura giratória com caixilho simples em madeira com quadricula, com vidro duplo incolor + incolor (4 a 8 mm) + 16 mm de caixa-de-ar + 4 mm; com uma permeabilidade ao ar de classe 4.

Tabela 2: Localização dos envidraçados nas diversas fachadas.

Áreas totais de envidraçado por orientação (m^2)			
N	E	S	W
EV2	EV3	EV5	EV1 + EV4
0,42	0,36	1,26	0,54

As janelas (EV1, EV2, EV3 e EV4) possuem protecção solar interior com cortina opaca de cor clara e móvel, e uma protecção exterior através da colocação de uma portada metálica com isolamento de cor clara. A porta exterior (EV5) possuirá somente uma protecção solar móvel, exterior, com portada de metálica com isolamento térmico de cor clara.

O edifício possui uma inércia térmica média, constituído por um único corpo (um piso) com ventilação natural. Quanto a sistemas técnicos, possuirá 3 painéis fotovoltaicos e uma caldeira a pellets (granulados) para AQS (água quente sanitária).

3. Caracterização de soluções construtivas que constituem o edifício em estudo, bem como de todos os elementos que condicionam o comportamento térmico do edifício

A avaliação do desempenho energético e da qualidade do ar interior do edifício de habitação realizada, por recurso ao software DENTHERM, tem por base a metodologia definida pelo Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) que integra o Decreto-Lei nº 118/2013 de 20 de Agosto. O edifício em causa possui classe A+. O projecto do edifício em consideração cumpre integralmente o projecto de térmica regulamentar, pelo que, qualquer alteração ao mesmo deverá ser acompanhado de um novo estudo de térmica que demonstre o cumprimento regulamentar.

4. Caracterização dos sistemas de aquecimento, arrefecimento e ventilação previstos para o edifício

Para o edifício em estudo não está previsto qualquer sistema de aquecimento. Esta opção está justificada nos cálculos presentes na Folha de cálculo A - Transferência de calor por transmissão; e, Folha de cálculo C – Ganhos térmicos na estação de aquecimento.
A renovação do ar interior no edifício processar-se-á com base em ventilação natural, usufruindo das soluções construtivas adotadas – fachadas e cobertura ventiladas – bem como da posição dos vãos envidraçados. Os pressupostos de base ao cálculo das renovações por hora da fracção em estudo seguem na Folha de cálculo B – Transferência de calor por Ventilação e na Folha de cálculo D – Ganhos térmicos na estação de arrefecimento.

É de notar que para a determinação do valor de coeficiente de transmissão térmica superficial (ou resistência térmica) das diferentes soluções construtivas foi prioritariamente considerada toda a informação disponível sobre as características técnicas dos elementos que as constituem. Apenas na ausência de informação específica se recorreu aos valores tabelados de fontes de informação de referência.

5. Caracterização dos sistemas de preparação de água quente sanitária (AQS) previstos para o edifício

O sistema de preparação de água quente sanitária (AQS) previsto para o edifício será garantido através de uma caldeira pellets. Trata-se de uma caldeira constituída por uma unidade a pellets (granulados) da marca Artel Boiler Compatta 24, modelo padrão, com depósito de 50 litros no total.

Este sistema contribui para as necessidades de AQS, tubagem sem manga de isolamento térmico, com uma eficiência (nominal ou determinada) de 89% e uma potência nominal de 20,0 kW, representando uma fracção de necessidades de AQS de 100%.

6. Caracterização dos sistemas que recorrem a energias renováveis previstos para o edifício

Quanto a sistemas com recurso a energia renovável salientam-se dois: o painel solar fotovoltaico para produção de energia eléctrica, e a caldeira a pellets (granulados) para produção de energia térmica AQS. Para uma descrição mais detalhada do sistema solar fotovoltaico indica-se o Relatório de simulação de sistema solar fotovoltaico, obtido através do portal da Direcção-Geral de Energia e Geologia.

7. Demonstração detalhada do cálculo dos valores das necessidades nominais de energia do edifício, bem como dos respectivos valores limite, com auxílio ou não, de softwares auxiliares de cálculo

A demonstração detalhada do cálculo dos valores das necessidades nominais de energia do edifício segue nos anexos: Folha de cálculo E – Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento; Folha de cálculo F - Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento; e Folha de cálculo G – Necessidades nominais anuais globais de energia primária. Saliente-se que o edifício em causa não estará em contacto com o solo.

8. Caracterização das situações de pontes térmicas planas e lineares

A existência de pontes térmicas na envolvente de edifícios constitui uma das principais causas responsáveis pelo desperdício de energia dada a elevada quantidade de calor que é perdida nestas zonas, chegando a atingir cerca de 20% dos seus gastos energéticos. Para além deste inconveniente, a sua existência está também associada a um grande número de patologias como a condensação, fungos, degradação acelerada dos materiais, insalubridade, entre outros. Deste modo, é importante evitar ou pelo menos reduzir a existência de pontes térmicas. No edifício em estudo as paredes exteriores foram concebidas por forma a garantirem a ausência de Pontes Térmicas Planas (PTPs). Não estão,

também, previstas pontes térmicas lineares interiores.

As Pontes Térmicas Lineares (PTL) exteriores foram calculadas conforme as regras de simplificação previstas no Despacho 15793-E/2013. A tabela abaixo apresenta as pontes térmicas lineares exteriores (Tabela 3).

Tabela 3: Descrição das pontes térmicas lineares exteriores; (Psi: coeficiente de transmissão de ponte térmica)

Descrição	Tipo	Dados	Psi	Comprimento (m)
PTL1	Fachada com pavimento sobre exterior	Sistema de isolamento das paredes entre panos; Posição do isolamento no pavimento – superior.	0,35	12,0
PTL2	Duas paredes verticais em ângulo saliente	Sistema de isolamento das paredes entre panos.	0,50	8,8
PTL3	Fachada com caixilharia	O isolamento não contacta com a caixilharia.	0,25	14,6
PTL4	Fachada com cobertura	Sistema de isolamento das paredes entre panos; Posição do isolamento na cobertura – superior.	1,00	12,0

FOLHA DE CÁLCULO A

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO			
Elementos Opacos Exteriores	Área A (m^2)	U ($W/m^2.°C$)	U.A (W/°C)
PRDE1 - N	7,50	0,31	2,31
PRDE2 - E	4,92	0,31	1,52
PRDE3 - S	6,66	0,31	2,05
PRDE4 – W	4,74	0,31	1,47
Pavimento	8,57	0,36	2,92
Cobertura	8,57	0,38	3,09
		Total	**12,59**
Elementos Envidraçados Exteriores	Área A (m^2)	U ($W/m^2.°C$)	U.A (W/°C)
EV1	0,27	2,33	0,63
EV2	0,42	2,27	0,95
EV3	0,36	2,29	0,82
EV4	0,27	2,33	0,63
EV5	1,26	2,31	2,91
		Total	**5,94**
Pontes Térmicas Lineares	Comp. B (m)	Psi (W/m.°C)	Psi.B (W/°C)
PTL1	12,0	0,35	4,20
PTL2	8,8	0,50	4,40
PTL3	14,6	0,25	3,65
PTL4	12,0	1,00	12,00
		Total	**24,25**
COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO			
Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior Hext (= 12,59 + 5,94 + 24,25)			**42,79**
Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior Henu + Hadj (enu: espaços não úteis; adj: edifícios adjacentes)			**0,00**
Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo			**0,00**
Coeficiente de transferência de calor por transmissão			**42,79**

FOLHA DE CÁLCULO B

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO	
ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO	
Rendimento do Sistema de recuperação de calor	0,00
Caudal médio insuflado	0,00
Rph,i.Ap.Pd	37,70
Fator de correção da temperatura para sistemas de recuperação de calor	1,00
Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento, Rph,i	2,00
Área útil de pavimento, Ap	8,57
Pé-direito médio, Pd	2,20
Coeficiente de transferência de calor por ventilação (= 0,34 X 2,00 X 8,57 X 2,20)	**12,82 W/ºC**
ESTAÇÃO DE AREFECIMENTO	
Rendimento do Sistema de recuperação de calor	0,00
Caudal médio insuflado	0,00
Rph,i.Ap.Pd	37,70
Fator de correção da temperatura para sistemas de recuperação de calor	1,00
Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento Rph,i	2,00
Área útil de pavimento, Ap	8,57
Pé-direito médio, Pd	2,20
Coeficiente de transferência de calor por ventilação (= 0,34 X 2,00 X 8,57 X 2,20)	**12,82 W/ºC**

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO DE REFERÊNCIA	
ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO	
Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento, Rph,i	0,60
Área útil de pavimento, Ap	8,57 m^2
Pé-direito médio, Pd	2,20 m
Coeficiente de transferência de calor por ventilação (= 0,34 X 0,60 X 8,57 X 2,20)	**3,85 W/ºC**

FOLHA DE CÁLCULO C

Elementos Envidraçados Exteriores	Orientação	Fator solar inverno	Área (m^2)	Fator de obstrução	Fração envidraçada	Área efetiva coletora	Fator de orientação X	Área efetiva coletora a Sul
EV1	W	0,70	0,27	0,77	0,57	0,08	0,56	0,05
EV2	N		0,42	1,00		0,17	0,27	0,05
EV3	E		0,36	0,77		0,11	0,56	0,06
EV4	W		0,27	0,77		0,08	0,56	0,05
EV5	S		1,26	0,68		0,34	1,00	0,34
							Total	**0,54**

Ganhos Solares	
Área efetiva total equivalente na orientação a Sul	0,54 m^2
Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul	150 W/m^2
Duração da estação de aquecimento	5,29 meses
Ganhos solares brutos (= 0,54 x 150 x 5,29)	430,31 kWh/ano

Ganhos Internos	
Ganhos internos médios	4 W/m^2
Duração da estação de aquecimento	5,29 meses
Área útil de pavimento, Ap	8,57 m^2
Ganhos internos brutos (= 0.72 x 4 x 5.29 x 8,57)	130,44 kWh/ano

Ganhos Térmicos Brutos	
Ganhos solares brutos	430,31 kWh/ano
Ganhos internos brutos	130,44 kWh/ano
Ganhos térmicos brutos (= 430,31 + 130,44)	**560,74 kWh/ano**

GANHOS TÉRMICOS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO DE REFERÊNCIA	
Ganhos solares brutos de referência	148,78 kWh/ano
Ganhos internos brutos de referência	130,44 kWh/ano
Ganhos térmicos brutos de referência (= 148,78 + 130,44)	**279,22 kWh/ano**

FOLHA DE CÁLCULO D

Ganhos Solares	
Vãos envidraçados exteriores	127,90 kWh/ano
Vãos interiores em contacto com solários, marquises, jardins de inverno, etc.	0,00 kWh/ano
Envolvente exterior opaca	42,32 kWh/ano
Ganhos Solares Brutos (= 127,90 + 0,00 + 42,32)	**170,23 kWh/ano**

Ganhos Internos	
Ganhos internos médios	4 W/m^2
Duração da estação de arrefecimento	2928,00 horas
Área útil de pavimento	8,57 m^2
Ganhos internos brutos (= 4 x 2928,00 x 8,57 / 1000)	**100,35 kWh/ano**

Ganhos Térmicos Brutos	
Ganhos solares brutos	170,23 kWh/ano
Ganhos internos brutos	100,35 kWh/ano
Ganhos térmicos brutos (= 170,23 + 100,35)	**270,58 kWh/ano**

GANHOS TÉRMICOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO DE REFERÊNCIA	
Ganhos internos médios	4 W/m^2
Duração da estação de arrefecimento	2928,00 horas
Fator solar de verão de referência	0,43
Área envidraçada/Ap, ref	0,20
Radiação solar média de referência	510,00 kWh/m^2.ano
Área útil de pavimento	8,57 m^2
Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento de referência (= (4,00 x 2928 / 1000 + 0,43 x 0,20 x 510,00) x 8,57))	**476,14 kWh/ano**

FOLHA DE CÁLCULO E

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO	
TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO	
Número de graus-dia de aquecimento	1081 ºC.dias
Coeficiente de transferência de calor por transmissão	42,79 W/ºC
Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento (= 0.024 X 1081 X 42,79)	**1110,38 kWh/ano**
TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DE AR	
Número de graus-dia de aquecimento	1081 ºC.dias
Coeficiente de transferência de calor por transmissão	12,82 W/ºC
Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento (= 0,024 X 1081 X 12,82)	**332,64 kWh/ano**
FATOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS	
Inércia do edifício	Média
Ganhos térmicos brutos	560,74 kWh/ano
Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar (= 1110,38 + 332,64)	1443,01 kWh/ano
Parâmetro yv (= 560,74 / 1443,01)	0,39
Parâmetro ai	2,60
Fator de utilização dos ganhos ni	0,95
Ganhos totais úteis (= 0,95 x 560,74)	530,37 kWh/ano
NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO	
Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento	1110,38 kWh/ano
Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento	332,64 kWh/ano
Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento	530,37 kWh/ano
Necessidades anuais na estação de aquecimento (= 1110,38 + 332,64 – 530,37)	912,64 kWh/ano
Área útil de pavimento	8,57 m^2
Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (= 912,64 / 8,57)	**106,52kWh/m^2.ano**
LIMITE MÁXIMO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO	
COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DE REFERÊNCIA	

Coeficiente de transferência de calor por transmissão	41,26 W/ºC
Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar	3,85 W/ºC
Coeficiente de transferência de calor (= 41,26 + 3,85)	**45,11 kWh/ano**
TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA	
Número de graus-dia de aquecimento	1081 ºC.dias
Coeficiente de transferência de calor por transmissão	41,26 W/ºC
Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento (= 0,024 X 1081 X 41,26)	**1070,86 kWh/ano**
TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR DE REFERÊNCIA	
Número de graus-dia de aquecimento	1081 ºC.dias
Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar	3,85 W/ºC
Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento (= 0,024 x 1081 x 3,85)	**99,79 kWh/ano**
FATOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA	
Fator de utilização dos ganhos	0.60
Ganhos térmicos brutos	279,22 W/ºC
Ganhos totais úteis (= 0,60 x 279,22)	**167,53 W/ºC**
LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO	
Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento	1070,86 kWh/ano
Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento	99,79 kWh/ano
Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento	167,53 kWh/ano
Necessidades anuais na estação de aquecimento (= 1070.86 + 99.79 – 167.53)	1003,12 kWh/ano
Área útil de pavimento	8,57 m^2
Limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (= 1003,12 / 8,57)	117,08 kWh/ano

FOLHA DE CÁLCULO F

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO	
TRANSFERÊNCIA DE CALOR	
Coeficiente de transferência de calor por transmissão	42,79 W/ºC
Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar	12,82 W/ºC
Coeficiente de transferência de calor (= 42,79 + 12,82)	**55,60 kWh/ano**
TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO	
Coeficiente de transferência de calor por transmissão	42,79 W/ºC
(Temperatura, ref – Temperatura, ext)	2,80 ºC
Duração da estação de arrefecimento	2928,00 horas
Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento (= 42,79 x 2,80 x 2928,00 / 1000)	**350,79 kWh/ano**
TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DE AR	
Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar	12,82 W/ºC
(Temperatura, ref – Temperatura, ext)	2,80 ºC
Duração da estação de arrefecimento	2928,00 horas
Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento (= 12,82 x 2,80 x 2928,00 / 1000)	**105,08 kWh/ano**
FATOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS	
Inércia do edifício	Média
Ganhos térmicos brutos	270,58 kWh/ano
Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar (= 350,79 + 105,08)	455,87 kWh/ano
Parâmetro yv	0,59
Parâmetro av	2,60
Fator de utilização dos ganhos nv	0,88
NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO	
(1-nv)	0,12
Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento	270,58 kWh/ano
Área útil de pavimento	8,57 m^2
Necessidades anuais de energia útil na estação de arrefecimento (= 0,12 x 270,58 / 8,57)	**3,90 kWh/m^2.ano**
LIMITE MÁXIMO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO	
FATOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA	
Fator de utilização de ganhos nv de referência	0,75

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO	
(1-nv,ref)	0,25
Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento	476,14 kWh/ano
Área útil de pavimento	8,57 m^2

FOLHA DE CÁLCULO G

NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO						
Sistema para aquecimento	**Fonte de energia**	**Necessidades de Energia Útil (kWh/m^2.ano)**	**fi**	**Eficiência nominal, ni**	**Fator de conversão (kWhep/Kwh)**	**Necessidades de energia primária (kWhep/m^{2}Kwh)**
Sistema de referência	Eletricidade	106,52	1,00	1,00	2,50	266,29
Total						**266,29**

NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO							
Sistema para aquecimento	**Fonte de energia**	**Necessidades de Energia Útil (kWh/m^2.ano)**	**fv**	**d**	**Eficiência nominal, nv**	**Fator de conversão (kWhep/Kwh)**	**Necessidades de energia primária (kWhep/m^{2}Kwh)**
Sistema de referência	Eletricidade	3,90	1,00	0,00	3,00	2,50	0,00
Total							**0,00**

NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS	
Número convencional de ocupantes do edifício	2
Fator de eficiência hídrica	0.90
Consumo médio diário de referência Maqs (= 40 x 2 x 0,90)	72,00 L
Aumento de temperatura	35,00 ºC
Número de dias de consumo	365 dias
Área útil de pavimento	8,57 m^2
Necessidades anuais de energia útil para preparação de AQS	124,86 kWh/m^2.ano

Sistema para AQS	**Fonte de energia**	**Necessidades de Energia Útil**	**fa**	**Eficiência nominal, na**	**Fator de conversão (kWhep/Kwh)**	**Necessidades de energia primária**

		(kWh/ m².ano)				**(kWhep/ m²Kwh)**
Caldeira pellets	Pellets (granulados)	124,86	1,00	0,89	1,00	140,29
Total						**140,29**

NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA	
Energia anual elétrica necessária o funcionamento do sistema de ventilação mecânica	0,00 kWh/ano
Área útil de pavimento	8,57 m²
Fator de conversão	2,5 kWhep/kWh
Necessidades anuais de energia primária para o sistema de ventilação (= 0.00 x 8.57 x 2.5)	0,0 W/ºC

ENERGIA PRIMÁRIA PROVENIENTE DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL				
Sistema com recurso a energia renovável	**Produção de energia**	**Eren/Ap (kWh/m².ano)**	**Fator de conversão (kWhep/Kwh)**	**Energia primária (kWhep/m².ano)**
Solar fotovoltaico	Elétrica	106,52	2,50	266,29
Caldeira pellets	Térmica AQS	140,29	1,00	140,29
Total				**406,58**

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA	
Energia primária para aquecimento	266,29 kWhep/m².ano
Energia primária para arrefecimento	0,00 kWhep/m².ano
Energia primária para a preparação de AQS	140,29 kWhep/m².ano
Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica	0,00 kWhep/m².ano
Energia proveniente de sistemas com recurso e energia renovável	406,58 kWhep/m².ano
Necessidades nominais anuais globais de energia primária (= 266 + 0,00 + 140,29 + 0,00 – 406,58)	0,00 kWhep/m².ano

NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO DE REFERÊNCIA						
Sistema para	**Fonte de energia**	**Necessidades de Energia**	**fi**	**Eficiência nominal, ni**	**Fator de conversão**	**Necessidades de energia**

aquecimento		**Útil (kWh/m².ano)**			**(kWhep/Kwh)**	**primária (kWhep/m²Kwh)**
Sistema de referência	Eletricidade	117,08	1,00	1,00	2,50	292,69
Total						292,69

NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO DE REFERÊNCIA							
Sistema para aquecimento	**Fonte de energia**	**Necessidades de Energia Útil (kWh/m².ano)**	**fv**	**d**	**Eficiência nominal, nv**	**Fator de conversão (kWhep/Kwh)**	**Necessidades de energia primária (kWhep/m²Kwh)**
Sistema de referência	Eletricidade	14,09	1,00	0,00	3,00	2,50	11,74
Total							**11,74**

NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS DE REFERÊNCIA	
Número convencional de ocupantes do edifício	2
Fator de eficiência hídrica	1
Consumo médio diário de referência Maqs (= 40 x 2 x 1)	80,00 L
Aumento de temperatura	35,00 ºC
Número de dias de consumo	365 dias
Área útil de pavimento	8,57 m²
Necessidades anuais de energia útil para preparação de AQS	138,76 kWh/m².ano

Sistema para AQS	**Fonte de energia**	**Necessidades de Energia Útil (kWh/m².ano)**	**fa**	**Eficiência nominal, na**	**Fator de conversão (kWhep/Kwh)**	**Necessidades de energia primária (kWhep/m²Kwh)**
Caldeira pellets	Pellets (granulados)	138,73	1,00	0,89	1,00	155,88
Total						**155,88**
LIMIJTES DAS NECESSIDADES NOMINAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA						

Energia primária para aquecimento	292,69 kWhep/m^2.ano
Energia primária para arrefecimento	11,74 kWhep/m^2.ano
Energia primária para a preparação de AQS	155,88 kWhep/m^2.ano
Necessidades nominais anuais globais de energia primária (= 292,69 + 11,74 + 155,88)	460,31 kWhep/m^2.ano

Relatório de simulação de sistema solar fotovoltaico

Sumário

Instalação em Zambujeira do Mar
(Odemira)
6,7 m² de módulos OpenRenewables 255-PQ60
montagem fixa
com inclinação 35° e orientação 0°.
Potência: 1,0 kW (nominal)

energia solar incidente:	13 267 kWh/ano
produção fotovoltaica potencial (DC):	1 904 kWh/ano
perdas de sistema (DC):	-51 kWh/ano
perdas e consumos parasíticos (AC):	-115 kWh/ano
produção (AC):	1 632 kWh/ano
autoconsumo (AC):	323 kWh/ano

Índices de desempenho

produtividade técnica:	1589 kWh/kW instalado
aproveitado:	323 kWh/kW instalado
rendimento relativo:	89% *(performance ratio)*
i.e.	12% da energia incidente
necessidades cobertas:	22%

Local e clima

NUTS III: Alentejo Litoral Município: Odemira Local: Zambujeira do Mar elevação: Alentejo Litoral albedo: 26%

obstruções do horizonte

azimute:	E	-85°	-80°	-75°	-70°	-65°	-60°	-55°	-50°	NE	-40°	-35°	-30°	-25°	-20°	-15°	-10°	-5°	S
altura angular:	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
azimute:	S	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	NW	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	W
altura angular:	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Configuração e operação do sistema solar fotovolt

Sistema fotovoltaico ligado à rede, com 4 módulos OpenRenewables 255-PQ60 (6,7 m²) com inclinação 35° e orientação 0°.
Potência nominal da instalação 1,0 kW; módulos organizados em 2 fileiras (strings). A tensão máxima é 60 V.
Degradação máxima do rendimento dos módulos: 1,0% por ano (informação não utilizada em cálculos).
Perdas ambientais: 0,5% por variação espectral, 0,5% por deposição de poeiras e sujidades sobre os módulos.
Perdas eléctricas (DC): 1,0% na interconexão de módulos, 0,7% perdas resistivas gerais).
Perdas operacionais: 6 horas (diurnas) para manutenção e reparação de avarias.
Bloco de inversão e controlo geral - 95% eficiência com eficiência 95,0% (definição Europeia).
Perdas de 0,5% em transmissão e transformação para ligação à rede BT.
Consumos parasíticos: 0,00 kWh/ano para ventilação.
Sistema explorado em regime de autoconsumo.

Aproveitamento do recurso solar

radiação solar directa	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	**anual**	
horizontal (à superfície)	5,2	7,1	11,0	14,2	16,8	20,2	20,6	18,8	14,1	8,1	5,9	3,5	**12,1**	kWh/m².dia
incidente nos módulos	10,0	11,3	14,3	15,2	15,5	17,3	18,3	18,9	17,0	11,9	10,8	7,1	**14,0**	kWh/m².dia
absorvida pelos módulos	9,9	11,1	14,0	14,9	15,2	16,9	17,8	18,5	16,7	11,7	10,6	7,0	**13,7**	kWh/m².dia

radiação solar global	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	**anual**	
no topo da atmosfera	16,6	21,8	28,8	35,4	39,9	41,7	40,6	36,9	31,0	24,1	18,0	15,0	**29,1**	kWh/m².dia
na horizontal (à superfície)	8,5	11,8	16,8	21,4	25,1	27,6	28,0	25,3	20,1	13,3	9,5	7,0	**17,9**	kWh/m².dia
incidente nos módulos	14,2	16,9	20,8	22,9	23,9	24,7	25,8	25,8	23,7	17,9	15,1	11,3	**20,2**	kWh/m².dia
absorvida pelos módulos	13,8	16,4	20,1	22,1	23,1	23,8	24,9	24,9	23,0	17,4	14,7	11,0	**19,6**	kWh/m².dia

Desempenho energético

temperatura	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	**anual**	
ambiente (média diária)	11,0	11,9	13,6	15,0	17,4	20,8	23,2	23,2	21,9	18,2	14,5	12,2	**16,9**	°C
nos módulos (média diurna)	35,7	33,6	37,8	36,5	39,6	41,4	48,4	52,0	52,4	46,3	43,4	36,6	**42,0**	°C

energia	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	**anual**	
radiação solar incident	794	852	1 158	1 228	1 326	1 323	1 429	1 432	1 278	999	818	631	**13 267**	kWh
produção fotovoltaica (DC	119	127	169	178	191	192	199	198	179	144	120	94	**1 904**	kWh
perdas do sistema (DC	-3	-3	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-4	-3	-3	**-51**	kWh
consumos parasíticos (A	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	**-14**	kWh
outras perdas (AC	-6	-7	-9	-9	-10	-10	-11	-11	-10	-8	-6	-5	**-101**	kWh
produção disponível (AC	102	109	145	152	164	165	171	170	153	123	103	80	**1 632**	kWh
necessidades do edifício (AC)	126	113	125	121	126	125	125	126	120	126	122	124	**1 476**	kWh
autoconsumo (AC)	19	22	28	30	33	34	34	32	29	25	22	18	**323**	kWh
passível de remuneração, acumulado (AC)	82	170	287	410	541	672	809	947	1 071	1 170	1 251	1 313	**1 313**	kWh

Avaliação do desempenho

rendimento global: 12% da energia incidente
rendimento relativo: 89% *(performance ratio)*

produtividade técnica 1589 kWh/kW instalado
i.e. 244 kWh/m² instalado
exploração real 323 kWh/kW instalado
(sistema provavelmente sobredimensionado) i.e. 48 kWh/m² instalado

Análise para DL 153/2014 (Unidades de Produção Distribuída)

Potência do sistema: 1,0 kW [produção potencial anual > consumo anual]: instalação sobredimensionada para autoconsumo
1 632 kWh > 1 476 kWh
Passível de remuneração: 1 313 kWh

Licenciado a Ana Bento

4. MAPA DE MEDIÇÕES E ORÇAMENTO

Mapa de medições e orçamento - CAPSUS FV-1.0

designação	compr. da peça	n.º de peças iguais	compr. **(m)**	peso **(kg)**	nº de furos	preço **(€)**
perfil heb 120	5,3	4	21,20	566,00	96,00	568,48
perfil heb 120	4,04	4	16,16	431,50	96,00	433,33
perfil heb 120	2,78	4	11,12	296,90	96,00	298,19
			total			
			48,48	1294,40	288,00	**1300,00**

designação	compr. da peça	n.º de peças iguais	compr. **(m)**	peso **(kg)**	nº de furos	preço **(€)**
perfil retangular	2,89	12	34,68	232,70	96,00	**300,00**

designação	compr. da peça	n.º de peças iguais	compr. **(m)**	peso **(kg)**	nº de furos	preço **(€)**
tubo circular	0,37	48	17,76	19,18	192,00	**35,00**

designação	compr. da peça	n.º de peças iguais	compr. **(m)**	peso **(kg)**	nº de furos	preço **(€)**
perfil T	2,26	24	54,20	160,50	96,00	117,71
perfil T	3,50	16	56,00	166,00	-	182,29
			total			
			110,20	326,50	96,00	**300,00**

designação	compr. da peça	n.º de peças iguais	compr. **(m)**	peso **(kg)**	nº de furos	preço **(€)**
parafuso sextavado + porca (1)	-	96	-	-	-	12,00
parafuso sextavado + porca (2)	-	96	-	-	-	12,00
parafuso sextavado +	-	96	-	-	-	12,00
			total			
			-	-	-	**50,00**

designação	compr. da peça	n.º de peças iguais	compr. **(m)**	peso **(kg)**	nº de furos	preço **(€)**
cunha/travamento	-	18	-	-	216,00	**100,00**

designação	compr. da peça	n.º de peças iguais	compr. **(m)**	peso **(kg)**	nº de furos	preço **(€)**
cabo de aço p/ travamento	2,40	6	14,40	-	-	**35,00**

designação	preço/h **(€/h)**	n.º de horas				preço **(€)**
Camião com grua	25,00	8				200,00
1 serralheiro	15,00	6				90,00
1 carpinteiro	15,00	6				90,00
1 canalizador	15,00	6				90,00
					Total	**470,00**

sub-total da página	**2120,00**

designação	compr. da peça **(m)**	n.º de peças iguais	compr. **(m)**	peso **(kg)**	nº de furos	preço **(€)**
parede de madeira de lamelada cruzada	3,00	3,00	9,00	-	-	468,75
parede de madeira de lamelada cruzada	3,00	10,00	30,00	-	-	1562,50
parede de madeira de lamelada cruzada	3,00	3,00	9,00	-	-	468,75
			total			
			48,00	-		**2500,00**

designação	área **(m^2)**	n.º de peças iguais	área **(m^2)**	peso **(kg)**	nº de furos	preço **(€)**
parede divisória de madeira de cedro (1)	5,60	1,00	5,60	-	-	112,00
parede divisória de madeira de cedro (2)	2,70	2,00	5,40	-	-	54,00
parede divisória de madeira de cedro (3)	1,30	1,00	1,30	-	-	26,00
parede divisória de madeira de cedro (4)	0,40	1,00	0,40	-	-	8,00
			total			
			12,70	-	-	**200,00**

designação	área **(m^2)**	n.º de peças iguais	área **(m^2)**	peso **(kg)**	nº de furos	preço **(€)**
gesso Hidrófugo da Gyptec Ibérica	2,40	9,00	21,60	-	-	**108,43**

designação	área **(m^2)**	n.º de peças iguais	área **(m^2)**	peso **(kg)**	nº de furos	preço **(€)**
azulejos	0,01	2400,00	24,00	-	-	**108,00**

designação	área **(m^2)**	n.º de peças iguais	área **(m^2)**	peso **(kg)**	nº de furos	preço **(€)**
aglomerado de cortiça expandida (ICB) - Amorim Isolamentos	0,90	46,00	41,40	-	-	207,00
aglomerado de cortiça natural - Amorim Isolamentos	0,90	10,00	9,00	-	-	47,50
			total			
			50,40			**254,50**

designação	área (m^2)	n.º de peças iguais	área (m^2)	peso (kg)	nº de furos	preço (€)
fachada ventilada Alucobond	1,70	16,00	34,00	-	-	1700,00
Ripas de madeira verticais	-	24,00	-	-	-	48,00
parafuso sextavado p/ Alucobond	-	160	-	-	-	14,00
			total			
			34,00			**1762,00**

designação	volume (L)	n.º de peças iguais	volume (L)	peso (kg)	nº de furos	preço (€)
depósito de superfície para armazenamento de águas - Premier Tech DHS1000	900,00	4,00	3600,00	2000,00	-	**1000,00**
canalização	-	4,00	-	-	-	**77,90**
			total			
			3600,00			**1077,90**

designação	área (m^2)	n.º de peças iguais	área (m^2)	peso (kg)	nº de furos	preço (€)
módulo OpenRenewables 255-PQ60 com inclinação 40° e orientação 0°	1,67	3,00	5,00	-	-	**528,63**
Estrutura de suporte para Módulos Fotovoltáicos	-	1,00	-	-	-	**247,50**
Bateria KAISE 12V/200Ah VRLA	-	4,00	-		-	**790,85**
Estrutura Metalizada para Baterias	-	1,00	-	-	-	**67,65**
Inversor Steca AJ 2400-24 24V/2000W	-	1,00	-	-	-	**1591,07**
			total			
			5,00			**3225,70**

sub-total da página	**9236,53**

designação	modelo	compr. da peça **(m)**	n.º de peças iguais	peso total **(kg)**	preço **(€)**
Tanque compacto de encastrar para sanita de pé com descarga	ROCA - In-Wall	-	1	-	**123,00**
Sanita com saída dual + tampa	ROCA - The Gap	-	1	-	**195,00**
Placa de acionamento com descarga dual	ROCA - In-Wall - PL2 DUAL	-	1	-	**75,00**
Base de duche em porcelana	ROCA - Itália	-	1	-	**65,80**
Lavatório da casa de banho	ROCA - Viena	-	1	-	**89,30**
Torneira de lavatório de casa de banho	ROCA - Brava	-	1	-	**66,30**
Misturadora exterior para duche com chuveiro de mão	ROCA	-	1	-	**50,00**
Porta-rolos em aço inoxidável	IKEA - GRUNDTAL	-	1	-	**4,99**
Cabide em aço inoxidável	IKEA - GRUNDTAL	-	9	-	**6,00**
Toalheiro/prateleira em aço inoxidável	IKEA - GRUNDTAL	-	1	-	**23,00**
		total			
		-			**698,39**

designação	modelo	compr. da peça **(m)**	n.º de peças iguais	peso total **(kg)**	preço **(€)**
Lava-louça de 1 cuba de aço inoxidável	ROCA - Viena	-	1	-	**90,60**
Torneira de lavatório da cozinha	ROCA - Brava	-	1	-	**66,30**
		total			
		-			**156,90**

designação	modelo	área **(m^2)**	n.º de peças	peso total **(kg)**	preço **(€)**
Portadas em alumínio	Navarra	2,58	5	-	232,79
vidro	vidro duplo	2,58	5	-	129,00
		total			
		5,16			**361,79**

sub-total da página	**1217,08**

designação	modelo	área **(m^2)**	n.º de peças iguais	peso total **(kg)**	preço **(€)**
placas de revestimento do chão Wicanders	Cork Confort	6,20	9	-	**91,45**

designação	modelo	compr. **(m)**	n.º de peças	peso total **(kg)**	preço **(€)**
iluminação LED	tubos	15,00	6	-	**148,50**

designação	modelo	compr. da peça **(m)**	n.º de peças iguais	peso total **(kg)**	preço **(€)**
telhas plasma - CS	CS - telhas plasma	-	42	168,00	**55,79**

designação	modelo	compr. da peça **(m)**	n.º de peças iguais	peso total **(kg)**	preço **(€)**
Caldeira a Pellet	Artel Boiler Compatta 24	-	1	50,00	**1690,00**

sub-total da página	**1985,74**

TOTAL (€)	**14559,36**

Máquinas de habitar:

Protótipo de uma cápsula habitável
com recurso a materiais metálicos.

Carlos Afonso

FACULDADE DE ARQUITECTURA