

Arquitectura na Terceira Vaga

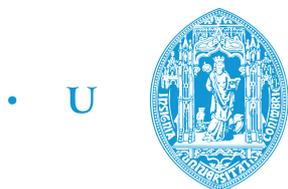
Reflexão sobre a materialização do “objecto” arquitectónico

Mauro Vilar Moreira Franco

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM ARQUITECTURA

Sob orientação do Professor Doutor Joaquim Almeida

Coimbra, Julho de 2012



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

*À minha nova família
e à que já partiu.*

Ao Afonso e à Té.

Arquitetura na Terceira Vaga

Reflexão sobre a materialização do “objecto” arquitectónico



Agradecimentos

Gostaria de agradecer em primeiro lugar, a todos os professores que me guiaram neste percurso, e em especial ao professor Joaquim Almeida pela seu empenho na orientação desta dissertação.

Quero também agradecer em especial a seis pessoas que, sem elas, todo este percurso que termina agora não teria sido possível.

Encarnação, por sempre me teres apoiado contra ventos e marés, acreditando sempre em mim. Nunca me pediste nada em troca. Obrigado avó.

Lídia e Daniel, por me aceitares como vosso e por estarem sempre prontos a ajudar. Por tudo o que aconteça, nunca vou esquecer.

Teresa e Afonso, por existirem e me aturarem (o que por vezes não é nada fácil).

João Pires, por todo o caminho que percorremos e pela cumplicidade de um bom amigo.

A todos vós e a todos os outros, porque percebi que não tinha espaço para vos mencionar a todos, obrigado por estarem sempre presentes, de uma maneira ou de outra.

Índice

| | |
|--|-----|
| Introdução | 3 |
| Definição do problema | 3 |
| Estrutura | 7 |
| 1. Como responderam os modernos? | 9 |
| 1.1 Le Corbusier | 9 |
| 1.2 Buckminster Fuller | 21 |
| 2. Ephemeralization ou menos ainda é mais? | 29 |
| 3. O que poderemos aprender com a Indústria? | 43 |
| 4. Em que difere a Arquitectura e sua materialização? | 55 |
| 4.1 Peculiaridades | 59 |
| 4.2 Prática Profissional | 63 |
| 5. A tecnologia é capacitadora? | 73 |
| 5.1 Concepção | 75 |
| 5.2 Materialização | 81 |
| 5.3 Arquitectura, Tecnologia, Industria | 87 |
| 6. Zeitgeist arquitectónico! Construção ou fabricação? | 103 |
| 6.1 Materialização na segunda vaga | 103 |
| 6.2 Arquitectura na terceira vaga | 113 |
| 6.3 Caso Prático | 121 |
| Conclusão | 127 |
| Bibliografia | 133 |
| Periódicos | 139 |
| Referências Electrónicas | 139 |
| Fonte de imagens | 147 |

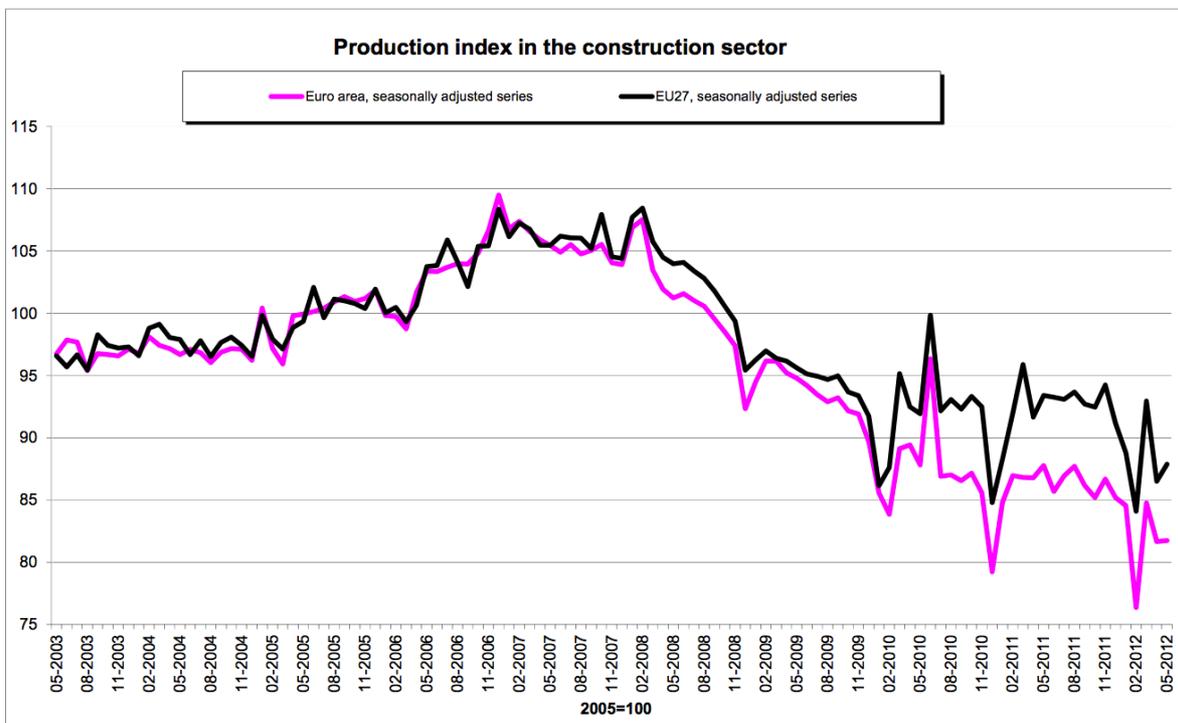


fig. 01 | Índice de produção do sector da construção. Eurostat, 2012.

Introdução

Definição do problema

Desde muito cedo percebemos a importância da habitação nas nossas vidas, não no termo estrito de palavra mas antes como Lar. O conceito de lar é deveras importante para qualquer ser Humano. É tão importante que estamos dispostos a abdicar de muito tempo para a aquisição e conservação deste bem essencial. A sua aquisição é para muitos o maior investimento das suas vidas.

Esse investimento tem sido cada vez maior em termos de valor monetário, tendo por sua vez o número de aquisições diminuído substancialmente, diminuição essa desacelerada pela conjuntura económica actual mas também como indicador de que algo de errado se passa com um dos sectores que mais contribuem para a economia nacional.

De facto existe dificuldade de acesso à habitação, talvez não pela falta de oferta mas antes pelo valor praticado no mercado, tendo certamente a relação entre preço e qualidade um peso preponderante na aquisição da habitação.

De entre os indivíduos que conseguem adquirir uma habitação, apenas uma minoria tem possibilidades económicas para contratar um arquitecto, sendo este o profissional mais qualificado para dar resposta à sua solicitação. Por outro lado, este problema quer do acesso à habitação quer do acesso ao arquitecto não é apenas um problema conjuntural, é também um problema de Arquitectura já que esta tem feito muito pouco para dar uma resposta clara a esta situação. Enquanto que a maioria das actividades têm investido num aumento de eficiência e produtividade, a arquitectura têm-se mantido um pouco à margem desta evolução, ficando numa posição de desvantagem face à industria que vê esta situação como oportunidade de investimento e conseqüente retorno. Acontece, por exemplo, com a crescente oferta de habitações modulares e pré-fabricadas a preços muito competitivos, que tentam apresentar-se como a solução para o problema do acesso

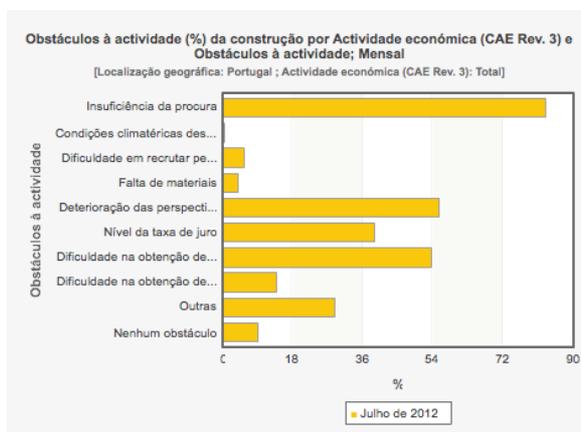


fig. 02 | Obstáculos à actividade da construção por actividade económica. INE, 2012.

Insuficiência da procura - 82,7%. Condições climáticas desfavoráveis - 0,5%. Dificuldade em recrutar pessoal qualificado - 5,4%. Falta de materiais - 4%. Deterioração das perspectivas de venda - 55,6%. Nível da taxa de juro - 38,9%. Dificuldade na obtenção de crédito bancário - 53,5%. Dificuldade na obtenção de licenças - 13,9%. Outras - 28,6%. Nenhum Obstáculo - 8,9%.

à habitação mas que por outro lado não resolvem o problema de acesso à arquitectura, encontrando-se a maior parte das vezes à margem desta, oferecendo habitações “tipo” e praticando preços muito mais aliciantes através da seriação numa economia de escala. Obviamente que não oferece ao cliente aquilo que este procura, mas oferece o que este pode custear.

Faz sentido então questionar qual a razão das habitações modulares e pré-fabricadas serem rentáveis pelo ponto de vista da indústria e não da arquitectura? Esta questão é ainda mais pertinente uma vez que a própria indústria concebe estas habitações quase exclusivamente sem o recurso ao arquitecto. Será então a participação do arquitecto tida como factor que encarece a habitação, levando assim a indústria a abdicar da sua participação no processo industrial, ou pelo contrário, simplesmente não existe interesse por parte da arquitectura em fazer parte deste movimento como forma de resposta às questões do custo, rapidez e qualidade da habitação?

Em Portugal, a indústria da construção apresenta-se ainda muito tradicional pelos métodos que utiliza, exercendo a sua actividade quase exclusivamente no local a edificar. Embora tradicional, não dispõe hoje dos artesãos especializados que dispunha anteriormente, notando-se cada vez mais uma diminuição da qualidade da construção. A má aplicação das técnicas construtivas juntamente com alguns problemas de concepção, levam a que haja um encarecimento do valor que o consumidor final terá de suportar. Além desta situação, o valor associado a uma determinada habitação está cada vez mais dependente do valor da mão de obra (que é muitas vezes precária e sem formação). Esta situação deve-se à escassez da mão de obra especializada já que muito poucos querem trabalhar na construção, levando assim a procura a um aumento do preço. Já o mesmo não sucede num ambiente fabril, onde não é difícil encontrar mão de obra uma vez que as condições laborais são mais favoráveis, quer para o trabalhador, quer para o empregador e quer mesmo para o produto. O ambiente fabril proporciona também ao trabalhador uma facilidade na execução da sua tarefa, sustentado pela grande utilização de meios mecânicos e pela menor exigência do grau de conhecimento, que culmina num trabalho de maior eficiência e qualidade.

O acumular destas situações está a levar a sociedade a abdicar do arquitecto e da construção tradicional e a procurar alternativas industriais que já existem e que são mais favoráveis em termos económicos, levando esta mesma sociedade a optar entre a arquitectura e a não arquitectura.

Face aos problemas apresentados, este trabalho versa sobre a questão do acesso à arquitectura e consequentemente sobre a materialização do “objecto” arquitectónico. Pretende-se perceber se o actual sistema de construção tradicional *in-situ* responde aos problemas actuais, nomeadamente à questão económica e à questão da inovação. Uma vez que estas questões não são de todo actuais, importa também perceber como foram abordadas pelo movimento moderno, numa época em que houve uma grande reflexão sobre estes problemas gerados essencialmente pelo pós guerra. Tenta-se abordar também a questão da inovação,

tentando perceber o que a construção *ex-situ* acrescenta à Arquitectura e que motiva a inércia de uma mudança para as soluções industriais. Neste ponto, nota-se uma disparidade evolutiva no campo das engenharias face à arquitectura. Com esta questão, importa também perceber se uma mudança no processo arquitectónico e construtivo poderia sugerir o reaparecimento da figura do Arquitecto como mestre construtor, à semelhança do renascentista Filippo Brunelleschi, e se esta “velha” forma de estar em arquitectura promove a concepção e materialização do referido “objecto” arquitectónico.

Uma vez que este trabalho incide em grande parte na pré-fabricação, as obras aqui referidas serão diferenciadas quanto ao sistema pré-fabricado utilizado: sistema em kit, sistema em painel e sistema de módulos volumétricos.

Estrutura

O primeiro capítulo aborda o movimento moderno e a sua tentativa de resposta à necessidade de habitação no pós-guerra, tentando perceber quais as medidas que foram adoptadas no sentido de promover o acesso à habitação e à arquitectura. Nesse sentido, são abordadas as obras de dois autores bastante distintos: Le Corbusier e Buckminster Fuller.

O segundo capítulo pretende fazer uma análise ao contributo do movimento moderno, tentando perceber a relação da arquitectura com a indústria e com a pré-fabricação. Foca-se ainda o tema da industrialização e da máquina, temas estes que foram percursos do movimento moderno.

No terceiro capítulo tenta-se perceber e analisar a resposta da indústria na chamada revolução industrial do pós-guerra, por forma a sugerir um processo industrial de produção do “objecto” arquitectónico. É abordada ainda a indústria automóvel numa tentativa de perceber a relação da sua evolução com a arquitectura, no seguimento de relação que Corbusier introduz no seu livro: *Vers une architecture*.

O quarto capítulo pretende fazer a ponte entre a indústria e a arquitectura, tentando perceber as grandes diferenças da arquitectura face a qualquer outro processo (de construção/fabricação) e produto. Importa também salientar as particularidades da arquitectura e de que forma essas particularidades influenciam o processo de concepção e construção. É abordada também a questão da prática profissional e a sua relação com as referidas particularidades.

No quinto capítulo tenta-se perceber se a tecnologia é uma charneira e se possibilita a fabricação arquitectónica individual com custos e prazos próprios de qualquer produto industrial. Aborda-se mais uma vez a questão do processo de concepção, numa tentativa de perceber de que forma a tecnologia pode apoiar o arquitecto na fabricação arquitectónica.

O último capítulo tenta por em evidência as vantagens e desvantagens dos dois processos construtivos a que se refere este trabalho: a construção tradicional e a pré-fabricação. Pretende-se também perceber qual dos dois processos se adequa melhor à contemporaneidade, à arquitectura e à sociedade.

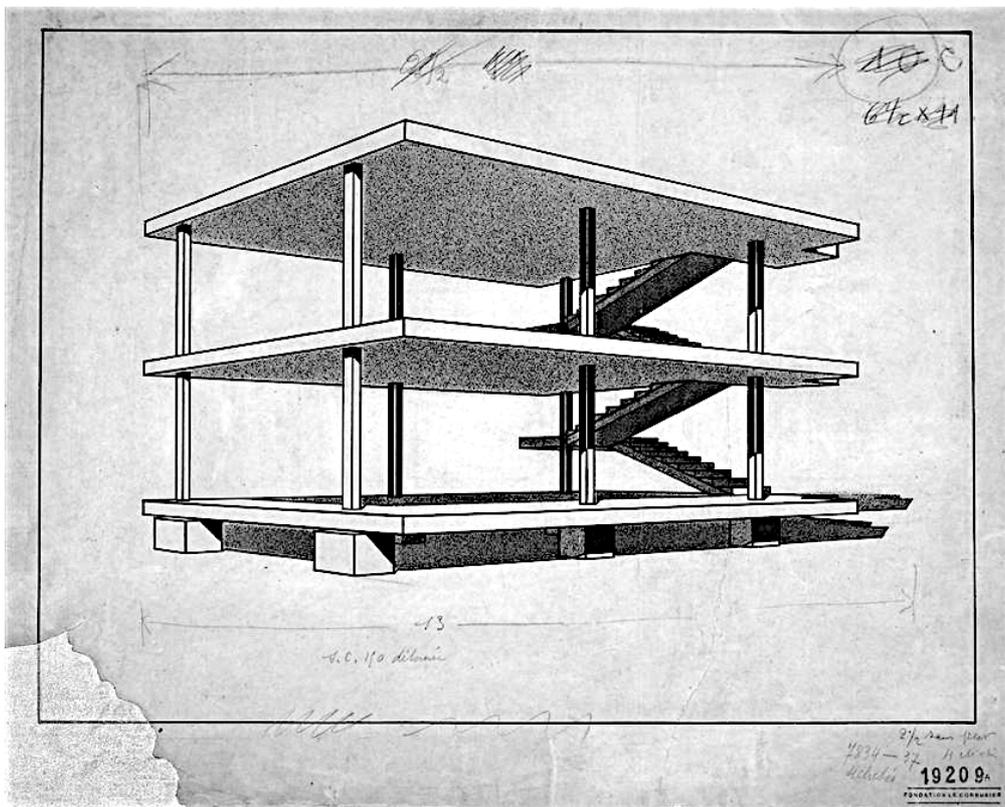


fig. 01 | Sistema Dom-Ino de 1914.

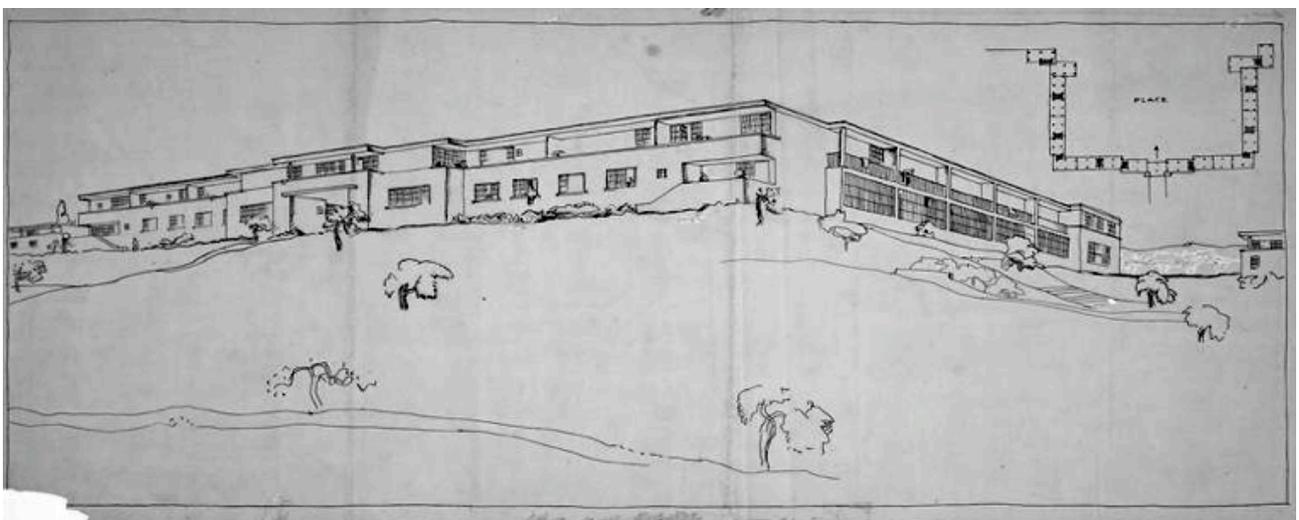


fig. 02 | Conjunto de Habitações com estrutura Dom-Ino de 1914.

*“To return to a fusion of art and science, of art and industry, was one of the great projects of European Modernism”.*¹

Capítulo

1

Como responderam os modernos?

As duas grandes guerras, a revolução industrial e o movimento moderno criaram condições muito particulares que suscitaram o repensar dos problemas da habitação. No centro destas questões encontra-se a máquina e a materialização da habitação como resposta a uma necessidade emergente, tendo em conta não só a quantidade mas também o custo e a qualidade. Como forma de perceber as soluções que surgiram do discurso do movimento moderno, tenta-se aqui perceber as abordagens distintas de dois dos seus interlocutores:

1.1 Le Corbusier

Charles Edouard Jeanneret, nascido na Suíça, trabalha a partir de 1908 no atelier de Perret e mais tarde com Behrens. Em 1914 debruça-se numa pesquisa com o intuito de racionalizar a construção, tendo como principal objectivo o desenvolvimento da *“célula da habitação económica e repetível em série”*², numa época em que *“percebeu que o período de reconstrução após a primeira guerra mundial teria que atender a uma elevada prioridade para o realojamento da população”*.³ Desse empenho, resultaram estudos sobre processos pré-fabricados em betão que deram origem ao sistema *“Dom-ino”* (fig. 01), nome que *“parece ter derivado da contracção e combinação das palavras domicile e innovation”*.⁴ Uma vez que este

1 WOULDHUYSEN, James; ABLEY, Ian. - *Why is Construction so Backward?*, 2004. p. 133.

2 BENEVOLO, Leonardo - *Historia de la arquitectura moderna*, 2002. p. 459.

3 FRAMPTON, Kenneth - *Le Corbusier*, 2001. p. 21. (tradução do autor).

4 *Ibidem*.



fig. 03 | Desenho de Corbusier de uma Casa "Dominó", 1915.

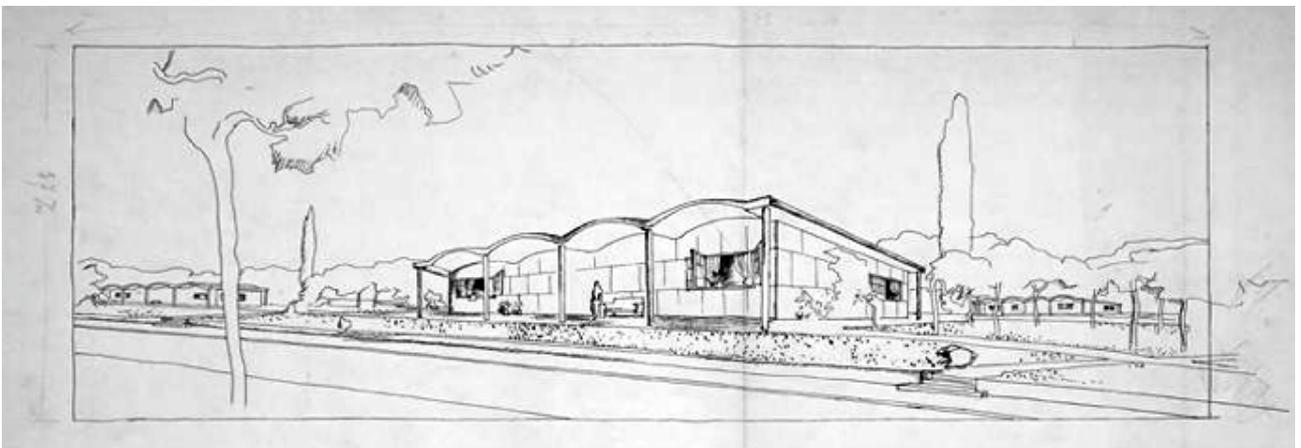


fig. 04 | Maison Monol de 1919.

sistema de módulos volumétricos já incorporava a laje plana, “*parece que foi em grande parte concebido como um sistema construtivo flexível em betão armado que poderia ser facilmente preenchido com alvenaria tradicional*”.⁵

Sobre este sistema, Corbusier apresenta um desenho (fig. 02) que descreve como sendo um grupo de casas em série sobre “esqueleto” “*Dom-ino*”, no qual as estruturas rígidas seriam “*entregues, por uma empresa*”: (...). *As paredes e as divisões internas não eram mais que um enchimento leve, podendo ser feito, sem mão de obra especializada, de taipa, de tijolos ou perpianhos de enchimento*”.⁶ Novamente, noutro desenho (fig. 03), Corbusier dá outro exemplo do sistema “*Dom-ino*”, mas em que o “*procedimento construtivo é aplicado aqui a uma casa de senhor que é concebida ao preço do cubo da simples casa operária. Os recursos arquitecturais do procedimento construtivo autorizam disposições largas e ritmadas e permitem fazer verdadeira arquitectura. É aqui que o princípio da casa em série mostra o seu valor moral: um certo laço comum entre a habitação do rico e a do pobre, uma decência na habitação do rico*”.⁷

Este projecto consiste num “esqueleto” estrutural em betão armado, onde apresenta seis pilares de medidas estandardizadas, elevando ligeiramente a estrutura com recurso a seis apoios que sustentam as três lages e as escadas. As lages do piso térreo são suportadas sem recurso a vigas de sustentação, recorrendo unicamente aos pilares que se encontram no perímetro das lages mas não chegam a tocar os cantos destas. Desta forma, este “*protótipo é concebido como um sistema universal destinado a perfazer qualquer tipo de edifício que corresponda às colossais necessidade do pós-guerra, explorando ao mesmo tempo as vastas oportunidades oferecidas pelos novos meios de construção e produção industriais*”.⁸

Mais tarde, segundo o seu livro “*Vers une Architecture*”, Corbusier toca novamente no conceito de casas em série, embora no desenho que apresenta se refira a casas em “*betão líquido*” e não ao sistema “*Dom-inó*”. Legenda o seu próprio desenho comentando e comparando em tom irónico as casas em série com a construção da então actualidade: “*Casas em betão líquido. Elas são derramadas do alto como encheríamos uma garrafa. A casa é construída em três dias. Sai da forma como uma peça de fundição. Mas a gente se revolta diante de técnicas tão ‘desenvoltas’; não se crê numa casa feita em três dias; é preciso um ano além de telhados pontiagudos, clarabóias e quartos em mansardas!*”⁹ O facto de referir que não se crê numa casa feita em três dias e de ter mencionado o telhado pontiagudo, numa alusão à construção tradicional, explica o motivo pelo qual Corbusier afirma que “*o estado de espírito não existe. O estado de espírito de construir casas em série, o estado de espírito de residir em casas em série, o estado de espírito de conceber casas em série. Tudo está por fazer; nada está pronto. A especialização apenas abordou o domínio da*

5 FRAMPTON, Kenneth - *Le Corbusier*, 2001. p. 22. (tradução do autor).

6 CORBUSIER, Le - *Por uma Arquitectura*, 2006. p. 160.

7 *Ibidem*, p. 162.

8 TZONIS, Alexander - *Le Corbusier : the poetics of machine and metaphor*, 2001. p. 33. (tradução do autor).

9 CORBUSIER, Le - *Por uma Arquitectura*, 2006. p. 160.

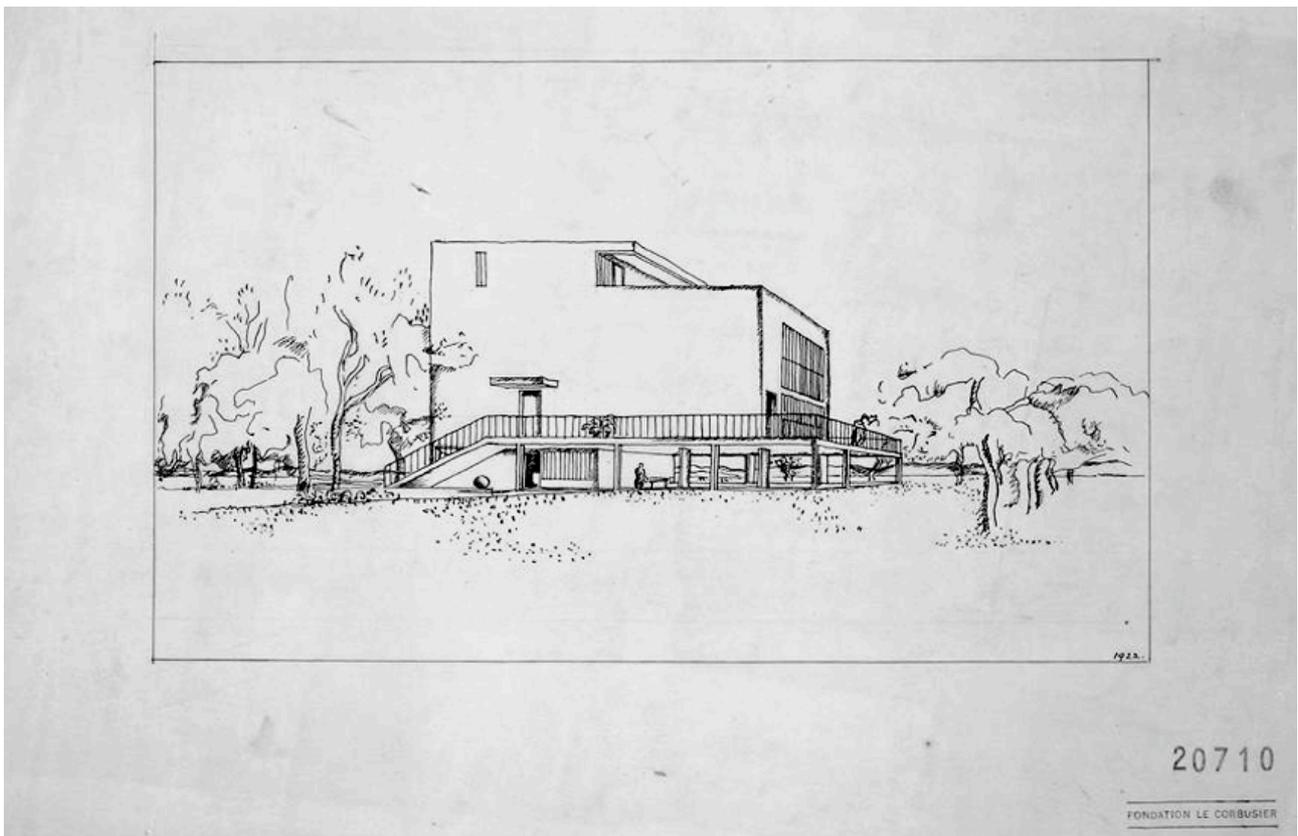


fig. 05 | Maison Citrohan de 1922.

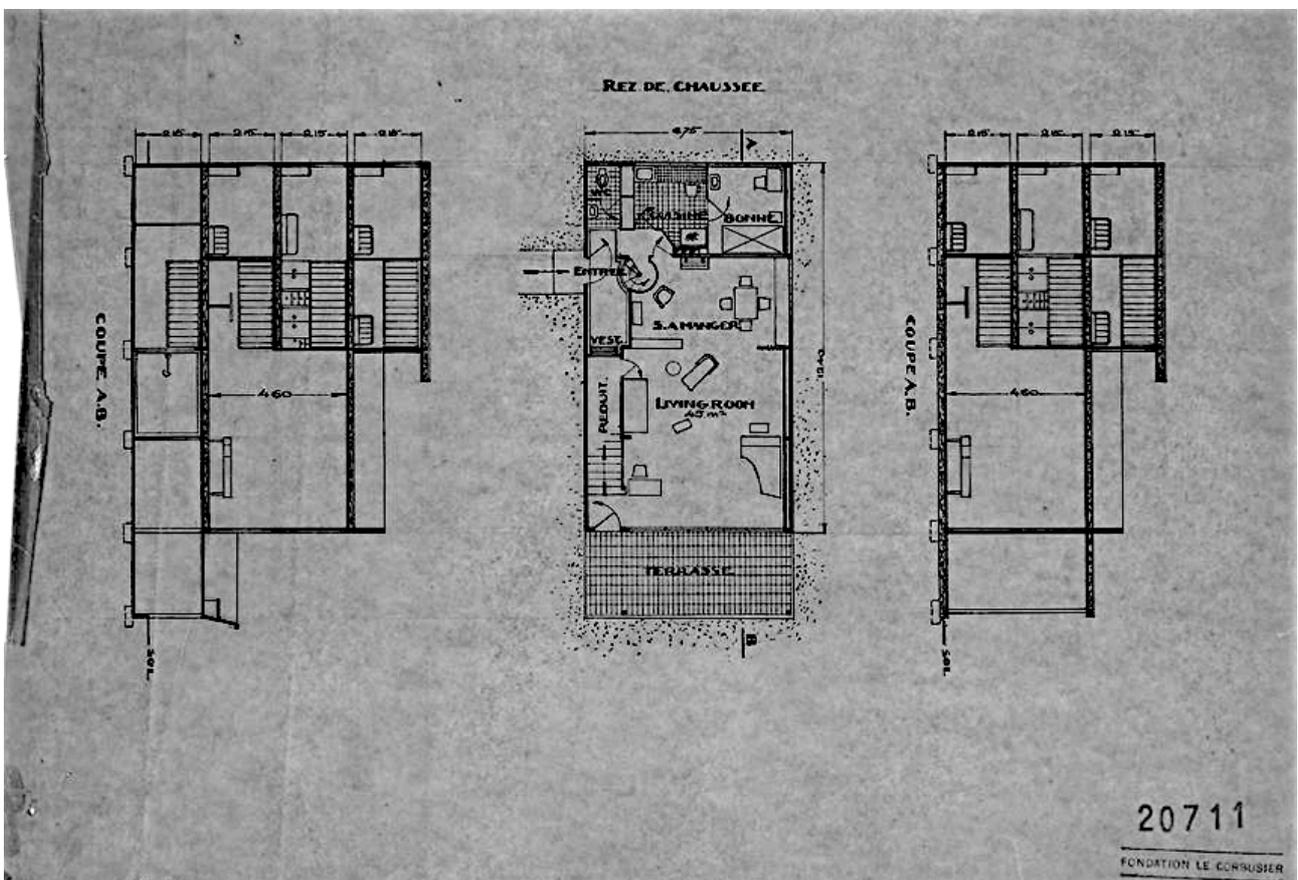


fig. 06 | Maison Citrohan de 1922.

construção. Não há nem usinas, nem técnicos de especialização. Porém num piscar de olhos, se nascesse o estado de espírito da série, tudo seria preparado rapidamente. (...) É que não existindo o estado de espírito, ninguém se entregou ao estudo racional dos objectos e menos ainda ao estudo racional da própria construção; o estado de espírito da série é detestável para os arquitectos e para os habitantes (por contágio e persuasão)”.¹⁰

Embora Corbusier tenha introduzido o sistema “*Dom-ino*” em 1915, apenas fez uso deste em 1924 na “*Maison du Tonkin*”. Em 1925 tem a oportunidade de construir um bairro de habitações estandardizadas em *Pessac*, a sua primeira aproximação à “*cidade jardim horizontal*”.

Entre 1915 a 1925, Corbusier desenvolve novos meios mais económicos de construção, o que levou a uma série de sistemas estruturais inovadores, incluindo uma nova forma de construir com recurso a placas de cimento-amianto bem com a reutilização de materiais de demolição retirados dos edifícios bombardeados durante a guerra e que poderiam ser utilizados nas fundações. Corbusier usou este sistema pela primeira vez em 1919, na chamada “*Maison Monol*” (de monólito). Este sistema em painel difere do anterior na medida em que a “*Maison Monol*” é composta por células de cimento-amianto em placas dobradas, ao passo que o sistema “*Dom-ino*” apresenta uma estrutura ortogonal de betão armado. No entanto, *a descoberta espacial a partir da qual muito do seu trabalho futuro evoluiria veio com a Maison Citrohan em 1920*.¹¹ Pelas suas próprias palavras, “*uma casa como um automóvel, concebida e organizada como um autocarro ou uma cabina de navio. As necessidades actuais de habitação podem ser precisadas e exigem uma solução. É preciso agir contra a antiga casa que usava mal o espaço. É preciso (necessidade actual: preço de custo) considerar a casa como máquina de morar ou como ferramenta*”.¹²

Note-se a real semelhança com o fabricante automóvel francês da marca Citroën, um sistema em painel, num conceito que introduz *duas linhas importantes de pensamento. Por um lado houve uma redução drástica da estética da “Outillage”, do equipamento em detrimento do mobiliário; por outro lado estava o sonho da produção em massa da “maison-type”,*¹³ da máquina de habitar, como lhe chamava Corbusier.

Mais uma vez e a propósito da “*Maison Citrohan*”, Corbusier reforça a necessidade de criar um “es-
pírito” da máquina de habitar, ao referir que “*não se deve ter vergonha de morar numa casa sem telhado pontiagudo, de possuir paredes lisas como folhas de zinco, janelas semelhantes aos caixilhos das fábricas. Porém, o que pode nos deixar orgulhosos é ter uma casa prática como sua máquina de escrever*”.¹⁴

10 CORBUSIER, Le - *Por uma Arquitectura*, 2006. p. 161.

11 FRAMPTON, Kenneth - *Le Corbusier*, 2001. p. 35. (tradução do autor).

12 CORBUSIER, Le - *Por uma Arquitectura*, 2006. p. 170.

13 BANHAM, Reyner - *Theory and design in the first machine age*, 2001. p. 221. (tradução do autor).

14 CORBUSIER, Le - *Por uma Arquitectura*, 2006. p. 170.



fig. 07 | Capa da primeira edição da revista *L'esprit Nouveau* de 1920

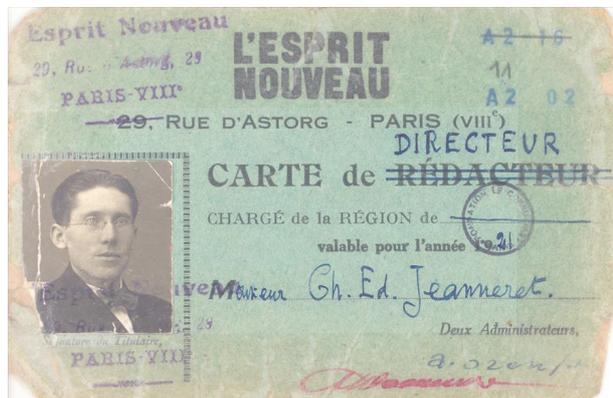


fig. 08 | Cartão de director da revista *L'Esprit Nouveau* de 1921



fig. 09 | Capa da primeira edição do livro *Vers une Architecture* de 1923

Com a “*Maison Citrohan*”, Corbusier define os “*temas domésticos essenciais da carreira arquitetônica: o aumento de uma área limitada do piso térreo por um volume de pé direito duplo; a exploração do telhado plano como um terraço elevado; a combinação de caixilhos metálicos e vidros industriais, com uma estrutura de cimento armado e enchimento de blocos de cimento; uma insistência em manter essa anômala amenidade burguesa como um vestiário e um quarto para empregada e, finalmente, o paradoxo implícito de postular essa reduzida, abstracta architectura como uma norma sem classes e quase vernacular*”.¹⁵

Uma segunda versão da “*Maison Citrohan*”, melhorada e exibida no *Salon d'Automme* em 1922, apresentava uma mudança significativa: “*O protótipo inicial de de três pisos, era agora elevado sobre pilotis de betão armado com garagem e serviços por baixo*”.¹⁶

Em 1919, juntamente com Amédée Ozenfant e Paul Dermée, funda o movimento purista e cria a revista com o nome: “*L'Esprit Nouveau*”, (O Espírito Novo). O purismo defendia o “*emprego das formas simples e a harmonia entre os processos da arte e da natureza - que se podem aplicar indiferentemente à pintura, escultura e architectura(...). Le Corbusier permanece fiel durante toda a sua vida a esta concepção e alterna pintura, escultura e architectura*”.¹⁷

Em 1923 edita o livro “*Vers une architecture*”, que teve a sua origem nos artigos da revista purista que dirigiu. Com este livro, Corbusier pretendia “*superar o contraste entre progresso técnico e involução artística, entre resultados quantitativos e qualitativos, porém de acordo com a tradição francesa, define técnica e arte como valores paralelos*”.¹⁸

Segundo Reyner Banham, este livro pode ser dividido em dois temas gerais: “*Acadêmico e Mecanicista. Todos os ensaios podem ser colocados sob uma ou outra destas rubricas em termos de tema principal, e são agrupados no livro de uma forma que enfatiza essa distinção*”.¹⁹ Assim, Banham agrupa no tema “acadêmico”: “*Três lembretes aos Senhores Architectos*”, “*Os Traçados Reguladores*” e o capítulo “*Architectura*”. Quanto ao tema geral “mecanicista”, Banham engloba o capítulo da “*Estética do Engenheiro*”, “*Olhos que não Vêem*”, “*Casas em Série*” e “*Architectura ou Revolução*”. Banham refere ainda que o tema “mecanicista” se encontra “*ensanduichado*”²⁰ no meio do tema acadêmico de modo que o leitor fique com a impressão de que “*está sendo conduzido através de um argumento ordenado, no qual o desenho-máquina se*

15 FRAMPTON, Kenneth - *Le Corbusier*, 2001. p. 36. (tradução do autor).

16 *Ibidem*.

17 BENEVOLO, Leonardo - *Historia de la arquitectura moderna*, 2002. p. 458. (tradução do autor).

18 *Ibidem*.

19 BANHAM, Reyner - *Theory and design in the first machine age*, 2001. p. 223. (tradução do autor).

20 *Ibidem*.

apartamento se levantam contra ele e, inutilizáveis, o impedem de prosseguir no repouso o mesmo caminho espiritual que percorre no seu trabalho, o impedem de prosseguir no repouso o desenvolvimento orgânico de sua existência, o qual é o de criar uma família e de viver, como todos os animais da terra e como todos os homens de todos os tempos, em família organizada. A sociedade assiste assim a destruição da família e percebe, aterrorizada, que morrerá por causa disso.

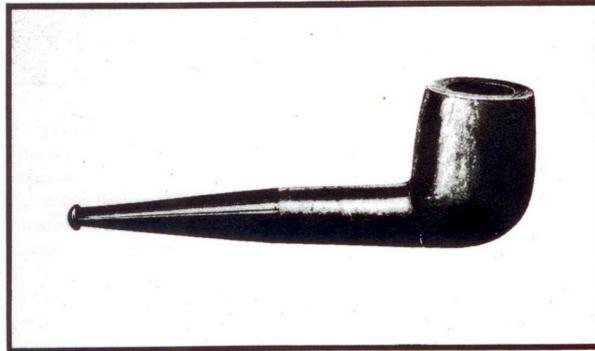
Um grande desacordo reina entre um estado de espírito moderno que é uma injunção e um estoque asfixiante de detritos seculares.

É um problema de adaptação em que as coisas objetivas de nossa vida estão em jogo.

A sociedade deseja fortemente uma coisa que ela obterá ou não. Tudo está aí; tudo depende do esforço que se fará e da atenção que se concederá a esses sintomas alarmantes.

Arquitetura ou revolução.

Podemos evitar a revolução.



Cooperativa "o Cachimbo".

fig. 10 | Imagem final do livro *Vers une Architecture*.

*posiciona numa fase intermediária necessária entre certos fundamentos abstractos do desenho e as glórias do Parthenon. (...) Esta fusão entre o Mecânico e o Clássico atinge uma espécie de apoteose no capítulo sobre Automóveis (...) [onde] o leitor encontra, no topo, a Basílica de Paestum à esquerda, o Parthenon à direita, e, em baixo, um Humbert de 1907 e um Delage do começo dos anos vinte”.*²¹

Para Banahm, a intenção de Corbusier quanto ao conteúdo do tema “académico” é clara: *“prefere uma arquitectura de formas geométricas tão elementar que a arte principal do desenho reside na sua distribuição no plano, e na distribuição dos incidentes nas suas superfícies. (...) O funcionalismo não chega”*.²²

No que toca ao tema “mecanicista”, Banham refere-se às primeiras frases de Corbusier no primeiro capítulo: *“Estética do engenheiro, arquitectura, duas coisas solidárias, consecutivas, uma em pleno florescimento, a outra em penosa regressão”*.²³ A referência a estas frases serve para explicar que a intenção de Corbusier neste tema mecanicista tem que ver com a questão da tecnologia. *“A tecnologia contemporânea é para ser tomada como um exemplo pela arquitectura contemporânea em declínio desde as normas Gregas da moralidade dórica”*.²⁴ Neste domínio, Corbusier funde dois aspectos distintos da tecnologia moderna. Por um lado a *“avaliação Germânica do significado cultural da forma da engenharia, como esta tinha sido reconhecida por Walter Gropius e por outros escritores do Werkbund. Por outro lado, a sua própria experiência naive no campo das habitações pré-fabricadas”*.²⁵

“Um grande desacordo reina entre um estado de espírito moderno que é uma injunção e um stock asfixiante de detritos seculares.

É um problema de adaptação em que as coisas objectivas da nossa vida estão em jogo.

A sociedade deseja fortemente uma coisa que obterá ou não. Tudo está aí; tudo depende do esforço que se fará e da atenção que se concederá a esses sintomas alarmantes.

Arquitectura ou revolução.

*Podemos evitar a revolução.”*²⁶

Estas são as palavras de quem deu tanto *“peso à importância do estabilizado, finalizado, objecto tipo produzido em massa, que a sua última palavra sobre arquitectura em 1923, a última ilustração em Vers une*

21 BANHAM, Reyner - *Theory and design in the first machine age*, 2001. p. 223. (tradução do autor).

22 *Ibidem*, p. 226.

23 CORBUSIER, Le - *Por uma Arquitectura*, 2006. p. XXIX.

24 BANHAM, Reyner - *Theory and design in the first machine age*, 2001. p. 228. (tradução do autor).

25 FRAMPTON, Kenneth - *Le Corbusier*, 2001. p. 31. (tradução do autor).

26 CORBUSIER, Le - *Por uma Arquitectura*, 2006. p. 205.

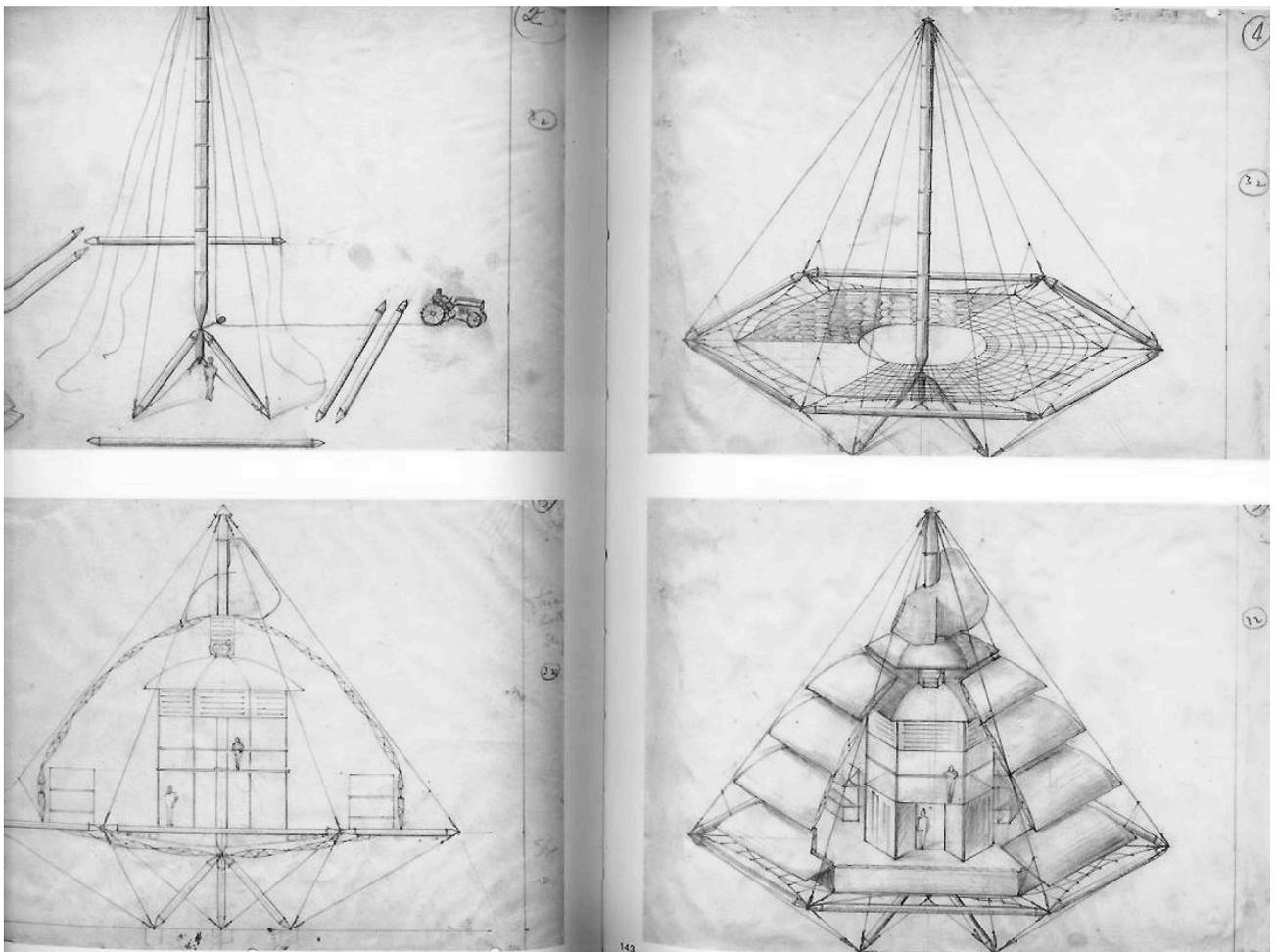


fig. 11 | Estudos de Buckminster Fuller para a Dymaxion House em 1927.

*Architecture, foi um cachimbo Inglês, oferecido sem explicação ou justificação, mas com a clara implicação de que este era o padrão a que a arquitectura deveria aspirar”.*²⁷

Na sua perspectiva, o cachimbo aparece aqui como forma de afirmar que tudo é arquitectura. Em vez de aceitar as convenções arquitectónicas do seu tempo, Corbusier insiste no redesenhar da arquitectura através da análise da vida e dos objectos da sua contemporaneidade:

*“(...) Le Corbusier redesigned architectural beliefs and desires of his time by declaring that ‘everything is architecture’. By that he meant that one could recruit knowledge to create new artefacts from every existing object and that one has the possibilities and the responsibilities to make architecture in every product rather than a selected shortlist”.*²⁸

Os “olhos que não vêem”, frase que Corbusier utiliza várias vezes em “Vers une Architecture”, aparece como crítica aos seus contemporâneos já que, neste sentido, “ver” refere-se a um “fenómeno cognitivo em vez de retinal. Ver envolve identificar, perceber as propriedades e as utilizações, e decorre da aprendizagem”.²⁹ Estes processo cognitivo, que também tem muito que ver com o processo de desenho, é colocado em evidência também quando Corbusier fala dos transatlânticos, dos aviões e dos automóveis, relacionando-os com a arquitectura e com o problema da habitação.

Esta sintetização do que a arquitectura deveria ser, segundo Corbusier, demonstra no fundo as suas preocupações expressas neste livro tão influente e que em última instância se prendem com o estado da arquitectura e com a mecanização como possível solução. É neste sentido que Corbusier põe em evidência em *Vers une Architecture*, a ideia da “habitação fabricada em série, da ‘maison-outil’, da ‘maison-type’, e vários outros isótopos da ‘machine à habiter’”.³⁰ Ainda que esta obra seja desprovida de “argumento no normal sentido da palavra”³¹, esta pretende ser uma chamada de atenção para a questão da mecanização:

*“a arquitectura está em desordem agora, mas as suas leis essenciais de geometria Clássica mantêm-se. A mecanização não ameaça estas leis mas reforça-as, e quando a arquitectura recuperar estas leis Clássicas e fizer as pazes com a máquina, estará numa posição de corrigir os erros da sociedade”.*³²

27 BANHAM, Reyner - *Theory and design in the first machine age*, 2001. p. 213. (tradução do autor).

28 TZONIS, Alexander - *Le Corbusier : the poetics of machine and metaphor*, 2001. p. 7.

29 *Ibidem*, p. 12. (tradução do autor).

30 BANHAM, Reyner - *Theory and design in the first machine age*, 2001. p. 222. (tradução do autor).

31 *Ibidem*.

32 *Ibidem*, p. 245

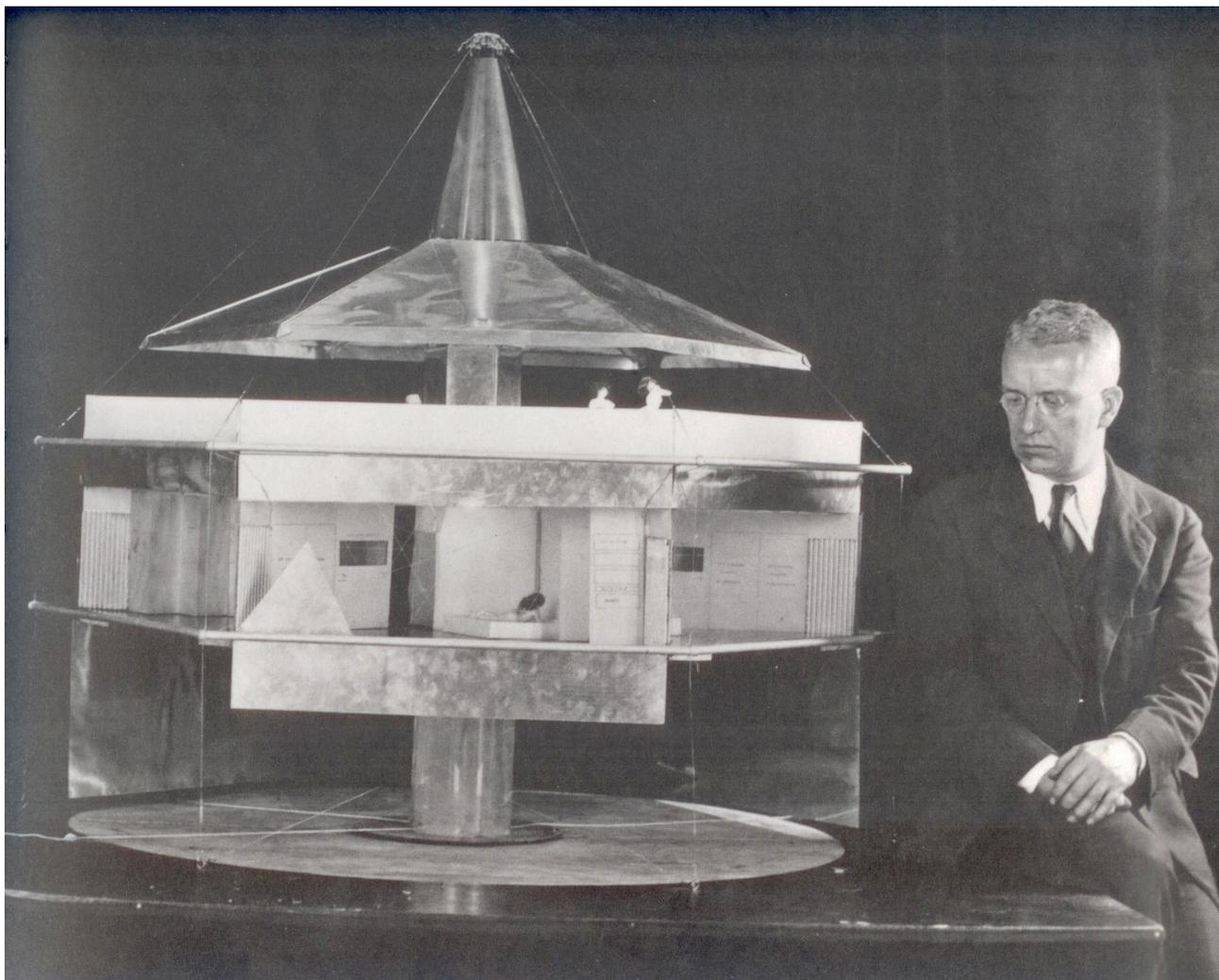


fig. 12 | Buckminster Fuller com maquete da Dymaxion House em 1927.

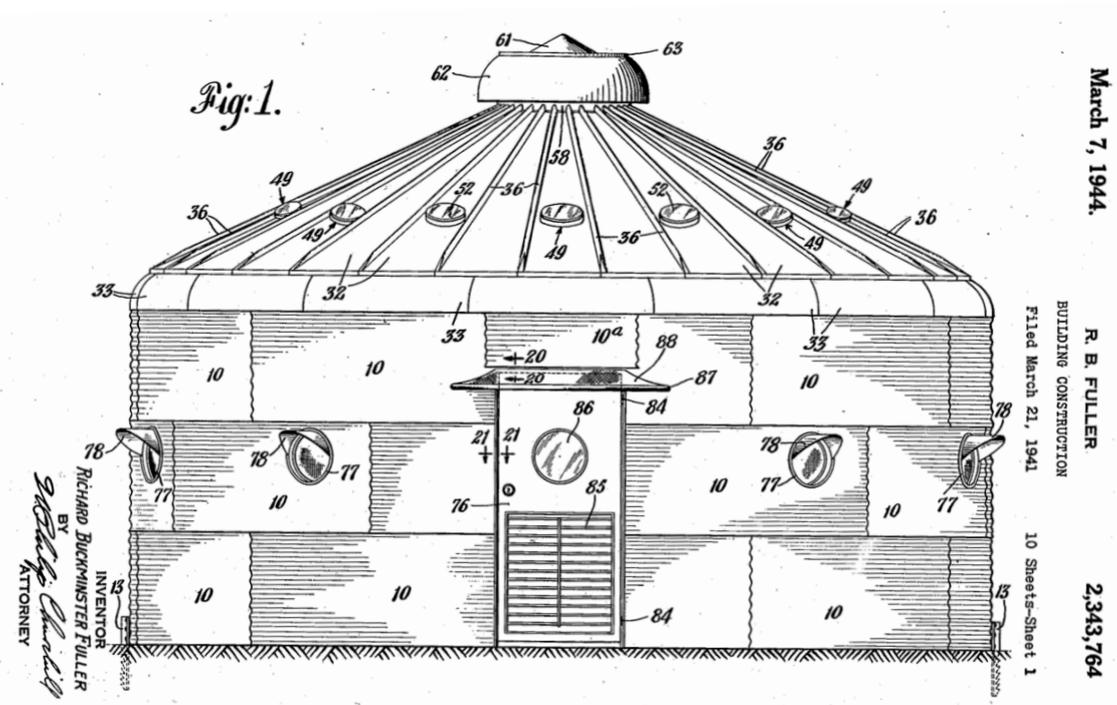


fig. 13 | Patente da “Dymaxion Deployment Unit, 1944.

1.2 Buckminster Fuller

Um outro nome importante que se interessou pela questão da “casa-máquina”, foi Richard Buckminster Fuller. A sua grande aspiração, em linha também com a “obsessão da arquitetura na primeira metade do século vinte, era a criação de uma habitação produzida em fábrica, ou *reproshelter*”.³³ Este termo foi cunhado pela SSA (Structural Study Associates), um grupo de arquitectos modernos americanos que em 1932 fundaram a revista *Shelter*, publicada em Filadélfia por Buckminster Fuller. No seio da grande depressão americana, Fuller junta-se a Howard Scott e, em conjunto com alguns cientistas e engenheiros, dão corpo a um grupo de investigação sob o título de “*Technocracy Incorporated*”, uma organização não lucrativa e apolítica financiada em grande parte pelo “*Architects Emergency Relief Fund*”. A tecnocracia propunha a “*abolição do mercado livre, favorecendo uma medição cientificamente constante do dinheiro sob a forma de energia*”:³⁴

“*Apart from the new energy currency, the most significant aspect of the ‘Technocracy’ plan was the creation of a new ruling class consisting of engineers, scientists and technologists. Every detail of day to day living for the masses was to be worked out by these experts so as to maximize efficiency and eliminate waste, and it was here that prefabrication was to play a vital part. In the interests of energy efficiency the Technocrats proposed the abolition of conventional permanent single family house in favour of lightweight, mast-supported prefabricated apartment dwellings with comunal facilities*”.³⁵

Esta ideia da habitação pré-fabricada suportada por um mastro, foi patenteada por Fuller em 1927, muito antes da formação da “*Technocracy Incorporated*”, à qual Fuller chamou “*Dimaxion House*” cujo nome provinha de um “*neologismo que significava dinamismo mais eficiente*”.³⁶ Esta aproximação radical à máquina de habitar, resultou numa habitação metálica em kit que apresentava uma forma hexagonal suspensa por cabos metálicos a um mastro central que albergava os serviços mecânicos. Fuller caracteriza esta sua obra como uma “*síntese entre o arranha-céus norte-americano e o pagode oriental*”.³⁷ O emprego do metal na construção da sua estrutura não deriva da “*imposição de uma estética Perretesca ou Elementarista num material que foi elevado ao nível de um símbolo para a máquina, mas é uma adaptação da utilização de metais leves na construção de aeronaves da época*”.³⁸

33 PAWLEY, Martin - *Buckminster Fuller*, 1990. p. 85. (tradução do autor).

34 *Ibidem*, p. 88.

35 *Ibidem*, p. 88-89.

36 FRAMPTON, Kenneth - *Historia crítica de la arquitectura moderna*, 1989. p. 242. (tradução do autor).

37 *Ibidem*.

38 BANHAM, Reyner - *Theory and design in the first machine age*, 2001. p. 326. (tradução do autor).



fig. 14 | Instalação do sistema de ventilação na Wichita House em 1946.

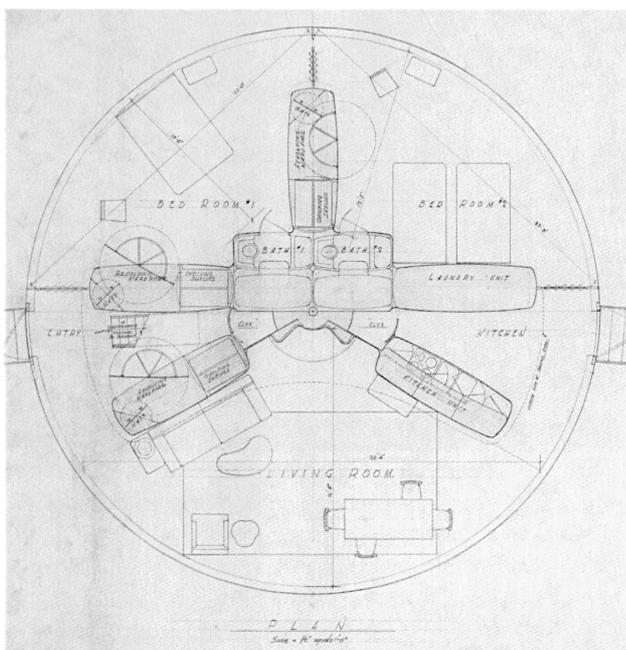


fig. 15 e 16 | Planta e maquete da Wichita House, 1944.

Embora amplamente publicitado, este protótipo nunca chegou a ser materializado. A sua pouca flexibilidade programática, a falta de especificação da relação com o solo bem como a falta de contexto arquitectónico são algumas das causas deste insucesso.

Em 1936, trabalhando para a *Phelps Dodge Corporation*, Fuller desenhou a casa-de-banho “*Dymaxion*” e, em 1940, desenvolve uma unidade de baixo custo a que chamou: “*Dymaxion Deployment Unit*” (DDU). A DDU foi desenvolvida com o intuito de ser uma unidade montada em kit, económica e transportável. Estas características suscitaram o interesse por parte do exército americano, que as utilizou como unidades operacionais de radar. As primeiras encomendas das DDU vieram da Europa, durante o período de neutralidade Americana antes do ataque a Pearl Harbor, produzidas e planeadas segundo padrões militares e civis. Como tal, o seu desenho não foi nem simples nem desprovido de sofisticação, apresentando duas características que viriam a ter um papel ainda mais predominante na “*Wichita House*”: O sistema de montagem que assentava sobre um mastro central, permitindo uma cobertura cónica composta por segmentos de aço onde as paredes ficariam literalmente penduradas; e um sistema de ventilação que recorria a um extractor situado na parte central da cobertura cónica e que permitia a difusão vertical de ar a partir do pavimento, controlando desta forma a temperatura interior.

“*Questionado sobre a possibilidade de projectar uma habitação pré-fabricada a ser produzida numa fábrica aeronáutica, Fuller responde que os seus projectos estavam sempre 25 anos à frente do seu tempo, uma vez que a Dymaxion House tinha sido projectada em 1927, não estaria pronta para produção antes de 1952*”.³⁹

Explica esta sua posição por achar que “*o mundo ainda não estava preparado*”⁴⁰, numa linha de pensamento que faz lembrar Corbusier e a sua afirmação da necessidade de criar o “*espírito da série*”.

Mais tarde, em 1944, Fuller funde os três projectos da “*Dymaxion*” e em parceria com a *Beech Aircraft* em Wichita, nos E.U.A, cria a “*Wichita House*” também esta recorrendo ao sistema pré-fabricado em kit. Colin Davis refere-se a esta habitação como a “*habitação uni-familiar mais avançada que o mundo já tinha visto*”.⁴¹ Vai ainda mais além, comparando-a com a “*Maison Citrohan*” de Corbusier e com a “*Packaged House*” de Konrad Wachsmann e Walter Gropius:

“*A Wichita House faz com que a Maison Citrohan e a Packaged House pareçam cabanas primitivas*”.⁴²

³⁹ DAVIES, Colin - *The Prefabricated Home*, 2005, p. 24. (tradução do autor).

⁴⁰ *Ibidem*

⁴¹ *Ibidem*, p. 26

⁴² *Ibidem*, p. 27

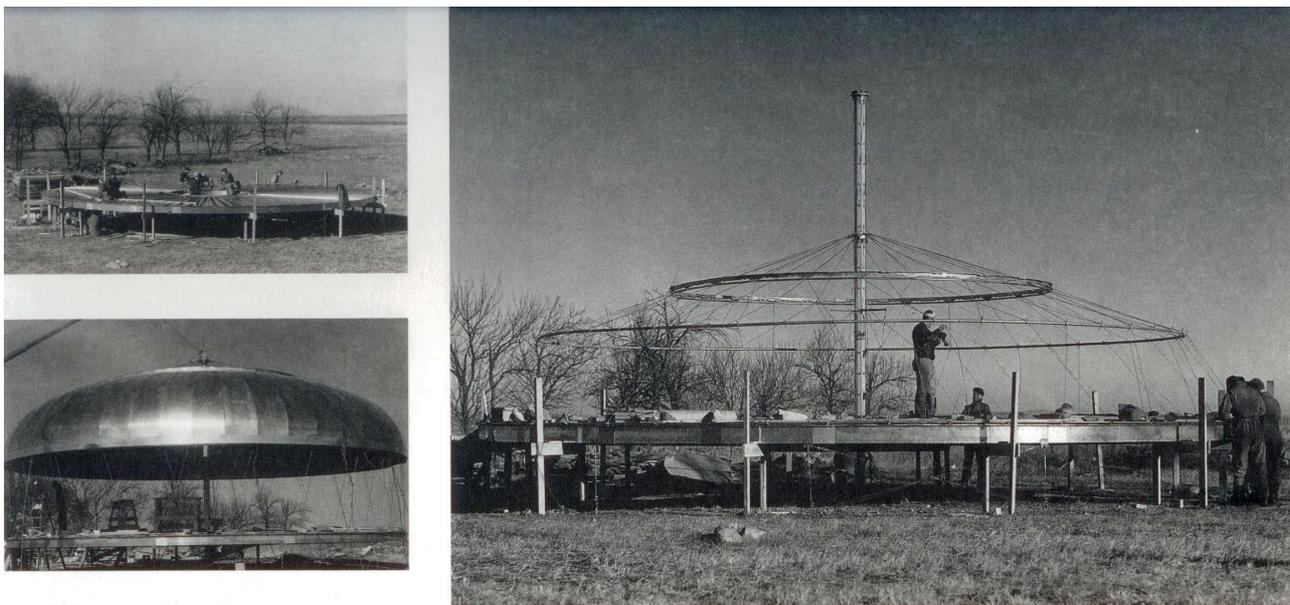


fig. 17 | Motagem da Wichita House, 1946.

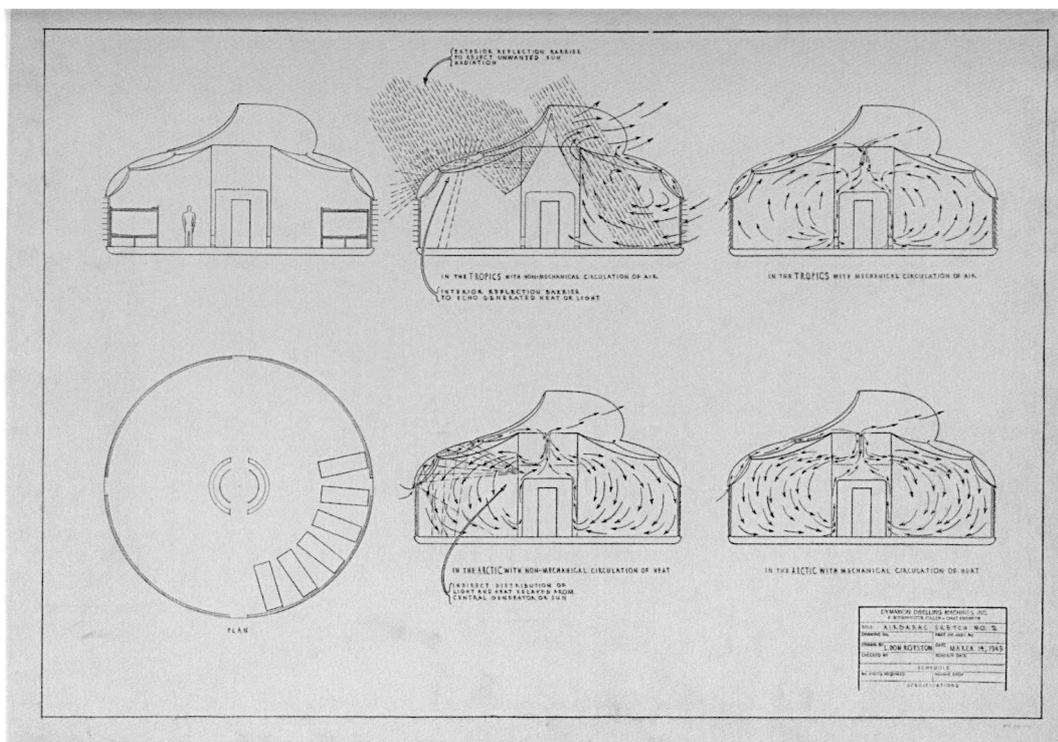


fig. 18 | Estudos de climatização para a Wichita House, 1944.

Desde a cobertura circular montada sobre um estrutura tênsil e suspenso no mastro central que também suporta o ventilador rotativo, responsável pelo controlo térmico da habitação (característica proveniente das DDU), até aos seus 90 metros quadrados de área climatizada automaticamente, este protótipo “*resolveu problemas que a indústria da construção convencional ainda considera como ‘Actos de Deus’*”.⁴³ A sua construção em duralumínio foi pensada não como um objecto estático mas antes como um objecto dinâmico, como um automóvel ou um avião, e isso reflectiu-se na sua forma cilíndrica que conferia mais estabilidade à estrutura e que aumentava ainda a eficiência energética da habitação ao reduzir as perdas de calor pela “pele metálica”. A ventilação foi estudada de forma a que a grande pá da cobertura utilizasse a energia do vento para puxar o ar do interior da habitação. A climatização era cuidadosamente controlada no ducto central da habitação, onde se encontravam também todos os serviços mecânicos e eléctricos, bem como as duas casas de banho da habitação, a cozinha totalmente equipada inclusive com sistema de aspiração:

“No component weighed more than 5 kilograms so, on arrival it could be assembled in one day by a team of six, or even by one man with a truck working alone. Most astonishingly its retail price including site and assembly labour, anywhere in the United States, was estimated to be \$6,500 at a time when conventional houses of a similar floor area cost at least \$12,000. In 1989 terms the equivalent figure might be \$50,000 or £ 33,000: less than half the going rate for the most technologically advanced house imaginable”.⁴⁴

Apesar de todas estas inovações e do real interesse pela Wichita House, Fuller não permitiu a fabricação desta habitação. Somente uma “*Wichita House*” foi produzida.

No fundo, parece que Fuller tinha alguma relutância na produção em massa e na questão da comercialização dos seus projectos. Ao contrário de Corbusier, parece que pretendia apenas debruçar-se sobre a criação de “*máquinas para viver (...) sem nenhuma concessão à estética, à forma ou ao estilo, era exclusivamente a acção mecânica e funcional que conformava edifícios que, como os barcos, aviões e automóveis, eram totalmente pré-fabricados e autónomos em relação ao lugar*”.⁴⁵ Ao contrário dos seus contemporâneos, Corbusier, Mies van der Rohe, Frank Lloyd Wright e outros, o objectivo de Fuller nunca partiu da arquitectura. O seu trabalho neste campo pretendia tornar insignificante o problema da habitação, numa lógica que tem que ver com a “*ephemeralization*”. Este termo cunhado por Fuller, representa a capacidade dos avanços tecnológicos permitirem fazer mais com menos, remetendo para a contraditória e célebre frase de Mies van der Rohe: “*Less is more*”. Fuller acreditava que a “*ephemeralization*” resultaria num contínuo crescente das condições de vida da população independentemente dos recursos finitos, proporcionado pela tecnologia. Assim, as suas obras eram apenas ferramentas que contribuiriam para um desenvolvimento contínuo da habitação e das condições de vida:

43 PAWLEY, Martin - *Buckminster Fuller*, 1990. p. 108. (tradução do autor).

44 *Ibidem*, p. 108-109.

45 MONTANER, Josep Maria - *As formas do século XX*, 2002. p. 88.

*“For Fuller the watch; the pen; the telephone; the calculator; the camera; the bicycle; electric power; water supply; artificial heat and cold; transport and shelter were all goods or services ephemeralized or destined for ephemeralization. He saw all of them and thousands more as once untamed elements, dangerous or inadequate aspects of the human environment, that were by patient design science slowly being merged into mankind-serving cycles of reproduction and decay like the carbon cycle of living things. He believed that all the deficiencies of human society and all the dangers it feared, could be overcome, resolved and miniaturized into a vast and seamless man-made service technology: a second, organized surface of the earth”.*⁴⁶

Em comum, estas duas figuras do movimento moderno partilharam a mesma crença de que o mundo ainda não estava preparado para a habitação pré-fabricada, ao que chama Corbusier de “estado de espírito”. Embora o ponto de partida nem sempre fosse a arquitectura, como aconteceu no caso de Fuller, o ponto de chegada sempre passou pela industrialização, pela utilização da máquina e pela ideia de que a tecnologia pode promover a solução do problema da habitação.

⁴⁶ PAWLEY, Martin - *Buckminster Fuller*, 1990. p. 174.

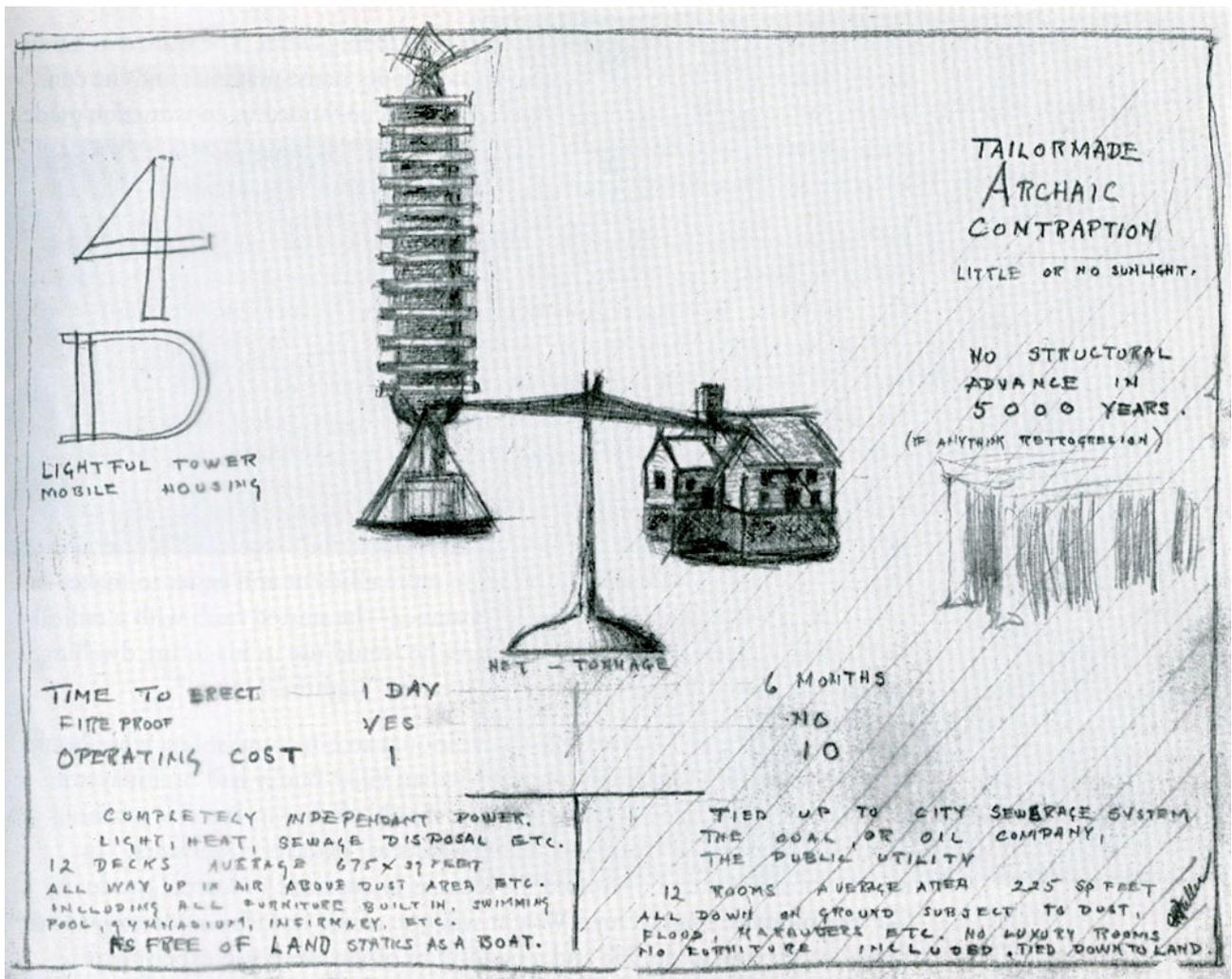


fig. 01 | Desenho para a torre 4D de 1928. Fuller O termo 4D faz parte da visão de Fuller da construção, tendo em conta as três dimensões do espaço e ainda o tempo. A torre 4D foi idealizada não só em termos de espaço mas também deveria ser resistente ao tempo.

“If you do not believe that less is more, anyone can get you more for more, but it takes genius to get more for less”.⁴⁷

Capítulo

2

Ephemeralization ou menos ainda é mais?

Da análise do ponto anterior, conseguimos perceber que, de facto, o tema da pré-fabricação assume uma importância preponderante no movimento moderno. Este movimento rejeitava o elitismo, historicismo e a anti-industrialização que tinham pautado a arquitectura do séc. XIX, “com o objectivo de trazer a arquitectura para as massas, enfrentado as realidades de uma sociedade fortemente industrializada”.⁴⁸

Como se pôde constatar no capítulo anterior, um dos percursores deste movimento que mais activamente se debruçou no problema do acesso à habitação, foi *Charles-Edouard Jeanneret-Gris*, mais conhecido por *Le Corbusier*. Este tema era tão importante para Corbusier que este fez questão de lhe dedicar um livro, como que um lembrete no qual compara o engenheiro e o arquitecto, misturando no mesmo contexto os aviões, barcos, automóveis, arquitectura clássica e as casas em série que lhe merecem um capítulo praticamente no fim do livro. A sua intenção é clara: “A tecnologia é mostrada para servir de exemplo à arquitectura contemporânea em declínio desde a Grécia antiga”.⁴⁹ Esse livro, “*Vers une Architecture*”, é ainda considerado um dos livros mais marcantes da arquitectura moderna. O historiador Reyner Banham chega mesmo a afirmar que a sua influência é inquestionável, “muito além de qualquer outro livro de arquitectura publicado no séc. XX”.⁵⁰

Mas um livro tão marcante não surtiu o propósito reclamado por Corbusier de uma verdadeira aliança entre a tecnologia, a indústria e a arquitectura. Pelas suas próprias palavras, Corbusier questiona:

47 KIERAN, Stephen; TIMBERLAKE, James - *Refabricating Architecture*, 2004. p. 91.

48 DAVIES, Colin - *The Prefabricated Home*, 2005. p. 11. (tradução do autor).

49 BANHAM, Reyner - *Theory and design in the first machine age*, 2001. p. 228. (tradução do autor).

50 *Ibidem*, p. 246.

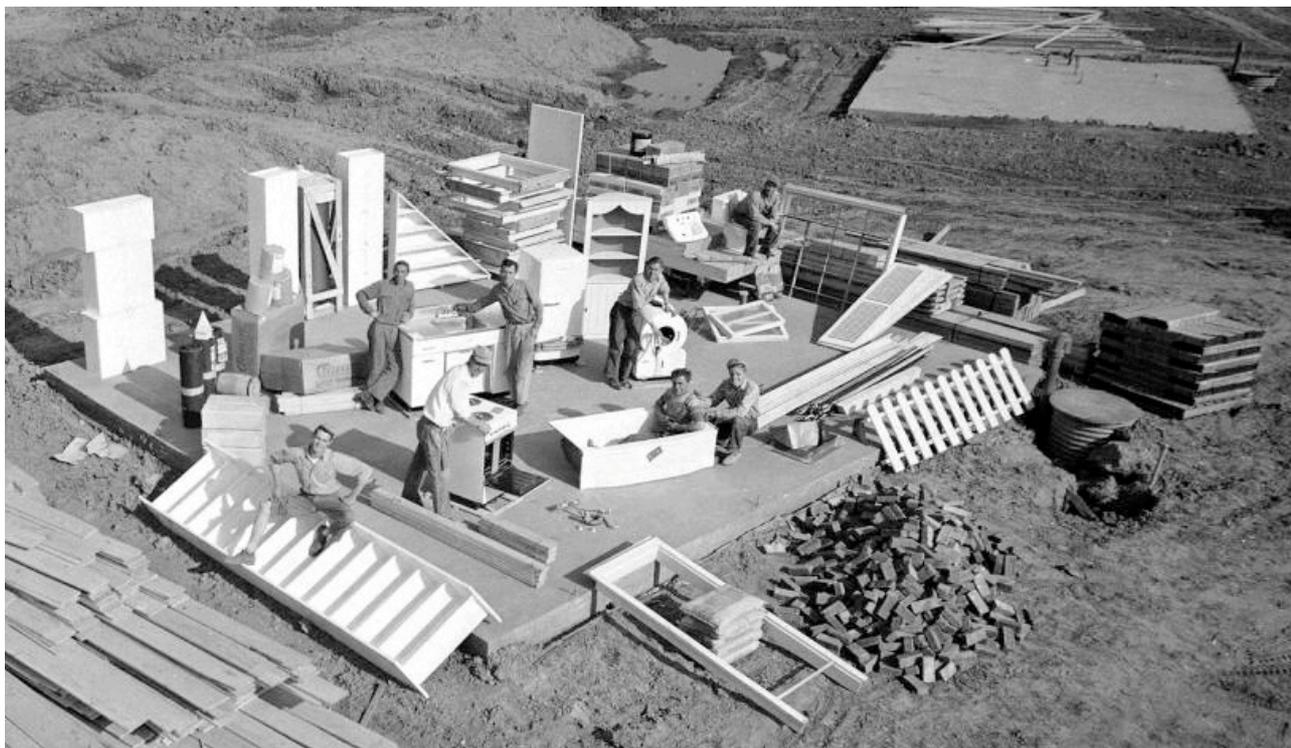


fig. 02 | Imagem de Tony Lincks para a Life magazine de uma das habitações pré-fabricadas de Levittown. A produção de habitações no pós-guerra não estava sujeita à influência da arquitectura. 1948.

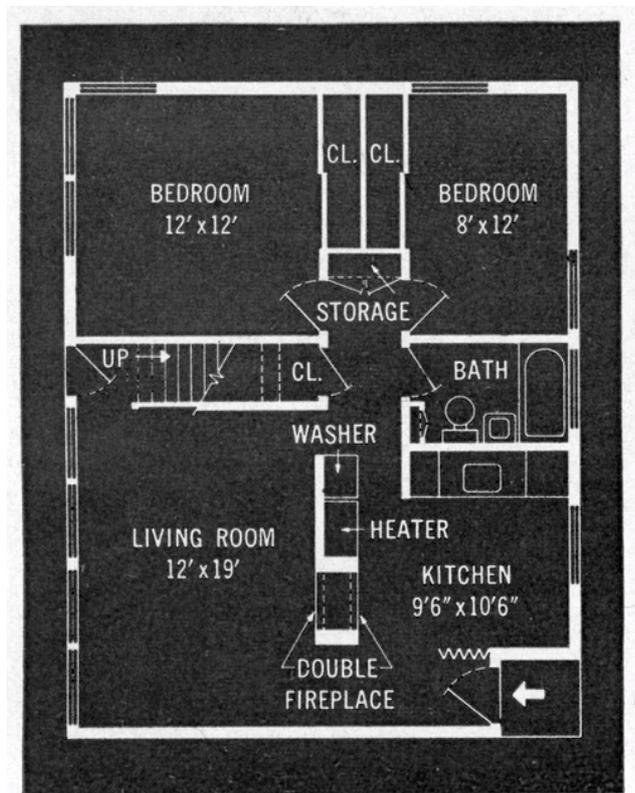


fig. 03 | Ranch House. Planta tipificada de um habitação em Levittown. 1949.

“(…) depois de se ter produzido nas fábricas tantos canhões, aviões, caminhões, vagões, dizemos: Não se poderia fabricar casas? Eis aí um estado de espírito completamente actual. Nada está pronto, porém tudo pode ser feito. (...) A casa não será mais essa coisa espessa que pretende desafiar os séculos e que é o objecto opulento através do qual se manifesta a riqueza; ela será um instrumento da mesma forma que o é o automóvel. A casa não será mais uma entidade arcaica, pesadamente enraizada no solo pelas profundas fundações, construída em “duro” e à devoção da qual se instaurou desde muito tempo o culto da família, da raça, etc.

Se arrancarmos do coração e do espírito os conceitos imóveis da casa, e se encararmos a questão de um ponto de vista crítico e objectivo, chegaremos à casa-instrumento, casa em série acessível a todos, incomparavelmente mais sadia que a antiga (e moralmente também) e bela pela estética dos instrumentos de trabalho que acompanham nossa existência.

(...) Mas é preciso criar o estado de espírito de residir em casas em série”.⁵¹

Este estado de espírito que Corbusier fala nunca foi criado, pelo menos não no campo arquitectónico. A produção arquitectónica de habitações individuais acessíveis para a classe trabalhadora foi um falhanço completo. “A influência de Corbusier sobre o financiamento público da habitação foi enorme, mas a sua influência na habitação individual foi praticamente nula. Sempre que as pessoas tinham escolha, rejeitava a estética Modernista, preferindo sempre a imagem tradicional. Le Corbusier nunca chegou a realizar o seu sonho da habitação produzida em fábrica”.⁵²

Mas esta questão do estado de espírito da casa em série não se ficou apenas pela obra de Corbusier, estendeu-se também a Gropius, a Wachsmann, a Fuller e a todos os outros autores no domínio da arquitectura. Como afirma Colin Davies em seu livro *The Prefabricated Home*:

“*The Maison Citrohan, The Packaged House, the Wichita House: a pattern begins to emerge. The prefabricated houses that conventional architectural history chooses to canonize and celebrate, mainly because they were designed by famous architects, were all complete failures by any objective, non-architectural measure*”.⁵³

A causa deste fracasso da habitação pré-fabricada tinha já sido identificada por Corbusier. Este falava na necessidade de criar o “estado de espírito da casa em série” porque percebeu que a sua aceitação era principalmente uma questão cultural, e esta ainda não tinha ganho raízes no domínio da arquitectura que permitisse que esta ideia da habitação a partir da fábrica fosse aceita e desejada.

51 CORBUSIER, Le - *Por uma Arquitectura*, 2006. p. 166.

52 DAVIES, Colin - *The Prefabricated Home*, 2005. p. 19. (tradução do autor).

53 *Ibidem*, p. 29.

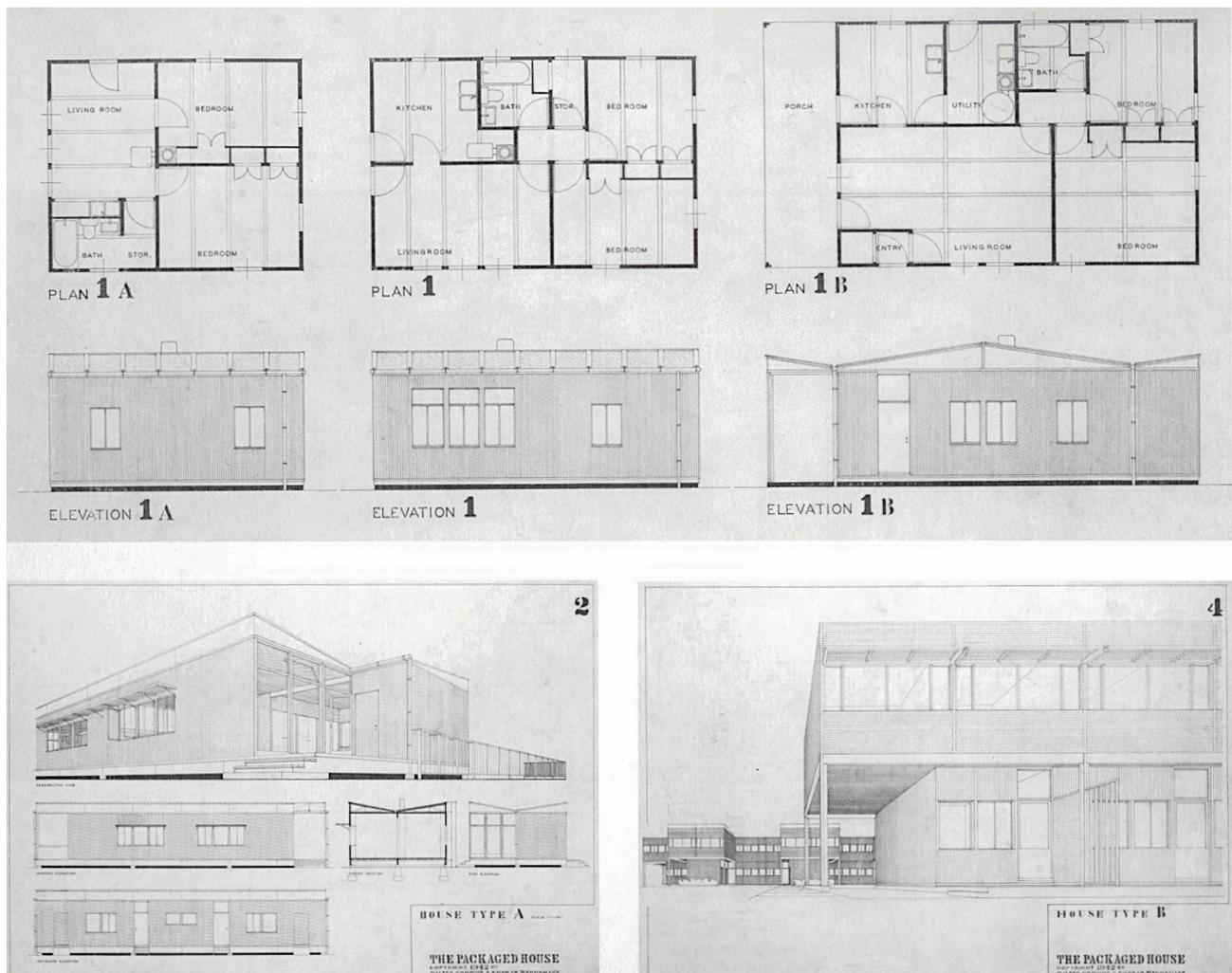


fig. 04 | Packaged House de Walter Gropius e Konrad Wachsmann de 1942. Apesar do prestígio dos dois autores, este sistema industrial de habitação falhou na sua realização, permanecendo hoje mais pela influência na sua concepção do que pelo seu sucesso comercial.

Ao contrário da ciência, que cresce pela acumulação e fertilização de um padrão estocástico de novas descobertas, a “*Arquitectura parece acreditar que cresceu a partir das suas anteriores crenças e acções*”.⁵⁴ Foi exactamente essa crença que motivou uma quebra brusca com o passado promovida pelos modernos, quebra essa que levou à perda temporária da identidade cultural da arquitectura, não permitindo o enraizamento do conceito de pré-fabricação.⁵⁵ Esta questão é importante para perceber o atrito existente entre a arquitectura e a pré-fabricação, e é também levantada por Martin Pawley, referindo-se aos Modernistas como “*amotinados*”:

*“More recently, in a change of course equally drastic, it happened when the Modernists of the twentieth century claimed - like mutineers - that science, technology and socialism had entirely changed the cosmos so that the whole tottering edifice of architectural history that bore down on them so onerously could be compressed into a single category called the past, and cast adrift in an open boat.”*⁵⁶

Como explicação, Pawley refere um texto de Gropius de 1919: “*The old forms are in ruins, the benumbed world is shaken up, the old human spirit is invalidated and in a flux towards a new form.*”⁵⁷

Fazendo lembrar Corbusier em *Vers une architecture*, Pawley compara os arquitectos amotinados da geração de 1914, descrevendo-os como sendo os primeiros arquitectos na história a adoptarem a ciência e a tecnologia como substituto do seu legado cultural acumulado; com os engenheiros, por terem trazido matéria científica para a corrente do pensamento arquitectónico. A grande diferença, segundo Pawley, reside no facto dos arquitectos, ao contrário dos engenheiros, terem dado este passo com toda a irresponsabilidade própria de um artista, não acostumado ao meticuloso acumular de dados factuais, levando os arquitectos a um beco sem saída:

*“Not only did baptism by total immersion in science and technology threaten their old artistic identity, but their mutinous conduct soon ensured that any escape route back from amateur modernism to professional academicism was denied them. Before they died, the mutineers came to realize that art was at the mercy of the machine, and not the other way around.”*⁵⁸

Esta observação é particularmente interessante já que, como Corbusier escrevera em *Vers une Architecture*:

54 PAWLEY, Martin - *Theory and design in the second machine age*, 1990. p. 69. (tradução do autor).

55 Embora este trabalho não pretenda ser uma crítica ao movimento moderno, pretende sim tentar perceber que questões motivam e motivaram a recusa da pré-fabricação por parte da Arquitectura.

56 PAWLEY, Martin - *Theory and design in the second machine age*, 1990. p. 70.

57 Escreveu Walter Gropius em 1919. Citado por PAWLEY, Martin - *Theory and design in the second machine age*, 1990. p. 70.

58 PAWLEY, Martin - *Theory and design in the second machine age*, 1990. p. 71.

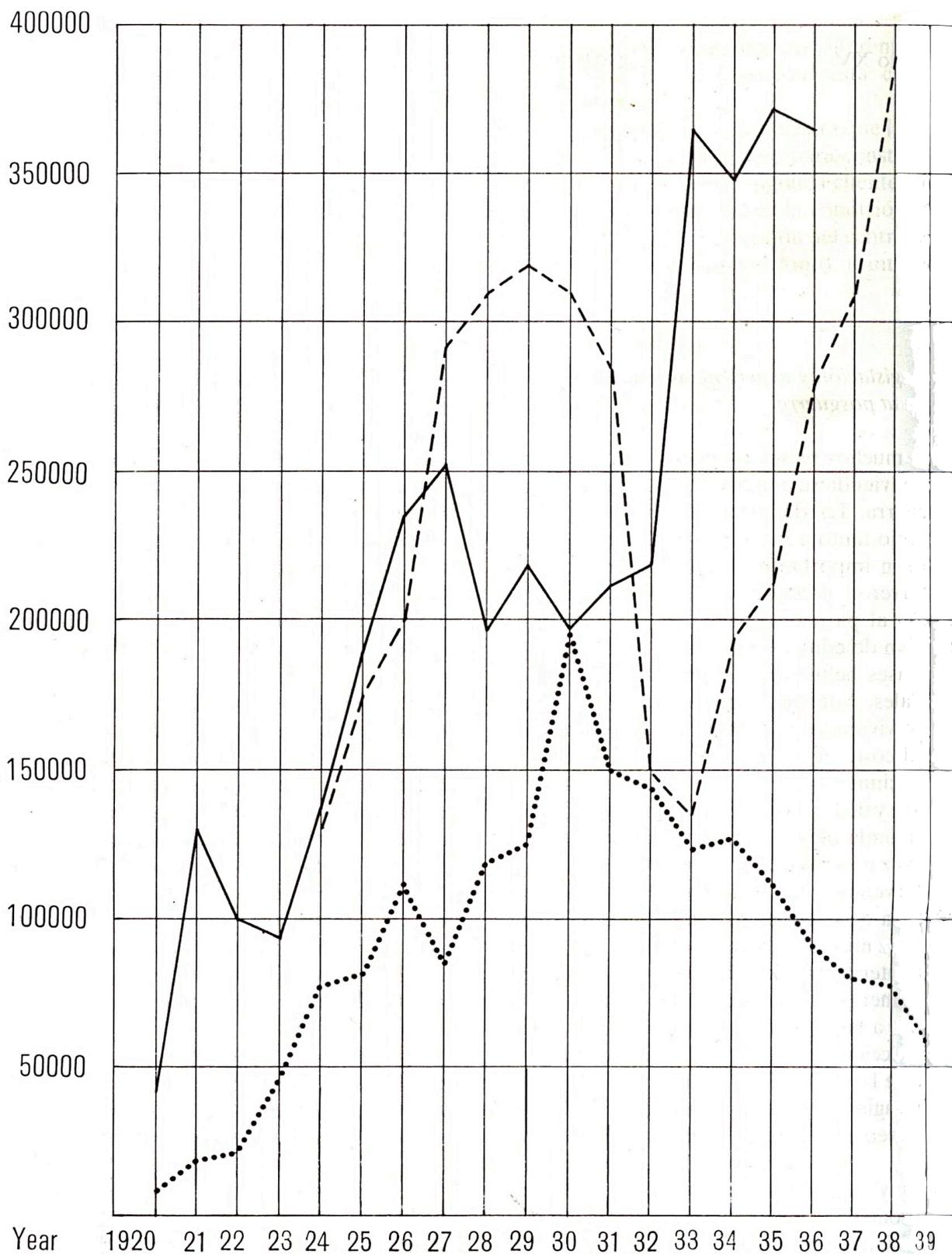


fig. 05 | Diagrama sobre a produção de edifícios no período entre as duas grandes guerras.

[.....] França [-----] Alemanha [___] Inglaterra

“(...) *uma casa como uma automóvel, concebida e organizada como um autocarro ou uma cabine de um navio. (...) É preciso (necessidade actual: preço de custo) considerar a casa como uma máquina de morar ou como uma ferramenta.*”⁵⁹

Assim, não foram os Modernos a dominar a máquina, mas exactamente o contrário. A máquina, ferramenta ao dispor da indústria, encarregou-se de produzir a habitação à revelia dos Modernos e logo, à revelia da Arquitectura.

A máquina aparece aqui referida em “*Vers une Architecture*” e em “*Theory and design in the Second Machine Age*”, exactamente porque depois da guerra e de toda a instabilidade que esta acarretou, viveu-se um período de grande estabilidade, ascensão económica e industrial. Surge a necessidade de novas tipologias, impulsionadas por esta ascensão económico-social, levando a uma explosão da procura e criando oportunidades únicas para os Arquitectos da década de oitenta; assim como criou oportunidades excepcionais para os pioneiros e seus investidores dos sistemas de pré-fabricação. A questão importante diz respeito aos pioneiros e seus investidores, inventores dos conceitos e sistemas pré-fabricados, por estes se encontrarem à margem da arquitectura sem nunca terem qualquer contacto académico digno de nota com esta área profissional, falhando assim na criação do “estado de espírito de que Corbusier tanto fala”. Dado que esta associação nunca existiu, perdeu-se a oportunidade de transformar estes conceitos em possibilidades culturalmente aceites. Segundo Pawley, o preço que a arquitectura pagou, foi a perda da pré-fabricação por parte da cultura arquitectónica:

“The price of failure was not that these opportunities would go away, but that they would be seized by aliens outside the culture of architecture, and thus from another professional power base in the built environment.

Troughout the history of building since the Industrial Revolution there has been a leitmotif of artless, technological structures, far in advance of their time but disregarded by the culture of architecture because they failed (...) to salute before they went off.”⁶⁰

Martin Pawley vai ainda mais longe ao referir que geralmente não é reconhecido que o impacto combinado de todas estas inovações arquitectónicas que foram rejeitadas, tenha resultado na presente demarcação entre uma arquitectura superficial de imagem e as possibilidades tecnológicas que os grandes mestres “high-tech” conseguem atingir actualmente.⁶¹

59 CORBUSIER, Le - *Por uma Arquitectura*, 2006. p. 170.

60 PAWLEY, Martin - *Theory and design in the second machine age*, 1990. p. 72 - (to salute before they went off) Pawley refere-se ao início do capítulo: *Architecture in the Age of Science* (p. 69) no qual cita *Gerald Pawle* em: *The Secret War*. Esta saudação refere-se à saudação militar que acontece antes e depois de uma demonstração bélica. Martin Pawley usa esta frase em substituição do termo “subordinação”, implícito na saudação militar.

61 PAWLEY, Martin - *Theory and design in the second machine age*, 1990. p. 72.

By [Leon Watson](#)

UPDATED: 21:53 GMT, 1 March 2012

It will probably take a little longer than a Sunday afternoon to knock up.

But these flat-packed homes from Ikea could be just the answer if a place of your own is proving too costly.

The Swedish furniture company, famous for its cheap but quirky products and its army of fans, has launched its first line of prefabricated houses in the U.S., named the Aktiv.



Priced around \$86,500, this is the first in a new line of houses designed by Ideabox and appointed by Ikea

Ikea collaborated with Oregon architectural firm Ideabox to design the homes which will cost around \$86,500 each.

The Swedish-themed dwelling is a one-bedroom home centered around space-saving furniture and products.

fig. 06 | Artigo publicado na edição on-line do Jornal Britânico *Daily Mail* em Março de 2012, sobre a construção de habitação pré-fabricada pela multinacional IKEA.

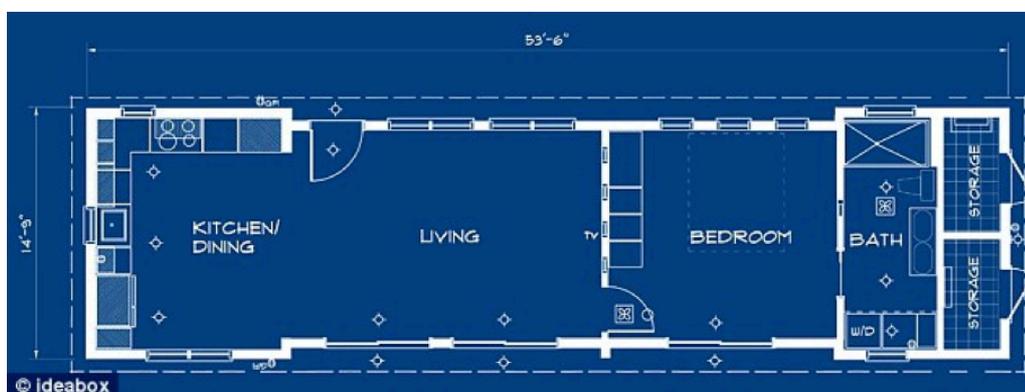


fig. 07 | Planta da habitação pré-fabricada da IKEA de um único módulo volumétrico, desenhada em parceria com o atelier Ideabox.

Quem também reflectiu sobre esta mudança de paradigma foi Lewis Mumford, que a convite do *Architectural Record*, escreveu um artigo intitulado: “*Mass-Production and the Modern House*”; sobre o tema: “*On the State of Architecture*”. Esse artigo foi publicado na edição de Janeiro de 1930, nove anos antes da segunda guerra mundial, e põe as seguintes questões:

“During the last hundred and fifty years a great change has taken place in architecture. This change has nothing to do with the questions of superficial esthetics that agitated the architectural world: the quarrels between the classicists and the medievalists or between the traditionalists and the modernists are all meaningless in terms of it. I refer to the process whereby manufacture has step by step taken the place of the art of building, and all the minor processes of construction have shifted from the job itself to the factory.

How far this process has gone everyone is aware who has watched the composition of a building, and who knows how suddenly the whole work would stop if the architect were forced to design or specify with any completeness the hundred different parts, materials, and fixtures he draws from Sweet's Catalog. But what are the implications of this process? What results must it have on the status of the architect and the place of architecture in civilization? What further developments may we look forward to on the present paths: what alternatives suggest themselves?

*Some of these questions can be answered: others will lead us to push beyond the current premises upon which the discussion of mass production and architecture is based.”*⁶²

Mumford refere a real deslocalização que tem vindo a ocorrer, do sítio de produção e consequentemente do autor projectual, para a fábrica. Levanta ainda a pertinente questão da actuação do arquitecto (que é abordada no capítulo 4.2 sob o tema: prática profissional) face a esta situação. A razão desta deslocalização, como já sugerida neste capítulo, tem que ver exactamente com o aproveitamento da máquina e da tecnologia por parte da Industria. Mas é importante referir que esta situação aconteceu com a complacência da arquitectura já que esta se manteve à margem da pré-fabricação.

Embora este afastamento da pré-fabricação esteja em parte relacionado com inexistência do referido “espírito da época”, como sugerido por Corbusier e lembrado por Kieran e Timberlake: “*Not only did Le Corbusier's 'necessary state of mind' not exist but, even more importantly, the very discipline of off-site construction had yet to be invented*”;⁶³ uma das razões deste afastamento reside também na questão da inexistência desta “disciplina”. Contrariando Kieran e Timberlake nesta afirmação, Colin Davies faz a separação entre a história da pré-fabricação em arquitectura e não arquitectura. Esta separação, presente no primeiro e segundo capítulos do seu livro intitulado: *The Prefabricated Home*; é posta em evidência para expor não só o falhanço da arquitectura face à pré-fabricação mas também que esta teve início muito antes da

62 MUMFORD, Lewis - *Mass-Production and the Modern House* [em linha], 1930. p.13.

63 KIERAN, Stephen; TIMBERLAKE, James - *Refabricating Architecture*, 2004. p. 113.

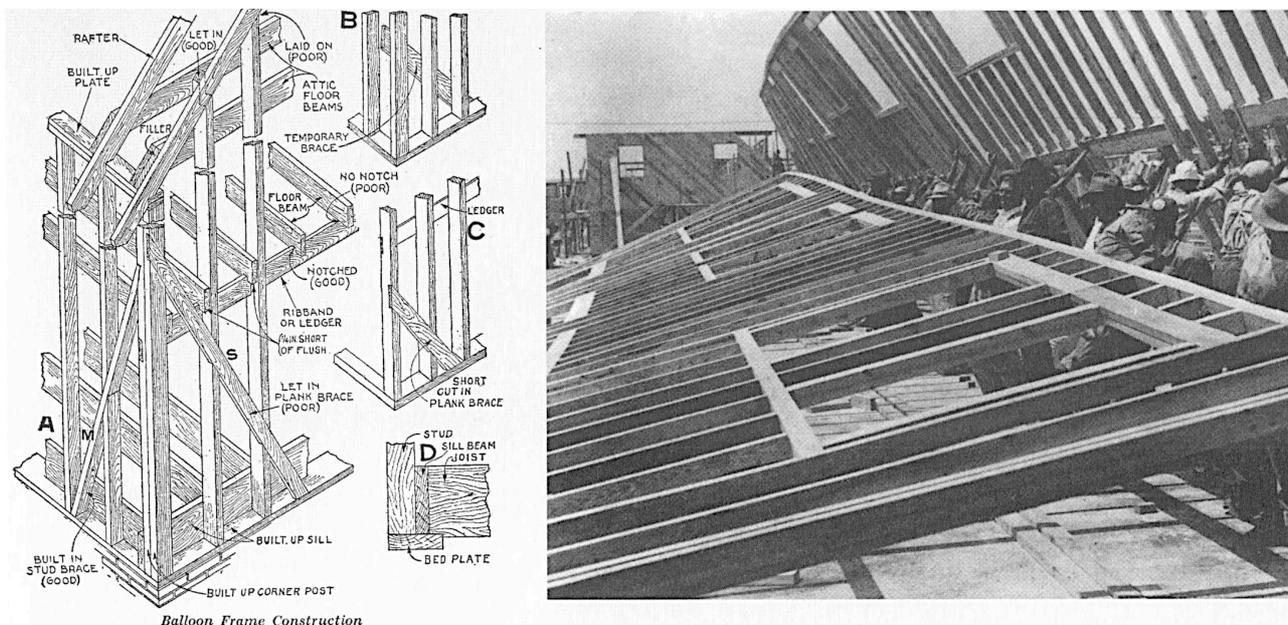


fig. 08 | Axonometria e imagem de montagem do painel *Balloon Frame*. Este é o primeiro sistema de construção pré-fabricada e regulariza a produção de habitações numa série de unidades com as mais variadas configurações. Esta unidades são posteriormente montadas perfazendo a habitação e diminuindo o custo e o tempo de construção. Sistema *Balloon Frame* atribuído a Augustine Taylor, 1833.

arquitetura se interessar pelas questões da pré-fabricação. No início do segundo capítulo, Davies introduz a história da não-arquitetura com as seguintes afirmações:

“The houses described in the previous chapter are all well known to architects. Together they constitute a selective but nevertheless tolerably representative architectural history of the prefabricated house. (...)The awful truth is that as industrial products these houses were all either failures or non-starters. There are architectural lessons to be learnt from them - about domestic and industrial space, about individual and collective form, about the surprising closeness of the factory-made and the vernacular - but one thing you can't learn from them, except in a negative sense, is how to make cheap, practical houses that ordinary people want to buy or rent. This doesn't mean that the prefabricated house has been a failure. There are plenty of examples of successful prefabricated houses. It is just that they have not been canonized by architectural history. It sometimes seems that commercial and industrial success is itself sufficient to disqualify a prefabricated house from the status of architecture.

*The non-architectural history of the prefabricated house begins a little earlier than its better-known counterpart.⁶⁴ It was in 1833 in Chicago that the ‘ballon frame’ was invented. It was to become, and still is, the basic technology of popular housing in America”.*⁶⁵

Contrariando Kieran e Timberlake, Colin Davies expõe o sistema “*ballon-frame*” como o primeiro sistema pré-fabricado. Expõe ainda a sua ampla utilização na habitação americana, refutando assim a ideia de que não tinha sido inventada, o que Kieran e Timberlake chamam de: “*disciplina da construção off-site*”.

Este sistema em painel, composto por uma estrutura de madeira que faz lembrar a gaiola pombalina, é caracterizado pelo sistema construtivo apenas das suas paredes e pisos. As fundações e a cobertura são variáveis e não fazem parte do “*ballon-frame*”. Tipicamente, as paredes são formadas por uma estrutura vertical de barrotes, espaçados uns dos outros cerca de meio metro, pregados a vigas de madeira horizontais que percorrem toda a estrutura. Desta forma são construídas as paredes em secções, com as aberturas das janelas a serem conseguidas com recurso também a barrotes de madeira colocados horizontalmente na estrutura, com a medida da respectiva porta ou janela. Quando a estrutura está concluída, a parede é tradicionalmente coberta com placas de madeira sobrepostas.

Não obstante a real importância do “*ballon-frame*” por ser o sistema pioneiro na construção pré-fabricada, o passo que os modernos não deram e ao que também Kieran e Timberlake se referem como “*disciplina*”, diz respeito à inclusão da indústria e da pré-fabricação na arquitetura, tendo em vista a promoção do acesso à habitação e consequentemente à própria arquitetura. Uma vez que este passo não foi dado, essa inclusão restringiu-se à indústria e à pré-fabricação. Como argumenta Pawley:

⁶⁴ Colin Davies refere-se à história da arquitetura pré-fabricada.

⁶⁵ DAVIES, Colin - *The Prefabricated Home*, 2005. p. 44.

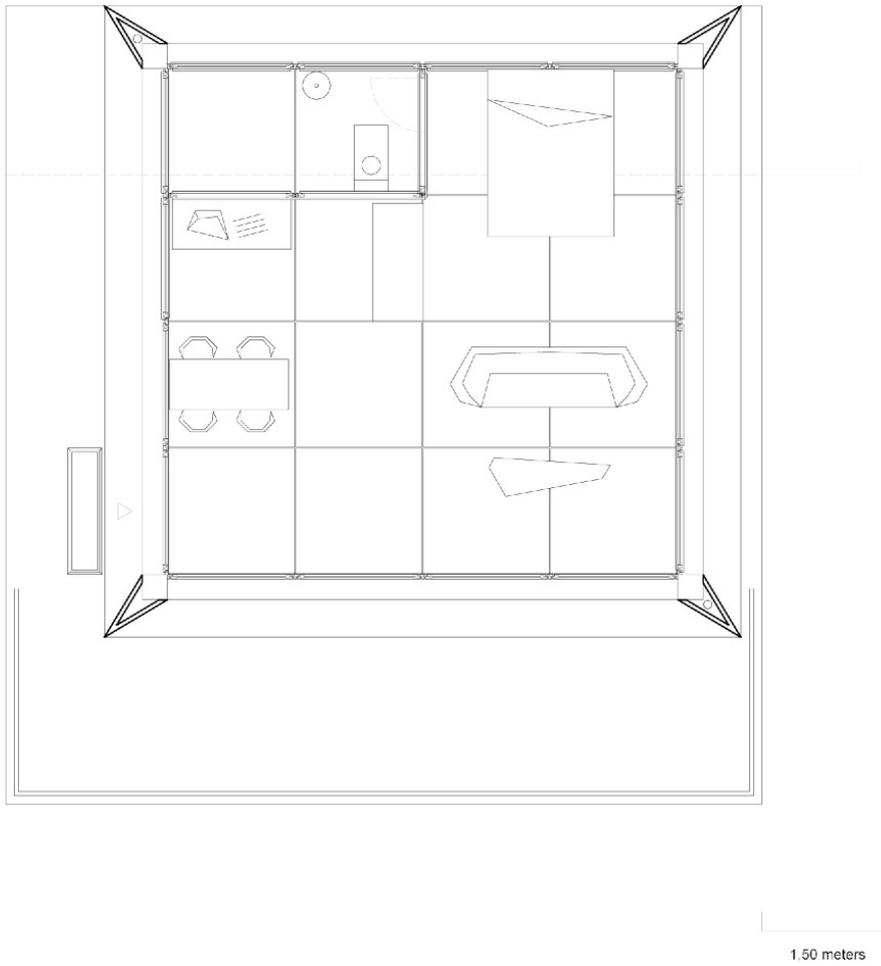


fig. 09 | Planta da habitação pré-fabricada *Mima House* com 36 m², fabricada num único módulo volumétrico. Nesta planta é visível a grelha de 1,5 metros que permite a recolocação das paredes, alterando assim o interior. Mima Architects, 2011.



fig. 10 | Imagens exteriores da habitação pré-fabricada *Mima House*. Nestas imagens é visível a ocultação dos vãos exteriores com recurso aos mesmos módulos que são utilizados para a divisão do interior. Mima Architects, 2011.

*“Chiefly because they chose to remain a collection of individual artists instead of becoming an industry, the architects of the generation of 1914 never did initiate an architecture of continuous technological evolution”.*⁶⁶

Actualmente, esta inclusão da indústria e da pré-fabricação na arquitectura está a tomar um novo rumo, potenciada pelo acesso às tecnologias de informação e talvez também como sinal de uma mudança de mentalidades. Paradoxalmente, numa votação on-line à escala global levada a cabo pelo maior portal de arquitectura da actualidade e que pretende apurar o edifício do ano, o Archdaily divulgou que a obra mais votada para a habitação do ano 2011 foi precisamente uma habitação pré-fabricada e desenhada por arquitectos portugueses: A Mima House do atelier Mima. Esta pequena habitação de um único módulo volumétrico, pensada para responder ao estilo de vida da contemporaneidade e inspirada na habitação tradicional japonesa, apresenta-se com uma planta quadrada e uma estrutura porticada. Os alçados são totalmente envidraçados e as divisórias são conseguidas através de painéis modulares de madeira com as dimensões de 1,5m x 3m. São fornecidos ainda painéis adicionais que podem ser colocados no interior ou exterior da habitação, para a substituição de qualquer janela por uma parede ou mesmo para formar novas paredes. O interior é definido por uma grelha de 1,5m, exactamente a mesma dimensão dos painéis que formam as divisórias, podendo assim ser alterada a espacialidade interior. O atelier Mima refere ainda que esta pequena habitação pode ser completamente customizada para atender às necessidades individuais e preferências de cada utilizador. O custo desta habitação está em linha com um veículo familiar de gama média.

Este exemplo mostra já uma mudança do paradigma da tentativa de integração com a indústria, na perspectiva em que esta indústria avançou sem o legado cultural da arquitectura. Neste campo, questiona-se a vantagem de uma integração da arquitectura com a indústria e consequentemente com a ciência e a tecnologia, questão que é abordada no ponto seguinte e que tenta ser respondida. Fica no entanto a ideia de que a arquitectura falhou na tentativa de se aliar à máquina. Aliás, foi esta, como parte integrante da indústria, que respondeu e tornou possível a continuação da pré-fabricação como resposta às necessidades que a arquitectura não atendeu. Ainda assim, como afirma Pawley, a visão da arquitectura segundo o conceito Fulleriano da *“ephemerization”* ainda se esgotou:

*“The failure of architects to learn design-and-build, and to undesign and unbuild, at the pace of science and technology was a crucial matter, even if despite the apparent lack of interest of their profession, the struggle to achieve this goal still cannot really be said to be over”.*⁶⁷

66 PAWLEY, Martin - *Theory and design in the second machine age*, 1990. p. 90.

67 *Ibidem*.

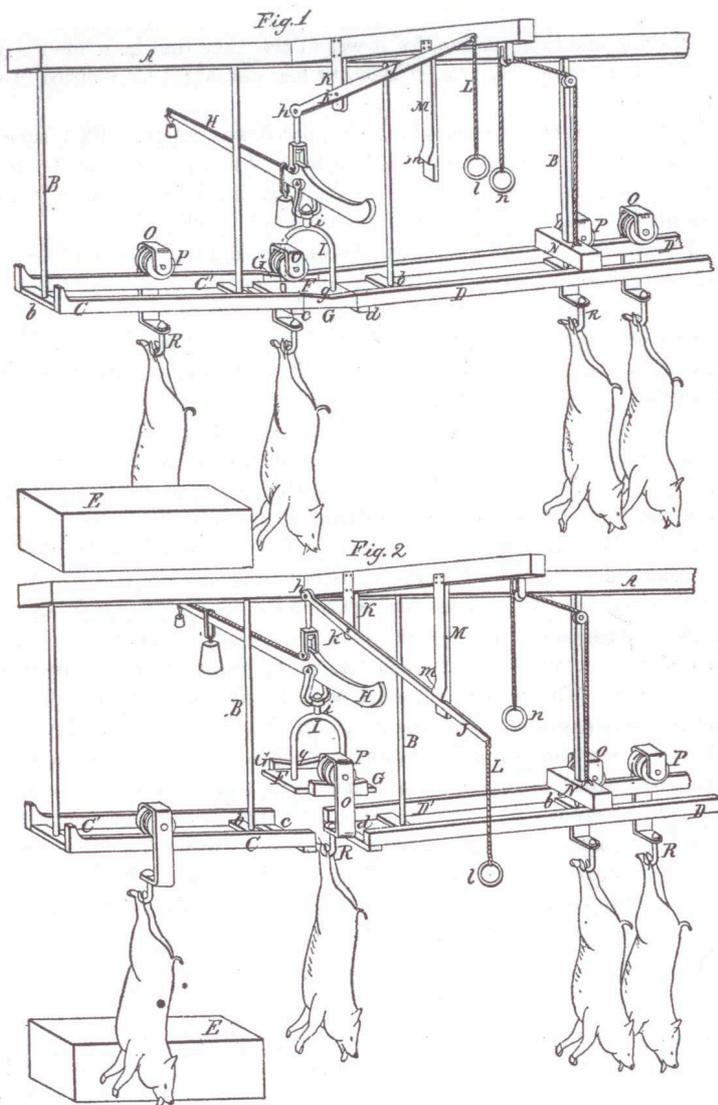


fig. 01 | Segundo Siegfried Giedion, este esquema representa o início da linha de montagem, utilizado pela primeira vez num matadouro de Cincinnati em 1869.

“Se o problema da habitação do apartamento fosse estudado como um chassis, veríamos nossas casas se transformarem, melhorarem rapidamente.”⁶⁸

Capítulo

3

O que poderemos aprender com a Indústria?

Um dos temas centrais do movimento moderno foi a industrialização, pelos mesmos motivos que ainda hoje existem, por possibilitar o acesso fácil, rápido e económica aos produtos que disponibiliza. Numa sociedade fortemente industrializada, especialmente depois do período da chamada “mecanização total”⁶⁹ com a destruição e conseqüente reconstrução que se fez sentir no pós-guerra, surge a necessidade de responder a uma procura abundante e imediata de habitação. Assim, alguns arquitectos modernos sugerem a emulação dos princípios industriais numa tentativa de trazer a arquitectura para as massas, procurando torna-la acessível como o eram os outros “produtos” dessa sociedade Industrial. “*Que maneira melhor de atingir este objectivo senão desenhar a habitação para ser produzida em massa, tal e qual o modelo T da FORD?*”⁷⁰

Corbusier foi um desses arquitectos que não escondeu o seu fascínio pela produção industrial. No que diz respeito ao progresso e ao rumo do pensamento arquitectónico, apresenta as suas conclusões da seguinte forma:

“We are still building our houses of stone, with massive walls, while light and slender cars are speeding at sixty miles an hour through snows or under the tropical sun. We are still employing masons and carpenters on the job, to work in rain or snow, or fair weather, while factories could turn out to perfection that

⁶⁸ CORBUSIER, Le - *Por uma Arquitectura*, 2006. p. 88

⁶⁹ GIEDION, Siegfried - *Mechanization takes command: a contribution to anonymous history*, 1975. p. 41 - Giedion designa o período entre as duas grandes guerras (1918-1939) como o período da mecanização total.

⁷⁰ DAVIES, Colin - *The Prefabricated Home*, 2005. p. 11. (tradução do autor).

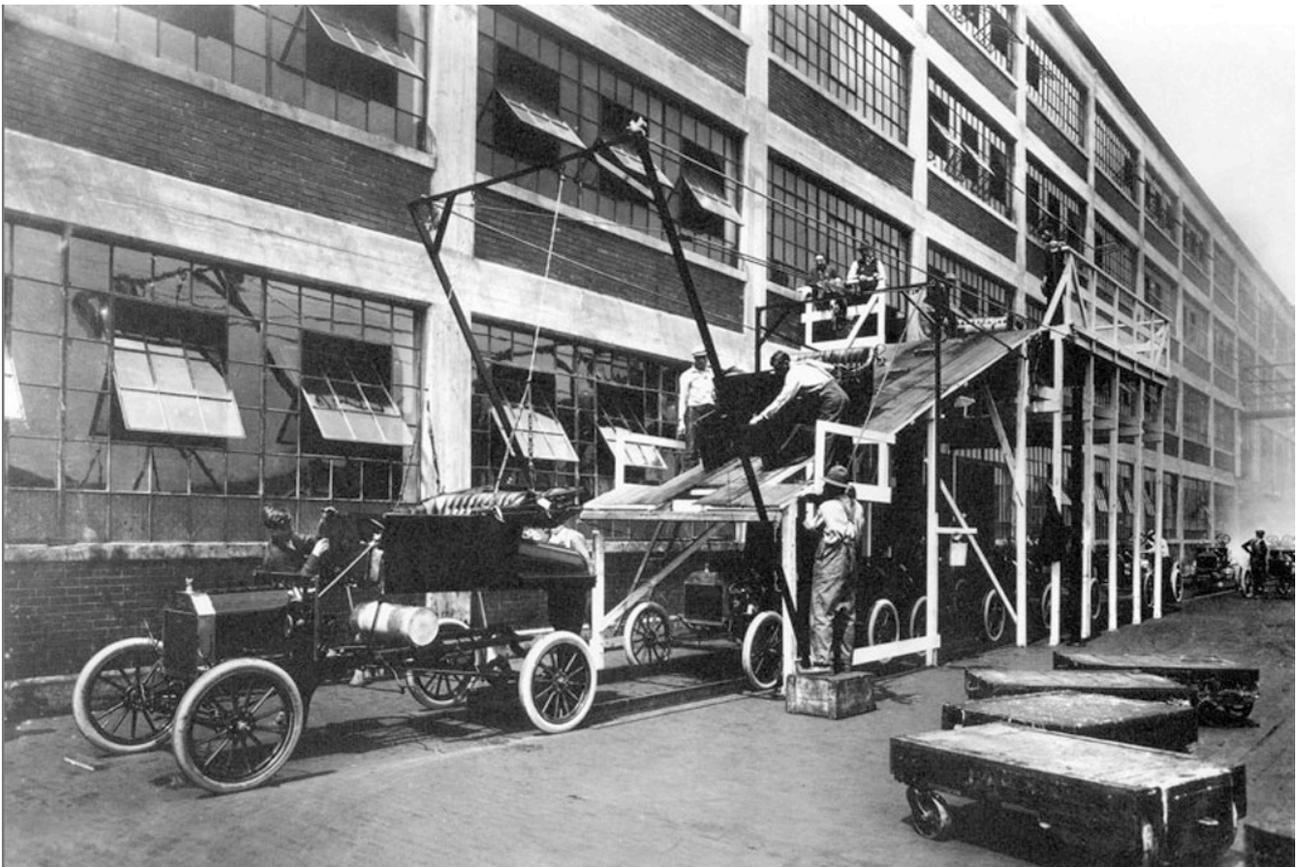


fig. 02 | Experimentação na montagem do chassi do modelo T da Ford em 1913.



fig. 03 | Le Corbusier, Still-life with a Pile of Plates. Óleo sobre tela. 1920.

which we accept poorly executed. (...) In what way are we to allow so many innovations? How are we to select these forms still unknown in the building of houses? How are we to arrange them in such a manner as will bring us anew before an architectural phenomenon as will make us feel once more the vigorous delights of architecture?

A state of new enthusiasm exists; a system of thought has been wrought by a hundred years of investigation and acquired results. We have a line of conduct. Instinctively our choice tends towards such constructive systems, towards such materials as possess forces capable of feeding our enthusiasm. In us moderns the new feelings, an instinct, control actions which are in harmony with each other.

The harmony of former centuries is in confusion. The effect continues but the cause has been swept aside by the mechanical revolution. The mechanical revolution is a new cause—immense phenomenon in the history of mankind. Where are the new effects?

Let us be led by this enthusiasm which animates us. Industrialization, standardization, mass production, all are magnificent implements; let us use these implements.”⁷¹

Corbusier fala no entusiasmo pela nova causa que é a revolução mecânica. De facto, essa revolução mecânica está bem espelhada na seu livro *Vers une architecture*, no capítulo a que chama: *Olhos que não vêem*. Neste capítulo, Corbusier apresenta uma lista de objectos que, segundo Reyner Banham, são uma conglobação das preferências dos Futuristas e do Werkbund. Banham define este capítulo como sendo o principal veículo para as ideias técnicas de Corbusier para a habitação.⁷² De todos estes “*objects-type*”, Banham destaca particularmente o automóvel sugerindo uma preocupação de Corbusier pela estandardização:

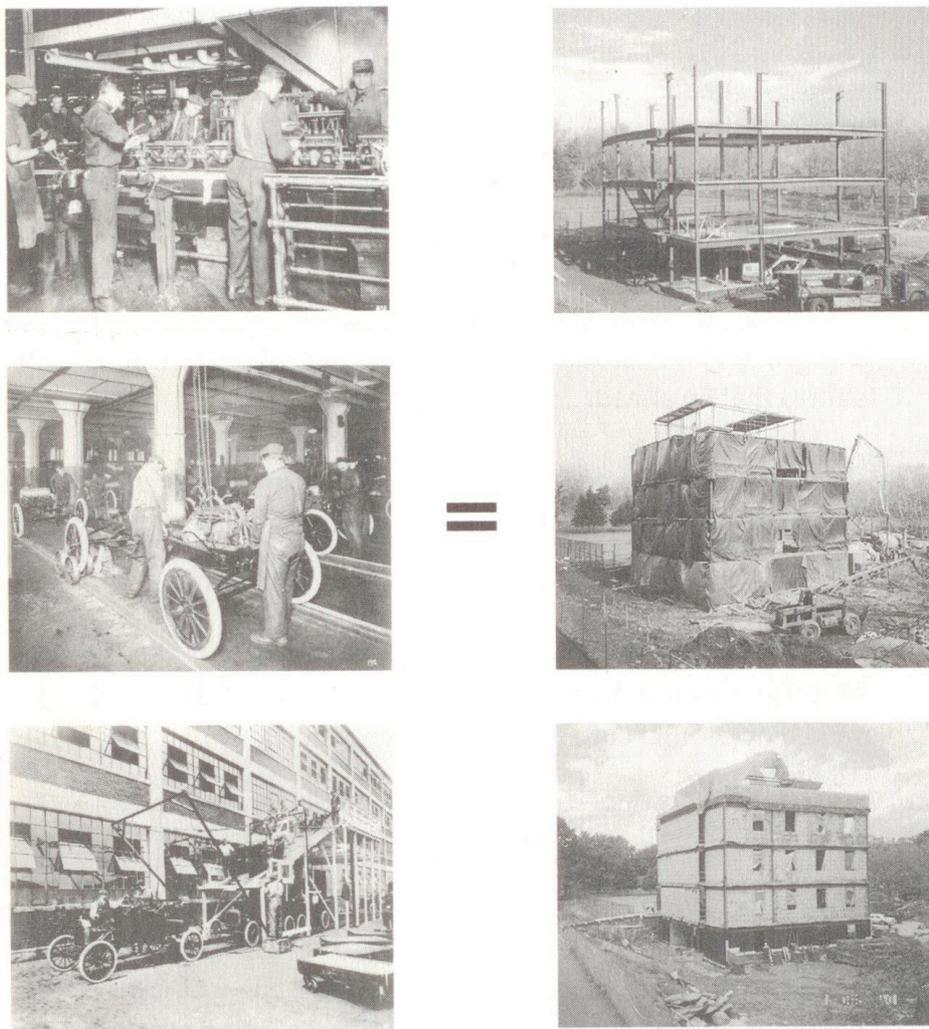
“Thus, though the chapter on automobiles is professedly concerned with the virtues of standardisation and the benefits of competition, it is no illustrated by any vehicles that could be considered standardised (except in the low-level sense of all having a wheel at each corner) or successfully competitive in either commerce or sport.”⁷³

Le Corbusier não fala especificamente em estandardização, mas antes em Padrão. Esta ideia está subjacente à questão da racionalização da habitação. Para Le Corbusier, a estandardização era um conceito tanto filosófico como artístico. Como lembra Colin Davies, é importante perceber que Corbusier além de ter sido arquitecto, foi também pintor e co-fundador, com Ozenfant, do movimento Purista. Davies dá o exemplo do quadro de 1920, intitulado: *Still-life with a Pile of Plates*, no qual aparecem objectos do quotidiano, representados para enfatizar as suas qualidades genéricas e não as qualidades específicas. Estes objectos são considerados “*objectos-tipo*”, e segundo o movimento Purista, têm uma beleza natural intrínseca. Corbusier

71 CORBUSIER, Le - *Architecture, the expression of the materials and methods of our times* [em linha], 1929. p.128.

72 BANHAM, Reyner - *Theory and design in the first machine age*, 2001. p. 242-243.

73 *Ibidem*, p. 242



1913

2001

fig. 04 | Comparação da actual construção com a linha de montagem de Henry Ford. As partes são transportadas para o estaleiro, onde são depois colocadas no seu respectivo lugar no “chassis” ou estrutura. É um processo totalmente linear e hierárquico.

acreditava que a era da máquina e da indústria poderia também produzir objectos naturalmente belos, refinados e aperfeiçoados não por séculos de uso e desenvolvimento artesanal, mas antes pela concorrência do mercado:⁷⁴

“É preciso tender para o estabelecimento de padrões para enfrentar o problema da perfeição.

O Parthenon é um produto de selecção aplicado a um padrão (...).

Quando um padrão é estabelecido, se exerce o jogo da concorrência imediata e violenta. É a competição; para ganhar, é preciso fazer melhor que o adversário em todas as partes. na linha de conjunto e em todos os detalhes. Então é o estudo aprofundado das partes. Progresso. (...) Estabelecer um padrão, é esgotar todas as possibilidades práticas e razoáveis, deduzir um tipo reconhecido conforme as funções, com rendimento máximo, com emprego mínimo de meios, mão-de-obra e matéria, palavras, formas, cores, sons.”⁷⁵

Corbusier coloca esta questão do padrão referindo-se também à padronização (ou standardização)⁷⁶ e sistematização criada pela linha de montagem de Henry Ford. Esta associação é óbvia pelas suas próprias palavras:

“O automóvel é um objecto com uma função simples (rodar) e para fins complexos (conforto, resistência, aspecto), que colocou a grande indústria diante da necessidade impiedosa de padronizar. Todos os automóveis têm as mesmas disposições essenciais. Pela concorrência infatigável entre os inúmeros estabelecimentos que os constroem, cada um deles se viu na obrigação de dominar a concorrência, e, sob o padrão das coisas práticas realizadas, interveio a busca de uma perfeição, de uma harmonia, afastado do dado bruto prático, uma manifestação não somente de perfeição e harmonia, mas de beleza.”⁷⁷

O automóvel, o avião e o transatlântico são referidos nesta obra como uma manifestação/influência do que o autor persegue como objectos de beleza natural, como que um desejo de que a habitação pude-se ser sujeita às mesmas influências e tornar-se assim também num “objecto tipo”. Esta quase obsessão pela mecanização é perceptível já que esta cada vez mais exposta nas ruas, nos céus, nos mares, e mais tarde também nas casas. De facto, a máquina foi decisiva nas intervenções das duas grandes guerras, quer servindo para propósitos humanitários, quer servindo como veículo de destruição. Banham caracteriza esta obsessão dos modernos, de uma forma muito peculiar:

74 DAVIES, Colin - *The Prefabricated Home*. London, 2005. p. 13

75 CORBUSIER, Le - *Por uma Arquitectura*, 2006. p. 89

76 **Padronização** | (*padronizar* + *-ção*) s.f. - Acto ou efeito de padronizar. Submeter a um padrão = ESTANDARDIZAR

77 CORBUSIER, Le - *Por uma Arquitectura*., 2006. p. 93.

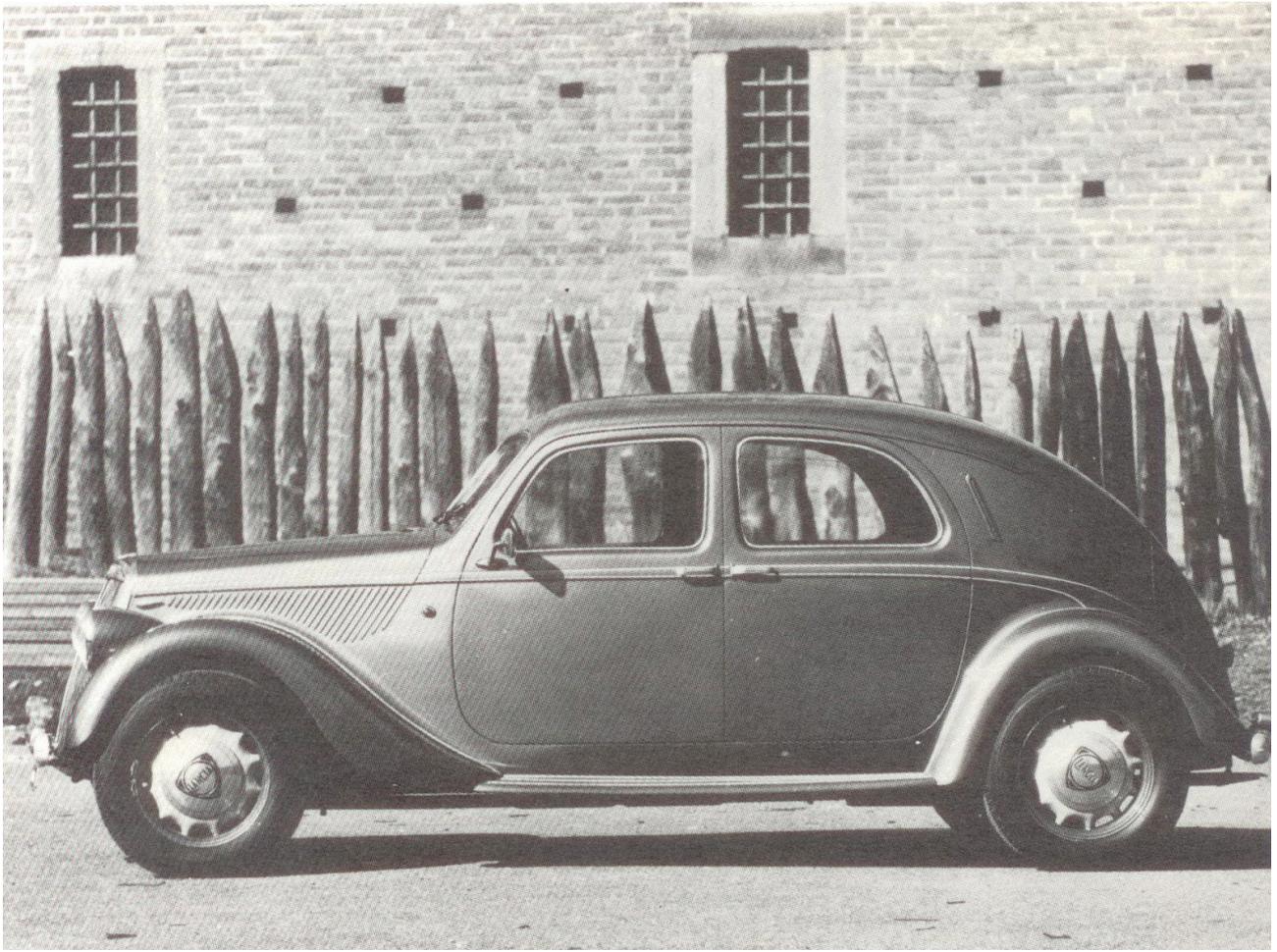


fig. 05 | Lancia Aprilia Saloon de 1837. Estrutura “monocoque” sem o abitual “pilar” entre as portas.

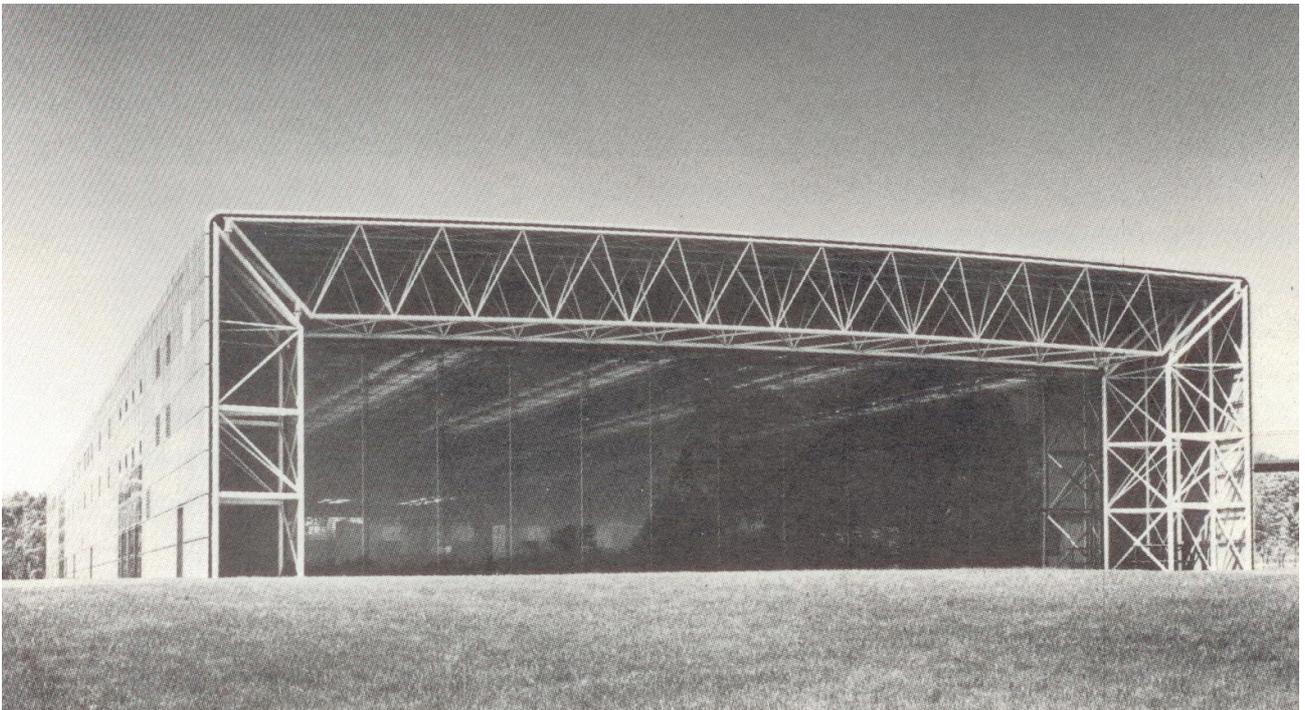


fig. 06 | Sainsbury Centre de Norman Foster, 1977. Estrutura em treliça que permite libertar o interior, abdicando da utilização ubíqua de pilares.

“For these are the true ‘ghosts in the machine’ of the twentieth century, faint echoes of a far from faint-hearted epoch when men truly tried to come to terms with ‘The Machine’ as a power to liberate men from ancient servitudes to work and exploitation; an epoch so bold and unconventional that Theo van Doesberg could proclaim, against the grain of all received wisdom.

‘Every machine is the spiritualization of an organism’.”⁷⁸

O automóvel, além de aparecer em *Vers une Architecture*, é também citado pela maioria dos modernistas, já que o seu aparecimento foi virtualmente coincidente com as primeiras experimentações do movimento moderno. O objectivo da referência dos modernos ao automóvel, não se prendia com questões estéticas, mas antes numa tentativa de emulação do processo de fabrico em série idealizado por Henry Ford em 1913, pelo seu exemplo de abundante sucesso. Mas nestes termos, o sucesso ficou apenas pela indústria automóvel. Não existiu o contágio que os modernos pretendiam. Como acrescenta Martin Pawley, desde o princípio que os designers automóveis conseguiram fazer bem o que os Arquitectos fizeram mal. A produção automóvel rapidamente alcançou a massa crítica. Inicialmente existiam cerca de cinco mil pequenos construtores automóveis. Alguns abandonaram a construção automóvel e os restantes fundiram-se e deram origem aos grandes construtores multinacionais que ainda hoje existem. Este produto globalizou-se e modernizou-se exactamente no momento em que a Arquitectura moderna falhou. Pawley vai mais longe ao acrescentar que quer o edifício moderno quer o automóvel, passaram pelas mesmas aventuras e ambos saíram bem das duas guerras. Mas para Pawley, as semelhanças acabam por aqui uma vez que os sucessos e insucessos têm sequências diferentes. Como forma de argumentação da influências do automóvel no movimento moderno bem como das suas semelhanças, Pawley põe lado a lado, comparando a evolução automóvel com as fases e estilos da arquitectura dos últimos 100 anos.⁷⁹ Dos exemplos que apresenta, refere as primeiras experiências da Daimler e da Benz como sendo o equivalente ao trabalho pioneiro de Wright e de Loos. Com o modelo T da Ford, Pawley refere o “salto de expressão mecânica” ou “high-tech” que também encontra nas obras de Norman Foster, Richard Rogers ou Frank Gehry. Associa ainda os avanços na “d direcção certa” com o desenvolvimento da construção metálica “monocoque”,⁸⁰ presente no Lancia Aprilia Battisto Falchetto e no Volkswagen Beetle, os quais relaciona quer com o Pavilhão Suisso de Le Corbusier, quer com a conhecida Falling Water de Wright, já que ambas as obra apresentam a mesma mestria na aplicação do betão armado. Segundo Pawley, a segunda guerra mundial tem um efeito contrário nestes dois elementos desta comparação. Enquanto que esta fase marca a total “hegemonia” do Modernismo na arquitectura, com inúmeros edifícios

⁷⁸ BANHAM, Reyner - *Theory and design in the first machine age*, 2001. p. 12

⁷⁹ PAWLEY, Martin - *Theory and design in the second machine age.*, 1990. p. 55 - Note-se que este livro foi escrito em 1990. Pawley refere-se aos estilos e fases da arquitectura de 1890 a 1990.

⁸⁰ **Monocoque** é uma técnica de construção que suporta carga estrutural usando a “pele” externa de um objecto, em vez de usar uma estrutura interna ou treliça que é então coberto com uma pele sem função estrutural. O termo é aqui utilizado para indicar uma forma de construção de veículos em que o corpo e o chassis formam uma única unidade. A palavra monocoque deriva do Grego “mono”- único; e do Francês “coque” - casca.

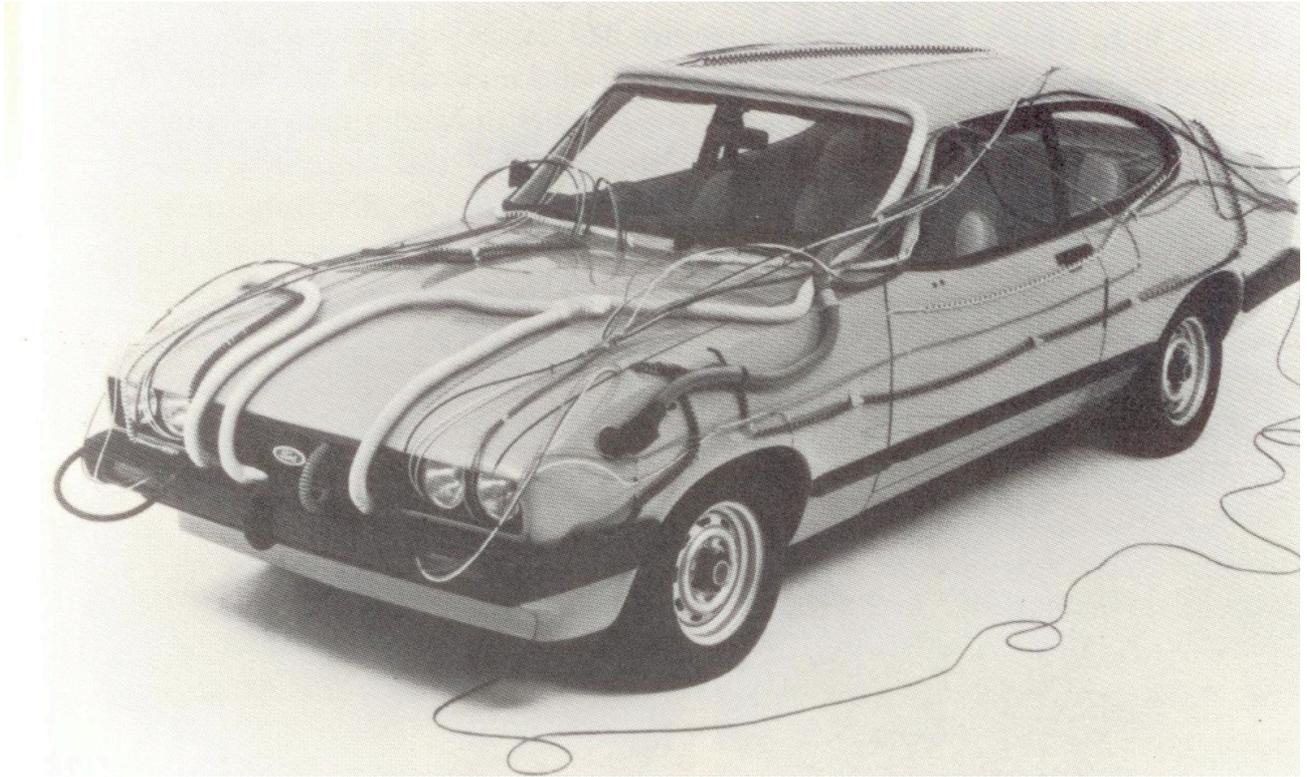
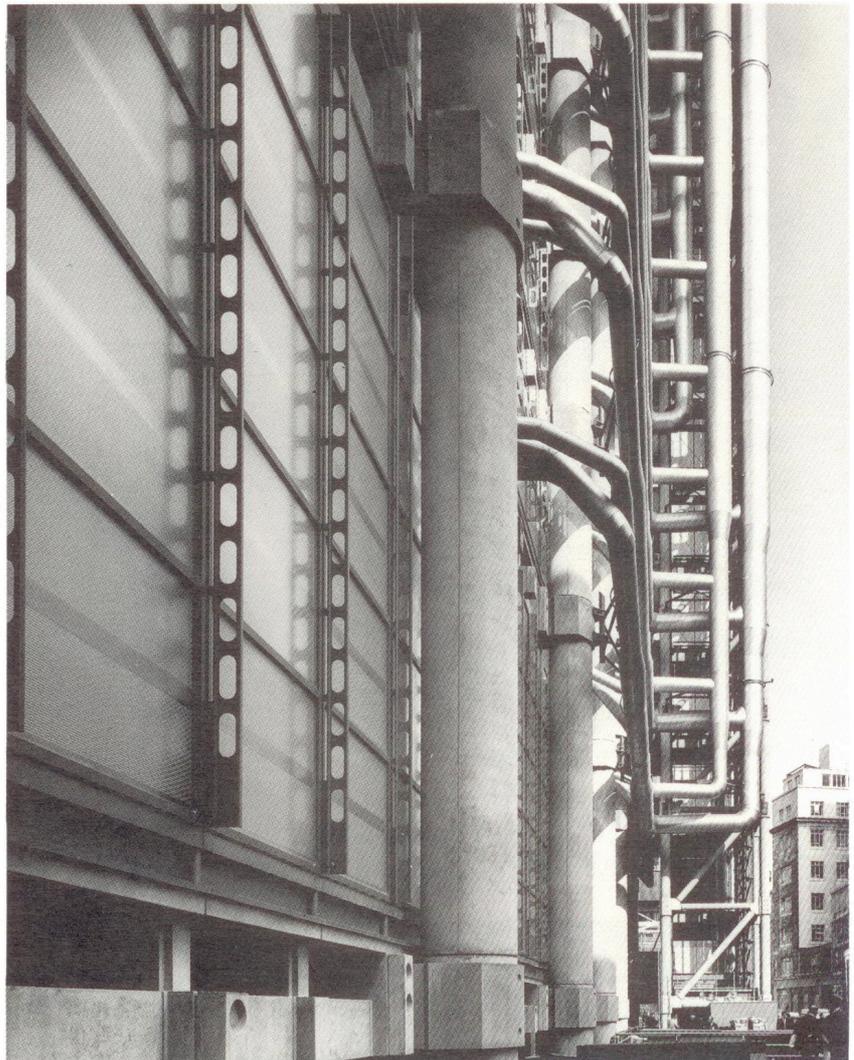


fig. 07 | Ford Capri em fase de testes.

fig. 08 | Lloyd's Building de Richard Rogers. 1986



em aço, vidro e betão armado, no campo do automóvel dá-se uma espécie de “pós-modernismo prematuro”. Refere o sistema CLASP ⁸¹ utilizado na construção pré-fabricada de escolas em Inglaterra e caracteriza esta fase, lembrando também a Farnsworth House de Mies van der Rohe, como sendo o “preditivo triunfo da montagem” ⁸² em arquitectura.

Pawley pretende, com esta comparação utópica, realçar o esforço que a indústria automóvel tem feito na introdução de tecnologia, salientando a actual incorporação das tecnologias de informação. No outro extremo, salienta a ameaça da obsolescência que a indústria da construção está sujeita quando comparada com a junção da mobilidade com a tecnologia de informação.⁸³ A última comparação que apresenta diz respeito a uma revolução que está a ocorrer na indústria automóvel e que compara com a revolução que foram os 50 anos do Modernismo:

“For the first time ever the motor car today is facing the kind of attack that revolutionized architecture during the 50 years of Modernism. The environment has turned against it at last - just when the its magical success as a piece of industrial design makes the most advanced technology building in the world look like something off the 1913 Ford production line.

Today, at the hight of the Seccond Machine Age, the motor car stands as the best exemple of continuous product evolution in the history of technology. It has come farther in one hundred years than the building in one thousand, if not ten thousand. Undisguised by ornament or tradition, it has cut throught thr forces of reaction that forced Modern architecture underground. How did it achieve this miracle?” ⁸⁴

Martin Pawley levanta uma questão pertinente: Como pode o automóvel evoluir tanto, debatendo-se com problemas complexos e, por outro lado, existir tanta inércia na evolução da indústria da construção? Como explicação sugere uma linha continua da pesquisa paciente e um “*complicado processo industrial de selecção natural*”⁸⁵ que remove partes redundantes, re-estrutura e aperfeiçoa partes existentes e acrescenta novas”.⁸⁶ Explica que esta questão da selecção natural tem que ver com o constante evoluir da “espécie” automóvel e que este actual meio de transporte não poderia existir como se apresenta sem os inúmeros modelos que o antecederam, numa constante preocupação pelas questões económicas, técnicas e estéticas. Explica também que o automóvel assenta numa construção irreversível, ou seja, não é possível voltar a trás

81 CLASP: Consortium of Local Authorities Special Programme. Sistema de construção industrial utilizado em Inglaterra a partir de 1957 na construção de complexos escolares.

82 Predictive triumph of assembly: Preditivo - refere-se à utilização recional e económica de componentes industriais standardizados. Assembly - refere-se a montagem, pré-fabricação.

83 PAWLEY, Martin - *Theory and design in the second machine age*. Oxford : Basil Blackwell, 1990. p. 56-59

84 *Ibidem*, p. 59.

85 Selecção natural - Pawley refere-se ao processo da evolução proposto por Charles Darwin sobre a adaptação e especialização dos seres vivos.

86 PAWLEY, Martin - *Theory and design in the second machine age*, 1990. p. 59-60. (tradução do autor).

A arquitectura na terceira vaga

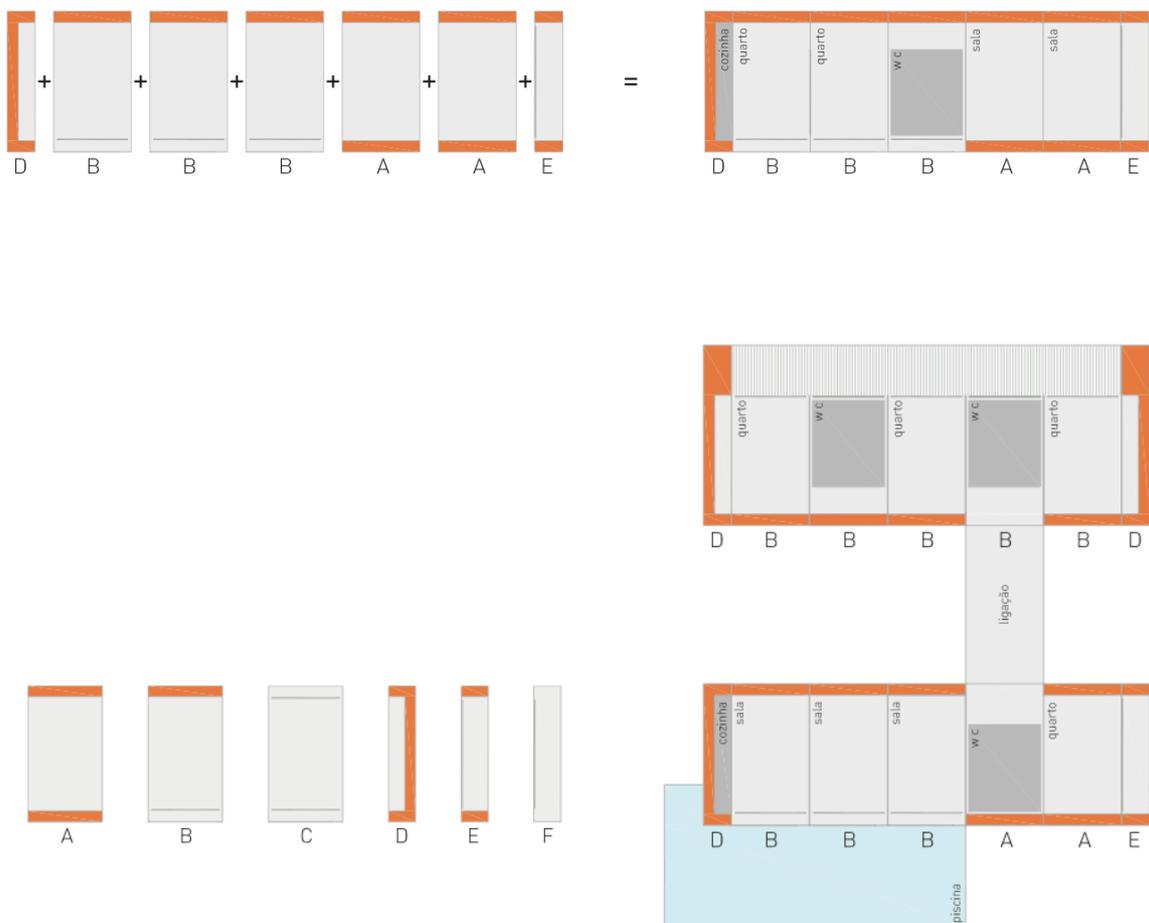


fig. 09 | Modular System. Esquema individual dos módulos e sua conjugação numa habitação. Este conceito insere-se no sistema pré-fabricado de módulos volumétricos, que permitem alguma variação pela conjugação dos diferentes módulos.



fig. 10 | Modular System. Vista de uma das possíveis configurações.

ao modelo T da Ford. Não haveria qualquer interesse nessa situação. Quanto à indústria da construção, argumenta que esta situação não ocorre já que a vida útil de um edifício é tão ampla que existe sempre um elo de ligação com o passado:

*“(...) the life of the product [edifício] is so long that the ‘missing link’ can almost always be found, so that ancient modes of construction constantly beckon from the past”.*⁸⁷

É exactamente numa tentativa de quebra com a forma de construir do passado, emulando claramente a indústria automóvel, que também neste ponto começamos a assistir ao reinventar de soluções para o problema da materialização do “objecto” arquitectónico. Assim, aplicando à sua produção arquitectónica “*as técnicas típicas do design industrial*”⁸⁸, a Modular System apresenta-se como um sistema pré-fabricado de módulos volumétricos em madeira, da autoria dos arquitectos Alexandre Silva e Miguel Sousa. Esta dupla de arquitectos da Arquiporto, desenvolveu um conceito de edifícios baseados na conjugação de um sistema construtivo em madeira com um conceito espacial de agregação de módulos multifunções, produzidos “*como um processo industrial para a realização de um carro*”.⁸⁹ Apesar das habitações terem uma base comum (o módulo), o sistema desenvolvido possibilita múltiplas soluções:

*“Concebidas para serem facilmente transportadas e rapidamente construídas, as casas modular system inspiram-se na filosofia de desenho de arquitectos do Movimento Moderno tais como Mies van Der Rohe, Craig Ellwood, Richard Neutra, Charles Eames e no trabalho de pesquisa técnica do arquitecto francês Jean Prouvé. Têm ainda presente a tradição da arquitectura vernacular, bem como a pesquisa arquitectónica dos anos 30 que criou o conceito do “Existenz Minimum”, o qual baseava a sua investigação em parâmetros comensuráveis mínimos – a casa mínima – para garantir um nível de habitabilidade e conforto aceitável”.*⁹⁰

Este é um exemplo da relação da arquitectura com a indústria numa tentativa de quebrar com o modelo de construção tradicional, tentando por sua vez aproximar-se da sociedade pela promoção de uma arquitectura mais económica. Embora susceptível de críticas no que toca à relação com o lugar, a seriação que este sistema introduz é de facto uma aproximação à indústria automóvel, ainda que esta traga também consigo consequências negativas no que toca à própria identidade da arquitectura pondo em causa a sua unicidade. Face a esta situação, coloca-se a questão da necessidade desta seriação, ou seja, se utilização de um processo industrial baseado na repetição é viável em termos arquitectónicos e necessário enquanto processo construtivo?

87 PAWLEY, Martin - *Theory and design in the second machine age*, 1990. p. 60.

88 SILVA, Alexandre; SOUSA, Miguel - *Modular System*, *Arquitectura Ibérica* nº 22, 2007. p. 082.

89 *Ibidem*.

90 *Ibidem*.

*“Lesser architects assert that they create. Great architects believe they discover”.*⁹¹

Capítulo

4

Em que difere a Arquitectura e sua materialização?

Para responder à questão formulada e que dá nome a este capítulo, é necessário perceber a relação entre Arquitectura e construção, para posteriormente indagar sobre as suas peculiaridades. Nesta perspectiva, cita-se a definição Corbusiana sobre Arquitectura:

*“Architecture is not building. Architecture is that cast of synthetical thought in response to which the multiple elements of architecture are led synchronically to express a purpose.”*⁹²

De facto, Arquitectura é a “expressão de um propósito”, mas essa expressão é também física, pois sem a materialidade, temos apenas o propósito. Esta “expressão do propósito” adquire “estatuto” de Arquitectura quando é materializada, subjugada aos elementos físicos que “petrificam” o espaço. A Arquitectura intervém essencialmente sobre o espaço, este é o seu domínio. *“Porque o espaço, se não pode determinar por si só a apreciação sobre o valor lírico, exprime, contudo, todos os factores que intervêm na arquitectura, as tendências sentimentais, morais, sociais e intelectuais, e representa por isso aquele momento analítico da arquitectura que é matéria da história. O espaço está para a arquitectura concebida como arte, como a literatura está para a poesia; constitui sua prosa e lhe dá caracterização. Para falar em termos de crítica formalista, é objecto dos símbolos visuais mais adequados, mais ajustados à arquitectura. Principalmente porque no espaço coincidem vida e cultura, interesses espirituais e responsabilidades sociais. Porque o espaço não é só cavidade vazia, ‘negação de solidez’: é vivo e positivo. Não é apenas um facto visual:*

⁹¹ HILLIER, Bill - *Space is the machine*, 2007. p. 341.

⁹² CORBUSIER, Le - *Architecture, the expression of the materials and methods of our times* [em linha], 1929. p.128.

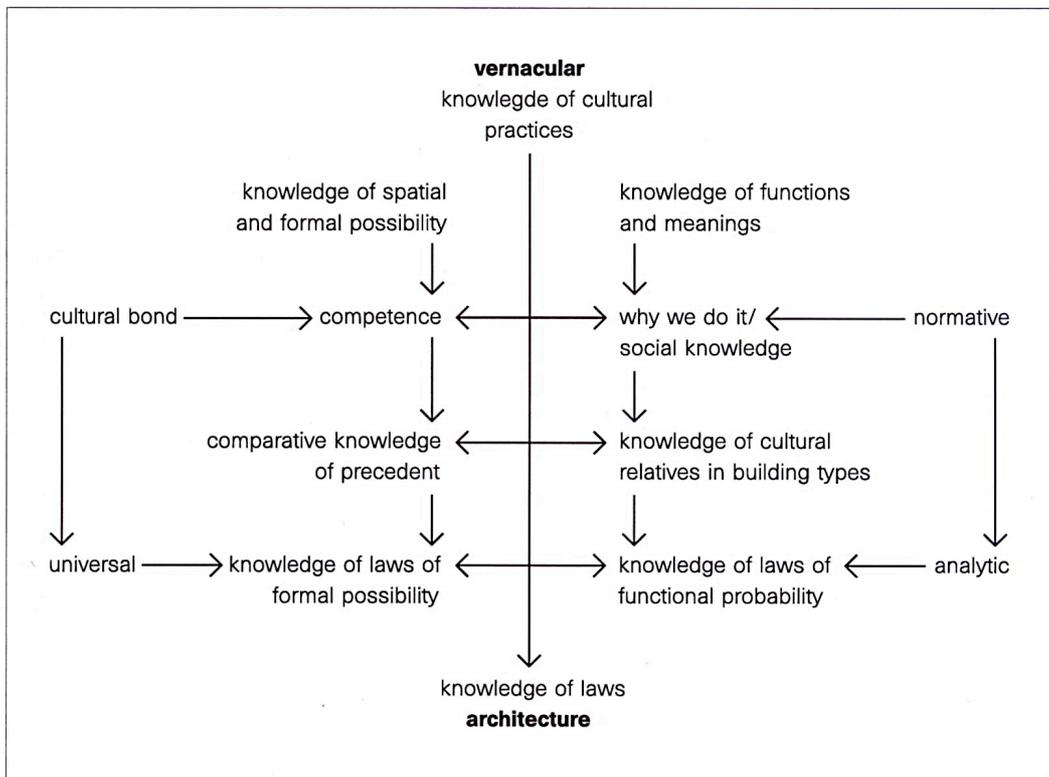


fig. 01 | Passagem de construção (vernacular) para arquitectura

*é, em todos os sentidos, e, sobretudo no sentido humano e integrado, uma realidade vivida.”*⁹³

Então, o espaço é também “matéria física”, tem materialidade. A arquitectura termina quando o espaço é construído e não apenas desenhado. Este é o motivo pelo qual a materialização é tão importante para a arquitectura. Sem essa materialização não temos espaço, logo, não temos arquitectura.

Também Bill Hillier teorizou sobre a definição de Arquitectura e sobre a sua distinção relativamente à edificação. No seu livro: “*Space is the machine*”, coloca a questão desta forma: “*What architecture adds to building?*”⁹⁴ Também aqui, como forma de resposta, é sugerida uma distinção entre Arquitectura e construção:

“What is architecture? One thing is clear: if the word is to serve a useful purpose we must be able to distinguish architecture from building. Since building is the more basic term, it follows that we must say in what sense architecture is more than building. The essence of our definition must say what architecture adds to building.

*The commonest ‘additive’ theory is that architecture adds art to building. In this analysis, building is an essentially practical and functional activity on to which architecture superimposes an artistic preoccupation which, while respecting the practical and functional, is restricted to neither. The extreme version of this view is that architecture is the addition to building of the practically useless and functionally unnecessary. The more common is that builders make buildings while architects add style.”*⁹⁵

Como acrescenta o autor, esta é uma definição superficial e comum, puramente aditiva, como se a arquitectura apenas acrescenta-se um estilo ou uma pele ao edifício. Nesta tentativa de definição, Hillier descreve uma linha de pensamento, na qual isola a arquitectura da construção, remetendo para a questão da arquitectura como “coisa” ou actividade, sendo possível assim apresentar a sua definição de Arquitectura:

*“As we proceed with our exploration of what architecture is and what it adds to building we will find that the inseparability of products and processes and of subject and objects is the essence of what architecture is. It is our intellectual expectations that it should be otherwise which are at fault. Architecture is at once product and process, at once attribute of things and attribute of activity, so that we actually see, or think we see, both when we see and name architecture.”*⁹⁶

93 ZEVI, Bruno - *Saber ver a arquitectura*, 1996. p. 200-217.

94 HILLIER, Bill - *Space is the machine*, 2007. p.10.

95 *Ibidem*.

96 *Ibidem*, p.13.

| Peculiarity | Process control problems | Process improvement problems | Structural solutions | Operational solutions for control | Operational solutions for improvement |
|-------------------------|---|---|--|--|---|
| One-of-a-kind | No prototype cycles Unsystematic client input Coordination of uncertain activities | One-of-a-kind processes do not repeat, thus long term improvement questionable | Minimize the one-of-a-kind content in the project | Upfront requirements analysis Set up artificial cycles Buffer uncertain tasks | Enhance flexibility of products and services to cover a wider variety of needs Accumulate feedback information from earlier projects |
| Site production | External uncertainties: weather etc. Internal uncertainties and complexities: flow inter-dependencies, changing layout, variability of productivity of manual work | Difficulty of transferring improvement across sites solely in procedures and skills | Minimize the activities on site in any material flow | Use enclosures etc. for eliminating external uncertainty Detailed and continuous planning Multi-skilled work teams | Enhance planning and risk analysis capability Systematized work procedures |
| Temporary organization | Internal uncertainties: exchange of information across organization borders (flow disconnects) | Difficulty of stimulating and accumulating improvement across organization borders | Minimize temporary organizational interfaces (interdependencies) | Team building during the project | Integrate flows through partnerships |
| Regulatory intervention | External uncertainty: approval delay | | | Compression of approval cycle Self-inspection | |

fig. 02 | Visão geral sobre os problemas associados às peculiaridades de construção e soluções correspondentes.

Fica claro então que arquitectura é ao mesmo tempo produto e processo, sujeito e objecto. Podemos então dizer, como lembra Corbusier, que arquitectura não é construção, mas a forma como construímos faz parte do processo arquitectónico. Para melhor perceber o domínio da construção, temos de perceber as particularidades inerentes ao acto de construir. O interesse desta reflexão reside na possibilidade de exponenciar o processo de materialização do “objecto” arquitectónico.

4.1 Peculiaridades

A actividade construtiva é já bastante antiga, contudo, especialmente depois da segunda guerra mundial, (*ver cap. 2*) começaram a surgir algumas iniciativas no sentido de perceber os problemas relacionados com o acto de construir e correspondentes soluções com vista ao seu aperfeiçoamento. Essas iniciativas culminaram numa mudança considerável do ponto de vista tecnológico com o desenvolvimento de novos materiais, novos equipamentos e com a pré-fabricação. Com estes desenvolvimentos, a “perícia” necessária à execução dos trabalhos construtivos decaiu, ao mesmo tempo que aumenta a pressão sobre os tempo de execução de obra. Ainda assim e em contraste com a maioria das outras industrias produtoras, a produção “artesanal” prevaleceu na industria da construção durante todo o século XX.⁹⁷

Devido às suas peculiaridades, a industria da construção é vista muitas vezes como uma “classe própria”, diferente da fabricação industrial. Segundo Lauri Koskela, estas peculiaridades são muitas vezes apresentadas como “razões” ou “desculpas” quanto à implementação dos procedimentos utilizados na produção industrial.

Koskela identifica quatro pontos essenciais nos quais a construção difere das restantes industrias:⁹⁸

1. Singularidade do produto - A singularidade de cada edifício é causada pelas diferentes necessidades e prioridades de cada cliente, pela peculiaridade de cada sítio e sua envolvente, e pela individualidade de cada arquitecto na concepção projectual. A construção de um edifício é assim considerada mais um protótipo sem antecedente, do que um produto em massa.

“This one-of-a-kind nature, which varies along a continuum, covers most often the overall form of the building or facility. The materials, components and skills needed are usually the same or similar. From the point of view of contractors and design offices, there is continuity and repetition: roughly similar projects and tasks recur. Thus, it has to be stressed that the problems associated with one-of-kindness affect only certain processes in any project. (...) The general problem in the production of one-of-a-kind buildings is that the configuration of the flows has to be specifically designed. There are activities in the flow that are difficult to control because of novelty. In one-of-a-kind tasks, figuring out the respective goals and constraints is

97 cf. KOSKELA, Lauri - *An exploration towards a production theory and its application to construction* [em linha], 2000. p. 126.

98 *Ibidem*, p. 44

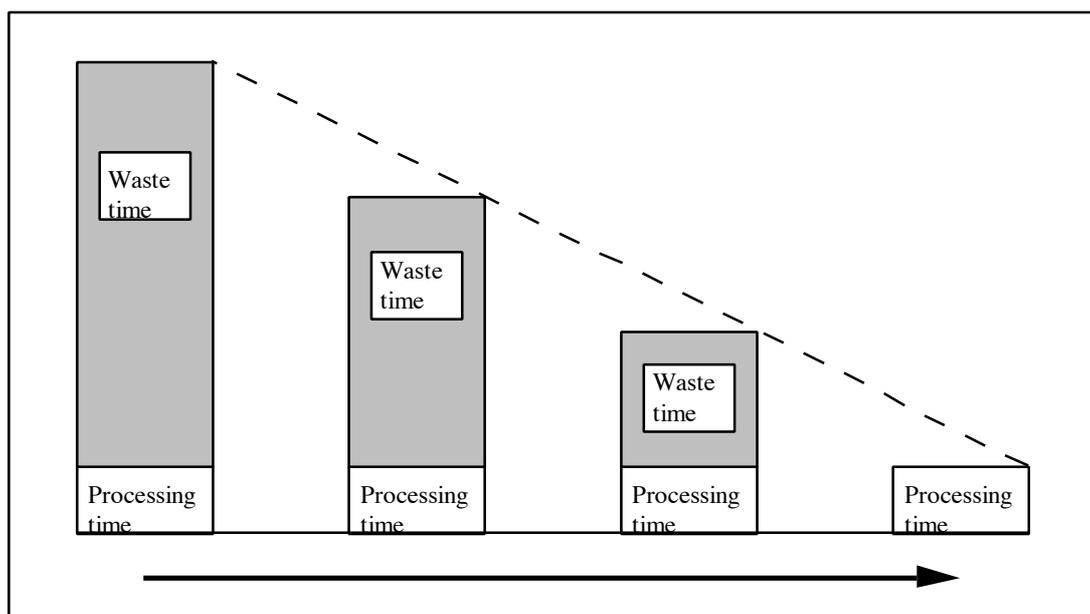


fig. 03 | Ciclo de compressão do tempo de produção, através da diminuição de actividades e processos que não acrescentam valor à produção magra (lean production).

error-prone and time-consuming; the benefits of learning and continuous improvement are not at hand. Also, the coordination of the project is hampered by duration uncertainty and unknown characteristics of one-of-a-kind activities.”⁹⁹

2. O sítio de produção (lugar) - A construção é tipicamente executada no lugar em que o edifício é edificado (construção *in-situ*). Quanto a esta observação, Koskela levanta quatro questões, que dizem respeito à variabilidade, à complexidade, transparência e acompanhamento:

“Variability problems: There is usually little protection against elements or intrusion, rendering operations prone to interruptions. Permanent safety fixtures cannot be used in the evolving environment. Local material and labor input often has to be used, potentially adding to uncertainty. Other areas of uncertainty include site geology and additional environmental factors.

Complexity problems: The spatial flow of work stations (teams) has to be coordinated (in contrast to a factory, where only material flow through work stations is planned).

Transparency problem: The working environment is continuously evolving, making layout planning laborious. Due to the evolving environment, visual controls are difficult to implement.

Benchmarking problem: Site production is by nature decentralized production, with associated problems of transferring improvement.”¹⁰⁰

3. Multi-organização temporária - A construção de um edifício é normalmente executada por várias equipes ou organizações temporárias que confluem numa multi-organização que executa o edifício. Essas organizações temporárias, constituídas por pequenas empresas de áreas diferentes, agregam-se apenas temporariamente sem terem conhecimento prévio de todas as organizações que actuam na edificação. Segundo Koskela, esta situação levanta problemas de gestão dos recursos humanos, de comunicação e de transferência de conhecimento e de dados.

“However, these characteristics are often not caused by objective conditions, but rather are a result of managerial policy aimed at sequential execution and shopping out the various parts of the building at apparently lowest cost.”¹⁰¹

4. Intervenção das autoridades reguladoras - As soluções projectuais bem como as fases de construção, quer num projecto de arquitectura quer na obra, estão sujeitas a controlo e aprovação por parte das autoridades reguladoras.

“Authority intervention causes uncertainty and constraints to the process. Getting an approval for a design solution is often unpredictable. Checking by authorities during the construction process can cause

99 KOSKELA, Lauri - *An exploration towards a production theory and its application to construction* [em linha], 2000. p. 44-45.

100 *Ibidem*, p. 46.

101 *Ibidem*, p. 47.



Airplanes



Ships



Cars

INDUSTRIES WITH INTEGRATED COLLABORATION

fig. 04 | Exemplos de outras indústrias que adoptaram modelos de colaboração colectivos, reduzindo custos e ao mesmo tempo aumentando a qualidade.

delays. Codes may be barriers for innovation, if they rigidly require a procedure, rather than a performance."¹⁰²

Os problemas associados com estas peculiaridades da construção são bem conhecidos na prática. Koskela apresenta ainda algumas medidas para contrariar estas peculiaridades (ver fig. 02). Na sua perspectiva, estas peculiaridades tendem a diminuir o controlo e modernização pela não adição de valor ao produto final. Sumariamente, qualquer processo que não acrescente valor ao produto, deve ser eliminado ou minimizado. Esta é uma perspectiva importante da chamada "*Lean production*", ou traduzindo à letra, produção magra, e faz referência também à visão tecnocrática de Fuller (ver cap. 1.2)

"Construction peculiarities cannot serve as an excuse for neglect of process improvement.

Theoretically, the causes for the chronic problems in construction are clarified by pinpointing the generic process problems from which they originate. The problems of construction fall into two different clusters of causes. The first is the application of traditional design, production and organization concepts, which in the course of time have become inefficient. Secondly, construction has peculiarities which have not been adequately handled. These issues necessitate special consideration in regard to avoiding or alleviating their detrimental impact on process control and improvement."¹⁰³

4.2 Prática Profissional

Koskela identifica ainda o que considera ser um dos principais problemas relacionados com a falta de produtividade na indústria da construção: a falta de liderança e responsabilidade pela totalidade do projecto. Caracteriza a situação actual como sendo de "controlo segmentado" em vez de um controlo unificado:

"In the conventional approach, parts of a flow process are controlled rather than the whole. More often than not, the reason for this is the hierarchical organization.

Control in a hierarchical organization focuses on an organizational unit or a task, the costs of which are to be minimized. This leads to maximization of utilization rates and to large batches. This mode of control is characterized by both accumulation of work-in-process between units or operations and disruptions due to material or information shortages. The situation is further aggravated by specialization which leads to an increase in the number of units or tasks."¹⁰⁴

Esta observação levanta a questão da prática profissional do arquitecto, já que é este que concebe e define o "objecto" arquitectónico. Uma vez que cabe ao arquitecto conceber e definir o espaço arquitectónico

102 KOSKELA, Lauri - *An exploration towards a production theory and its application to construction* [em linha], 2000. p. 48.

103 *Ibidem*, p. 49-50.

104 *Ibidem*, p. 32.

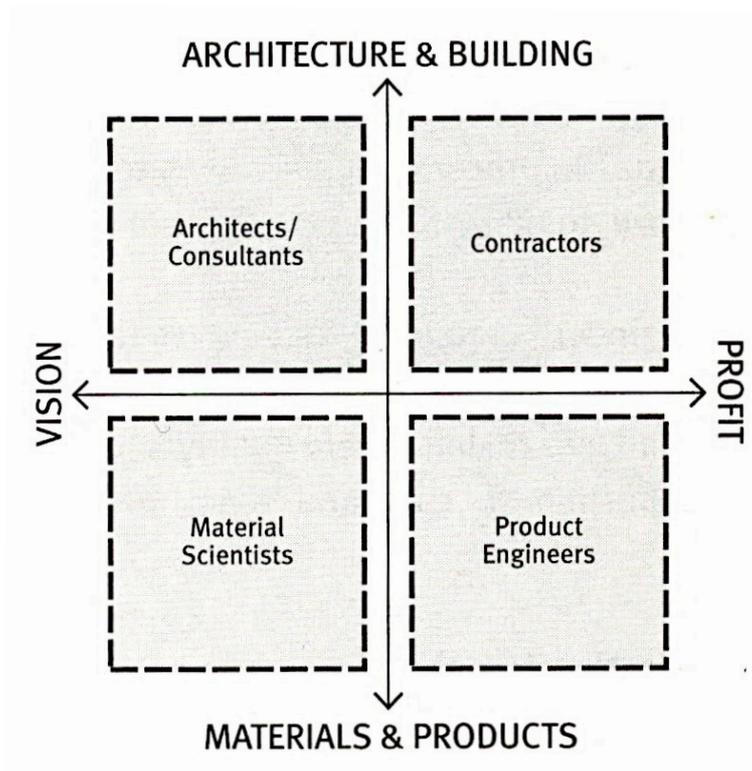


fig. 05 | Estratificação e segregação entre disciplinas, desaproveitando a inteligência colectiva pela diminuta interacção.

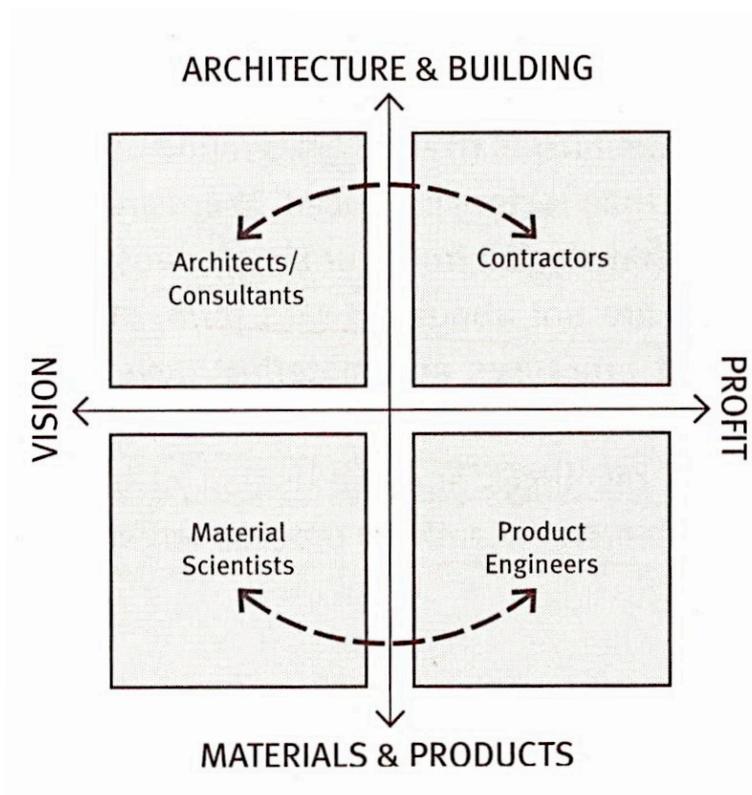


fig. 06 | Comunicação hierarquizada e limitada entre disciplinas, baseando-se num contacto bi-direccional em que uma parte é contratada pela outra para desenvolver uma determinada actividade ou serviço.

e, como vimos no início deste capítulo, este está intimamente ligada com o “objecto” material, levanta-se a questão do arquitecto como o responsável pela totalidade do projecto, ou seja, do produto e processo, sujeito e objecto. Esta observação faz ainda mais sentido numa abordagem industrial ao problema da materialização do referido “objecto” arquitectónico.

Também Martin Pawley adverte para esta situação, ao referir que, com a complexidade dos projectos de arquitectura, este processo está a cair nas mãos de uma nova disciplina a que chama “project management” (gestão projectual). Salienta que os arquitectos estão a abdicar de um dos seus grandes privilégios: o da especificação, já que não assumem a totalidade da responsabilidade projectual. Compara ainda este privilégio profissional com a medicina, no qual os médicos detêm a função de especificar qual o tipo de medicamento a administrar a cada paciente. Caracteriza esta posição como sendo uma função intrínseca ao arquitecto, no qual este decide que tipo de material e componentes a utilizar em cada projecto. Vai ainda mais longe ao afirmar que esta é também uma questão cultural que fomenta a arquitectura:

“Architects retain one important power, and that is the power of specification. The architect effectively decides, even if he no longer designs it himself, who is going to receive the £15 million order for the steelwork or the £7 million order for the curtain walling. This role as selector of materials and components is now the core of the status of the architect in the construction industry. It ensures that a steady supply of components and materials advertising is directed towards architects; and that advertising in its turn supports the culture of architecture that it kept alive in books, architectural magazines, newspapers and television programmes. Even if architects have ceased to design buildings from the inside out in the Modern sense, as long as they continue to choose key components and finishes they will remain in effect ‘licensed specifiers’, with powers and responsibilities similar to those of doctors of medicine who prescribe drugs. As a replacement for the carrière ouverte aux talents of their ancient art, this might appear a dismal bureaucratic fate, but it is compatible with what we know of the evolving pattern of construction in the future.”¹⁰⁵

Esta posição também se encontra espelhada em outros autores que defendem a actuação do arquitecto como mestre construtor. Argumentam que esta ideia tem a sua origem com a própria arquitectura já que, na sua essência, durante séculos, ser arquitecto seria também ser construtor. Durante muito tempo, a actividade do arquitecto não se restringiu apenas ao domínio do espaço. A sua esfera de acção também abrangia a própria construção do edifício que desenhava. O conhecimento e domínio das técnicas construtivas estava implícito na produção arquitectónica. Desenhar um edifício significava também reflectir sobre a forma com este seria materializado. Dito desta forma, parece que não existe qualquer diferença entre a prática profissional actual do arquitecto e o seu antecessor. A grande diferença reside na informação. O Mestre Construtor¹⁰⁶ da idade média (posição que adquiria através da elevação a mestre entre os pedreiros) não dispunha de métodos eficientes de informação e subsequente comunicação da sua concepção de um determinado edifício.

¹⁰⁵ PAWLEY, Martin - *Theory and design in the second machine age*. 1990. p. 5.

¹⁰⁶ Tradução do inglês de “master builder”. Pode ser também traduzido por “mestre-de-obras”.

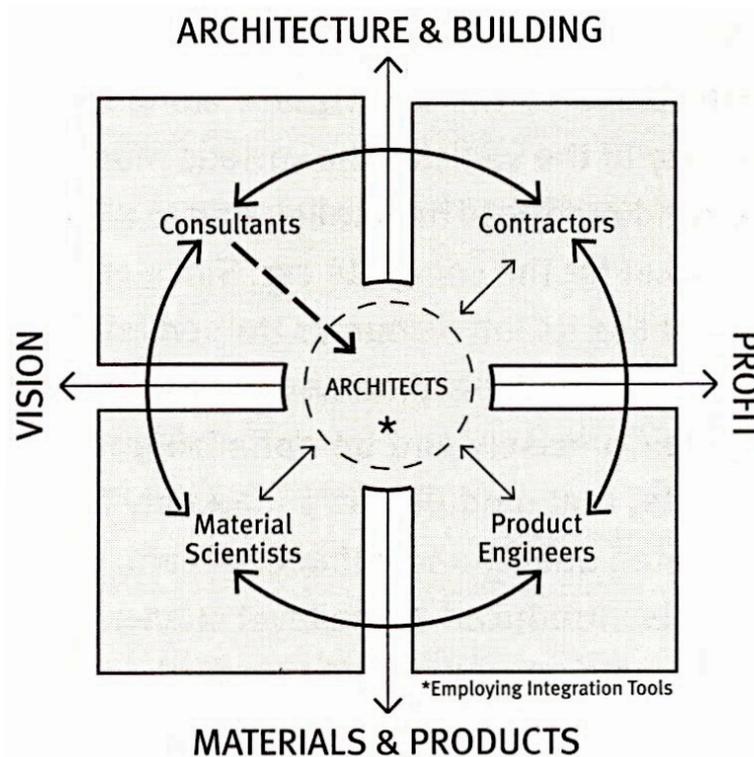


fig. 07 | Arquitecto como mestre construtor (ou controlador), em contacto directo com todas as disciplinas, utilizando a inteligência colectiva no sentido de manter um equilíbrio entre a visão e o lucro. O arquitecto, ou elemento controlador, dispõe hoje de tecnologias de informação que permitem manter uma ligação imediata a qualquer uma das diferentes disciplinas.

Este encontrava-se quase constantemente em contacto com o artesão que operava na construção do edifício. Esta profissão que deu origem ao arquitecto de hoje, não sobreviveu às mudanças culturais, sociais e económicas do renascimento, mais propriamente a Leon Battista Alberti:

“Leon Battista Alberti wrote that architecture was separate from construction, differentiating architects and artists from master builders and craftsmen by their superior intellectual training. The theory was to provide the essence of architecture, and not the practical knowledge of construction.

Paradoxically, the history of architecture’s disassociation from building started in the late Renaissance with one of its most celebrated inventions - the use of perspective representation and orthographic drawings as a medium of communicating the information about buildings.”¹⁰⁷

Kolarevic fala nesta desassociação entre a arquitectura e a construção que se fez notar ainda mais no século XIX com o aparecimento do engenheiro civil e do empreiteiro. Fala também no “papel” do projecto do arquitecto, que ganha relevância financeira ao ser aceite como contracto:

“The relationship between an architect (as a designer of a building) and a general contractor (as an executor of the design) become solely financial, leading to what was to become, and remain to this day, an adversarial, highly legalistic and rigidly codified process. It is the biggest obstacle to change today.”¹⁰⁸

No século XX, com a crescente complexidade de materiais, tecnologias e processos construtivos, vem também a crescente especialização, fazendo surgir a figura do consultor. Ao mesmo tempo, dá-se igualmente um decréscimo do tempo médio gasto na elaboração do projecto e da construção. O culminar deste acumular de situações e com o aumento da complexidade dos projectos arquitectónicos, o arquitecto tem necessidade de limitar a sua responsabilidade:

“While the legal definition of their role was becoming progressively more defined, architects were, at the same time, increasingly losing control and the decision-making power over the building process, thereby formally dissolving the authority they once had and knowingly disassociating themselves from the rest of the building industry.”¹⁰⁹

Esta ideia do arquitecto construtor não é apenas defendida por Kolarevic. Este reserva-lhe tal importância que, no seu livro: *Architecture in the digital age*, apresenta um capítulo reservado à discussão deste

107 KOLAREVIC, Branko - *Architecture in the digital age*., 2003. p. 57.

108 *Ibidem*, p. 58.

109 *Ibidem*.

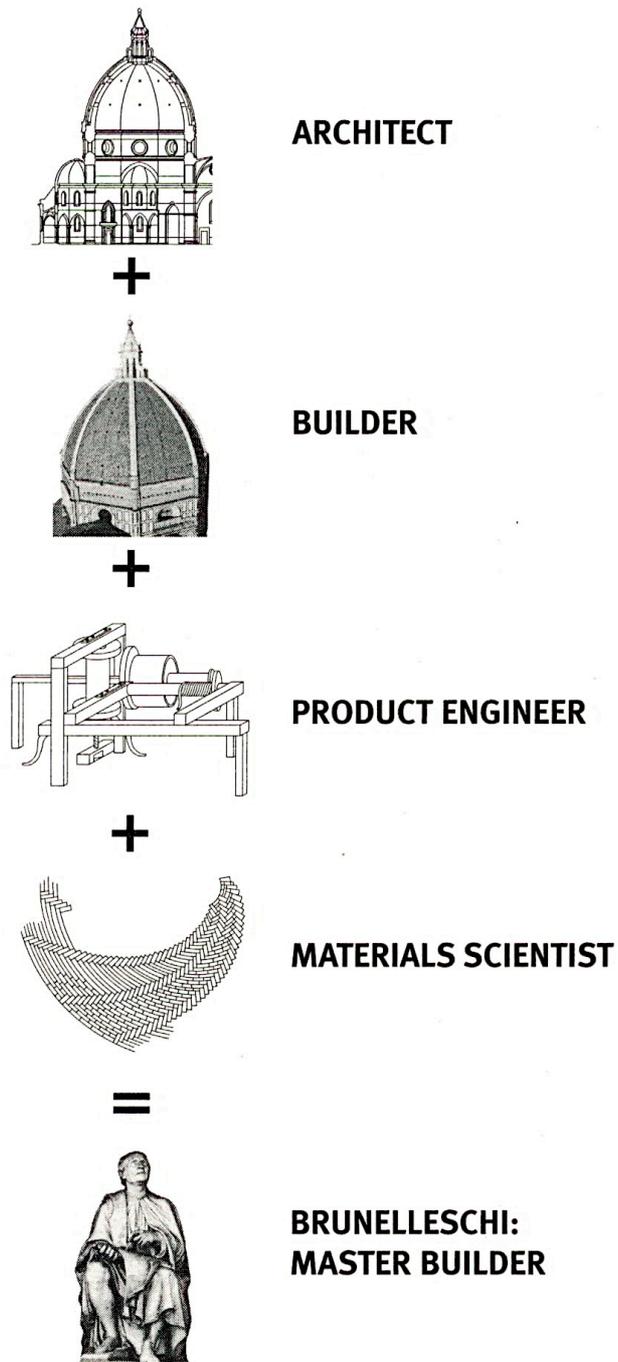


fig. 08 | Filippo Brunelleschi, a figura do arquitecto construtor que integrou várias disciplinas na construção da Cúpula de Santa Maria del Fiore, em 1434.

assunto, no qual contribuem vários arquitectos entre os quais William Mitchell, que foca esta questão referindo-a como “responsabilidade profissional” e que deve ser discutida também no meio académico:

*“Then there is a question about risks. Architects have spent a long time backing away from liability and backed themselves into smaller and smaller corners in the process. This is very different from the way other professionals have behaved in the twenty-first century and the twentieth century, where you say you try to develop your competence to the point where you can take more risks. That is what defines you as a professional - the ability to move into situations where you can confidently deal with the risk factors that are involved. I really think this is what architects have to do - get away from this position of constantly backing away from liability and develop enough competence to responsibly manage risks in situations of high innovation and high uncertainty. That is what real professions do. I think it means a change in the way we think about education. It means a change in general professional attitude. I think is very fundamental.”*¹¹⁰

Também Walter Gropius alerta para a posição do arquitecto no centro da “produção construtiva”. *“Nas grandes épocas do passado, o arquitecto era o ‘Mestre dos Ofícios’ ou ‘Mestre Construtor’ que desenvolvia papel predominante dentro do processo de produção do seu tempo. Mas com a modificação, do artesanato para a indústria, ele não ocupa mais esta posição.”*¹¹¹ De facto, o arquitecto não é considerado um elemento fundamental na construção, particularmente em Portugal. Para fundamentar esta afirmação, lembre-se a quantidade de construções existentes que ainda hoje são erigidas sem a “presença” do arquitecto. Esta situação acontece já que *“O cliente particular médio parece considerar-nos como elementos de uma profissão de luxo, que poderá chamar para consulta se existir verba disponível para embelezamento. Não parece olhar para nós como se fossemos indispensáveis ao esforço de construção, como o são o construtor e o engenheiro.”*¹¹² Esta não é só uma questão construtiva, é também uma questão económica. O cliente muitas vezes não compreende a função do arquitecto, e este também não tem sabido esclarecer o problema. O arquitecto tem de se *“aproximar mais uma vez da produção construtiva. Se ele constituir, com o engenheiro, o homem da ciência, o construtor, uma equipe estreitamente colaborante, então o projecto, a construção e a economia poderão voltar a ser uma entidade só: fusão de arte, ciência e negócio.”*¹¹³

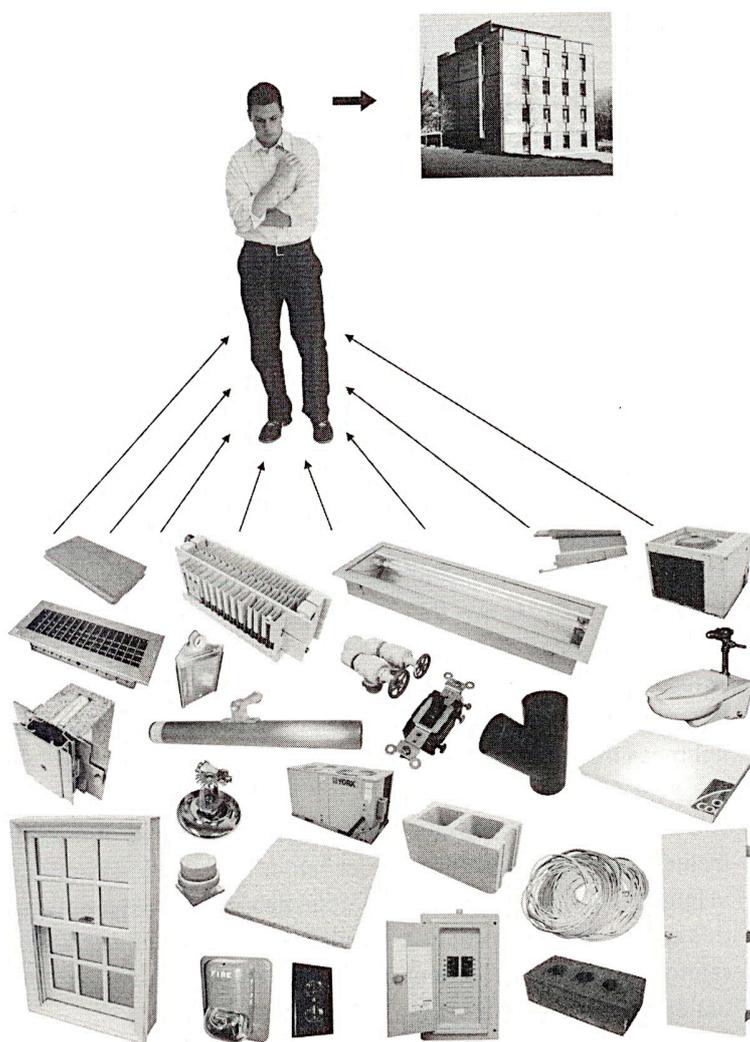
Esta figura do arquitecto nas grandes épocas do passado, a que Gropius chama de “Mestre dos Ofícios”, remete-nos a Filippo Brunelleschi. Este arquitecto, construtor, engenheiro e ainda cientista, teve a seu cargo a responsabilidade da construção da cúpula de Santa Maria del Fiore em Florença. Este feito ainda hoje é lembrado como um ícone da arquitectura. Esta figura incontornável é relembrada e relacionada com a

110 KOLAREVIC, Branko - *Architecture in the digital age*, 2003. p. 66.

111 GROPIUS, Walter - O arquitecto na sociedade industrial. *Binário* 1, 1958. p. 3.

112 *Ibidem*.

113 *Ibidem*.



MASTER CONTROLLER

fig. 09 | Actualmente existe uma enorme variedade de materiais e também um novo conhecimento de processos construtivos. Esta variedade gera complexidade que deve encontrar resposta no arquitecto. A informação e o controlo são termos fundamentais. Existe hoje tecnologia capaz de agilizar este processo, confiando ao arquitecto a supervisão de todo o processo construtivo.

questão do mestre construtor por Stephen Kieran e James Timberlake. Esta dupla defende que o arquitecto contemporâneo deve integrar também outras disciplinas na arquitectura, como a engenharia, a construção e a ciência. Argumentam que esta integração de que falam não deve ser académica, deve ser tecnológica. Esta deve ser vista como o elemento agregador, fazendo confluír as várias especialidades profissionais para o projecto, para que esta possa ser manipulada pelo arquitecto, dando assim continuidade ao que este abdicou desde o renascimento:

*“Lacking at the start of the twentieth century was the information needed to effect real change in the way we build. Tools to represent and transfer information instantly and completely are with us today. They allow connections among research, design, depiction, and making that have not existed since specialization began during the Renaissance.”*¹¹⁴

Esta necessidade de coordenação, colaboração e controlo presente na arquitectura, devido à sua multidisciplinaridade, complexidade e também à componente criativa que faz parte do processo arquitectónico, é por si só uma particularidade. Assim, a figura do mestre construtor apresenta-se como uma consequência desta particularidade. A sua particular importância reside exactamente na amplitude do seu campo de acção, já que este é transversal a todo o processo arquitectónico, desde a concepção à materialização.

Depois desta observação, questiona-se de que forma poderá a tecnologia tornar mais capaz a arquitectura? Será possível alavancar esta estreita colaboração entre todas as áreas envolvidas na construção, com o recurso à tecnologia?

114 KIERAN, Stephen; TIMBERLAKE, James - *Refabricating Architecture*, 2004. p. 23.

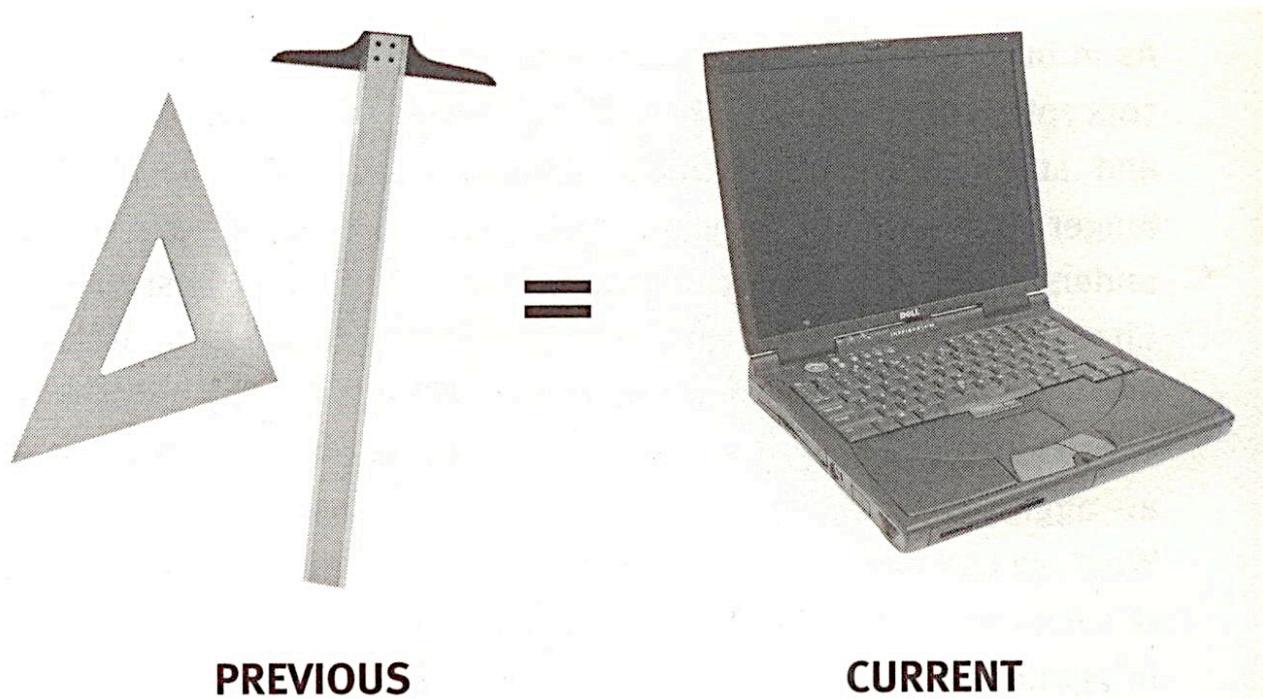


fig. 01 | Novas ferramentas, o mesmo modelo. A mudança da régua T e do esquadro para o computador foi apenas uma mudança de ferramenta. Continuamos a desenhar como se da régua e do esquadro se tratasse. As potencialidade da computação não estão a ser utilizadas na Arquitectura.

“The architect who proposes to run with technology knows now that he will be in fast company, and that, in order to keep up, he may have to emulate the Futurists and discard his whole cultural load, including the professional garments by which he is recognised as an architect. If, on the other hand, he decides not to do this, he may find that a technological culture has decided to go on without him.”¹¹⁵

Capítulo

5

A tecnologia é capacitadora?

Numa tentativa de resposta à pergunta formulada no ponto anterior, é necessário perceber, em primeiro lugar, o que é a tecnologia.

Etimologicamente, tecnologia deriva do grego em “tecno” (técnica) e “logia (estudo). Assim, pode dizer-se que tecnologia é um termo que envolve desde o conhecimento técnico e científico até às ferramentas, processos e materiais e/ou utilizados a partir de tal conhecimento.¹¹⁶

Uma das vertentes da tecnologia que importa referir, pela sua actual e ampla presença quer na arquitectura quer em qualquer outra actividade, é precisamente a tecnologia de informação. Esta vertente difere do termo generalista, exactamente pelo termo que adopta: A informação.

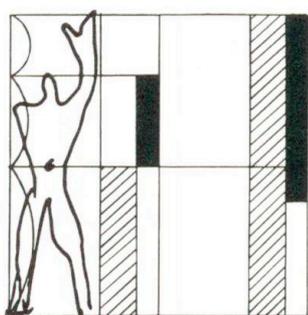
Voltando um pouco atrás, o termo que também se destaca na questão formulada no final do ponto anterior, é a colaboração. Neste sentido, importa perceber que estes dois termos, Informação e Colaboração, têm uma relação muito próxima, já que, a informação existe com o propósito de, além de informar, ser partilhada. De facto, colaboração em arquitectura é sinónimo de partilha, quer esta seja de ideias, de conhecimentos, ou mesmo de trabalho.

“The IT revolution is not about flashy gizmos but about information - and information is made to for sharing.”¹¹⁷

115 BANHAM, Reyner - *Theory and design in the first machine age*, 2001. p. 329-330.

116 "tecnologia" - *Dicionário Priberam da Língua Portuguesa* [em linha], 2010.

117 FAIRS, Marcus - *What's a computer for*, 2002. Citado por WOULDHUYSEN, James; ABLEY, Ian. - *Why is Construction so Backward?*, 2004. p. 222.



vs.



fig. 02 | O novo Modulo é a informação. A informação permite a gestão e o controlo sobre o “objecto” arquitectónico, quer seja na sua concepção, quer mesmo na sua execução.

5.1 Concepção

Uma das funções principais das TIs (tecnologias de informação) reside exactamente na simplificação da partilha e colaboração da informação. Por sua vez, esta é também uma das ferramentas fundamentais para promover o já referido conceito do arquitecto como construtor. Assim, se esta tecnologia está à disposição e é até actualmente utilizada pela grande maioria dos arquitectos, enraizada no processo de concepção através dos programas CAD (computer-Aided Design) e em geral pela utilização da computação, a questão que se deveria colocar aqui não diz respeito à capacitação da tecnologia, mas antes à razão para a sua negação.

Jon Pittman, um dos colaboradores no livro: *Architecture in the digital age*, expõe a sua opinião sobre a utilização da tecnologia, da seguinte maneira:

*“The key to integrating design and construction is through modeling and collaboration. And very closely tied to this next technological evolution is the potential for the architect to reemerge as a master builder. (...) How willing are design practices to disrupt their processes and try something new? it will be interesting to see whether the new generation of students that we have talked about will be able to shorten the lag because of their willingness to adopt technology more quickly.”*¹¹⁸

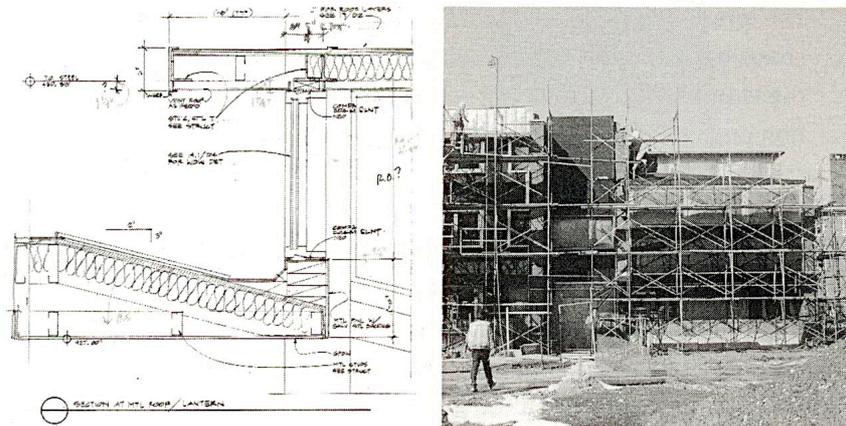
Encontramos o mesmo raciocínio, bem como a mesma conclusão, em vários outros autores. James Timberlake e Stephen Kieran defendem a utilização das TI através de um “sistema de gestão de informação”, apelidando este sistema de novo Modulor, numa clara associação ao sistema de proporções elaborado e utilizado por Corbusier. Esta relação tem o claro intuito de demonstrar a importância que atribuem à utilização das TIs.

*“The regulating lines of an information management system are the new modular. The development of this fully integrated web of tools to conceive and manage architecture will be the enabling structure, the new Modulor of this twenty-first century way of making. The results will not be sameness but differences. There will be no types.”*¹¹⁹

Advogam que a informação é essencial para promover a colaboração, a construção e a concepção. Mais importante ainda, reiteram a importância da informação como uma forma de nos “salvar” de uma produção reduzida a um conjunto de objectos tipo, numa clara alusão às ideias de standardização preconizadas por Corbusier e pelos seus “objects-type”. Defendem que o arquitecto deve levar esta ideia de colaboração tão longe quanto possível, dando exemplos práticos em questões tão simples como a necessidade de saber se um componente ou material foi mal aplicado ou mesmo para localizar um determinado componente ou

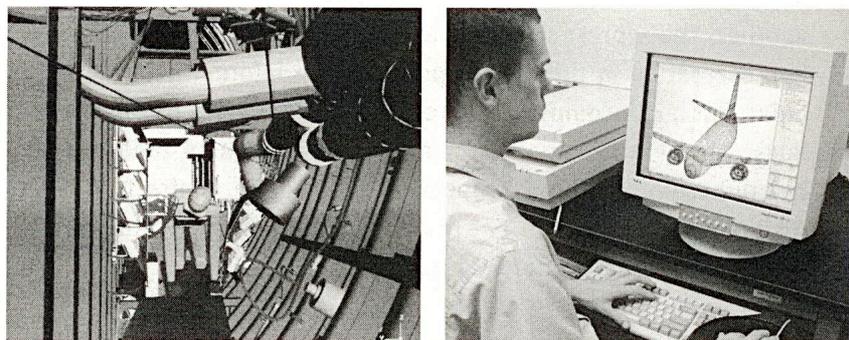
¹¹⁸ KOLAREVIC, Branko - *Architecture in the digital age*, 2003. p. 256.

¹¹⁹ KIERAN, Stephen; TIMBERLAKE, James - *Refabricating Architecture*, 2004. p. 23.



BUILDING (representation)

VS.



AIRCRAFT (simulation)

fig. 03 | Representação vs Simulação. A grande vantagem que a industria aeroespacial tem sobre a arquitectura advém da utilização de maquetes virtuais. Com estas maquetes é possível criar virtualmente a totalidade do que se pretende materializar, permitindo que seja testado o modelo antes deste ser materializado. Com esta ferramenta é possível diminuir os custos e o tempo de produção.

material que é necessário para a conclusão de um edifício, já que, a materialização da arquitectura é um acto de “caos organizado”.¹²⁰

*“The making of architecture is an act of organized chaos. This will not be a happy revelation to the buying public. If the real nature of the process were ever conveyed to the client, the architect’s reward for honesty would be a lack of work. Instead, the architect places before the client a diagram of organizational structure that is a powerfull marketing device to suggest that everything is under control.”*¹²¹

Como solução para este “caos organizado”, não referem apenas as ferramentas que as TI põem ao dispor do arquitecto e que estreitam a distância e promovem a colaboração. Propõem também a simulação de todo o modelo arquitectónico, através da utilização de chamado: Modelo de informação da Construção, em vez deste ser apenas representado.¹²² A diferença entre a representação e a simulação reside exactamente na informação e na colaboração:

“Representation is the art of defining one thing or person by use of another. The representation is a proxy, a stand-in for the original. Representation in production, provides the information needed to build, but it is incomplete, segregated, and prone to inconsistency. Basic planning information in architecture remains today largely two-dimensional. This is especially true at contractual level. Architecture relies upon flat projections to convey a construction: plans, sections, elevations, and details.

*By contrast to representation, simulation is a complete three-dimensional regulatory structure. Simulation makes possible the fragmentation of large artifacts, such as aircraft, into large, integrated components that can be fabricated anywhere in the world and brought together for final assembly. Simulation is seamless and makes segregation possible. It gives us a whole model, complete down to the level of individual parts. All parts are known. All joints and corners are depicted. All can be seen from any point of view. Factors that constrain their design are embedded in the information supplied with individual parts. The maker of each part and its whereabouts in the chain of fabrication are known.”*¹²³

A simulação de um edifício, através da utilização do BIM, é muitas vezes associado à imagem de um modelo tridimensional que serve apenas para captar gerar uma imagem de um determinado edifício. Embora esta questão do modelo tridimensional seja também importante como ferramenta de trabalho, o BIM não se limita apenas a esta funcionalidade. A sua verdadeira mais valia tecnológica é a informação, já que esta ferramenta é parte integrante das TIs, sendo ainda utilizado pela indústria metalomecânica e também pela

¹²⁰ KIERAN, Stephen; TIMBERLAKE, James - *Refabricating Architecture*, 2004. p. 51.

¹²¹ *Ibidem*, p. 53.

¹²² Modelo de informação da Construção - do inglês: Building Information Modeling (BIM)

¹²³ KIERAN, Stephen; TIMBERLAKE, James - *Refabricating Architecture*, 2004. p. 59.

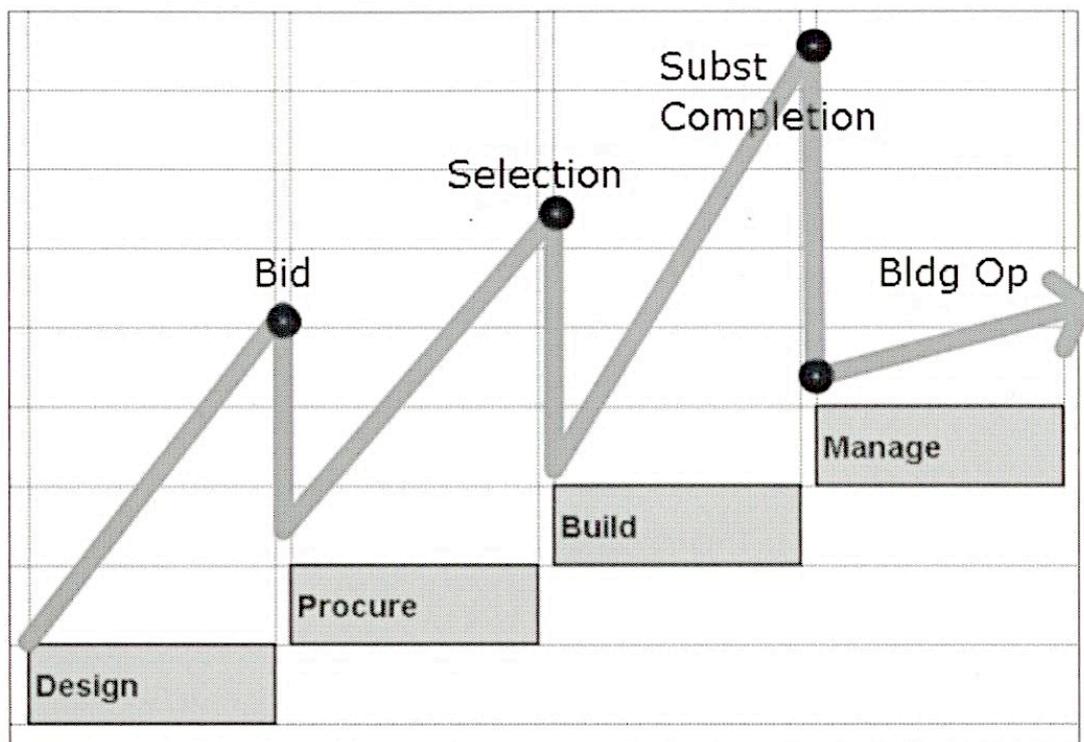


fig. 04 | Criação e perda de informação.

engenharia. Fundamentalmente, o BIM é um modelo que tem em conta as características que fazem parte da construção de um edifício e da concepção do seu projecto.

Jon Pittman clarifica a importância da utilização do BIM através da quantidade de informação (dados) construída sobre o modelo simulado:

“A model is to just a three-dimensional picture of geometry, but a rich representation of the building that contains all kinds of interesting and useful data.

To better understand how ‘modeling’ is used in this context, we will examine the building industry process -for we are now exploring how technology can impact the entire building lifecycle, not just the design phase but procuring, building and managing as well.

One might graph the amount of information understood about a building across the phases of design (ver fig. 04). In this graph , the horizontal axis is time and the vertical axis is the amount of information that is available about a building project. We start with no information and, over time, we build enormous quantities of information: schematic designs, options and alternatives, sketches, analysis, estimates. Much of the information is in digital format; much remains in the designer’s mind. What happens when we go to construct a building in the traditional process? All of that information gets smashed down, plotted out, and printed on dead trees. Turned into paper form, the rich digital design information is lost. As architects, we are afraid of risk and liability, so we do not want to pass all the information along to the contractor even though some of it may be very important.

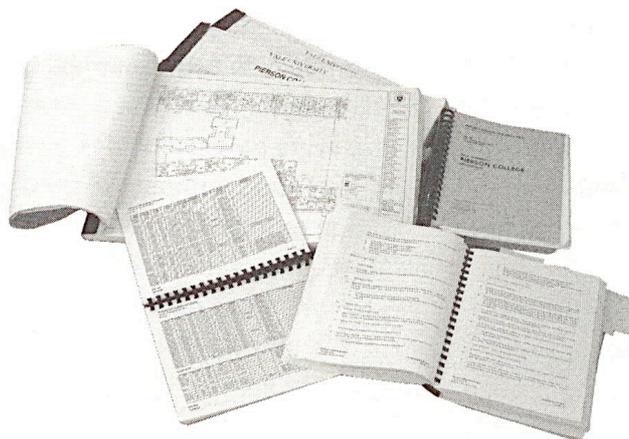
So what does the builder do? Well, the builder tries to analyse that information in order to reconstruct the architect’s intent. How much is the building going to cost? How should construction be sequenced? From whom should the construction team buy materials and components and subsystems? (...)

What is most important here is to realize that we are losing information throughout the entire building industry process. (...) Building information modeling, therefore, goes beyond form creation and image generation; it is the creation of digital assets - digital information that is actionable. A paper-based production drawing set does not provide much actionable information in itself; the value of the information lies in a human being’s ability to interpret it.”¹²⁴

Depois desta extensa observação sobre as possibilidades do BIM e da importância da informação, é interessante perceber que a colaboração é um termo fundamental neste processo de criação e partilha de dados, gerados e agrupados num único modelo.

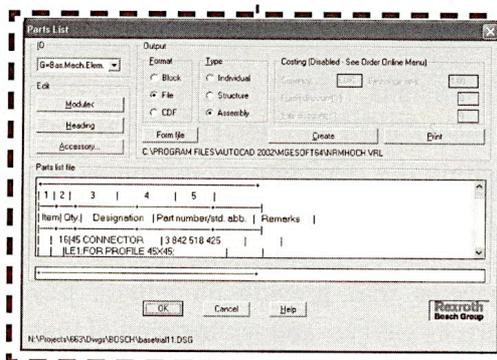
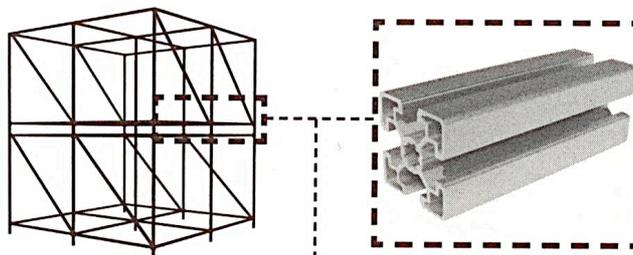
Embora esta questão pareça ser de imediata aceitação, actualmente a realidade é outra. A utilização do CAD em arquitectura tem sido pouco “construtiva” para o arquitecto. A arquitectura é uma área criativa, e como tal, a utilização de ferramentas CAD deveria ser utilizada nesse sentido, libertando o arquitecto das tarefas repetitivas e pouco produtivas e promovendo a criatividade e a colaboração no desenvolvimento do

124 KOLAREVIC, Branko - *Architecture in the digital age*, 2003. p. 256-257.



TRADITIONAL PAPER CHASE

VS.



VIRTUALLY EMBEDDED

fig. 05 | Documentação física vs Documentação virtual integrada. A utilização da ferramenta CAD na qual estão integradas bibliotecas de materiais permite que o arquitecto se liberte de tarefas repetitivas que não acrescentam valor à arquitectura.

“objecto” arquitectónico. Este é um dos objectivos deste tipo de tecnologia, já que não somos desenhadores mas sim arquitectos.

Esta crítica é sugerida por James Woudhuysen e Ian Abley, que consideram que o arquitecto não está a saber utilizar a ferramenta CAD, exactamente pelo seu redundante empenho em reinventar pormenores projectuais sem grande interesse. A colaboração, mais uma vez, é fundamental e é parte integrante quer da arquitectura, quer da tecnologia:

“If architecture became serious about manufacturing and IT, it would become more powerful.

Until that time architects will continue to console themselves with the idea that they are, if not powerful, then certainly creative. They will flatter themselves about - and continue to work cheaply on - the minority of culturally significant buildings that society wishes to lavish resources upon.

*Many rightly consider Computer Aided Design (CAD) a tool with which architects can and should work creatively with colleagues and other professional disciplines. **Many know that it would be easy to borrow or originate ideas from once source and collectively develop them, with the aid of IT, into built form.** Yet, the reality of teamworking in offices today reduces junior architects and, episodically, quite a few middleweights to the role of being ‘CAD monkeys’.*

*Instead of CAD living up to its promise of freeing users from stupid, repetitive tasks so that they can perform creative ones, hundreds of young architects, trained over a period of seven years, spend up to a decade of their careers as keyboard-and-mouse jockeys who constantly re-invent the most mundane items.”*¹²⁵

O argumento crítico baseia-se na repetição do trabalho que poderia ser evitado se este fosse “pedido emprestado” e posteriormente desenvolvido colectivamente. Embora também se entenda e rejeite a falta de aproveitamento criativo e intelectual que se verifica em muitos ateliers, ao menosprezarem os arquitectos em início de carreira oferecendo-lhes trabalho de um desenhador em vez de os envolverem activamente no trabalho criativo de arquitectura, o que ressalta aqui é o conceito de “pedir emprestado” para posterior desenvolvimento com recurso às TI’s, em prol da forma construída.

5.2 Materialização

Este conceito de “pedir emprestado” tem a sua expressão no inglês, denominado por: Technology Transfer. Cunhado pela primeira vez por Charles Kimball¹²⁶ em 1967, a sua definição refere-se ao processo pelo qual as técnicas e materiais desenvolvidos num determinado campo criativo, industrial ou cultural, são

¹²⁵ WOULDHUYSEN, James; ABLEY, Ian. - *Why is Construction so Backward?*, 2004. p. 221.

¹²⁶ Este termo é utilizado neste sentido pela primeira vez por Charles Kimball, presidente do *Midwest Research Institute*, no seu artigo “Technology Transfer”, publicado em *Applied Science and Technological Progress*, 1967.

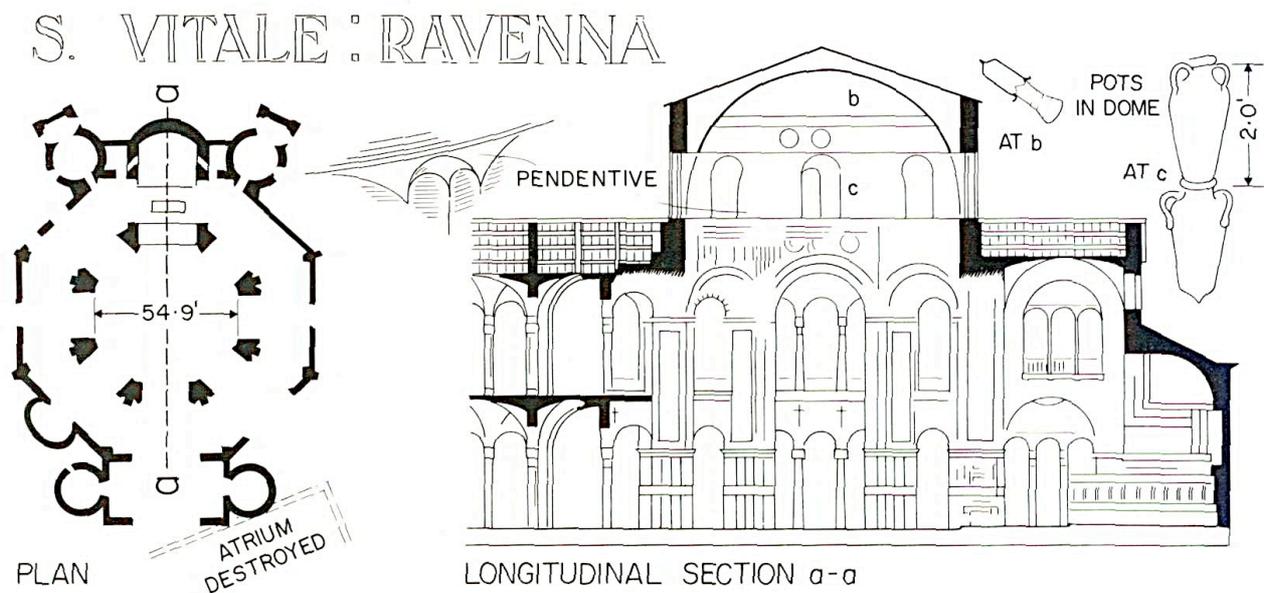


fig. 06 | Utilização de jarros de barro na cúpula de S. Vitale, em Ravenna, 547 DC. Solução económica que permitiu aligeirar a cúpula.

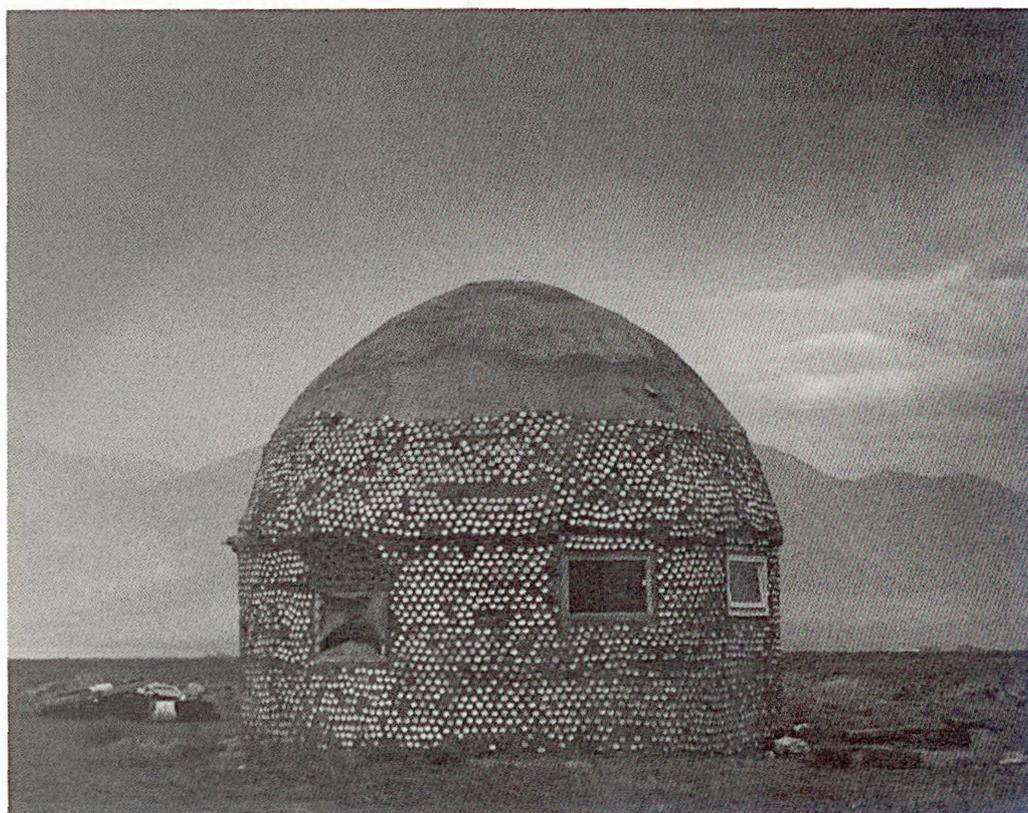


fig. 07 | Utilização de latas de bebida e argamassa no Novo México, por Michael Reynolds, 1977. Solução económica que permitiu aligeirar a construção.

adaptados para servirem num outro campo criativo, industrial ou cultural. Sumariamente, este termo representa uma sinergia de utilização de recursos.¹²⁷

*“Understood in this sense, the process has a rich but largely unexplored history that explains connections that are too often lost in anthologies of discovery and invention. (...) It exploits the research and development effort of the donor field in order to lighten the cost burden of the pre-production phase of the receptor field. Sometimes the transfer can be repeated, as in the development of lead alloy piping and later small-bore copper plumbing, from waterproof cable jacketing: a transfer that was repeated a generation later, when neoprene pipes and gaskets were also developed from neoprene cable jacketing.”*¹²⁸

Martin Pawley reconhece um enorme valor a este conceito, dedicando-lhe um capítulo inteiro no seu livro: *Theory and design in the second machine age*. Assim, depois de enunciar vários exemplos desta sinergia, desde os polímeros até aos painéis de isolamento com lã mineral, adverte para o facto deste conceito ser apenas periférico no que toca à arquitectura. A sua presença histórica remonta à passagem da ornamentação nos topos dos troncos de árvore para os capiteis das colunas em pedra ou mesmo da ornamentação em talha de madeira para a pedra. Um dos exemplos significativos que descreve remonta a 1500 anos atrás, à cúpula de San Vitale em Ravenna. Pawley destaca esta obra pela utilização de dois tipos de jarros de barro e argamassa, pela sua leveza e economia. Esta “transferência tecnológica” foi mais tarde adaptada no Novo México pelo arquitecto Michael Reynolds, que reutilizou latas de bebida e argamassa exactamente pelas mesmas questões de peso e de economia.¹²⁹

*“Though clearly a venerable process, technology transfer in building has never been treated as a significant phenomenon in its own right. Although it can be traced through the centuries of craft-construction until, with the explosion of invention that accompanied the Industrial Revolution, it begins to accelerate to an extraordinary dominance, there is no authoritative history of its progress. All we know is that the anecdotal examples of its occurrence suggest a quickening ave-motion in time with the growth of new materials technology.”*¹³⁰

A questão que Pawley coloca não diz respeito à negação da existência da “transferência de tecnologia” para a arquitectura, mas sim ao facto desta não ser reconhecida e valorizada como acontece em outras áreas de actividade. Reitera que a falta de reconhecimento impede a arquitectura de ser tão revolucionária como foi no período do movimento moderno com a utilização do aço, do vidro e do betão. Os próprios

127 PAWLEY, Martin - *Theory and design in the second machine age*, 1990, p. 140.

128 *Ibidem*.

129 *Ibidem*, p. 145-146.

130 *Ibidem*, p. 146.

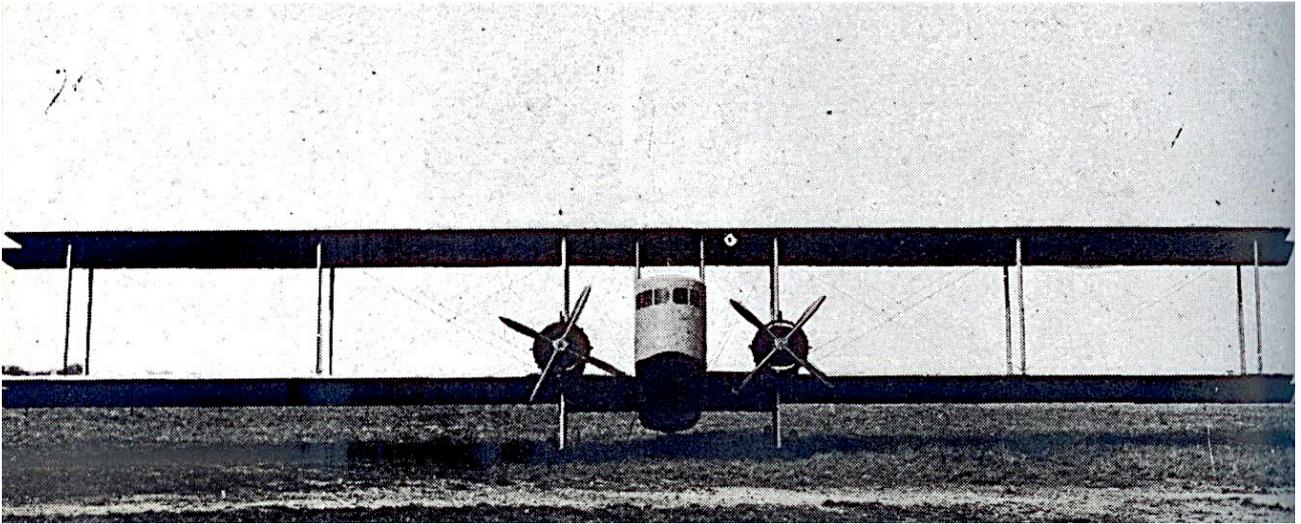


fig. 08 | Goliath Farman em “Vers une architecture”. Transferência tecnológica da relação entre a verticalidade e a horizontalidade.

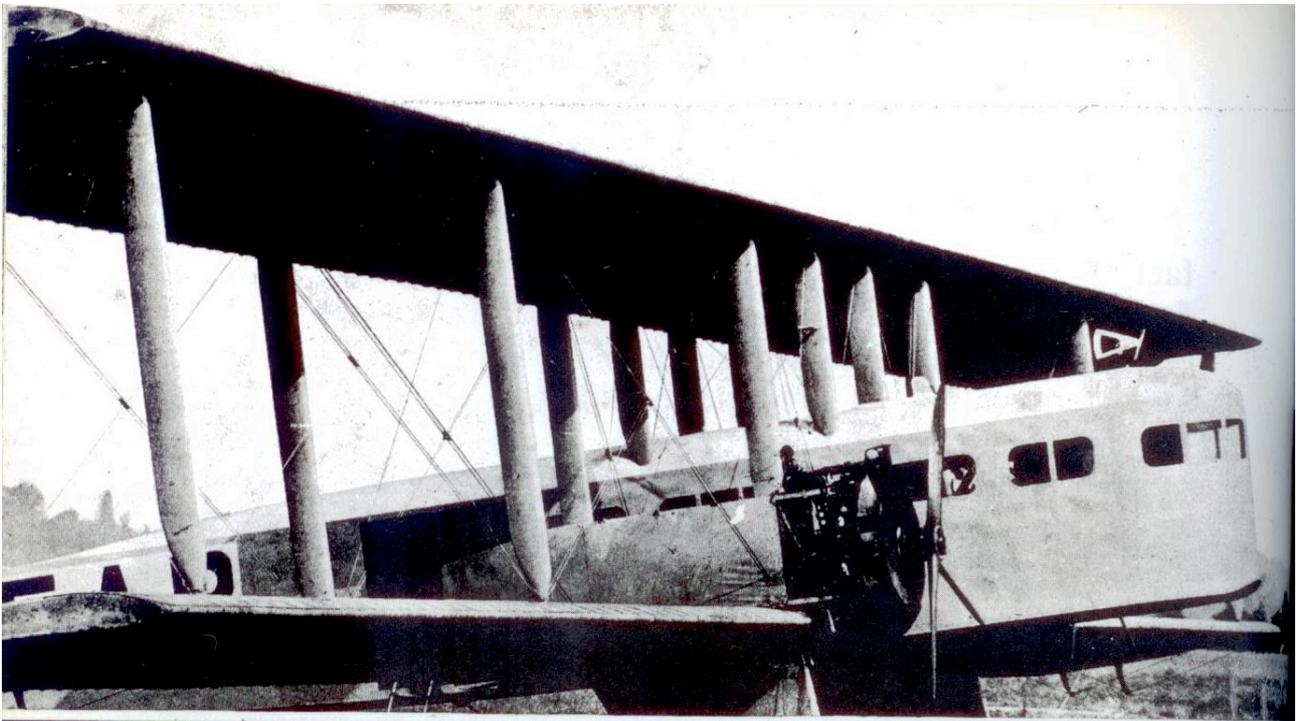


fig. 09 | Goliath Farman em “Vers une architecture”. Transferência tecnológica das escoras das asas para os pilotis.

percursores do movimento modernos falharam na aceitação desta questão, não na sua aplicação, mas no seu reconhecimento:

“For the generation of Le Corbusier, Walter Gropius, Mies van der Rohe and Richard Neutra, steel, glass and reinforced concrete were revolutionary new materials that cried out to be used in buildings as different from their brick, stone and timber predecessors as a motor car was different from a horse-drawn wagon. With varying degrees of single-mindedness these great architects spent their lives developing new ways to build using materials that they had appropriated from nineteenth-century engineering and industry.

*But when it transpired that steel, glass and reinforced concrete were merely the forerunners of high-strength alloys and composites grown from a science and technology leaping daily farther ahead, the ingenuity of their followers was overwhelmed. (...) Not only did the generation of 1914 ignore the crucial contribution of technology transfer to their own success, but the majority of them did not even think it was a matter of much importance. (...) Technology transfer gave the first generation of Modern architects their mastery; the refusal of the second generation to seek it out again meant that they died of want of invention in the midst of a technological avalanche.”*¹³¹

Os Modernos, ou a geração de 1914 como salienta Pawley, foram pioneiros não só na transferência tecnológica de materiais, utilizados em grande escala durante as duas grandes guerras, como também tornaram culturalmente aceitas as formas que foram “copiar” à engenharia. Desde os silos que aparecem em *Vers une architecture* até aos aviões e transatlânticos, são alguns exemplos desta “transferência tecnológica” que culminou num “nova estética”. Pawley vai ainda mais longe e relaciona os pilotis característicos das obras de Corbusier ao Golias Farman.

*“The repeated appearance of the Farman Goliath aeroplane in Vers une architecture is a case in point. Le Corbusier made no effort to employ the materials and methods of contemporary aircraft construction, but he did emulate the appearance of interplane struts seen obliquely - using them as pilotis - and the visual relationship of horizontals and verticals - as with wings and fuselage. The ability to see complex structures in this formal, unanalytical way was uniquely architectural.”*¹³²

A percepção deste conceito de “transferência tecnológica” ganha ainda mais credibilidade e importância se esta for acompanhada pelas TI's, promovendo a colaboração e informação, dentro e fora da arquitectura. No fundo, esta questão prende-se com a receptividade da arquitectura para a colaboração, e esta não acontece *per se*:

131 PAWLEY, Martin - *Theory and design in the second machine age*, 1990. p. 147-148.

132 *Ibidem*, p. 150.

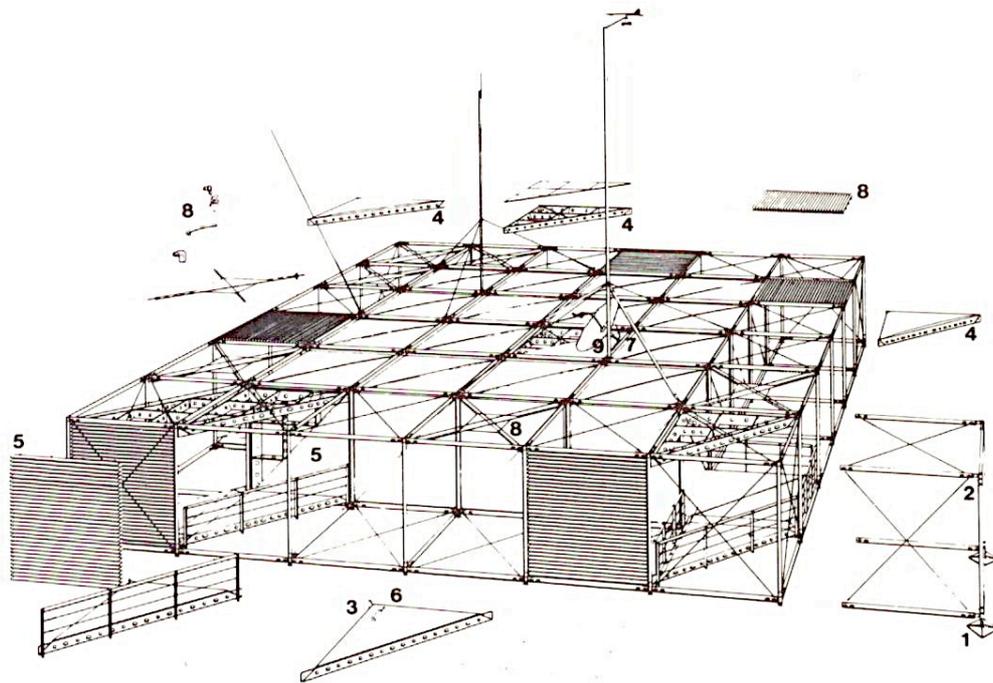


fig. 10 | Yach House de Richard Horden, 1984.

Legenda: (1) placas de fundação. (2) “wind frame”. (3) painel de pavimento. (4) painel de cobertura. (5) painel de revestimento de parede. (6) serviços. (7) vão livre. (8) tela e sombreamento. (9) acessórios.

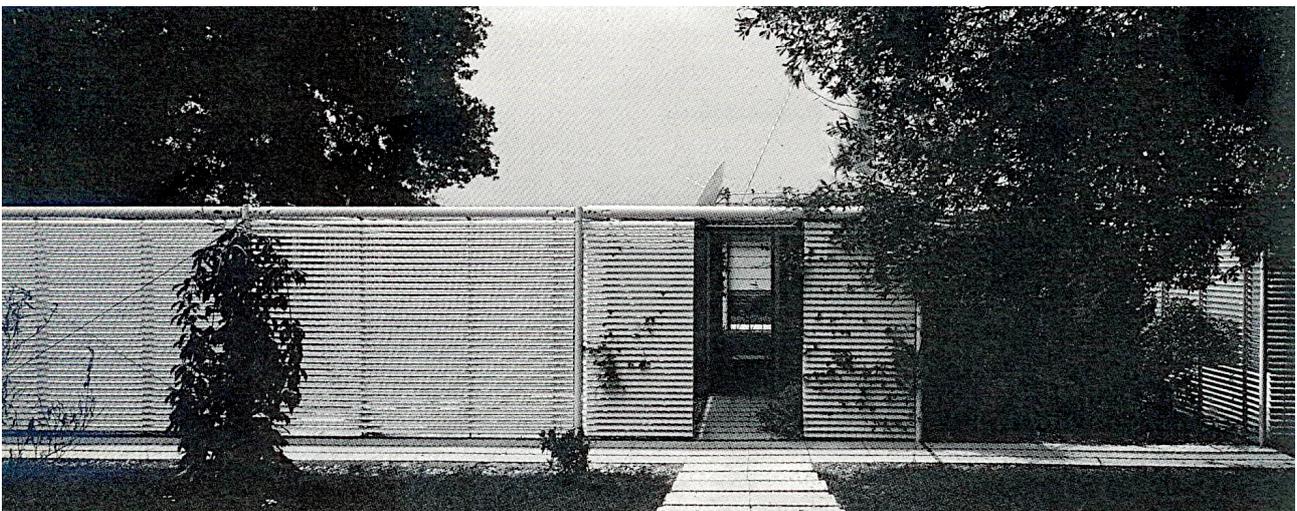


fig. 11 | Yach House de Richard Horden, 1984. Acesso principal.

*“Such an acceptance of technology transfer as an evolutionary directive is still in the future. Architects who successfully use technology transfer against the background of a confused and deceptive art-historical culture today, inevitably do so by compromise with the fine-art tradition”.*¹³³

Com esta afirmação, Pawley levanta a questão da verdadeira utilidade na pesquisa e introdução de tecnologias alheias à arquitectura, e se esta condiciona ou não a génese arquitectónica e artística. A resposta é também sugerida pelo mesmo, através do trabalho de Richard Horden e também o atelier Future Systems. Horden desenhou uma habitação em que, segundo Pawley, utilizou este conceito de “transferência tecnológica” para a construção da Yacht House. Como o nome indica, a tecnologia aplicada nesta obra proveio da indústria naval, através da utilização de materiais, métodos e estruturas, ao que chama de “wind-frame structure”.

*“Horden’s Yacht House alone shows, not only that architectural design developed from the central principle of multi-sourced industrial component combination is feasible, but that its results can even achieve a marginal cultural acceptability within a fine-art design tradition. With the Yacht House Horden has gone further than any living architect towards showing that a true architecture of technology transfer need be neither impoverished nor primitive”.*¹³⁴

Este é um exemplo arquitectónico que relaciona a própria arquitectura com a indústria, por via da tecnologia. Por outro lado, é interessante constatar que esta relação sempre existiu, na utilização de materiais que também são utilizados noutras indústrias, na utilização das TI’s que também serve outras indústrias, ou mesmo nas técnicas mais rudimentares. De facto, a habitação surge primeiro do que a grande maioria das indústrias actuais (se não mesmo a sua totalidade) e tem sido estas indústrias que têm sabido retirar muito do seu conhecimento junto da arquitectura e da construção (como são o exemplo das portas e janelas dos automóveis ou dos barcos). Mas a questão aqui não é essa. Não importa onde se vai retirar o conhecimento. O que realmente importa é a evolução que se consegue produzir com esse conhecimento, e nesta questão, Pawley entende que o facto de não reconhecermos importância a esta matéria, deixa o arquitecto em desvantagem na evolução e produção arquitectónica.

5.3 Arquitectura, Tecnologia, Industria

A relação entre a tecnologia e a indústria, ou a transferência tecnológica como lhe chama Pawley, está a mudar a forma como actualmente se concebem os produtos. Essa mudança tem sido tão radical que várias indústrias têm sabido aproveitar o termo de Pawley em benefício próprio e do consumidor. A esta evolução, Alvin Toffler deu o nome de Terceira vaga, que dá também o nome ao livro que edita em 1980. A data

¹³³ PAWLEY, Martin - *Theory and design in the second machine age*, 1990. p. 151-152.

¹³⁴ *Ibidem*, p. 153.

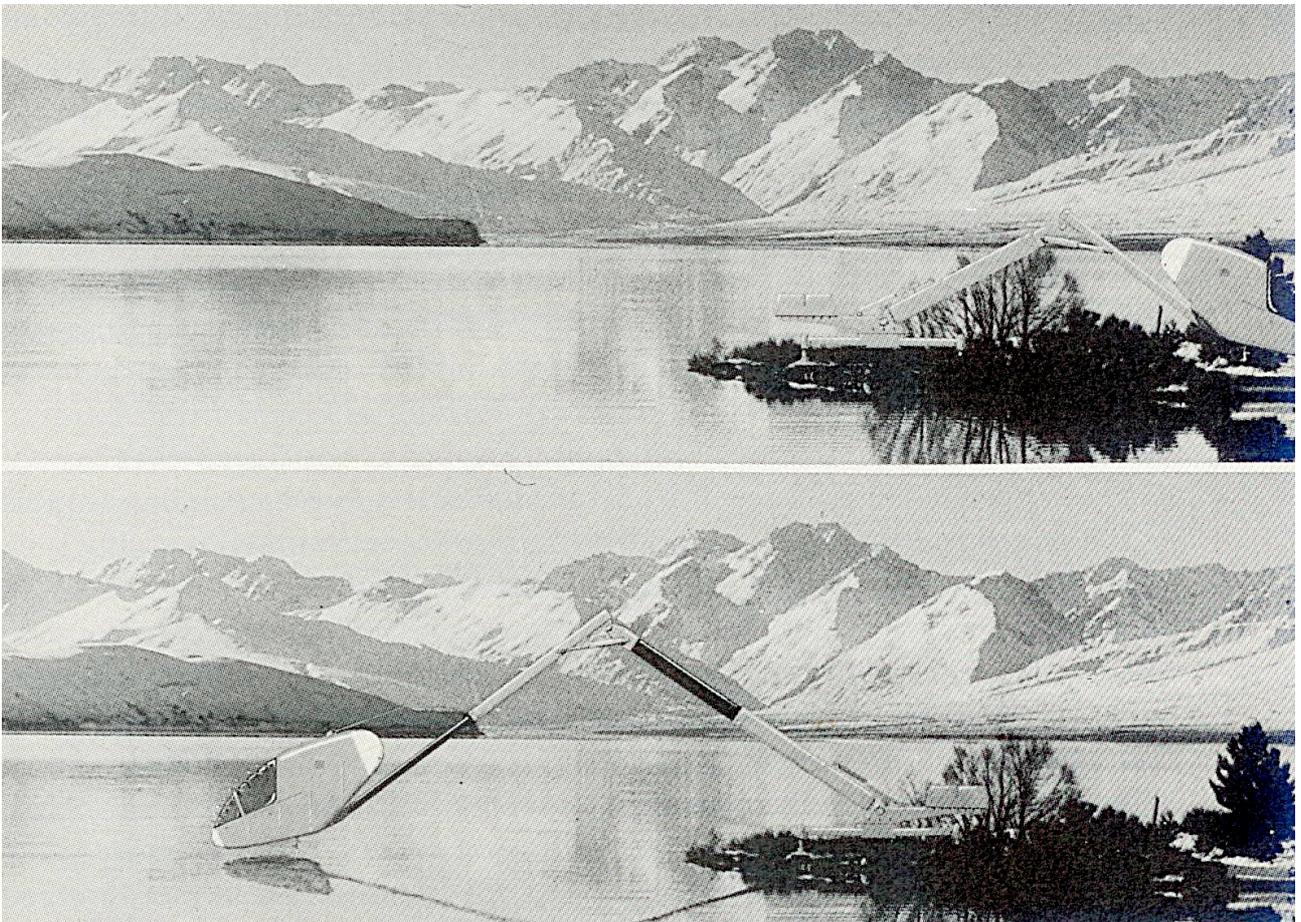


fig. 12 | Future Systems: “Peanut house”, 1983. Edifício que incorpora movimento articulado.

de publicação é aqui um dado importante já que, como se poderá constatar, este escreveu sobre uma mudança de paradigma que apenas agora está a ser iniciado.

Enquanto editor associado da Fortune magazine, o seu trabalho focou-se inicialmente no impacto da tecnologia. Mais tarde, enveredou pela investigação sobre as reacções a esse impacto tecnológico e às mudanças que este incutia na sociedade. Assim, a terceira vaga centra-se na discussão da revolução digital e no seu impacto social:

*“So profoundly revolutionary is this new civilization that it challenges all our old assumptions. Old ways of thinking, old formulas, dogmas, and ideologies, no matter how cherished or how useful in the past, no longer fit the facts. The world that is fast emerging from the clash of new values and technologies, new geopolitical relationships, new life-styles and modes of communication, demands wholly new ideas and analogies, classifications and concepts. We cannot cram the embryonic world of tomorrow into yesterday’s conventional cubbyholes. Nor are the orthodox attitudes or moods appropriate.”*¹³⁵

É desta forma que Toffler caracteriza o impacto da tecnologia na civilização. Alega que a terceira vaga não é uma previsão objectiva e não tem pretensão de ser cientificamente comprovada, no entanto, esta obra baseia-se em evidências e naquilo que chama de modelo semi-sistemático de civilização bem como das nossas relações com ela. Toffler descreve a civilização industrial como “moribunda” em termos de uma “tecnosfera”, uma “socioesfera”, uma “inosfera” e uma “esfera de poder”, demonstrando depois como cada uma delas está sujeita a mudanças radicais no mundo de hoje. Tenta evidenciar as relações que existem entre estas partes entre si, assim como com a “biosfera” e a “psicosfera”, utilizando a metáfora da colisão de vagas de mudança.¹³⁶

“Humanity faces a quantum leap forward. It faces the deepest social upheaval and creative restructuring of all time. Without clearly recognizing it, we are engaged in building a remarkable new civilization from the ground up. This is the meaning of the Third Wave”.¹³⁷

Este é o grande objectivo desta obra. Como Martin Pawley, o seu intuito é a chamada de atenção. Como Pawley, o facto de reconhecermos esta mudança, permite-nos reflectir sobre este “salto quantum” que advoga Toffler.

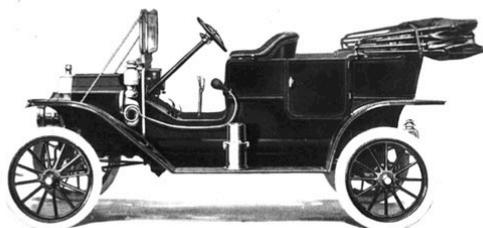
Assim, Toffler caracteriza as duas vagas de mudança que aconteceram no passado. A primeira de carácter agrário, e a segunda de carácter industrial. Quanto à terceira vaga, esta apresenta-se muitíssimo tecnológica e anti-industrial.

¹³⁵ TOFFLER, Alvin - *The Third Wave*, 1980. p. 18-19.

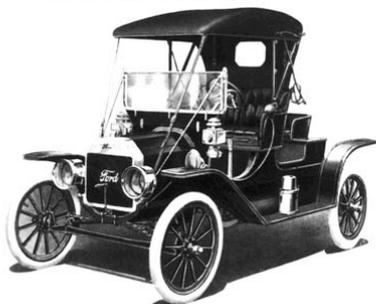
¹³⁶ *Ibidem*, p. 21.

¹³⁷ *ibidem*, p. 26.

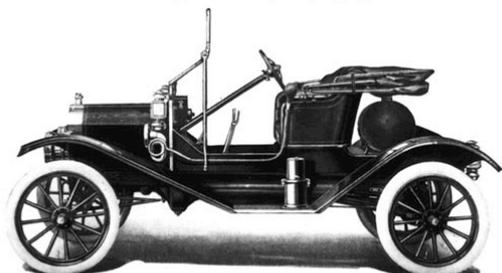
A Complete Line of Model T's to Choose From



5-Passenger Touring Car, Fully Equipped



3-Passenger Roadster, Fully Equipped

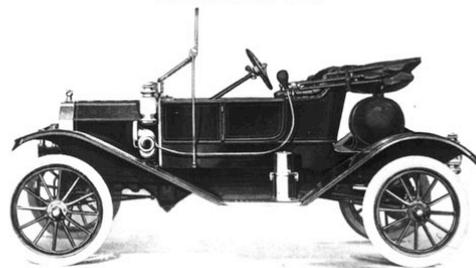


2-Passenger Open Runabout, Fully Equipped

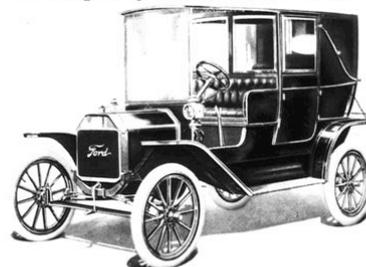
Ford Car Models Supply Every Demand



2-Passenger Coupé, Equipped with 3 Oil Lamps, Tubular Horn and Kit of Tools



2-Passenger Torpedo Runabout, Fully Equipped



6-Passenger Town Car, Equipped with 3 Oil Lamps, Tubular Horn and Kit of Tools

fig. 13 | Opções da carroceria disponível para o modelo T da Ford, 1913. Embora variasse a carroceria, não existia qualquer outra opção de escolha.

“Until now the human race has undergone two great waves of change, each one largely obliterating earlier cultures or civilizations and replacing them with ways of life inconceivable to those who came before. The First Wave of change—the agricultural revolution—took thousands of years to play itself out. The Second Wave—the rise of industrial civilization—took a mere three hundred years. Today history is even more accelerative, and it is likely that the Third Wave will sweep across history and complete itself in a few decades. We, who happen to share the planet at this explosive moment, will therefore feel the full impact of the Third Wave in our own lifetimes. (...) Much in this emerging civilization contradicts the old traditional industrial civilization. It is, at one and the same time, highly technological and anti-industrial.

The Third Wave brings with it a genuinely new way of life based on diversified, renewable energy sources; on methods of production that make most factory assembly lines obsolete; on new, non-nuclear families; on a novel institution that might be called the "electronic cottage"; and on radically changed schools and corporations of the future. (...)

*Above all, as we shall see, Third Wave civilization begins to heal the historic breach between producer and consumer, giving rise to the "prosumer" economics of tomorrow. For this reason, among many, it could—with some intelligent help II turn us—turn out to be the first truly humane civilization in its history”.*¹³⁸

Sendo a primeira vaga o domínio da agricultura, cessando a dependência pela disponibilidade de alimento que o Homem encontrava na natureza, com ela surge o controlo sobre a produção agrária.

A segunda vaga caracteriza-se pelo domínio da máquina e teve início na revolução industrial. Pelas palavras de Toffler, o Industrialismo foi mais do que chaminés e linhas de montagem. Foi também um sistema social que afectou todos os aspectos da vida humana e que se impôs-se também à primeira vaga. A industrialização é responsável pela máquina de escrever, pelo frigorífico, pelo jornal e cinema, pelo metropolitano. Deu-nos o cubismo, a Bauhaus e as cadeiras Barcelona. Universalizou o relógio e aumentou a esperança média de vida.¹³⁹

*“More important, it linked all these things together—sembled them, like a machine—to form the most powerful, cohesive and expansive social system the world had ever know: Second Wave civilization”.*¹⁴⁰

Um dos princípios fundamentais da segunda vaga é estandardização, por tornar possível a produção industrial em massa. Este conceito é o grande responsável pela ascensão da produção industrial em massa, e assim, o grande responsável pela génese da segunda vaga. A essência desta produção reside na fabricação em

138 TOFFLER, Alvin - *The Third Wave*, 1980. p. 26-27.

139 *Ibidem*, p. 38.

140 *Ibidem*, p. 38-39.

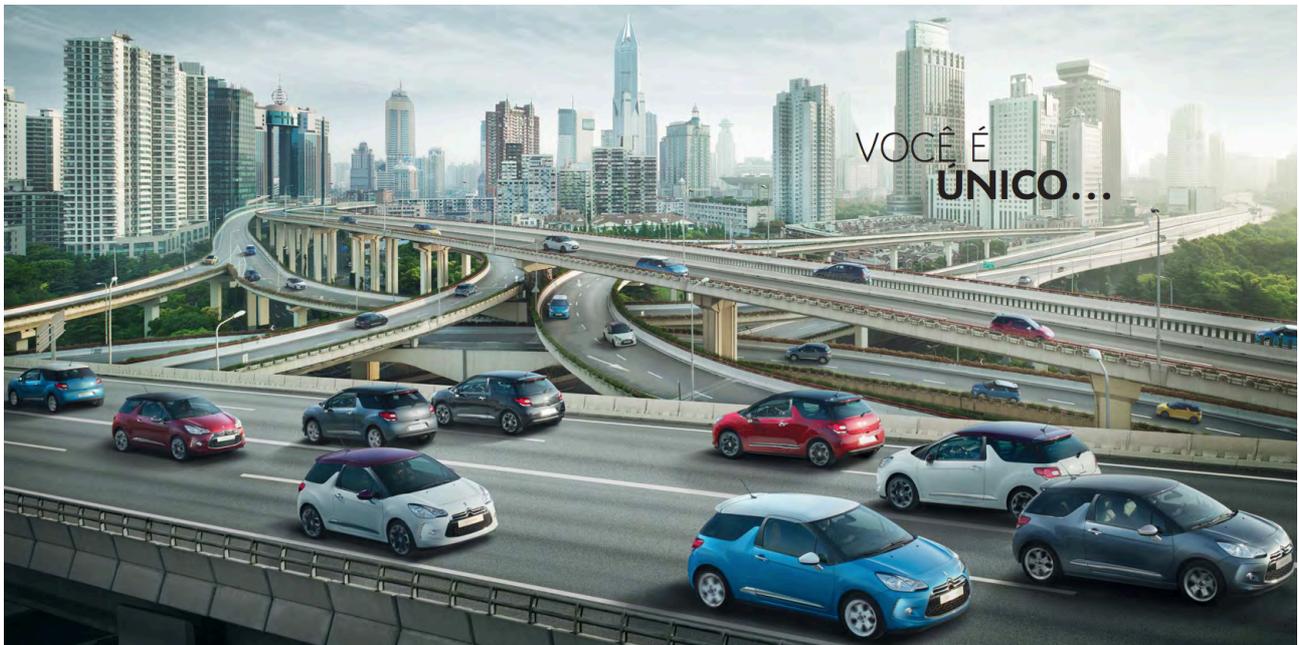


fig. 14 | Citroën DS3, 2012. Ainda que sendo produzido em massa, o automóvel actualmente oferece algumas opções de escolha. Pode-se perceber pela figura a diferenciação exterior do automóvel, que se baseia quase exclusivamente na combinação cromática.

série de produtos estandardizados. Mas Toffler afirma que a terceira vaga apresenta-se em contraste com esta ideia, tendendo para a pequena série ou mesmo para produtos feitos por medida:

“The essence of Second Wave manufacture was the long "run" of millions of identical, standardized products. By contrast, the essence of Third Wave manufacture is the short run of partially or completely customized products.

*The public still tends to think of manufacture in terms of long runs, and we do of course continue to turn out cigarettes by the billion, textiles by the millions of yards, light bulbs, matches, bricks, or spark plugs in astronomical quantities. No doubt we will continue to do so for some time. Yet these are precisely the products of the more backward industries rather than the most advanced, and today they account for only about 5 percent of all our manufactured goods.”*¹⁴¹

Como argumento, Toffler dá o exemplo da HP, que desenvolve computadores por medida, desenhados e montados com os componentes que o cliente apenas necessita, dá também o exemplo dos automóveis, que começam a apresentar algum nível de customização, podendo o consumidor escolher entre uma determinada série de componentes, e dá também o exemplo da produção têxtil, que aliada à tecnologia, permite fabricar uma peça de vestuário com as medidas que o cliente pretender. Clarifica que são exactamente estes produtos que representam a ponte entre a produção em massa e a produção por medida.¹⁴²

*“What we are looking at, in effect, is custom tailoring on a high-technology basis. It is the reinstatement of a system of production that flourished before the industrial revolution— but now built on the basis of the most advanced, sophisticated technology. Just as we are de-massifying the media, we are de-massifying manufacture.”*¹⁴³

Encontra-se também esta perspectiva da série curta ou por medida, no livro *Refabricating Architecture*, de Kieran e Timberlake. No capítulo intitulado: “From Dell with love”, expõe esta questão através de uma pergunta retórica, no qual podem escolher entre a construção arquitectónica da mesma forma como Henry Ford construía os automóveis (podendo apenas escolher um tipo de estrutura, um tipo de janela, etc) ou a construção arquitectónica como Michael Dell constrói os computadores (através da utilização de materiais apropriados dando ao cliente exactamente o que este pretende, e fazer isto tudo de uma forma rápida, melhor e barata)?¹⁴⁴ Mas este pensamento é ainda de segunda vaga, já que o que esta dupla propõe é a customização em massa. Toffler acrescenta que a diferença entre as duas vagas não se encontra na série longa ou curta.

141 TOFFLER, Alvin - *The Third Wave*, 1980. p. 197-198.

142 *Ibidem*, p. 198-199.

143 *Ibidem*, p. 200.

144 KIERAN, Stephen; TIMBERLAKE, James - *Refabricating Architecture*, 2004. p. 133.



fig. 15 | Citroën DS3, 2012. A grande diferenciação actual nos automóveis encontra-se no seu interior. Actualmente é possível escolher desde os materiais e cores dos estofos, auto rádio e inclusive o acabamento do painel interior.

A diferença reside na individualização, e a questão principal aqui, no que toca à Arquitectura, é o termo: “produção me massa”:

*“In this century we desire choice, expression, individuality, and the ability to change our minds at the last minute. The new client mandate for choice has already swept through the commercial products industry. Dell Computer company, Nike shoe company, Swatch watch manufacturers, and the automobile and apparel industries have organized their companies to meet that mandate by providing choices, in real time, at lower cost, and higher quality.”*¹⁴⁵

O termo “customização em massa”¹⁴⁶, utilizado pela primeira vez por Alvin Toffler no livro “Future Shock” em 1971, representa a observação de que existe um interesse por parte do consumidor, em produtos que se adaptem às suas necessidades e preferências individuais. A questão importante provém do método de produção e de escolha dessa individualidade. O método de produção utilizado é o mesmo da produção em massa, apenas são permitidas algumas alterações ao produto “standard”. É mais fácil a percepção se pensarmos num automóvel. Ao escolhermos o automóvel, podemos também escolher a cor (e não só o preto como o modelo T de Henry Ford), ou o auto-rádio, ou mesmo o acabamento do painel de instrumentos. Mas essa escolha é condicionada pelo fabricante. Não é uma escolha livre, daí ser customizado e não personalizado.¹⁴⁷

A terceira vaga que Toffler defende, não está presa à produção em massa. A customização pertence apenas a uma fase transitória. Pelo contrário, a tecnologia permite que seja feita essa ruptura e que os produtos se aproximem cada vez mais do consumidor. A tecnologia toma assim um papel preponderante na mudança deste paradigma, permitindo por um lado o afastamento do produto em massa e, por outro lado, aproximando o consumidor do produto individualizado.

“By intervening at the molecular level, by using computer-aided design or other advanced manufacturing tools, we integrate more and more functions into fewer and fewer parts, substituting "wholes" for many discrete components. What is occurring can be compared to the rise of photography in the visual arts. Instead of making a picture by placing innumerable daubs of paint on a canvas, the photographer "makes" the entire image at once by pressing a button. We are beginning to see this "presto effect" in manufacturing. The pattern becomes clear, therefore. Vast changes in the techno- sphere and the info- sphere have converged to change the way we make goods. We are moving rapidly beyond traditional mass production to a sophisticated mix of mass and de-massified products. The ultimate goal of this effort is now apparent: completely

145 KIERAN, Stephen; TIMBERLAKE, James - *Refabricating Architecture*, 2004. p. 133.

146 Customização em massa. Tradução do inglês: “mass customization”.

147 cf. FREUND, Robert - *Change Management for Mass Customization* [Em linha] 2010.

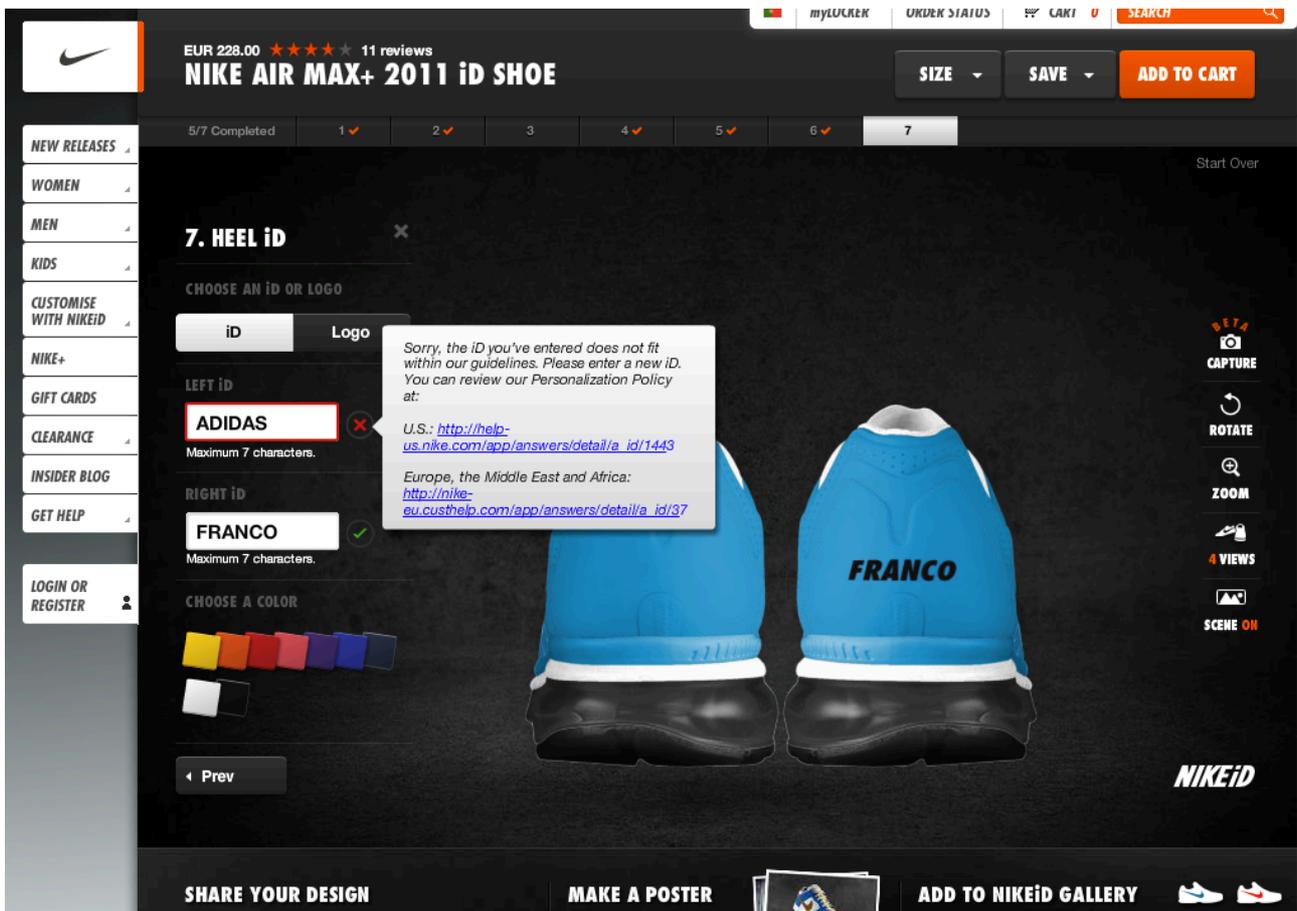


fig. 16 | Portal da Nike iD, 2012. Esta figura mostra o processo de “customização” das Nike air max+. Como se trata de um produto “customizado”, apenas se podem escolher os elementos que estão disponíveis. Neste caso, as escolhas limitam-se às cores e à inserção de um número pré-definido de caracteres. Note-se que mesmo os caracteres que podem ser introduzidos estão sujeitos a controlo.

customized goods, made with wholistic, continuous-flow processes, increasingly under the direct control of the consumer”.¹⁴⁸

A mudança da produção em massa para a personalização ou individualização, tem a informação e as TI's como “elemento capacitador”. A informação toma uma posição preponderante já que permite fazer a ligação entre o produto, o produtor, o fornecedor e finalmente o consumidor.

“For Third Wave civilization, the most basic raw material of all—and one that can never be exhausted—is information, including imagination. Through imagination and information, substitutes will be found for many of today's exhaustible resources—although this substitution, once more, will all too frequently be accompanied by drastic economic swings and lurches.

With information becoming more important than ever before, the new civilization will restructure education, redefine scientific research and, above all, reorganize the media of communication”.¹⁴⁹

Embora a posição de Toffler pareça saída de um filme de ficção científica, existem hoje sinais claros que atestam a realidade da terceira vaga. O jornal britânico de economia: The Economist, publicou on-line uma série de reflexões sobre o que chama de Terceira revolução industrial. O elemento causador desta revolução reside na convergência de várias tecnologias. A fabricação digital, como é chamada, já não necessita mais das inúmeras partes que se juntam entre si e formam o produto final. Hoje é possível apenas desenhar o produto num computador e posteriormente imprimi-lo com recurso a uma impressora a três dimensões, que vai criando finas camadas sucessivas até obter o produto acabado. Além disso, é possível criar um produto diferenciado para cada consumidor, com um custo para o cliente muito idêntico ao que pagaria por um produto fabricado em massa. A fabricação aditiva, termo que define esta “impressão” a três dimensões, ainda não permite que seja construído um automóvel ou um telemóvel com recurso a esta tecnologia, mas é uma questão de tempo, à medida que cada vez mais materiais são susceptíveis de ser utilizados neste tipo de fabricação:

“A number of remarkable technologies are converging: clever software, novel materials, more dexterous robots, new processes (notably three-dimensional printing) and a whole range of web-based services. The factory of the past was based on cranking out zillions of identical products: Ford famously said that car buyers could have any colour they liked, as long as it was black. But the cost of producing much smaller batches of a wider variety, with each product tailored precisely to each customer's whims, is falling. The factory of the future will focus on mass customisation—and may look more like those weavers' cottages than Ford's assembly line.

148 TOFFLER, Alvin - *The Third Wave*, 1980. p. 201-202.

149 *Ibidem*, p. 368.

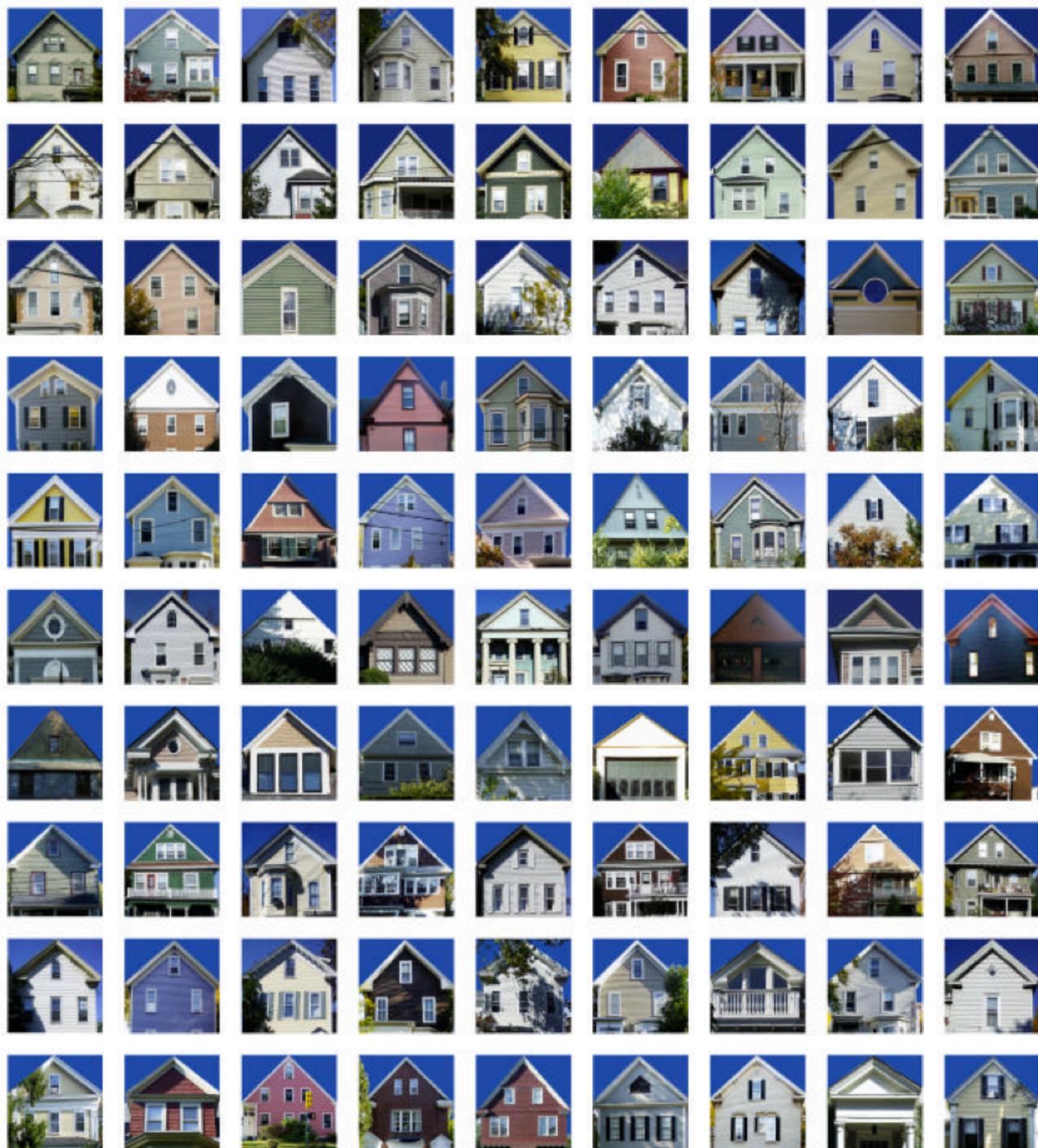


fig. 17 | Variedade formal das habitações adjacentes ao Instituto Tecnológico de Massachusetts, em Cambridge. Estas habitações não foram produzidas com recurso à customização em massa, embora se assemelhem ao seu princípio. As formas são muito parecidas, notando-se apenas uma variedade ao nível dos materiais e das cores utilizadas nestas habitações. Imagens da autoria de Kent Larson.

The old way of making things involved taking lots of parts and screwing or welding them together. Now a product can be designed on a computer and “printed” on a 3D printer, which creates a solid object by building up successive layers of material. The digital design can be tweaked with a few mouseclicks. The 3D printer can run unattended, and can make many things which are too complex for a traditional factory to handle. In time, these amazing machines may be able to make almost anything, anywhere—from your garage to an African village.

Consumers will have little difficulty adapting to the new age of better products, swiftly delivered. Governments, however, may find it harder. Their instinct is to protect industries and companies that already exist, not the upstarts that would destroy them. They shower old factories with subsidies and bully bosses who want to move production abroad. They spend billions backing the new technologies which they, in their wisdom, think will prevail. And they cling to a romantic belief that manufacturing is superior to services, let alone finance”.¹⁵⁰

Outra questão que o crescente desenvolvimento tecnológico coloca, e que é também defendida pelo conceito de produção magra, tem que ver com a possibilidade do cliente obter um produto ou um serviço exactamente como pretende, altamente individualizado e especializado. A tecnologia aditiva da impressão 3D é um passo claro nesse sentido já que qualquer pessoa pode não só “imprimir” o objecto que necessita como também o pode moldar às suas necessidades particulares.

Esta ideia da especialização e da individualização é também sentida e abordada na arquitectura. Num projecto recente do atelier Iberian Arquitectos (Terradas Arquitectos + Eduardo Souto Moura), Foi pedido aos arquitectos que interviessem numa zona de crescimento não controlado nos subúrbios de Barcelona, numa zona de transição entre o núcleo antigo de Santa Coloma, caracterizado por uma morfologia compacta e consolidada; e o bairro de Singuerlin, de morfologia acidentada e descontínua. Além de um hotel, de uma zona de comércio e de 7 salas de cinema, o projecto contempla ainda espaços verdes, habitação social e habitações de venda livre. Para estas habitações de “venda livre”, foi propositadamente solicitado uma planta também ela livre, sem qualquer intervenção nem estrutura no seu interior, deixando ao critério do cliente a escolha de um outro técnico especialista em interiores, ou então, o cliente poderá abdicar da intervenção de qualquer técnico, concebendo ele próprio a compartimentação do interior concebida a seu “gosto” e executada pelo empreiteiro da obra. Neste caso, os arquitectos autores do projecto ficaram limitados aos 30 cm das paredes, já que lhes é pedido que não façam qualquer intervenção no interior destas habitações “livres”.

Estas habitações estão localizadas numa das três torres do projecto Pallaresa que lida com três conceitos básicos:

A verticalidade dos edifícios para liberar terreno, reduzindo o impacto e adaptando-se às características morfológicas da área.

¹⁵⁰ The Third Industrial Revolution - *The Economist* [em linha], 2012.

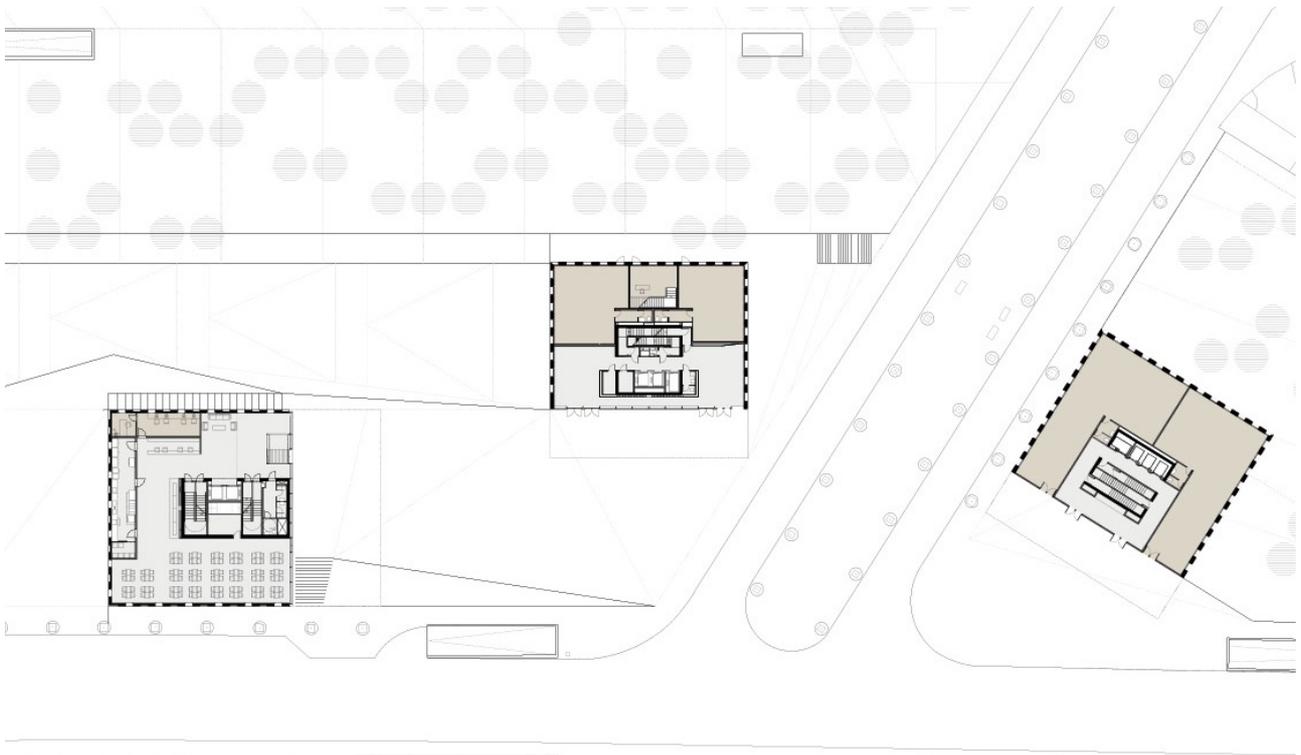


fig. 18 | Planta dos edifícios La Pallaresa do atelier Iberian Arquitectos (Terradas Arquitectos + Eduardo Souto de Moura), 2011. Imagem de Pedro Pegenaute



fig. 19 | Vista dos edifícios La Pallaresa do atelier Iberian Arquitectos (Terradas Arquitectos + Eduardo Souto de Moura), 2011. Imagem de Pedro Pegenaute

A liberação de até 8.500 m² de terreno para convertê-los em espaço verde, como prolongação do parque Europa e conexão com o complexo lúdico de Can Zam.

O simbolismo a nível urbano. Gera-se um elemento simbólico duplo, a entrada ao bairro de Singuerlin, definida pelo dialogo formal entre os dois altos edifícios destinados às habitações.

A estrutura dos três edifícios consiste num bloco central onde se encontra a circulação horizontal e numa “malha” de betão armado que dá também corpo à fachada. Os edifícios são dispostos no terreno formando duas praças secas, uma que serve de acesso ao hotel e à torre e a outra que dará acesso ao espaço comercial e ao zona verde. Segundo Eduardo Souto Moura:

“en este proyecto, las torres altas son necesarias porque se pretende liberar espacio público, porque queríamos construir una gran plaza y porque había que comunicar las dos zonas entre las que se sitúa la intervención. Es lo que hace falta a una zona tan densa, airear, abrir espacios y evitar nuevos obstáculos”.¹⁵¹

Com este exemplo se percebe a importância da individualização na arquitectura. Este relata bem o problema de desenhar para um utilizador que se desconhece. Não é só uma mera questão de gosto, tem também que ver com a questão do sítio, da morfologia do terreno e da sua envolvente. Deste modo se questiona a razão pela qual alguns autores apontaram a “customização” em massa como modelo? Será que a arquitectura na terceira vaga necessita de ser “customizada” e produzida em massa para se tornar mais acessível? A fabricação trará algo de novo à arquitectura?

¹⁵¹ Cubics Santa Coloma [Em Linha], 2006.

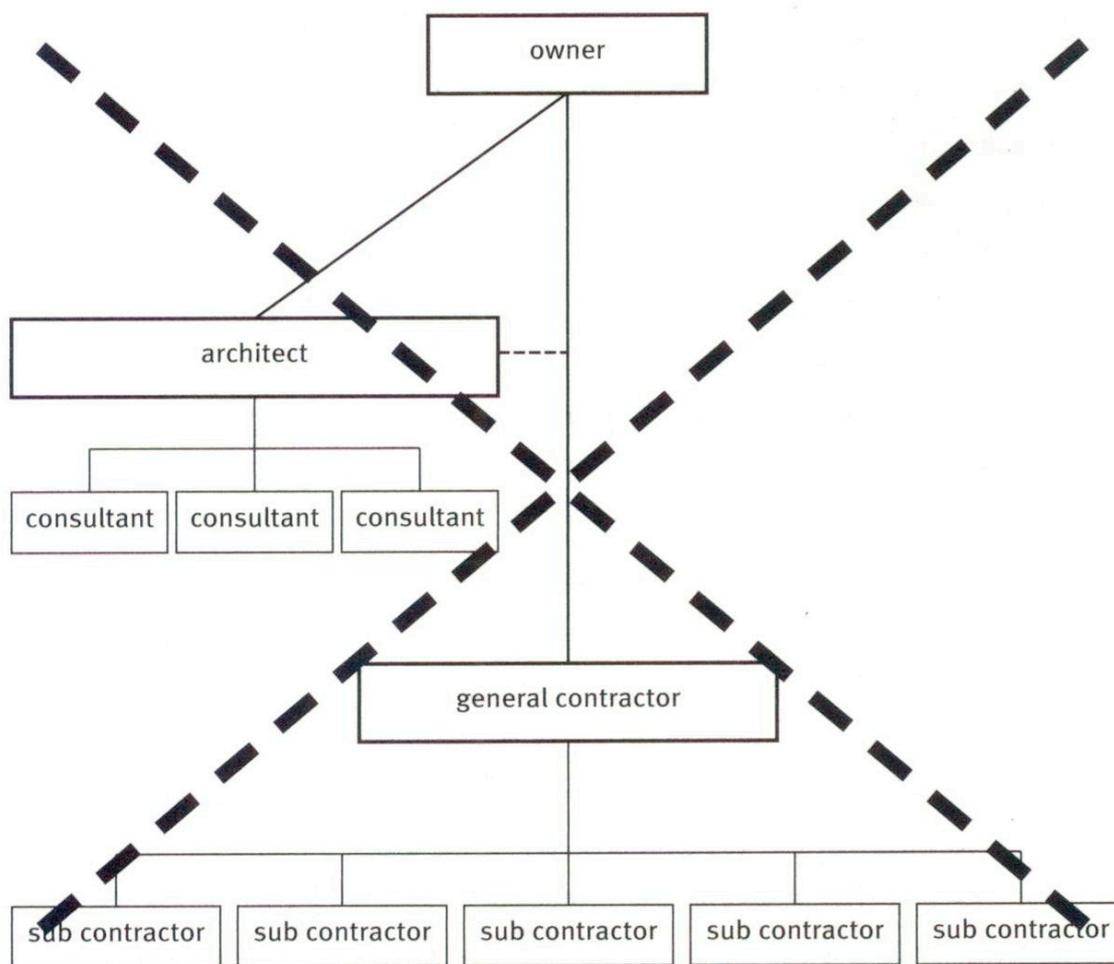


fig. 01 | Esquema de organização hierárquica do actual processo de construção. Além de não promover a comunicação entre as partes, é notória também a diminuta comunicação entre o projectista e o construtor.

“Demand for construction makes a new course necessary; new technologies make such a course possible”.¹⁵²

Capítulo

6

Zeitgeist arquitectónico! Construção ou fabricação?

A questão que aqui se levanta com este tema diz respeito à forma como materializamos o objecto arquitectónico na contemporaneidade. *Zeitgeist*,¹⁵³ termo que significa o “espírito da época”, é introduzido aqui no sentido de perceber exactamente qual dos processos de materialização que mais se relaciona com o referido “espírito da época”: a construção ou a fabricação. Esta não é fundamentalmente apenas uma questão económica na medida em que a arquitectura, podendo e devendo ser mais acessível à sociedade, afirma-se também mais presente no campo social e cultural.

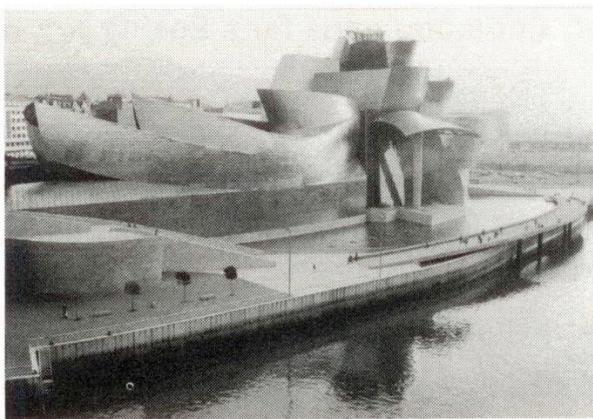
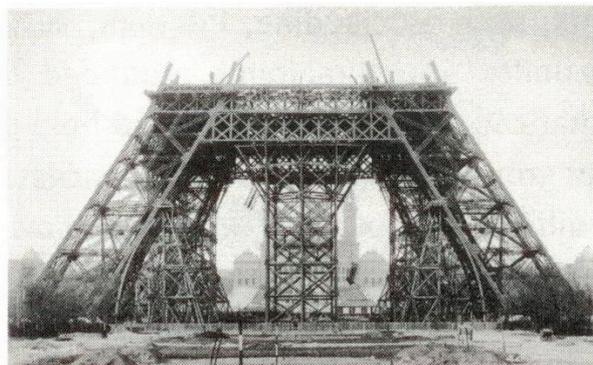
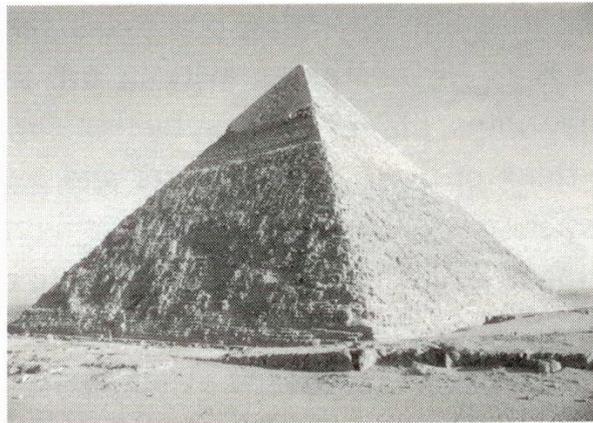
Assim, é importante fazer a distinção e caracterização entre a construção e a fabricação como modelo e processo de materialização arquitectónica. Pretende-se perceber qual destes dois processos de materialização responde melhor à actual conjuntura e também à própria arquitectura contemporânea.

6.1 Materialização na segunda vaga

A construção é uma actividade bastante antiga e começou por ser concebida e administrada pelos chamados mestres construtores (*ver cap. 4*). Esta figura era responsável tanto pelo desenho como pelo planeamento e ainda pela execução da obra. Mais tarde, depois do renascimento, surge o arquitecto como responsável pelo

¹⁵² WOULDHUYSEN, James; ABLEY, Ian. - *Why is Construction so Backward?*, 2004. p. 299.

¹⁵³ "zeitgeist", in wikipedia [em linha], 2012 - *Zeitgeist* é um termo alemão cuja tradução significa espírito da época, espírito do tempo ou sinal dos tempos. O *Zeitgeist* significa, em suma, o conjunto do clima intelectual e cultural do mundo, numa certa época, ou as características genéricas de um determinado período de tempo.



PART-BY-PART CONSTRUCTION

fig. 02 | Método construtivo tradicional. A arquitectura ainda é construída peça sobre peça desde o início da civilização, representado pela pirâmide, até aos edifícios icónicos da contemporaneidade.

desenho perante as necessidades do cliente. A construção de um edifício, desenhado pelo arquitecto, seria delegada a um empreiteiro através de concurso. Este estaria encarregue da grande maioria dos trabalhos, embora eventualmente recorresse a um sub-empreiteiro consoante o volume de trabalho, a dimensão do edifício ou a sua complexidade. Esta forma de laborar esteve praticamente inalterada até à segunda guerra mundial, finda a qual começaram a surgir algumas iniciativas no sentido de perceber a construção e os seus problemas como indústria, desenvolvendo-se soluções e métodos correspondentes no sentido da sua modernização. Devido à grande procura sentida no pós-guerra, foram desenvolvidas algumas estratégias visando a industrialização, a integração da computação, gestão de qualidade e planeamento, métodos de organização e de produção.¹⁵⁴

Não obstante este real avanço na construção, existe um conceito geral que se manteve inalterado durante toda a história da construção. A importância da sua menção diz respeito ao factor económico e consequentemente tem que ver com a questão do acesso à arquitectura. Diz respeito ao entendimento que se tem da construção como um processo, ou seja, como uma série de actividades visando a produção de um determinado edifício. Assim, a atribuição de um valor monetário a um determinado edifício tem mais em conta o processo e não o produto, ou seja, este é calculado através de estimativa e engloba tanto os materiais como os serviços. Uma vez que o valor monetário provem da estimativa, o dono da obra não conhece com exactidão o valor do produto final até que este seja idealizado e susceptível de ser estimado, o que nem sempre corresponde ao valor final exacto devido às chamadas derrapagens.

Este é um dos problemas deste método sequencial de trabalho e é similar ao método de organização e desenvolvimento de um produto no campo da produção em massa, no qual a produção de um objecto é dividida em tarefas sequenciais temporárias atribuídas a diferentes especialidades visando a sua execução, desde a concepção à produção.

Segundo Lauri Koskela, este método tradicional de construção sequencial apresenta alguns problemas genéricos no que diz respeito ao fluxo processual distanciando-se, desta forma, da produção industrializada:

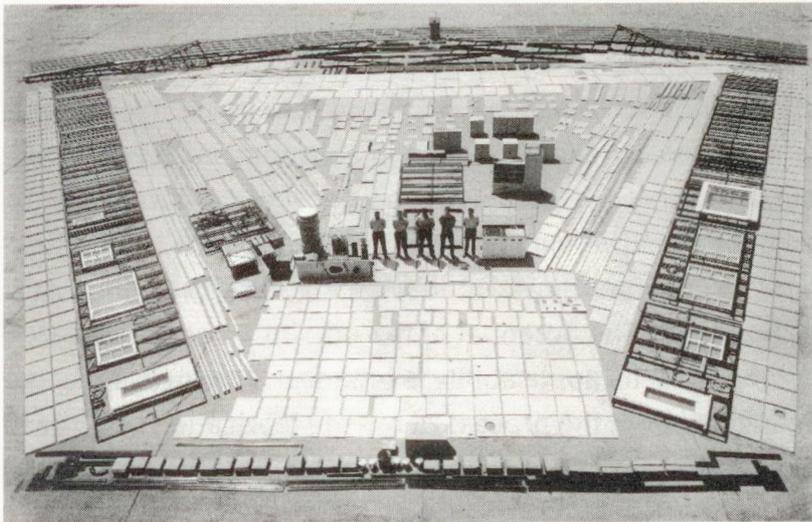
- Pouca ou nenhuma interacção no processo de concepção
- Constrangimentos de fases subsequentes não são tidos em conta na fase de concepção
- Constrangimentos desnecessários para as fases subsequentes são definidos na fase de projecto
- Pouco retorno por parte dos especialistas
- Falta de liderança e responsabilidade para com o projecto total (controlo segmentado. *Ver cap. 4*)

Consequentemente, este processo sequencial leva a:

- Soluções sub-óptimas
- Pobre construtibilidade e operacionalidade
- Grande número de alterações (levando à reformulação do projecto e da construção)
- Falta de inovação e modernização.¹⁵⁵

154 KOSKELA, Lauri - *Application of the new production philosophy to construction* [em linha], 1992. p. 30.

155 *Ibidem*, p. 32.



THE WHOLE WAS NOT GREATER THAN ITS PARTS

fig. 03 | Utilização de métodos progressivos para atingir resultados convencionais. Um das críticas à Habitação pré-fabricada actual é a falta de individualidade. Este sistema pré-fabricado em kit, dependeu sempre da produção em grandes quantidades e com pouca ou nenhuma variabilidade.

“It is now generally accepted that without special consideration, the cost of poor quality in average business operations is considerable. (...) Because processes in construction frequently have only one run, making continuous improvement is difficult, and the impacts of quality problems are accentuated.

Processes with quality problems are characterized by

- *excessive variability*
- *poor deviation detection (long cycle time from detection to correction)*
- *insufficient consideration of customer requirements”*.¹⁵⁶

Embora não se considere que alguma vez possa existir excesso de variabilidade na construção e consequentemente na arquitectura, uma vez que a diferenciação faz parte da própria génese da arquitectura, entende-se que este ponto deve apenas ser tido em conta numa abordagem comparativa com o modelo da indústria tradicional de produção em massa.

Koskela caracteriza também o estado da construção pela sua fraco fluxo de produtividade, pelo seu considerável desperdício ainda que “invisível” em termos totalitários, e pela sua inércia à evolução. Acrescenta ainda que esta mesma situação é também sentida pela produção industrial.¹⁵⁷

Como referido no início deste ponto, os problemas associados à construção começaram a ser estudados depois da segunda guerra mundial, no sentido de se desenvolverem métodos e soluções rumo à modernização da construção. Em termos tecnológicos houve de facto uma mudança completa na construção iniciada pelos governos, pela própria indústria e pela comunidade científica:

“These efforts include industrialization and mechanization, attempts to change contractual and organizational relations, computer integrated construction and construction automation, quality, and recently also, to some extent, lean production”.¹⁵⁸

A ideia da industrialização proveio do sucesso da produção em massa de automóveis que teve um grande impacto na tentativa de industrializar a construção para as massas. Ainda que esta tentativa tenha tido muita atenção, revelou-se apenas isso mesmo, uma tentativa:

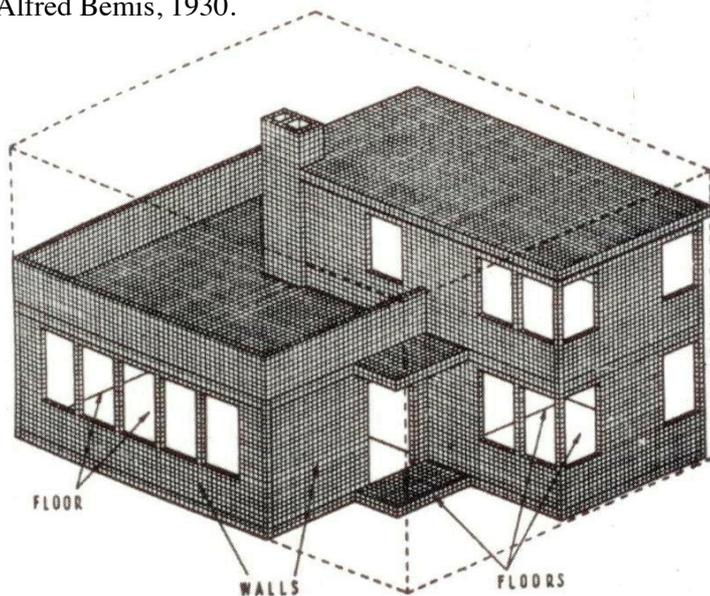
“ However, in spite of a great number of attempts, there has been a relative lack of success of industrialized building methods. The share of prefabricated components has gradually risen, but a breakthrough for industrialized construction has still not occurred. Nevertheless, there are some examples of advanced

¹⁵⁶ KOSKELA, Lauri - *Application of the new production philosophy to construction* [em linha], 1992. p. 32.

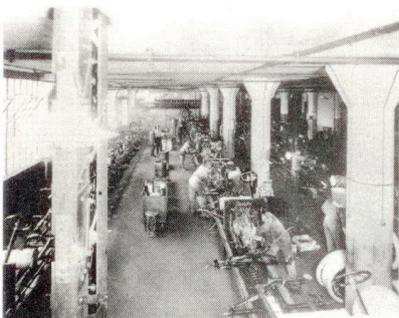
¹⁵⁷ *Ibidem*, p. 37.

¹⁵⁸ KOSKELA, Lauri - *An exploration towards a production theory and its application to construction* [em linha], 2000. p. 131.

fig. 04 | Diagrama do módulo cúbico de Alfred Bemis, 1930.

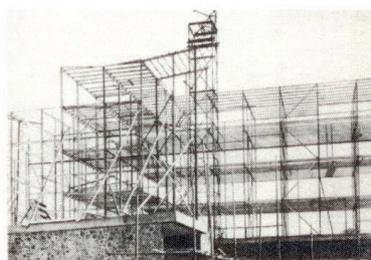


SINGULAR CRAFT 1900



ASSEMBLY LINE 1920

VS.



SINGULAR CRAFT 1900-2003



MODULARIZED 2003

fig. 05 | Evolução gradual da indústria automóvel até à modularização. Todas as mudanças introduzidas pela indústria automóvel levaram a significativos aumentos da qualidade e diminuição do custo de produção. Em contraste, a construção mantém praticamente inalterado o processo construtivo.

industrialization of construction, notably the Japanese house producers and the American metal-building providers”.¹⁵⁹

A pré-fabricação concebida nestes termos nunca chegou a resolver verdadeiramente os problemas enunciados da construção (*ver cap. 2*).

Esta ideia da industrialização da construção teve que ver com o exponencial sucesso da indústria, particularmente da indústria automóvel. Além da clara relação com esta indústria em *Vers une architecture*, começou a surgir a ideia de que o processo construtivo poderia ser mais eficiente, tanto na fábrica como no estaleiro, através da utilização dos processos e princípios industriais: a standardização. *Alfred Farewell Bemis*, utilizando esta analogia no seu livro *The Evolving House*, chega mesmo a questionar por que motivo a habitação não pode ser construída da mesma forma que são os automóveis? Na sua tentativa de aproximar a construção da produção automóvel, *Alfred Bemis* surge com o conceito da coordenação modular (modular coordination)¹⁶⁰. O módulo de Bemis era baseado num cubo com 100mm de lado e este deveria ser utilizado em todas as partes e componentes do edifício que deveriam apresentar medidas múltiplas do módulo. A intenção seria garantir uma medida rigorosa que pudesse ser utilizada na produção em massa dos vários componentes, garantindo também a sua perfeita instalação na habitação. O edifício seria desenhado segundo uma matriz tridimensional modular, na qual os mais diversos componentes modulares permutáveis seriam integrados.

Esta solução de coordenação modular, embora de âmbito industrial, nunca surtiu qualquer efeito prático no campo da construção pela sua concepção dos chamados: componentes modulares permutáveis (interchangeable modular components):

“What modular co-ordination tried to do was apply the principle [interchangeability of parts] to a variety of different parts, with different functions - doors, windows, wall panels, etc. (...)

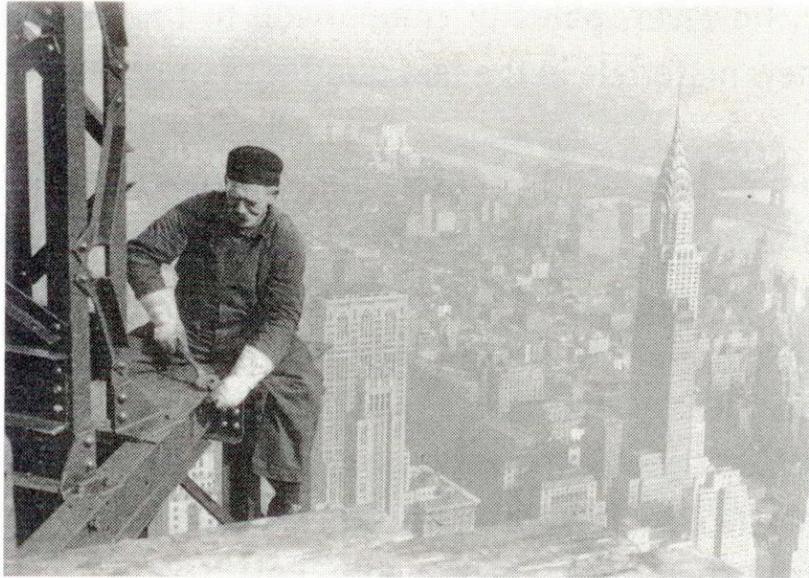
*In the attempt to make a system of interchangeable different components work and apply that system on a limitless scale, modular co-ordination lost its grip on reality. Real mass production industries had never attempted any such thing. The idea of an open system would have seemed to them a nightmare.”*¹⁶¹

À medida que a arquitectura tentava entrar no domínio da industrialização, a indústria automóvel dava um passo importante no sentido da terceira vaga, ultrapassando os princípios da produção em massa de Henry Ford. O seu protagonista foi Taiichi Ohno, um engenheiro mecânico brilhante da Toyota que, depois de ter visitado as fábricas americanas antes da segunda grande guerra, regressara ao Japão com a intenção não de copiar o que tinha visto, mas de repensar o processo industrial de produção:

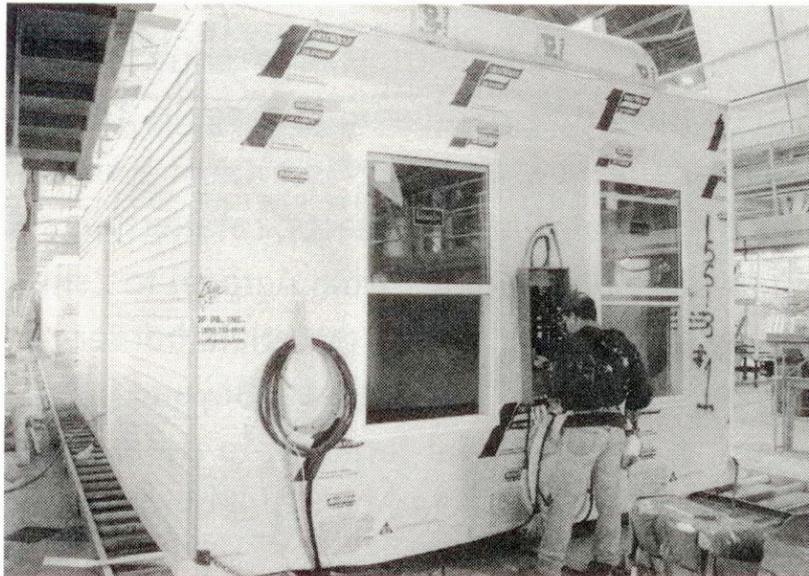
159 KOSKELA, Lauri - *An exploration towards a production theory and its application to construction* [em linha], 2000. p. 132-133.

160 Modular: refere-se à dimensão estandardizada e não se deve confundir, neste contexto, com a ideia de um módulo como parte pré-fabricada de um edifício.

161 DAVIES, Colin - *The Prefabricated Home*, 2005. p. 139.



VS.



IMPROVING WORKING CONDITIONS

fig. 06 | Com a construção *off-site*, melhoram-se as condições de trabalho e aumenta-se a produtividade. Como as condições de trabalho aumentam, aumenta também a eficiência, reduzindo o desperdício.

*“Ohno and his successors were eventually to sweep aside the conventional mass-production wisdoms (the division of labour, the economies of scale, the absolute necessity for standardization) and replace them with the system, or philosophy, that is now called ‘lean production’. One of the basic assumptions of mass-production had been that it was necessary to produce large numbers of identical products in order to justify investment in a dedicated production line. Once the line had been built it would remain unchanged for as long as possible to maximize production and profit. The product had to be standardized because any variation would necessitate a disruptive and expensive re-tooling operation. This was a principle in which practically the whole of industry believed. Ohno, however, dared to challenge it by imagining the possibility of a flexible production line making a range of different products”.*¹⁶²

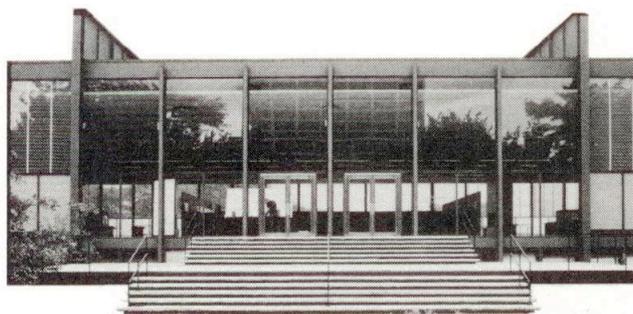
No centro desta filosofia, como lhe chama Davies, estão as pessoas. Ao contrário da visão de Ford, que parecia utilizar o elemento humano como uma peça de uma máquina gigante executando sistematicamente a mesma tarefa, Ohno considerava o elemento humano como singular, como um elemento criativamente participante. Por essa razão, os operários eram instruídos para perceber todo o processo produtivo já que esse processo dependia da intervenção desses mesmos operários. As suas funções iam além da rotina de produção, fazendo parte das suas responsabilidades o agilizar e ajustar dessas rotinas através de sugestões e soluções de melhoramento da linha flexível de produção.

A flexibilidade é apenas um dos muitos aspectos da filosofia de produção de Taiichi Ohno. Este entendia a produção como um processo de valor acrescentado no qual o desperdício teria que ser completamente anulado. Este seria o objectivo principal da produção magra:

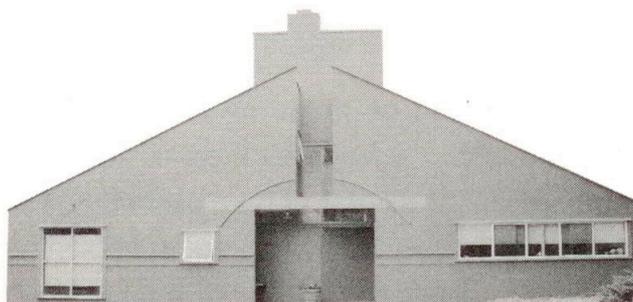
*“The main aim of lean production was to reduce waste (muda), not just wasted materials but wasted time and effort. Ohno saw the hole production process in terms of ‘added value’. Any activity that did not add value to the product from the customer’s point of view was to be minimized and, if possible, eliminated. Following the logic of this insight, Ohno began to see the production process, as it were, in reverse, from the point of view of demand rather than supply. He saw that no matter how efficient and productive a factory was, spewing out thousands of identical products at low cost was useless if the products were not what the customers wanted. (...) His ideal factory was one that would respond to specific demand - an actual customer’s order. It would provide what the customer wanted and it would provide it immediately. (...) The ‘pull, don’t push’ principle, the obligation to fetch rather than the obligation to bring, was carried right back through the whole production process, including the outside suppliers of materials and sub-components (the ‘supply chain’), so that everything from a box of screws to a completed car arrived at the next stage of the process ‘just in time’”.*¹⁶³

¹⁶² DAVIES, Colin - *The Prefabricated Home*, 2005. p. 142.

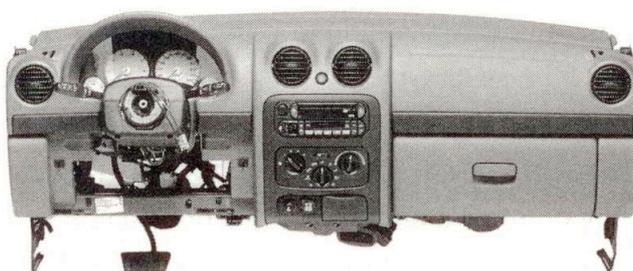
¹⁶³ *Ibidem*, p. 143.



LESS IS MORE



LESS IS A BORE



MORE FOR LESS

fig. 07 | A arquitectura nos século vinte acreditava que a simplicidade das formas era um meio para atingir um propósito maior, resultando numa complexidade e contradição para atingir o mesmo fim. O século vinte e um combinou ambos os precedentes e conseguiu gerar mais conteúdos ainda que utilizando e consumindo menos recursos, de acordo com os princípios da produção magra.

A produção magra substituiu naturalmente a produção em massa preconizada por Henry Ford. A sua aplicação não se centrou apenas no ramo automóvel, no entanto nunca chegou à arquitectura. O argumento utilizado normalmente tem que ver com a obrigatoriedade da habitação pré-fabricada ter de ser produzida em série com um desenho idêntico ou mesmo igual, correndo o risco de encerrar a produção se não existirem encomendas suficientes para que esta seja rentável. A verdade é que estes argumentos pertencem à velha ortodoxia e são refutados pelos princípios da produção magra. Com o auxílio da tecnologia, como constatado no capítulo anterior, este processo produtivo pode ser adaptado à arquitectura, livrando-a da obrigatoriedade da repetição e da seriação.

6.2 Arquitectura na terceira vaga

O conceito que torna possível o afastamento da produção em massa e da seriação tem o nome de “*Computer Integrated Manufacturing*” (CIM). O CIM utiliza a tecnologia da computação para controlar todo o processo de produção. Este avanço tecnológico que literalmente automatiza a produção, teve o seu início em 1952 nos laboratórios do MIT - Massachusetts Institute of Technology, com a criação da primeira “*numerically controlled machine*” para a força aérea Americana. Este foi o primeiro passo para a implementação da tecnologia digital na fabricação, culminando numa série de processos que integram hoje o CIM: AMT (Advanced Manufacturing Technologies), FMS (Flexible Manufacturing Systems), CNC (Computer Numerical Control), MV (Machine Vision), AMH (Automatic Materials Handling), AGV (Automated Guided Vehicles), AS/RS (Automatic Storage and retrieval), CPM (Computerised Process Monitoring) e JIT (Just In Time), são alguns dos acrónimos que integram o conceito CIM.

Além destes processos mencionados, existe ainda um outro processo de fabricação digital que é particularmente importante nesta mudança de paradigma da arquitectura e construção: CAM (Computer Aided Manufacturing). A sua importância reside na desnecessidade de recurso à standardização uma vez que consegue produzir uma infinidade de objectos diferentes levando aproximadamente o mesmo tempo que levaria a produzir a mesma quantidade de objectos iguais.¹⁶⁴ Associando o CAD (Computer Aided Design) com o CAM, é possível fabricar os vários elementos constituintes de um determinado projecto, com recurso a diferentes plataformas CAM, com o nível de detalhe pretendido e com a singularidade projectual que a arquitectura necessita. A mais valia deste processo de fabrico reside ainda na questão económica já que necessita de pouca mão de obra e também porque reduz consideravelmente o desperdício:

“The freedom of form and dimension that CAM allows, allied to the flexibility of lean production, makes the non-standard factory-made building a real possibility. The customer - a house buyer, for example - really could have whatever he or she wanted, just like the single client of a traditional architect but without the fees and the risk. The limitations would be human, not technical. Consumers are not designers or

164 DAVIES, Colin - *The Prefabricated Home*, 2005. p. 144.

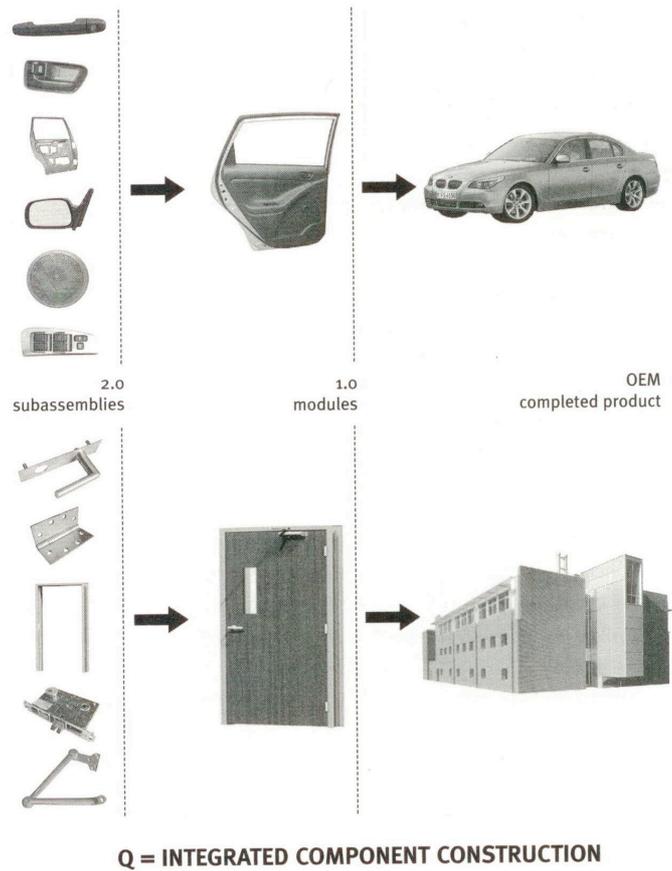


fig. 08 | A sub-divisão da cadeia de fornecimento não só aumenta a qualidade como diminui o custo. Esta constatação foi determinada pela industria automóvel e pode também ser aplicada à construção.

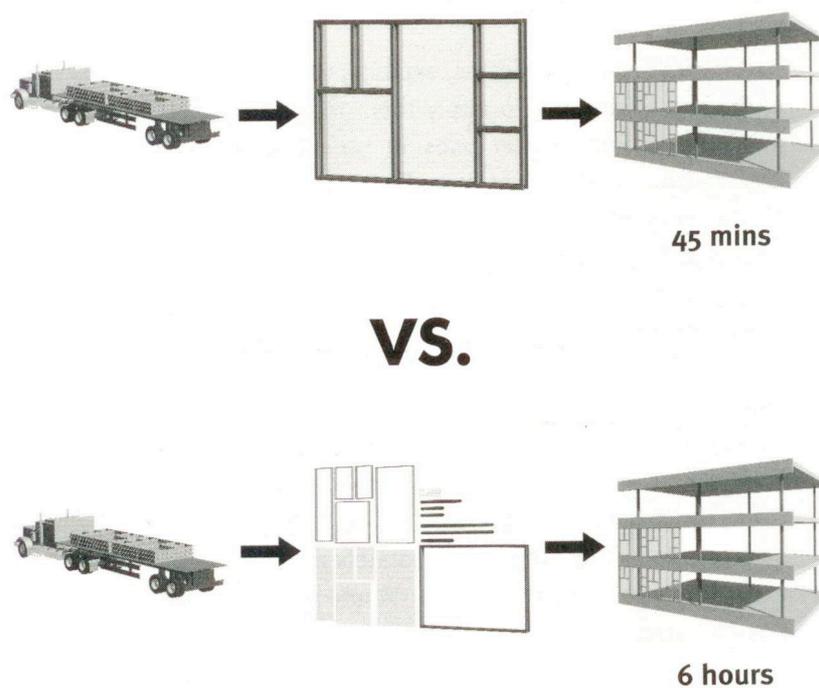


fig. 09 | É mais fácil e mais económico produzir e montar os elementos em ambiente controlada (fábrica) do que no sítio ou estaleiro da obra.

inventors and products would still have to be developed and tested, especially if they departed from traditional forms”.¹⁶⁵

Como afirma Davies, a produção magra em conjunto com o CAD-CAM podem abolir completamente a produção em massa. As proporções e as dimensões não precisam de ser estandardizadas para se obter uma fabricação eficiente e existem ainda benefícios económicos na utilização deste processo de fabricação comparativamente ao processo de construção tradicional.

Aceitando como viável a fabricação individualizada da arquitectura com o recurso aos conceitos apresentados e tendo em conta que esta pode (e deve) ser produzida *ex-situ*, já que se tratam de processos industriais, levanta-se a questão da execução arquitectónica com recurso a estes mesmos processos.

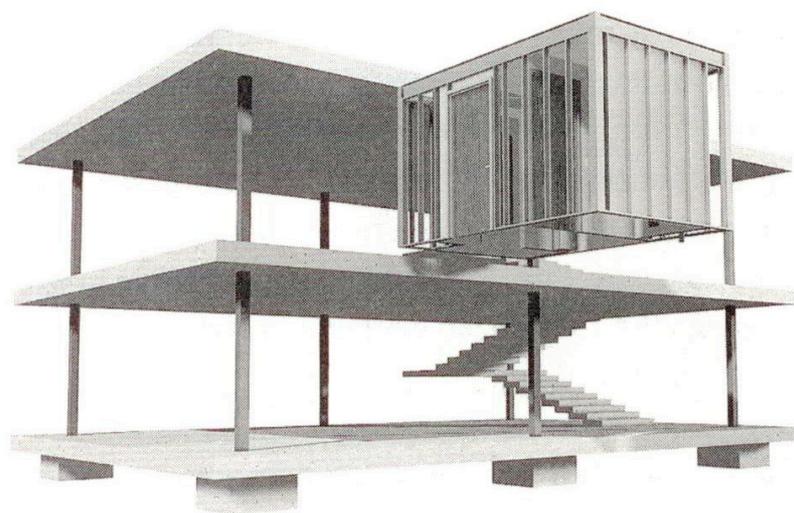
A resposta remete para a pré-fabricação no sentido literal da palavra: fabricar antes, fabricar antecipadamente. A fabricação *ex-situ* (pré-fabricação) de grandes volumes como o da habitação, partilha os mesmos problemas com a indústria automóvel, aeronáutica e naval. Estas indústrias operam através da divisão do todo em partes mais pequenas. Assim, a pré-fabricação é entendida aqui como a produção dos elementos constituintes de uma habitação que, quando instalados no sítio a edificar, perfazem o objecto arquitectónico. Esta subdivisão do todo pelas partes é conhecida como produção modular e é utilizada amplamente por qualquer uma das industriais supra referidas, exactamente por oferece várias vantagens relativamente à construção tradicional *in-situ*:

- Em primeiro lugar, o processo produtivo não necessita de ser linear nem ascendente (de baixo para cima). Podem ser produzidos diferentes módulos simultaneamente sem a obrigatoriedade de se começar pela base, reduzindo o tempo total de construção.
- Em segundo lugar, os módulos podem ser produzidos em ambientes fechados sem as restrições climatéricas que estão associadas à construção tradicional. Os equipamentos e ferramentas estão ao alcance do operário. O próprio espaço de trabalho permite que o módulo seja produzido, inspeccionado e corrigido sem sair do lugar, aumentando assim a qualidade total da construção.
- Em terceiro lugar, uma vez que estes módulos são produzidos em ambiente controlado, é despendido menos tempo na sua produção comparativamente com a construção do mesmo segmento *in-situ*, baixando também o custo total da construção:

“The work of monolithic design initiatives¹⁶⁶ is the same everywhere: to aggregate many parts into fewer modules before the point of final assembly. The purpose is to achieve higher quality, better features, less time to fabricate, and lower cost: more art and craft, not less. At Boeing, these efforts go even further as engineers seek ways to design and make into singular elements several parts that were once monolithic casts

¹⁶⁵ DAVIES, Colin - *The Prefabricated Home*, 2005. p. 145.

¹⁶⁶ Monolithic design: Este é um termo utilizado pela Boeing e que representa a conglomeração das diferentes partes/peças utilizadas na construção das aeronaves num menor número de módulos.



VS.

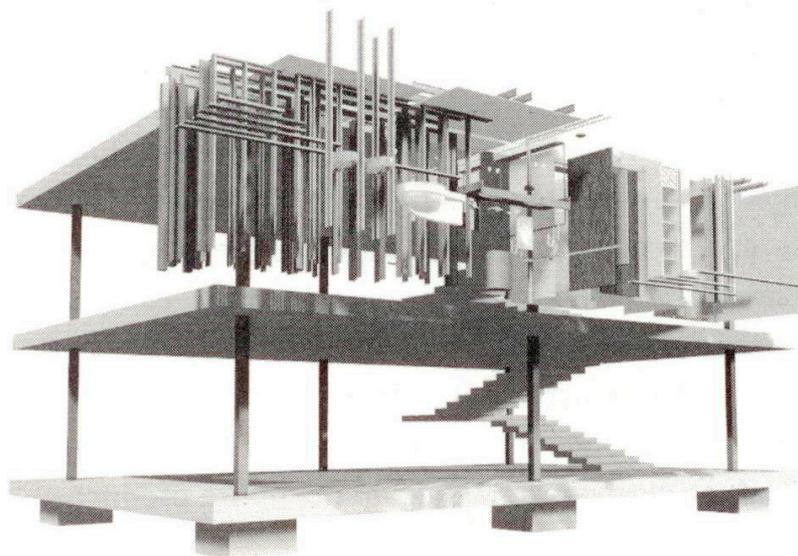


fig. 10 | Comparação entre a montagem modular e tradicional na *Maison Domino* de *Le Corbusier*. Este sistema de montagem não só utiliza menos mão de obra como é notoriamente mais eficiente.

or machined entities. These are the ultimate modules; they are made of parts that never were, parts that have been recombined into modules".¹⁶⁷

Na base deste conceito da produção modular (ou “*monolithic design*” como lhe chama a Boeing) está a percepção de que é mais fácil construir um elemento complexo através da sua fragmentação. Esta fragmentação diminui a complexidade da resolução dos problemas, aumenta o controlo da qualidade e possibilita a produção simultânea dos vários módulos, visando assim um decréscimo do custo associado à produção.

Também a indústria automóvel adoptou o sistema de fabricação e montagem modular, recorrendo a vários fornecedores para a produção dos diferentes módulos. Em vez de construir o automóvel como um todo, desde o parafuso até ao pára-brisas, os módulos assumem a forma de portas, bancos, cockpit, motor, etc. Estes vão sendo instalados no chassis, alguns simultaneamente, à medida que a linha de montagem vai avançando. Ainda que esta ideia de linha de montagem seja perfeitamente desadequada para a arquitectura, o que se pretende salientar aqui é a construção e montagem por módulos segmentada por fornecedores. As vantagens inerentes a este processo, como afirmam Kieran e Timberlake, além de qualitativas são também operativas na medida em que agilizam o processo de instalação e diminuem a quantidade das “partes” necessárias para se obter o “todo”:

“The effects of preassembly on final production in the automotive industry have been dramatic. Underlying the results is the initially counterintuitive realization that quality is better controlled by fragmenting assembly. The more one attempts to undertake at the point of final assembly, the more difficult it is to control quality. Fewer joints in the final installation give rise to more precise tolerances and better working conditions with less accumulation of parts in the final assembly area”.¹⁶⁸

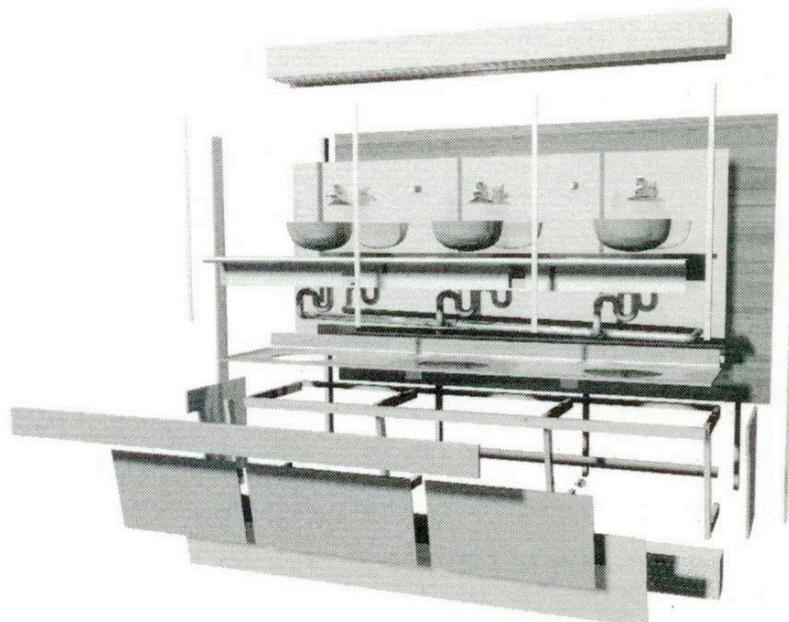
Esta questão das juntas é especialmente importante neste novo processo de fabricação já que se propõe que todas ou praticamente todas as partes da habitação sejam produzidas previamente. A abordagem tradicional da arquitectura encara este problema tendo em conta essencialmente o movimento, isto é, uma vez que a expansão e contracção térmicas dos materiais gera movimento, o propósito central das juntas tem sido a gestão desse mesmo movimento, separando materiais pelas suas propriedades dissimilares e juntando materiais com comportamentos térmicos similares. Na pré-fabricação, esta questão das juntas estende-se também à sua quantidade e ao local de agregação:¹⁶⁹

“In a contemporary theory and practice that recognizes the essentially chaotic nature of assembling complex artifacts, the focus is instead on disassembling the process into smaller integrated component

167 KIERAN, Stephen; TIMBERLAKE, James - *Refabricating Architecture*, 2004. p. 79-81.

168 *Ibidem*, p. 87-89.

169 *Ibidem*, p. 93.



200 JOINTS ON SITE

VS.



1 JOINT ON SITE

fig. 11 | O objectivo do processo de montagem de componentes e da redução de juntas é deixar apenas uma junção para o momento da montagem final ou instalação. Em vez de se executarem 200 junções na obra, onde as condições não são óptimas para a realização deste tipo de trabalho, executa-se apenas 1. As restantes 199 são executadas na fábrica onde existem melhores condições para a realização destes trabalhos.

*assemblies. These smaller chunks can then be designed and managed in their own right, as completed artifacts, by a separate team focused solely on a piece of the overall product. Quality control can be managed incrementally, one module at a time, with corrections made before final assembly. Further, there is less product to clutter work spaces, enhanced efficiency and safety, and less chance to install the wrong component during final assembly”.*¹⁷⁰

Além destas observações, Kieran e Timberlake focam também a questão da quantidade. Se a um número maior de partes corresponde um número maior de juntas, o inverso também é verdade. Então, a um número menor de partes corresponde um número menor de juntas. Neste sentido, apresentam duas soluções: fragmentar o processo de montagem e reduzir o número de partes. Uma vez que reduzir o número de partes é uma solução muito complexa e implica um grande investimento de tempo, a opção sugerida recai sobre a fragmentação do processo de montagem em módulos.¹⁷¹ A explicação é óbvia: é mais fácil instalar um wc com recurso a um módulo só, do que efectivamente montar a imensidão de partes desse mesmo wc em obra. O mesmo pode acontecer com as paredes que podem integrar as portas e janelas, embora respeitando uma métrica pré-estabelecida, os equipamentos de cozinha que naturalmente podem ser aglomerados num ou mais que um módulo, as escadas, as lajes de pavimento e de cobertura, etc.

Neste sentido, toda a obra tem de responder a um desenho rigoroso, onde uma métrica delinea as juntas e conseqüentemente os módulos. O trabalho do arquitecto terá de ser forçosamente mais exaustivo e rigoroso, investindo mais tempo na concepção e coordenação tendo em vista uma poupança de tempo e recursos e tendencialmente anulando as operações que não acrescentem valor ao “objecto” arquitectónico, no seguimento do conceito da produção magra. O fundamento é simples: é mais económico e eficiente resolver os problemas em fase de projecto do que em fase de construção, aumentar o investimento na concepção permite reduzir o desperdício e tornar mais eficiente a produção:

*“One lesson that engineers understand and teach, but architects neglect, is that process sets the stage for outcome. Without a broadly based process that penetrates deeply into the very heart of how things are made, any success will be fleeting and unsustainable. (...) We need a new vision of process, not just product. Along with architects, the vision must include those who own and use architecture, those who assemble buildings, and those who develop materials and engineer the new products that become our architecture. The vision of an integrated process, in which a collective intelligence replaces the architect’s singular imposed intelligence, must become widespread before off-site fabrication can become the standard means of architectural construction”.*¹⁷²

170 KIERAN, Stephen; TIMBERLAKE, James - *Refabricating Architecture*, 2004. p. 93-95.

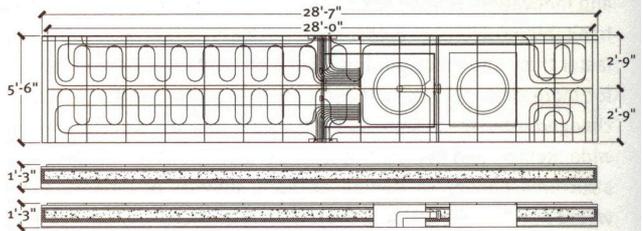
171 *Ibidem*, p. 97.

172 *Ibidem*, p. 107-109.



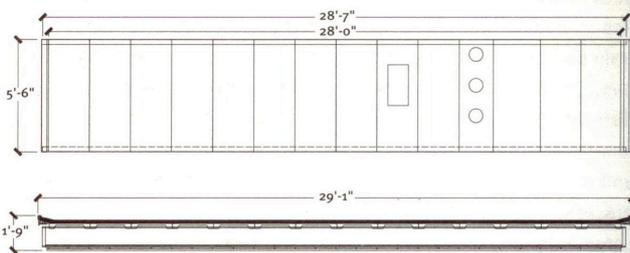
SURVEYING THE SITE

fig. 12 | À medida que ocorre a construção *off-site*, procede-se ao levantamento e à preparação do terreno.



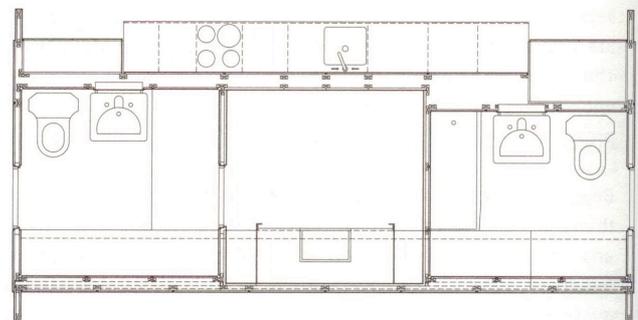
FROM 1,267 PIECES TO 80 COMPONENTS

fig. 13 | Através do conceito de fabricação e montagem modular, em vez de se aplicarem 1267 peças em obra, instalam-se apenas 80 componentes.



ASSEMBLING THE CHASSIS AND COMPONENTS

fig. 14 | Por forma a diminuir a margem de erro e evitar o ajuste das várias peças em obra, os vários componentes são primeiro testada e montados em fábrica



ADDING CHUNKS

fig. 15 | Depois da fabricação dos módulos de serviços (cozinha e wc neste caso) por um fornecedor, estes módulos são testados ainda em fábrica.

Esta nova visão processual de que falam Kieran e Timberlake, tem que ver com a necessidade de repensar o processo como concebemos e construímos a arquitectura. Neste (velho) paradigma da construção “off-site”, o processo que tem vindo a ser descrito aqui representa uma outra forma de materializar o fruto da concepção criativa do arquitecto. Este, embora responsável individualmente pela concepção, deve também ser responsável pelo processo, de maneira a garantir que o produto é exactamente como este o concebeu. Deve também trabalhar lado a lado com todos os intervenientes do processo de produção para colectivamente inculcarem fluidez e eficiência na materialização arquitectónica. Este é o desígnio do arquitecto como mestre construtor (*ver cap. 4*):

“We cannot continue to build architecture at ever higher costs, longer schedules, and lower quality. We must act. We can return to master building. We can reestablish craft in architecture by integrating the intelligence of the architect, contractor, materials scientist, and product engineer into a collective web of information”.¹⁷³

Esta ideia da integração das várias actividades na arquitectura é também defendida por Nuno Portas num artigo que escreveu para a revista *Análise Social*, em 1964. Neste artigo, Portas defende que o caminho da “*industrialização apenas pode ser um trabalho de equipa, no qual o técnico social, o arquitecto, o investigador do conforto habitacional representam o máximo conhecimento possível das necessidades dos utentes, e o engenheiro estruturalista, o designer dos elementos industriais, o técnico de organização do trabalho representam as necessidades tecnológicas e a eficiência económica de um serviço. E assim, a industrialização em vez de representar uma resposta drástica a uma situação de emergência ou de se constituir um fim em si mesma, para além da sua real justificação económica ou social pode vir a constituir uma nova etapa perfeitamente adequada sociológica e culturalmente, no quadro do desenvolvimento de uma sociedade*”.¹⁷⁴

6.3 Caso Prático

O caso prático que se segue pretende por em evidência o processo de construção supra referido. Importa também mencionar que este caso prático é o resultado de uma investigação interna do atelier *Kieran-Timberlake*, publicada no livro: *Refabricating Architecture*; da autoria dos fundadores desse mesmo atelier: *Stephen Kieran* e *James Timberlake*. É ainda importante salientar que o tema central deste livro é a customização em massa (mass customization) e este caso prático está naturalmente em linha com esse tema.

173 KIERAN, Stephen; TIMBERLAKE, James - *Refabricating Architecture*, 2004. p. 115.

174 PORTAS, Nuno. *A industrialização da construção - Política habitacional*. *Análise social* nº 5, 1964. p. 99-100.

fig. 16 | Como os componentes são produzidos em módulos, o seu transporte é facilitado já que esta questão foi tida em conta na fase projectual e mesmo na sua fabricação.



PACKAGING AND SHIPPING

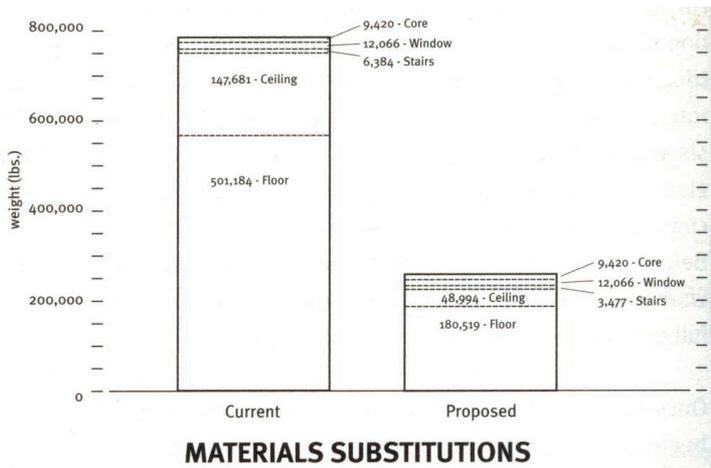
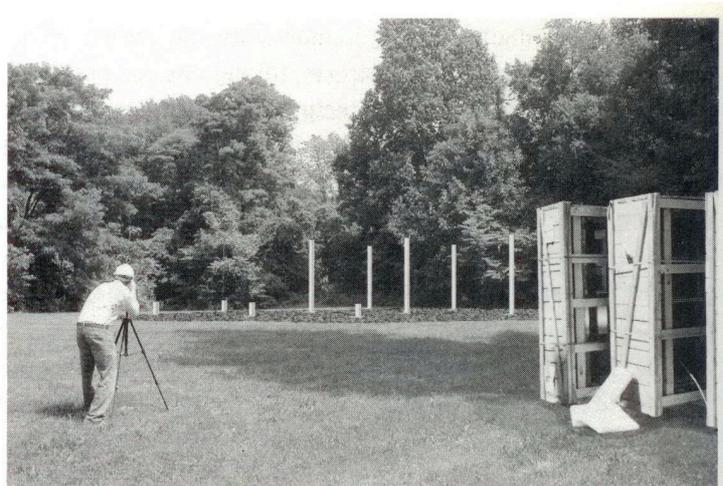


fig. 17 | Uma vez que os módulos precisam de ser transportados, o factor peso é um dado importante e que foi tido em conta na escolha de materiais mais leves do que os convencionais. Considera-se que esta é uma questão menor já que depende da distância a percorrer e do meio de transporte.

fig. 18 | A montagem dos módulos começa à medida que estes vão chegando ao local de construção. As fundações foram colocadas à medida que os módulos eram produzidos. Esses mesmos módulos vão chegando à obra por ordem de instalação, para não causarem nenhum tipo de constrangimento, permitindo maior mobilidade em obra.



DAY 1 - DELIVERIES AT THE SITE

Não obstante, e como referido por diversas vezes no decorrer deste trabalho (*ver cap. 4 e 5*), a tecnologia permite actualmente o afastamento da imposição do elemento “quantidade” (em massa) tendo em vista a obtenção dos mesmos padrões de economia, eficiência e qualidade. Retirando esta premissa da equação, o processo aqui apresentado está também em linha com o caso prático que se passa a descrever, e pretende reconstruir virtualmente a Farnsworth House desenhada em 1947 por Mies van der Rohe, simulando a intervenção da Boeing na construção off-site através da utilizando das suas instalações em Everett, Washington, como fábrica-modelo para a realização deste “case-study”:

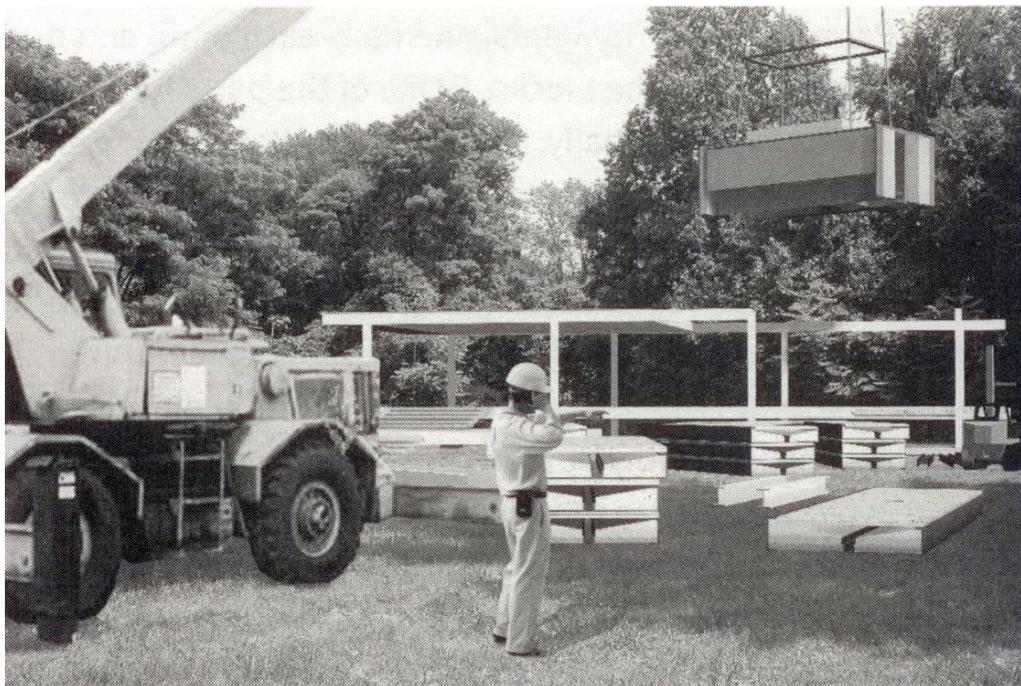
*“The intent of this project was to reduce the number of parts constructed on site in the Farnsworth House and to incorporate materials that van der Rohe would not have had at his disposal in 1950. By integrating these new processes-preassembly of componentes, off-site construction and the use of new materialities-it was our goal to offer a higher quality and more lasting future for an icon of architecture. A report entitled Component Assembly of Mies van der Rohe’s Farnsworth House was completed in March 2002. The traditional assembly of the house involved more than 1,267 parts coming together on site. The component assembly speculation reduced the overall number of parts assembled on site to somewhere between 22 and 48 components, depending upon the inclusion or elimination of infrastructure”.*¹⁷⁵

A proposta assenta na substituição do betão e do aço, sempre que possível, por fibra de vidro para aligeirar o peso total da estrutura, aumentar a durabilidade e para proporcionar mais oportunidades de instalação. A fibra de vidro é um material com alta resistência à tracção, flexão e impacto. A sua utilização deve-se à sua relação peso-resistência e também porque permite grande flexibilidade projectual. Pode ser produzido em moldes simples e baratos, viabilizando baixos volumes de produção. Os custos de manutenção são também baixos devido à alta inércia química e resistência às intempéries. Com o esforço empreendido na substituição dos materiais convencionais por materiais mais actuais, obteve-se uma redução do peso total na ordem dos 60 por cento.

Para aumentar a eficiência energética do edifício, foi introduzido aerogel nas amplas cortinas de vidro. Este compósito formado pelo vidro e aerogel apresenta uma excelente eficiência como isolante térmico. O aerogel é um material sólido poroso, muito leve e transparente. Extremamente denso, este material possui mais de 50 por cento do volume poroso. Integrou-se a infra-estrutura dos sistemas (eléctricos e outros) e de componentes para minimizar eventuais erros de instalação final, tendo em vista também a minimização do número total de partes a instalar.

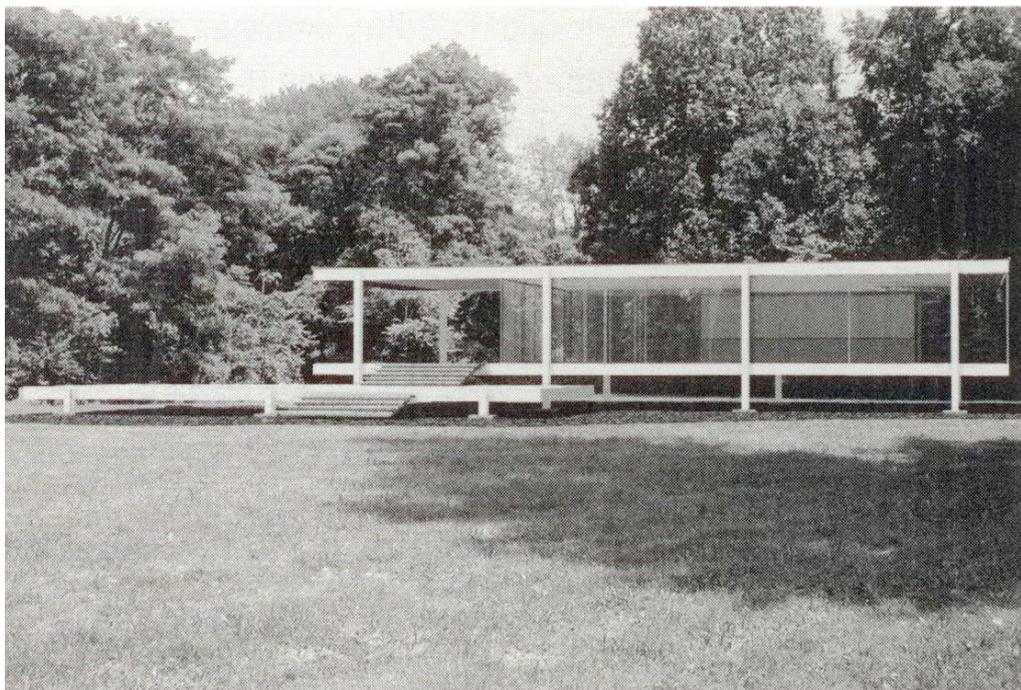
A estrutura é inicialmente pré-montada em fábrica por este ser um espaço controlado, de forma a perceber e a idealizar os procedimentos para a montagem final, antevendo desta forma os problemas associados a esta montagem antes mesmo da expedição das diferentes partes a instalar no local a edificar.

175 KIERAN, Stephen; TIMBERLAKE, James - *Refabricating Architecture*, 2004. p. 171.



DAY 2 - REASSEMBLING THE COMPONENTS

fig. 19 | Com a ajuda de gruas, todos os módulos são montados no seu respectivo lugar, de acordo com as instruções sugeridas aquando da pré-montagem em fábrica. A pré-montagem serviu exactamente para identificadas todas as situações críticas.



DAY 3 - TURNING OVER THE KEYS

fig. 20 | Depois de colocados todos os módulos e de todos os materiais e selantes devidamente curados e inspeccionados, a habitação está pronta para receber os proprietários. Como peças de lego, as paredes, as lajes e os módulos de serviço agrupam-se como um puzzle e dão forma a uma das mais icónicas habitações do movimento moderno.

Recorrendo à virtualização, elimina-se a necessidade da listas de tarefas bem como outros modelos de gestão e controlo para o arquitecto, o construtor e o fornecedor.¹⁷⁶

“This fictional account of the Farnsworth House off-site construction and assembly in Everett, Washington, presumes opportunities for a worldwide assembler such as Boeing to engage in a world of construction that demands innovation and improvement. Innovations can evolve from within a process or be transferred from other processes through assimilation, mimicry, or wholesale revolution. We demand transfer. We invite the world of construction to begin anew with these processes that can make everyone’s world and the architect’s work better”.¹⁷⁷

Ainda que se perceba a introdução da gigante Boeing na construção off-site como modo de potenciar esta ideia da “*technology transfer*” que se falou no capítulo 5, não se entende necessária a alusão a uma multinacional se não a de sugerir um modelo operativo que tem por base a construção em massa, seja esta de carácter produtiva ou customizada, não deixa de ser massificada. No intento deste trabalho, a arquitectura deve ser tanto individualizada como tendencialmente acessível. Esta democratização é possível se a arquitectura tiver raízes locais e culturais, até porque a questão do “sítio” é uma questão incontornável em arquitectura. O debate deve focar-se na evolução arquitectónica e na inteligência projectual e não na massificação como forma de tornar acessível a arquitectura. Como lembra Toffler:

“In Third Wave civilization the factory will no longer serve as a model for other types of institutions. Nor will its primary function be that of mass production. Even now the Third Wave factory produces demassified— often customized—end products. It relies on advanced methods such as wholistic or "presto" production. It will ultimately use less energy, waste less raw material, employ fewer components, and demand far more design intelligence”.¹⁷⁸

176 KIERAN, Stephen; TIMBERLAKE, James - *Refabricating Architecture*, 2004. p. 171.

177 *Ibidem*, p. 173.

178 TOFFLER, Alvin - *The Third Wave*, 1980. p. 369.

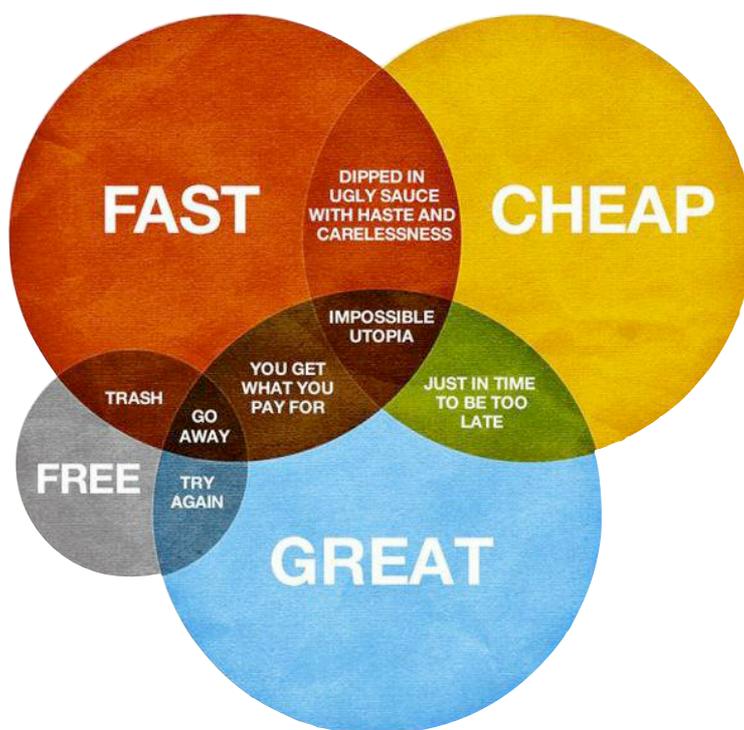


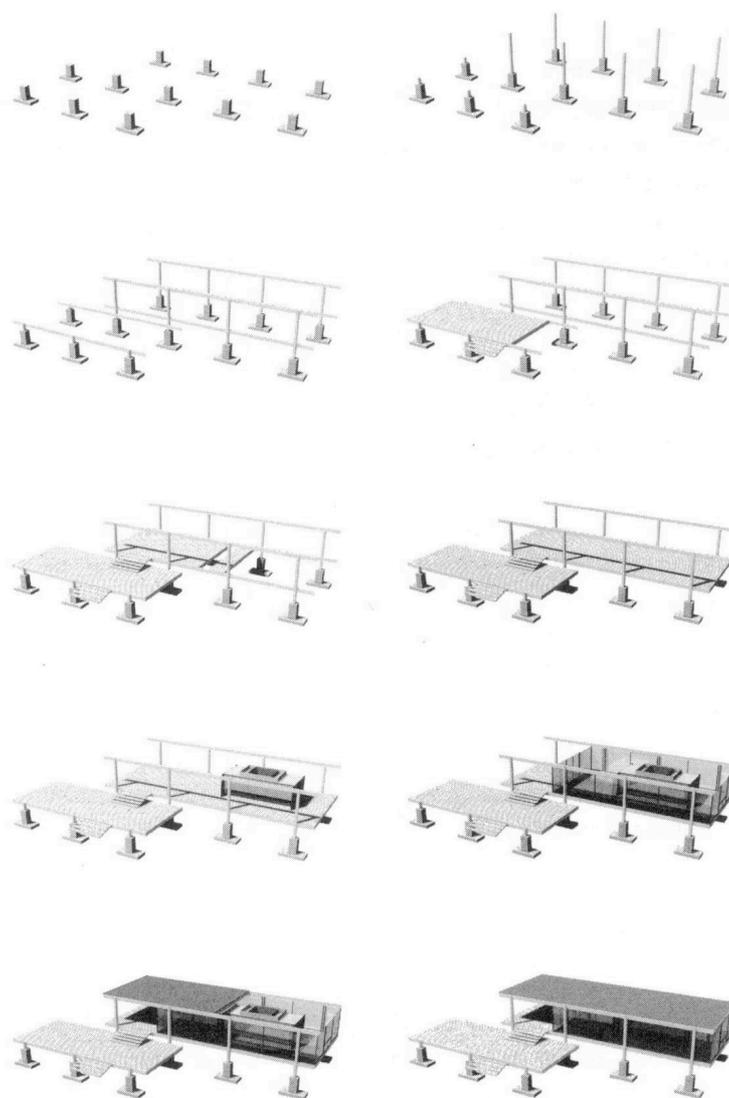
fig. 01 | How Would You Like Your Architecture? Diagrama originalmente criado por Colin Harman em relação ao design gráfico, embora possa servir para qualquer profissão. É adaptado pelo Archdaily num artigo publicado a 12 de Fevereiro de 2012.

Conclusão

A resposta dos modernos às necessidades emergentes de habitação no pós-guerra e ao crescente desenvolvimento da indústria, da máquina e da tecnologia, resultou numa tentativa de introdução na arquitectura da habitação pré-fabricada. Essa tentativa, no que diz respeito à esfera da arquitectura, não passou de casos de estudo e de protótipos. Segundo Corbusier, ainda não existia o estado de espírito de habitar a casa “máquina”. A pré-fabricação apenas pontualmente passou do projecto para a realidade. Ao contrário da arquitectura, a indústria pegou no conceito da pré-fabricação e no conhecimento tecnológico e industrial, e foi bem sucedida na criação da habitação industrializada, especialmente na América. À revelia da arquitectura e sem o seu legado cultural, a habitação produzida em série nunca foi um “objecto” arquitectónico. A serialização nunca foi um conceito que fizesse parte da arquitectura.

Parece que não houve continuidade com o trabalho pioneiro dos modernos na integração da tecnologia e da ciência na arquitectura. Como sugere Martin Pawley, o resultado desta descontinuidade revelou-se na inversão do papel da arquitectura: a arte ficou à mercê da máquina e não o contrário (como pretendiam os modernos).¹⁷⁹ Assim, a indústria ocupou o lugar da arquitectura na criação e produção da “casa máquina”. No entanto, na actualidade surgem já sinais bem claros que o estado de espírito da habitar a casa pré-fabricada começou já a mudar. Um desses sinais que se apresentam diz respeito à habitação pré-fabricada do atelier Mima, depois de ser eleita como a habitação do ano pelo maior portal de arquitectura da actualidade. Este é um sinal bem claro, quer da sociedade quer mesmo dos arquitectos, da necessidade de voltar a equacionar e repensar o modelo da pré-fabricação. Ainda assim, a linha de montagem de Henry Ford fez com o automóvel o que a arquitectura ainda não conseguiu fazer com a habitação. Esta relação do automóvel com

179 PAWLEY, Martin - *Theory and design in the second machine age*, 1990. p. 71



COMPONENT ASSEMBLY

fig. 02 | Para criar a “máquina de habitar” referida por Corbusie, esta tem que ser construída como se constrói uma máquina.

a arquitectura vem desde Corbusier, e mais tarde com Alfred Bemis questionou por que motivo não se fazem as habitações como os automóveis. A resposta a esta questão tem que ver com a integração patente em todo o processo e contrária à segregação que existe na arquitectura. Ainda na actualidade, o projecto é concebido sem haver uma preocupação e um acompanhamento da obra. Ao abdicar desta parte do processo arquitectónico, o arquitecto abdica também da arquitectura. Neste sentido, sugere-se um retorno à ideia do mestre construtor, não numa perspectiva holística singular, mas antes como coordenador dos vários intervenientes visando a materialização do “objecto” arquitectónico:

“Architecture is about more than just the development of products for a market. It is about space and place, home and community, body and memory, earth and sky. It is for people, for their whole lives, not just their lives as consumers. The architecture field should grow, not shrink. But first it must reform itself”.¹⁸⁰

A tecnologia surge assim como adjuvante à posição do arquitecto-construtor, actuando também como uma espécie de charneira, distanciando a impossibilidade de uma arquitectura em série, permitindo a total individualização e a variabilidade que a sugerida concepção do arquitecto necessita. Ao aproximar a arquitectura da industria, a tecnologia aproxima também a arquitectura da sociedade, fundamentalmente porque a industria é um meio de fazer mais com menos: *“What has changed today? Everything”*.¹⁸¹

No seguimento dos modelos sugeridos pelo movimento moderno, introduz-se a pré-fabricação como uma possível solução para o problema da habitação. É importante que se perceba que não se pretende uma aproximação ao conceito apresentado pelo atelier Mima, concebido para a produção em série, já que este parece ser o caminho mais fácil. Alvin Toffler lembra que o caminho a seguir não passa pela produção em série mas antes pela individualização. Esta mudança está já em curso não só nos automóveis mas também em produtos de consumo tão imediatos como as sapatilhas da marca Nike, produtos estes que utilizam a tecnologia exactamente como charneira e que vem permitir o afastamento da produção em série e ainda assim mantendo praticamente inalterado o custo de produção.

A pré-fabricação é sugerida como modelo que utiliza a tecnologia como ferramenta e a produção magra como conceito. A construção é levada a cabo segundo uma lógica de divisão modular, ou seja, o projecto é idealizado para que possa ser construído por um conjunto de partes ou módulos. Esses módulos são montados em fábrica pela junção das várias partes que podem ser disponibilizadas por vários fornecedores, encurtando o tempo de produção. Posteriormente à montagem em fábrica e depois de garantir a junção de todos os módulos, estes são enviados e montados em obra, onde as fundações se encontram prontas para receber a habitação. As vantagens de utilização deste tipo de processo pré-fabricado tem que ver com o custo (já que utiliza menos mão de obra), com a qualidade (já que é produzida em ambiente industrial) e com o tempo (já que a fábrica é mais eficiente do que o estaleiro, podendo ainda serem executadas várias tarefas ao mesmo tempo, uma vez que a construção de um módulo não está dependente do outro).

180 DAVIES, Colin - *The Prefabricated Home*, 2005. p. 10.

181 KIERAN, Stephen; TIMBERLAKE, James - *Refabricating Architecture*, 2004. p. xii.

Em termos criativos, a habitação não fica condicionada por uma forma tipo, não existe nenhuma tipificação nem modelo. Propõem-se apenas um processo de repensar a forma como materializamos a arquitectura:

*“Prefabrication does not necessarily imply either mass production or standardization. In fact none of the three terms necessarily implies the other two”.*¹⁸²

Uma vez que se acredita ser viável a pré-fabricação do “objecto” arquitectónico, aliando também a concepção do arquitecto como coordenador de todo este processo, acredita-se que é possível ultrapassar os problemas que são enunciados por Lauri Koskela (cap. 4) e que condicionam o acesso à arquitectura.

182 DAVIES, Colin - *The Prefabricated Home*, 2005. p. 205.

Bibliografia

ARIEFF, Allison; BURKHART, Bryan - **Prefab**. Layton : Gibbs Smith, 2002. 159 p. ISBN 1586851322.

AUGÉ, Marc - **Não-lugares : introdução a uma antropologia da sobremodernidade**. Venda Nova : Bertrand Editora, 1994. 124 p. ISBN 9722505807.

BANHAM, Reyner - **Theory and design in the first machine age**. Oxford : Architectural Press, 2001. 338 p. ISBN 0750607181.

BENEVOLO, Leonardo - **Historia de la arquitectura moderna**. 8ª ed. Barcelona : Gustavo Gili, 2002. 1196 p. ISBN 8425217938.

BERGDOLL, Barry; CHRISTENSEN, Peter - **Home Delivery**. New York : MoMa, 2008. 248 p. ISBN 9780870707339

CORBUSIER, Le - **Por uma Arquitectura**. 6ª ed. São Paulo : Perspectiva, 2006. 213 p. ISBN 8527301423.

DAVIES, Colin - **The Prefabricated Home**. London : Reaktion books, 2005. 223 p. ISBN 1861892438.

DUARTE, José Pinto. **Personalizar a habitação em série: uma gramática discursiva para as casas da Malagueira do Siza**. Lisboa : Fundação Calouste Gulbenkian, 2007. 527 p. ISBN 9789723111811.

FIELD, Marcus - **Future System**. London : Phaidon Press, 2000. 270 p. ISBN 0714838314.

- FRAMPTON, Kenneth - **Historia crítica de la arquitectura moderna**. 4ª ed. Barcelona : Gustavo Gili, 1989. 375 p. ISBN 8425210518.
- FRAMPTON, Kenneth - **Le Corbusier**. London : Thames & Hudson, 2001. 240 p. ISBN 0500203415.
- GIEDION, Siegfried - **Espacio, tiempo y arquitectura : el futuro de una nueva tradición**. 5ª ed. Madrid : Dossat, 1980. 825 p. ISBN 8423703754.
- GIEDION, Siegfried - **Mechanization takes command : a contribution to anonymous history**. London : W. W. Norton & Company, 1975. 743 p. ISBN 0393004899.
- HABRAKEN, John - **The structure of the ordinary : form and control in the built environment**. Cambridge : MIT Press, 1998. 359 p. ISBN 0262082608.
- HERBERT, Gilbert - **Pioneers of prefabrication : the British contribution in the nineteenth century**. Baltimore : Johns Hopkins University Press, 1978. 228 p. ISBN 0801818524.
- HILLIER, Bill - **Space is the machine**. London : Space Syntax, 2007. 355 p. ISBN 9780955622403.
- IBELINGS, Hans - **Supermodernismo : arquitectura en la era de la globalización**. Barcelona : Gustavo Gili, 1998. 144 p. ISBN 8425217512.
- JANSON, H. W. - **História da arte**. 6ª ed. Lisboa : Fundação Calouste Gulbenkian, 1998. 824 p. ISBN 9723104989.
- JENCKS, Charles - **Movimentos modernos em arquitetura**. Lisboa : Edições 70, 1992. 372 p. ISBN 9724404986
- KIERAN, Stephen; TIMBERLAKE, James - **Refabricating Architecture**. New York : McGraw Hill, 2004. 175 p. ISBN 007143321X.
- KOLAREVIC, Branko - **Architecture in the digital age. Design and manufacturing**. New York : Taylor & Francis, 2003. 314 p. ISBN 04153814X
- MITCHELL, William J - **A lógica da arquitetura :projecto, computação e cognição**. Campinas : Editora Unicamp, 2008. 303 p. ISBN 9788526807983.

MITCHELL, William J - **City of bits : space, place, and the infobahn**. Cambridge : MIT Press, 1996. 225 p. ISBN 0262631768.

MITCHELL, William J - **E-topía : vida urbana, jim, pero no la que nosotros conocemos**. Barcelona : Gustavo Gili, 2001. 191 p. ISBN 8425218160.

MONTANER, Josep Maria - **As formas do século XX**. Barcelona : Gustavo Gili, 2002. 263 p. ISBN 8425218977.

PAWLEY, Martin - **Buckminster Fuller**. New York : Taplinger Publishing Company, 1990. 192 p. ISBN 080081116X.

PAWLEY, Martin - **Terminal architecture**. London : Reaktion Books, 1998. 223 p. ISBN 1861890184.

PAWLEY, Martin - **Theory and design in the second machine age**. Oxford : Basil Blackwell, 1990. 189 p. ISBN 0631158286.

SADLER, Simon - **Archigram: Architecture without architecture**. Cambridge : The MIT Press, 2005. 242 p. ISBN 0262195216.

TOFFLER, Alvin - **The Third Wave**. London : Collins, 1980. 544p. ISBN 0002118475.

TZONIS, Alexander - **Le Corbusier : the poetics of machine and metaphor**. London : Thames & Hudson, 2001. 239 p. ISBN 500283192.

WHITELEY, Nigel - **Reyner Banham : historian of the immediate future**. Cambridge : MIT Press, 2002. 494 p. ISBN 0262232162.

WOODS, Lebbeus - **Radical reconstruction**. New York : Princeton Architectural Press, 1997. 168 p. ISBN 1568980906.

WOUDHUYSEN, James; ABLEY, Ian - **Why is Construction so Backward?**. Chichester : Wiley-Academy, 2004. 319 p. ISBN 0470852895

ZEVI, Bruno - **Saber ver a arquitetura**. 5ª ed. São Paulo : Martins Fontes, 1996. 286 p. ISBN 8533605412

Periódicos

GROPIUS, Walter - O arquitecto na sociedade industrial. Binário. 1 (1958) p. 2-5.

LARSON, Kent [et al.] - "A New Epoch" Automated Design Tools for the Mass Customization of Housing. A+U. ISSN 0389-9160. 2001:03 (2001) 116-121.

LARSON, Kent - The Home of the Future. A+U. ISSN 0389-9160. 2000:10 (2000) 60-68.

PORTAS, Nuno. A industrialização da construção - Política habitacional. Análise social. ISSN 0003-2573. 5, Vol. II. (1964) 90-103.

SILVA, Alexandre; SOUSA, Miguel - Modular System. Arquitectura Ibérica. ISBN 9789898129000. 22 (2007) 81-95.

Referências Electrónicas

ANZALONE, Phillip [et al.] - Non Uniform Assemblage: Mass Customization in Digital Fabrication [Em linha]. Massachusetts : ScholarWorks@UMass Amherst. [Consult. 10 Fev. 2010]. Disponível em WWW:<URL:http://scholarworks.umass.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1041&context=wood>.

ARMSTRONG, Paul J. - Transforming the Invisible Hand: Redefining the Machine-Made House [Em linha]. Massachusetts : ScholarWorks@UMass Amherst. [Consult. 12 Out. 2010]. Disponível em WWW:<URL:http://scholarworks.umass.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1025&context=wood>.

ARMSTRONG, Paul J - From Bauhaus to m- [h]ouse: The Concept of the Ready-Made and the Kit-Built House [Em linha]. Massachusetts : ScholarWorks@UMass Amherst. [Consult. 11 Fev. 2010]. Disponível em WWW:<URL:http://scholarworks.umass.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1007&context=wood>.

BALLARD, Glenn; HOWELL, Greg - What kind of production is construction? [Em linha]. [Consult. 12 Out. 2010]. Disponível em WWW:<URL:http://leanconstruction.org/pdf/BallardAndHowell.pdf>.

BARLOW, James - From craft production to mass customization? Customer-focused approaches to house-building [Em linha]. London : University of Westminster, 1998. [Consult. 29 Dez. 2009]. Disponível em WWW:<URL:http://www.ce.berkeley.edu/~tommelein/IGLC-6/Barlow.pdf>.

BEAUDIN, Jennifer - From Personal Experience to Design: Externalizing the Homeowner's Needs Assessment Process [Em linha]. Massachusetts : Massachusetts Institute of Technology, 2003. [Consult. 04 Out. 2010]. Disponível em WWW:<URL:http://architecture.mit.edu/house_n/documents/Beaudin03.pdf>.

BLECKER, Thorsten [et al.] - A Framework for Understanding the Interdependencies between Mass Customization and Complexity [Em linha] Prof. Dr. Thorsten Blecker. Klagenfurt : University of Klagenfurt, (2007). [Consult. 21 Set. 2010]. Disponível em WWW:<URL:http://mpira.ub.uni-muenchen.de/5289/1/MPRA_paper_5289.pdf>.

BROCKL, Linda; BROWLL, James - The Prefabricated House in the Twenty-First Century: What Can We Learn from Japan? A Case Study of the KST-Hokkaido House [Em linha]. Vancouver : University of British Columbia. [Consult. 30 Set. 2010]. Disponível em WWW:<URL:<http://timber.ce.wsu.edu/Resources/papers/4-2-3.pdf>>.

BUNDGAARD, Charlotte - Framing fragmentation - The Architect as a master of montage [Em linha]. Aarhus : Aarhus School of Architecture. [Consult. 11 Fev. 2010]. Disponível em WWW:<URL:<http://www.changingroles09.nl/uploads/File/Final.Bundgaard.pdf>>.

CHIN, Ryan; KÜNZLER, Patrik - Adaptive Product Modules for Mass Customization: Lessons from Vehicular Architecture Development [Em linha]. Cambridge : MIT Media Lab, (2006). [Consult. 10 Fev. 2010]. Disponível em WWW:<URL:<http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB10831.pdf>>.

CORBUSIER, Le - Architecture, the expression of the materials and methods of our times. The Architectural Record [Em Linha]. 08 (1929) 123-128. [consult. Novembro 2011]. Disponível em: WWW:<URL:<http://archrecord.construction.com/inTheCause/onTheState/corb.pdf>>.

Cubics Santa Coloma [Em Linha]. [consult. Julho 2011]. Disponível em: WWW:<URL:http://www.grame.net/uploads/media/dossier_cubics_04.pdf>.

DEMCHAK, Gregory - Towards a Post-Industrial Architecture: Design and Construction of Houses for the Information Age [Em linha]. Massachusetts : Massachusetts Institute of Technology, (2000). [Consult. 04 Out. 2010]. Disponível em WWW:<URL:http://architecture.mit.edu/house_n/documents/Demchak00.pdf>.

Dicionário Priberam da Língua Portuguesa - tecnologia [em linha], (2010). [Consult. em 27 de Maio 2012], Disponível em WWW:>URL: <http://www.priberam.pt/dlpo/dlpo.aspx?pal=tecnologia>>.

- ELMASRY, Mona; FARID, Ebtissam M. - User Participation and Mass Customization as key factors in the Future Residential Buildings [Em linha]. Alexandria : Alexandria University, (2007). [Consult. 11 Fev. 2010]. Disponível em WWW:<URL:<http://www.ascaad.org/conference/2007/028.PDF>>.
- FRANK, Piller; MÜLLER, Melanie - A new marketing approach to mass customisation [Em linha]. Munich : Taylor & Francis Ltd, (2004). [Consult. 21 Set. 2010]. Disponível em WWW:<URL:<http://www.mass-customization.de/download/ijcim04.pdf>>. ISSN 1362-3052
- GIBSON, Michael - Construction Critical: Technology and Experiment in Designer Manufacturer Collaboration [Em linha]. Massachusetts : ScholarWorks@UMass Amherst. [Consult. 11 Fev. 2010]. Disponível em WWW:<URL:<http://scholarworks.umass.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1019&context=wood>>.
- HOGGE, Thomas - MASS CUSTOMIZATION IN ecoMOD 3. refabricating process and product to understand architecture as collaboration [Em linha]. Virginia : University of Virginia. [Consult. 25 Fev.2010]. Disponível em WWW : < U R L : <http://www.ecomod.virginia.edu/P3/images/process/predesign-research/mass%20customization-060407.pdf>>
- JENSEN, Patrik; OLOFSSON, Thomas - Reducing complexity of customized prefabricated buildings through modularization and IT support [Em linha]. Santiago : International Conference on Information Technology in Construction, (2008). [Consult. 11 Fev. 2010]. Disponível em WWW:<URL:<http://itc.scix.net/data/works/att/w78-2008-3-08.pdf>>.
- KOSKELA, Lauri - Application of the new production philosophy to construction [Em linha]. Stanford : Stanford University, (1992). [Consult. 04 Out. 2010]. Disponível em WWW:<URL:<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.15.9598&rep=rep1&type=pdf>>.
- KOSKELA, Lauri - An exploration towards a production theory and its application to construction [Em linha]. Helsinki : Helsinki University of Technology, (2000). [Consult. 21 Set. 2010]. Disponível em WWW:<URL:<http://www.leanconstruction.org/pdf/P408.pdf>>.
- KOSKELA, Lauri - Towards the theory of (lean) construction [Em linha]. Helsinki : Helsinki University of Technology. [Consult. 11 Fev. 2010]. Disponível em WWW:<URL:<http://www.iglc.net/conferences/1996/papers/Koskela.pdf>>.

KU, Kihong - Flexibility in Prefabrication Approaches: Lessons from two US Homebuilders [Em linha]. Massachusetts : ScholarWorks@UMass Amherst. [Consult. 11 de Fev. 2010]. Disponível em WWW:<URL:http://scholarworks.umass.edu/cgi/viewcontent.cgi?date=1246998917&article=1008&context=wood&preview_mode=>.

MUMFORD, Lewis - Mass-Production and the Modern House I. The Architectural Record [Em Linha]. 01 (1930) 13-20. [consult. Novembro 2011]. Disponível em: WWW:<URL:http://archrecord.construction.com/inTheCause/onTheState/0311mumford.pdf>.

MUMFORD, Lewis - Mass-Production and the Modern House II. The Architectural Record [Em Linha]. 02 (1930) 110-116. [consult. Novembro 2011]. Disponível em: WWW:<URL:http://archrecord.construction.com/inTheCause/onTheState/0312mumford2.pdf>.

PILLER, Frank [et al.] - From mass customization to collaborative customer co-design [Em linha]. London : London School of Economics, (2004). [Consult. 21 Set. 2010]. Disponível em WWW:<URL:http://is2.lse.ac.uk/asp/aspectis/20040133.pdf>.

RANTANEN, Kalevi - Transfer Ready Ideas from Outside to Home-building [Em linha]. Turku : Triz Journal, (2005). [Consult. 10 Fev. 2010]. Disponível em WWW:<URL:http://www.triz-journal.com/archives/2005/07/03.pdf>.

RUSSELL, Stanley - Metabolism Revisited: Prefabrication and modularity in 21st century urbanism [Em linha] Florida : University of South Florida, 2008 [consult. 11 Nov. 2010] Disponível em WWW:<URL:http://scholarworks.umass.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1031&context=wood>.

The Economist - The Third Industrial Revolution [em linha], (2012). [Consult. em 23 de Abr. 2012], Disponível em WWW:<URL:http://www.economist.com/node/21553017>.

wikipedia - zeitgeist [em linha], (2012). [Consult. em 28 de Mar. 2012], Disponível em WWW:<URL:http://pt.wikipedia.org/wiki/Zeitgeist>.

ZIPKIN, Paul - The Limits of Mass Customization [Em linha]. Massachusetts : MIT Sloan Management Review, (2001). [Consult. 21 Set. 2010]. Disponível em WWW:<URL:http://www.farrell-associates.com.au/Ops%20Mgmt/Papers/LimitsofMassCustomisation.pdf>.

Fonte de imagens

Capa | Doug Smith - <http://flickrriver.com/photos/dvxfilmer/5611134577/>.

Introdução

fig. 01 | http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_PUBLIC/4-18072012-AP/EN/4-18072012-AP-EN.PDF

fig. 02 | <http://www.ine.pt>

1. Como responderam os modernos?

fig. 01 | Fondation Le Corbusier - <http://tinyurl.com/dy2aton>

fig. 02 | Fondation Le Corbusier - <http://tinyurl.com/dy2aton>

fig. 03 | CORBUSIER, Le - *Por uma Arquitectura*, p. 162.

fig. 04 | Fondation Le Corbusier - <http://tinyurl.com/d6nzz9f>

fig. 05 | Fondation Le Corbusier - <http://tinyurl.com/c3jgttq>

fig. 06 | Fondation Le Corbusier - <http://tinyurl.com/c3jgttq>

fig. 07 | Fondation Le Corbusier - http://www.fondationlecorbusier.fr/CorbuCache/900x720_2049_2234.jpg

fig. 08 | Fondation Le Corbusier - http://www.fondationlecorbusier.fr/CorbuCache/500x200_2049_2233.jpg

fig. 09 | Fondation Le Corbusier - <http://tinyurl.com/btufw2f>

fig. 10 | CORBUSIER, Le - *Por uma Arquitectura*, p. 205.

fig. 11 | <http://tinyurl.com/84tnc6k>

fig. 12 | BARRY, Bergdoll [et al.] - *Home Delivery*, p. 059.

fig. 13 | <http://www.google.com/patents/US2343764>

fig. 14 | <http://tinyurl.com/82whvft>

fig. 15 | BARRY, Bergdoll [et al.] - *Home Delivery*, p. 090.

fig. 16 | BARRY, Bergdoll [et al.] - *Home Delivery*, p. 090.

fig. 17 | BARRY, Bergdoll [et al.] - *Home Delivery*, p. 093.

fig. 18 | BARRY, Bergdoll [et al.] - *Home Delivery*, p. 092.

2. Ephemeralization ou menos ainda é mais?

fig. 01 | <http://www.trumanlibrary.org/education/nhd/ingenuity.html>

fig. 02 | <http://tigger.uic.edu/%7Epbhales/Levittown/building.html>

fig. 03 | <http://tigger.uic.edu/%7Epbhales/Levittown/building.html>

fig. 04 | BARRY, Bergdoll [et al.] - *Home Delivery*, p. 083.

fig. 05 | BENEVOLO, Leonardo - *Historia de la Arquitectura Moderna*, p. 524

fig. 06 | <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2108775/Ikea-launches-80-000-flat-pack-DIY-house.html>

fig. 07 | <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2108775/Ikea-launches-80-000-flat-pack-DIY-house.html>

fig. 08 | BARRY, Bergdoll [et al.] - *Home Delivery*, p. 041.

fig. 09 | <http://www.archdaily.com/192043/mima-house-mima-architects/>

fig. 28 | <http://www.archdaily.com/192043/mima-house-mima-architects/>

3. O que poderemos aprender com a Indústria?

fig. 01 | GIEDION, Siegfried - *Mechanization takes command*. p. 97.

fig. 02 | http://en.wikipedia.org/wiki/Assembly_line

fig. 03 | http://www.moma.org/collection/provenance/provenance_object.php?object_id=79312

fig. 04 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 42.

fig. 05 | PAWLEY, Martin - *Theory an design in the second machine age*, p. 58.

fig. 06 | PAWLEY, Martin - *Theory an design in the second machine age*, p. 58.

fig. 07 | PAWLEY, Martin - *Theory an design in the second machine age*, p. 56.

fig. 08 | PAWLEY, Martin - *Theory an design in the second machine age*, p. 57.

fig. 09 | SILVA, Alexandre; SOUSA, Miguel - Modular System, *Arquitectura Ibérica* n° 22, 2007. p. 084.

fig. 10 | SILVA, Alexandre; SOUSA, Miguel - Modular System, *Arquitectura Ibérica* n° 22, 2007. p. 092.

4. Em que difere a Arquitectura e sua materialização?

fig. 01 | HILLIER, Bill - *Space is the machine*, p. 36

fig. 02 | KOSKELA, Lauri - *Application of the new production philosophy to construction*, p. 49

fig. 03 | KOSKELA, Lauri - *Application of the new production philosophy to construction*, p. 20

fig. 04 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 16.

fig. 05 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 12.

fig. 06 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 12.

fig. 07 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 22.

fig. 08 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 26.

fig. 09 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 28.

5. A tecnologia é capacitadora?

fig. 01 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 58.

fig. 02 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 50.

fig. 03 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 60.

fig. 04 | KOLAREVIC, Branko - *Architecture in the digital age*, p. 256.

fig. 05 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 62.

fig. 06 | PAWLEY, Martin - *Theory an design in the second machine age*, p. 145.

fig. 07 | PAWLEY, Martin - *Theory an design in the second machine age*, p. 145.

fig. 08 | CORBUSIER, Le - *Por uma Arquitectura*, p. 80.

fig. 09 | CORBUSIER, Le - *Por uma Arquitectura*, p. 82.

fig. 10 | PAWLEY, Martin - *Theory an design in the second machine age*, p. 154.

fig. 11 | PAWLEY, Martin - *Theory an design in the second machine age*, p. 154.

fig. 12 | PAWLEY, Martin - *Theory an design in the second machine age*, p. 155.

fig. 13 | <http://carrosantigos.wordpress.com/2008/07/25/100-anos-do-ford-modelo-t/>

fig. 14 | http://www.citroen.pt/Resources/Content/PT/Brochures/LinhaDS/DS3_PT_1011.pdf

fig. 15 | http://www.citroen.pt/Resources/Content/PT/Brochures/LinhaDS/DS3_PT_1011.pdf

fig. 16 | <http://nikeid.nike.com/nikeid/index.jsp>

fig. 17 | http://architecture.mit.edu/house_n/documents/AutomatedDesignTools.pdf

fig. 18 | <http://www.archdaily.com/208117/la-pallaresa-terradas-arquitectos/>

fig. 19 | <http://www.archdaily.com/208117/la-pallaresa-terradas-arquitectos/>

6. Zeitgeist arquitectónico! Construção ou fabricação?

fig. 01 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 52.

fig. 02 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 70.

fig. 03 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 108.

fig. 04 | DAVIES, Colin - *The Prefabricated Home*, p. 135.

fig. 05 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 84.

fig. 06 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 122.

fig. 07 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 90.

fig. 08 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 18.

fig. 09 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 40.

fig. 10 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 46.

fig. 11 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 100.

fig. 12 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 157.

fig. 13 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 160.

fig. 14 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 162.

fig. 15 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 164.

fig. 16 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 166.

fig. 17 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 166.

fig. 18 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 168.

fig. 19 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 168.

fig. 20 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 170.

Conclusão

fig. 01 | <http://www.archdaily.com/207493/how-would-you-like-your-architecture/>

fig. 02 | KIERAN, Stephen [et al.] - *Refabricating Architecture*, p. 172.