

MESTRADO INTEGRADO

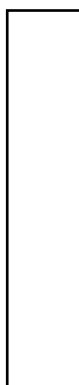
ARQUITECTURA

O arquiteto e a industrialização da construção, entre continuidade e atualização

Duarte Paulo Pereira Gonçalves

M

2023



O arquiteto e a industrialização da construção, entre continuidade e atualização

**The architect and the industrialization of
construction, between continuity and update**

Duarte Paulo Pereira Gonçalves

Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitectura

apresentada à Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto

sob orientação da professora Ana Isabel da Costa e Silva

Agradecimentos

aos meus pais e meu padrinho pelo encorajamento, compreensão e apoio incondicional durante toda a jornada académica.

ao meu irmão Simão pela cumplicidade e distração.

à professora Ana Isabel pela dedicada orientação e oportunidade de discussão.

aos amigos do Porto pelo convívio e motivação.

to the international friends, for sharing great experiences, unique perspectives and cultures that have greatly enriched my research.

to Rundzwei Architekten, for the opportunity, expertise and availability.

por fim, a todos os colegas e professores que marcaram o meu percurso académico.

Obrigado.

A presente dissertação foi redigida ao abrigo do Novo Acordo Ortográfico incluindo as citações em língua portuguesa por uma questão de coerência, e também as citações em línguas estrangeiras são traduzidas de forma independente pelo autor.

Algumas imagens sofreram cortes ou alterações cromáticas relativamente às originais para se adequarem ao formato do documento.

O layout foi desenvolvido para facilitar a leitura em ambos os formatos digital e físico, contudo, para uma leitura digital mais eficiente, recomenda-se uma visualização em duas páginas, com exceção da folha de rosto.

Foi usada a 7ª Edição da Norma APA como sistema de referência.

Resumo

A presente dissertação propõe estudar as transformações da profissão do arquiteto no que diz respeito à evolução das técnicas construtivas, sobretudo no cenário industrial. Para isso, são analisadas as perspectivas teóricas internacionais em relação com os respetivos contextos históricos, evidenciando os benefícios e inquietações que se manifestam desde a Revolução Industrial.

Para uma apreciação mais fiel à realidade, em discussão com o atelier de arquitetura alemão 'Rundzwei Architekten', analisa-se o desenvolvimento de 3 dos seus projetos que propõem práticas industrializadas - de standardização, construção modular e prefabricação, e deste modo perceber quais são, de facto, as alterações que afetam os processos de arquitetura.

Por último, explora-se o debate que surge entre as práticas industriais e as mais recentes ferramentas digitais, numa reflexão sobre o papel do arquiteto num futuro próximo e considerando as necessidades contemporâneas. Em suma, pretende-se contribuir para uma prática da arquitetura em consonância com as possibilidades que as transformações tecnológicas e industriais podem aportar positivamente na profissão.

Palavras-chave:

Arquiteto,
Construção,
Industrialização,
Continuidade,
Atualização.

Abstract

The present dissertation proposes to study the transformations of the architect's profession regarding the evolution of construction techniques, especially in the industrial scenario. To this end, the international theoretical perspectives are analyzed in relation to their respective historical contexts, highlighting the benefits and concerns that have been manifesting themselves since the Industrial Revolution.

For a more faithful appreciation of reality, in discussion with the German architectural studio 'Rundzwei Architekten', the development of 3 of their projects that propose industrialized practices - of standardization, modular construction and prefabrication methods - is analyzed to understand which are, in fact, the changes that affect the architectural process.

Finally, the debate that arises between industrial practices and the most recent digital tools is explored, in a reflection on the architect's role in a near future and considering the contemporary needs. In short, the aim is to contribute to a practice of architecture in line with the possibilities that technological and industrial transformations can positively bring to the profession.

Keywords:

Architect,
Construction,
Industrialization,
Continuity,
Update.

SUMÁRIO

13	○	0. Introdução:
15		motivação,
16		objeto, objetivo
18		metodologia
17		estrutura
19	●	1. do Conceito
21		clarificação de conceitos
27		contexto económico e social
35		investigação internacional
59		a discussão teórica
75	●	2. da Prática (c/ Marc Dufour-Feronce)
77		<i>rundzwei architekten</i>
80		. <i>Sowade Systemhaus</i>
86		. <i>Seestraße</i>
92		. <i>Wedellstraße 16</i>
103		sobre o futuro
105	●	3. da Tecnologia
107		a revolução digital
113		a nova era
121		a nova discussão teórica
125	○	Notas Finais (do preconceito)
131	○	Corpo de Referências
143	○	Corpo de Anexos

Introdução

0000 V

motivação

Pelo contacto precoce com a indústria da construção civil, a partir do seio familiar, desde cedo se proporcionou a visita a obras e o contacto com diferentes práticas construtivas.

As fases da obra eram momentos importantes de transição de equipas, de acompanhamento diferenciado da obra, na entrada ou saída de máquinas de grande dimensão, que, habitualmente, não se desenvolviam linearmente. Muitas vezes sobrepunham-se, outras vezes atropelavam-se, outras ainda, faziam recuar na execução de trabalhos.

É deste contacto precoce com o mundo da construção que surge a motivação para desenvolver o trabalho de dissertação nesta área e investigar o modo como deve ou pode o arquiteto agir em relação à evolução da construção no âmbito da industrialização e constante modernização de métodos.

Pela possibilidade de realizar um semestre, através do programa ERASMUS, na Universidade das Artes de Berlim (Universität der Künste Berlin), o interesse pelo tema começou a ganhar contornos mais nítidos. O interesse reforçou-se pelo trabalho realizado, através de estágio profissional, num estúdio de arquitetura alemão – Rundzwei Architekten BDA – onde foi possível verificar algumas questões em contexto prático.

objeto e objetivo

Assim, o objetivo do trabalho de investigação é traçar uma reflexão em torno da utilização de sistemas industrializados na construção. Para isso, propõe-se como objeto de estudo, a análise de perspectivas teóricas e contextos históricos que proporcionaram a implementação das soluções construtivas industrializadas que marcaram cada época.

O tema da industrialização da construção, atualmente, utiliza a evolução tecnológica para mitigar as consequências do setor no meio ambiente e na sociedade. Aponta-se então, para uma investigação que inclua também os mais recentes processos e práticas construtivas.

metodologia

Considerando uma vontade própria de constante exploração teórica e experimental, adaptada ao objeto de estudo, o método que guiará a presente investigação terá de incluir ambas as análises, paralelamente.

Do ponto de vista prático, a experiência profissional em Berlim está associada ao processo de recolha de desenhos e informações técnicas de projetos, mas também, ao contacto com arquitetos e profissionais de construção conhecedores da realidade prática da construção industrializada.

Por outro lado, a análise teórica vem esclarecer as inquietações levantadas pela experiência prática e organizar uma investigação em torno do papel do arquiteto nos diferentes contextos de evolução tecnológica.

estrutura

A dissertação organiza-se em 3 partes:

A primeira faz uma aproximação ao Estado da Arte relativamente ao tema da dissertação com o propósito de clarificar temas regularmente confundidos em contexto popular, enquanto se oferece, ao leitor, um enquadramento histórico dos eventos, organizações, personalidades e obras mais relevantes.

A segunda, apoiada por uma entrevista ao atelier Rundzwei Architekten, surge como uma pausa na investigação histórica para dar a conhecer o processo de desenvolvimento de três projetos que se acompanharam durante a experiência profissional em Berlim, pela adoção de distintas práticas construtivas industrializadas.

A terceira procura sistematizar o conhecimento em relação ao atual contexto de evolução tecnológica, com a exposição das alterações mais marcantes da atualidade, as entidades mais influentes e uma posterior reflexão sobre o impacto que estas transformações podem representar num futuro próximo.

Por último, em jeito de conclusão, serão discutidas as principais inquietações que motivaram a investigação, particularmente o impacto das novidades tecnológicas na profissão do arquiteto, questionando, naturalmente, o papel deste numa realidade em transformações constantes.



do Conceito

000 V

clarificação de conceitos

No domínio da arquitetura e da construção, a incorporação de técnicas industrializadas intensificou o debate internacional e introduziu novos conceitos, cuja clarificação é essencial, iniciando pela noção de **Industrialização**, (“n. f. ato ou efeito de industrializar”¹), que faz referência ao desenvolvimento e posterior implementação de técnicas, materiais e processos industriais num sector particular, geralmente em busca de uma “produção em grande quantidade”² mais eficaz, acessível e sustentável do que as práticas anteriores, ditas tradicionais.

Neste processo de investigação e implementação de novas práticas verifica-se sobretudo a noção de **Racionalismo** (“n.m. avaliação da realidade exclusivamente à luz da razão, supervalorização da razão no processo do conhecimento.”³) que promove o “aperfeiçoamento dos métodos de produção, seja artesanal ou industrial, que levem à melhoria da produtividade e rentabilidade dos projetos”.⁴ Na construção tradicional aparece sobretudo como “controlador de improvisações”⁵, surge como movimento “[no] princípio do séc. XX e tem como intérpretes Adolf Loos e Peter Behrens. Influenciou toda a arquitetura contemporânea.”⁶

1 Costa, J.A., & Melo, A.S. (1982). *Dicionário da Língua Portuguesa [5ª Edição]*. Porto Editora. (p.800)

2 de Lisboa, A.d.C. (2001). *Dicionário da Língua Portuguesa Contemporânea Vol.2. Editorial Verbo* (p.2088)

3 de Lisboa, A.d.C. (2001). *Dicionário da Língua Portuguesa Contemporânea Vol.2. Editorial Verbo* (p.3061)

4 Garcia, A.A. (1988). *Las tecnologías de la industrialización de los edificios de vivienda* / Alfonso del Aguila Garcia. C.O.A.M. (p.17)

5 Garcia, A.A. (1988). *Las tecnologías de la industrialización de los edificios de vivienda* / Alfonso del Aguila Garcia. C.O.A.M. (p.17)

6 Silva, J.H. (2005). *Dicionário de termos de arte e arquitectura* / Jorge Henrique Pais da Silva, Margarida Calado. Presença (p.312)

Especialmente num contexto de fabricação industrial são aplicados também dois conceitos idênticos e muitas vezes intercambiáveis, que se referem ambos ao processo de uniformização de regras que garantam a qualidade, eficiência e segurança dos produtos, bem como os requerimentos básicos do mercado em que se enquadra.

No entanto, são aplicados em diferentes contextos, por um lado temos a **Normalização**, (n.f. “ato ou efeito de normalizar; regularização”)⁷ que é entendida como uma linha guia do processo, estabelece as principais regras “com o fim de racionalizar a atividade construtiva”,⁸ não limitando, porém, diferentes soluções. Por outro, a **Estandardização**, (“n.f. segundo um padrão previamente estabelecido, uniformização de modelos produzidos em série”⁹), que está mais relacionada com práticas de produção em massa e de repetição de elementos, das mais variadas escalas. Representa a “unificação de produtos de materiais construtivos, com o fim de alcançar determinado padrão e racionalizar a construção”.¹⁰

É notória a relevância das noções de uniformização e standardização dos materiais e processos construtivos, mas também o contrário é pertinente e introduz-se com o conceito de **Customização**, (“n.f. ato ou efeito de customizar – adaptação às preferências do utilizador, personalizar”¹¹) que propõe o desenvolvimento de elementos singulares ou a introdução de características únicas em componentes de produção em série para responder às necessidades individuais de cada cliente.

7 Costa, J.A., & Melo, A.S. (1982). *Dicionário da Língua Portuguesa [5ª Edição]*. Porto Editora. (p.1003)

8 Silva, J.H. (2005). *Dicionário de termos de arte e arquitectura / Jorge Henrique Pais da Silva, Margarida Calado*. Presença (p.257)

9 de Lisboa, A.d.C. (2001). *Dicionário da Língua Portuguesa Contemporânea Vol.1*. Editorial Verbo (p.1565)

10 Silva, J.H. (2005). *Dicionário de termos de arte e arquitectura / Jorge Henrique Pais da Silva, Margarida Calado*. Presença (p.152)

11 Costa, J.A., & Melo, A.S. (1982). *Dicionário da Língua Portuguesa [5ª Edição]*. Porto Editora. (p.405)

Entender os processos de industrialização é sobretudo perceber as diferenças entre a construção “in situ”, o “produto industrial” e as práticas de prefabricação, sendo que a distinção entre eles está essencialmente relacionada com o local onde, de fato, se constrói. Construção “in situ” consiste na fabricação integral do edifício “no lugar” final e é citado na generalidade como “construção tradicional”. No extremo oposto temos o “produto industrial” que se refere à produção completa de elementos em fábrica, sem qualquer contato com o local de implantação.

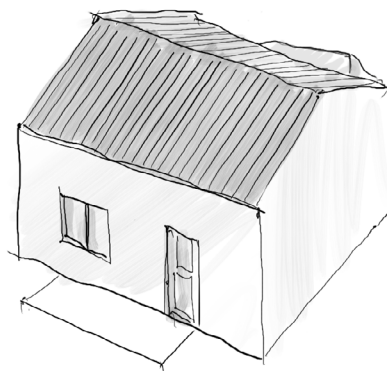
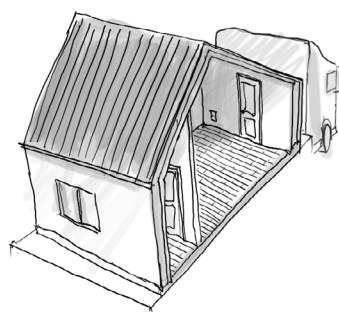
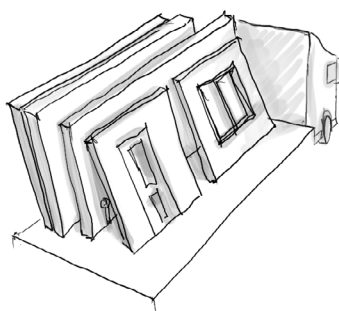
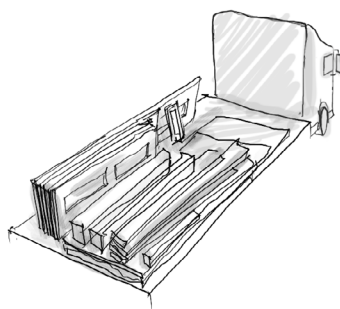
Entre os dois princípios encontra-se a **Prefabricação** (“n.f. ato ou efeito de fabricar com antecedência; fabrico prévio.”¹²) que define qualquer elemento que, “podendo ser realizado em obra, o é em fábrica”,¹³ ambicionando aumentar a qualidade do produto, e reduzir o tempo e custo das fabricações, através da racionalização dos métodos construtivos e pressupondo o uso de máquinas industriais.

No âmbito da prefabricação distinguem-se sobretudo 4 métodos¹⁴ que se identificam pela percentagem de elementos produzidos em fábrica. O que se aproxima mais da construção tradicional é o método de pré corte, que sugere o corte de todos os materiais em fábrica individualmente para posterior montagem em obra, mas neste caso, os acabamentos e trabalhos de canalização e eletricidades são feitos em obra. Num segundo modelo, após o corte dos elementos individuais, considera-se também a montagem prévia dos painéis, abrindo possibilidade para a introdução de acabamentos e outras especialidades ainda em fábrica.

¹² Costa, J.A., & Melo, A.S. (1982). *Dicionário da Língua Portuguesa [5ª Edição]*. Porto Editora. (p.1140)

¹³ Definição para “prefabricação” considerada no seminário “Arquitectura y represion” em Madrid - Garcia, A.A. (1988). *Las tecnologias de la industrialización de los edificios de vivienda* / Alfonso del Aguila Garcia. C.O.A.M. (p.20)

¹⁴ Carr, A. L. (1947). *A practical guide to prefabricated houses*. Harper & Brothers (p.5-7)



F01. Representação dos
Métodos mais comuns de
Construção Prefabricada:

Método de pré-corte
Método dos Paineis
Método de Fracionamento
Método de Produção Integral

Os métodos seguintes, ambos propõem a fabricação e montagem da totalidade do edifício em fábrica para garantir a maior qualidade do projeto, no entanto, conforme aumentam as dimensões do projeto, também o transporte para a obra se torna gradualmente mais complexo. Para grandes produtos, a solução é o fracionamento em partes, compatíveis com as dimensões do meio de transporte, mas, para projetos menores, já se sugere uma entrega completa numa aproximação ao “produto industrial”.

Outra vertente da construção, que se relaciona ativamente com as práticas prefabricadas, surge da aplicação do **Módulo** (“n.m. medida que regula as proporções das partes de um edifício ou de qualquer peça arquitetónica”¹⁵), que vem assegurar “um processo normativo de desenvolvimento”.¹⁶ Os primeiros vestígios do uso de modulação, ou seja, da aplicação, na prática, do conceito de módulo, surgem ainda em 1000 a.c. pelo povo Etrusca que atribuía “às várias partes constituintes do edifício, medidas pares de múltiplos inteiros ou de frações simples da unidade fundamental, geralmente o pé”¹⁷.

¹⁵ Costa, J.A., & Melo, A.S. (1982). *Dicionário da Língua Portuguesa* [5ª Edição]. Porto Editora. (p.959)

¹⁶ Silva, J.H. (2005). *Dicionário de termos de arte e arquitectura* / Jorge Henrique Pais da Silva, Margarida Calado. Presença (p.241)

¹⁷ Silva, J.H. (2005). *Dicionário de termos de arte e arquitectura* / Jorge Henrique Pais da Silva, Margarida Calado. Presença (p.241)

Atualmente, dispondo de produções industriais e inovações tecnológicas que facilitam o desenho e fabricação de componentes, a noção de módulo aumentou a sua escala, remetendo regularmente para grandes elementos estruturais ou partes completas de edifícios preparadas em fábrica, posteriormente transportadas e montadas em obra.

contexto económico e social

No que diz respeito às grandes transformações da construção no Séc. XVIII, é essencial aprofundar os contextos que motivaram as decisões tomadas em cada época. Leonardo Benévolo¹⁸, distinguem-se sobretudo três fatores que implicaram grandes transformações na indústria da arquitetura e construção, sendo eles a revolução industrial, o “aumento das quantidades” e a nova função económica dos edifícios.¹⁹

“À medida que a tecnologia se desenvolve, ocorre uma série de ciclos em que cada invenção resolve um problema existente, mas cria um novo.”²⁰

18 Leonardo Benévolo (1923-2017) arquiteto, historiador, professor e escritor italiano, conhecido sobretudo pelas suas contribuições literárias no campo da história e teoria da arquitetura.

19 Benévolo, L. (2002). *Historia de la arquitectura moderna*. Gustavo Gili

20 Bender, R. (2001). *Una Vision de La Construcción Industrializada*. Editorial Gustavo Gili. (p.117)

21 Mayer-Bohe, W. (1967) - Prefabricación: manual de la construcción con piezas prefabricadas. Editorial Blume

22 1688 - Última fase da Revolução Inglesa (1642-1688)

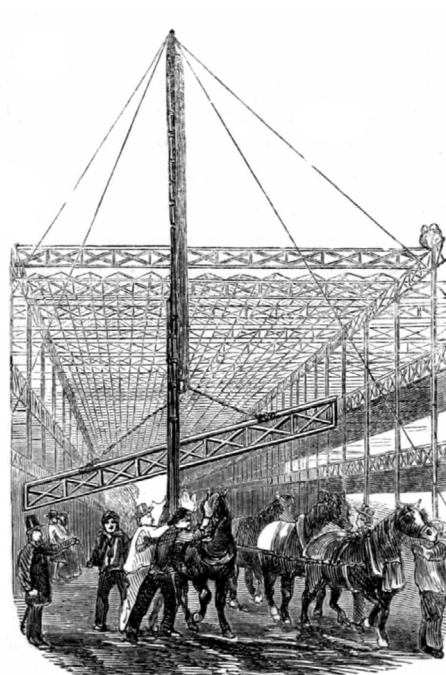
A revolução industrial manifestou-se, inicialmente na Inglaterra, durante a segunda metade do séc. XVIII, como resultado das anteriores revoluções sociais e científicas²¹, especialmente após a Revolução Gloriosa²², que no século anterior garantiu a aceitação da burguesia como classe social associada a uma nova monarquia constitucional e uma economia em evolução para o capitalismo. Um primeiro momento da transformação industrial está associado à implementação da máquina a vapor nas produções mecânicas e uma segunda revolução é reconhecida posteriormente, já no final do Séc. XIX, pela introdução da eletricidade e do motor de combustão.

É ainda no primeiro momento da revolução industrial, que se proporciona a revisão e racionalização dos métodos construtivos tradicionais, ao acolher as mais recentes tecnologias de produção e transporte assim como novos materiais, em especial o vidro, o aço e o betão. Ganharam tal importância no mundo da construção, que já no final do séc. XIX foram construídas e largamente divulgadas, grandes obras que mostravam o real potencial destes materiais. Uma das construções que mais se destacou foi o Palácio de Cristal²³ pela escala e rapidez de construção.

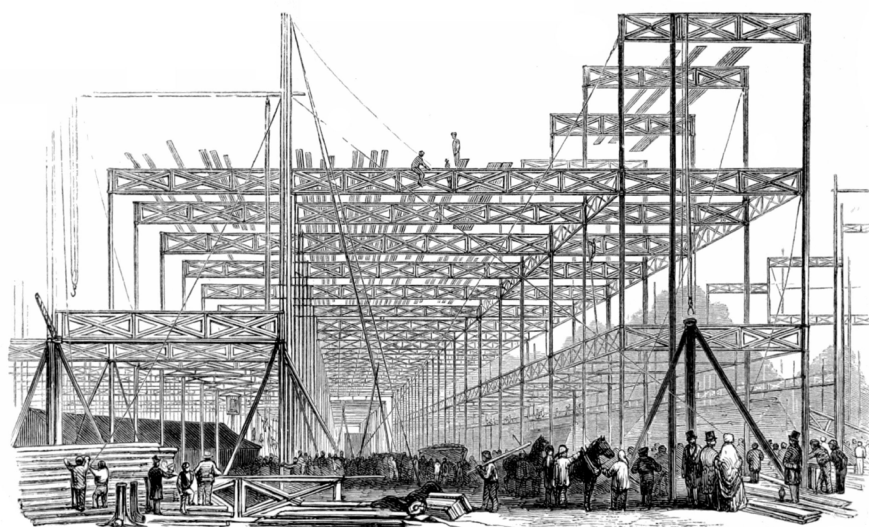
O segundo fator identificado por Benévolo surge na deslocação da população para o centro da cidade em busca de melhores oportunidades. Este cenário cria urgência na construção de mais e maiores habitações, bem como necessidade de ampliar e reconstruir muitos dos equipamentos sociais existentes, como escolas, portos, fábricas e armazéns.

23 Crystal Palace, Pavilhão de Exposições desenvolvido por Joseph Paxton para a "Great Exhibition" que aconteceu entre 1851 e 1854, em Inglaterra. A sua construção iniciou-se em 1850, e durou apenas 5 meses, foi posteriormente desmontado e reconstruído noutra localização em Londres onde funcionou como centro de eventos e desportos. Foi destruída por um incêndio em 1936.

Por último também a nova função económica dos edifícios altera o paradigma dos investimentos na construção civil. Surge associada à recém-chegada classe burguesa inglesa e facilita a resposta às rígidas necessidades construtivas da época. Já não olha para os edifícios apenas como investimentos a fundo perdido, mas sim, como oportunidades de investimento, o que, como é expectável, acelera ainda mais o ritmo de investigação das novas práticas.



F02. Desenhos de representação da montagem dos elementos metálicos prefabricados utilizados na estrutura do Palácio de Cristal, em Inglaterra



Na segunda metade do século XIX, fora do Reino Unido, começam a surgir novos países protagonistas da revolução industrial, muitos deles estimulados pela mesma “instabilidade social e pelas miseráveis condições de vida, causadas pela própria indústria”.²⁴ Apesar de não se desenvolverem todos uniformemente, marcaram este período de industrialização sobretudo com o fornecimento de novos materiais, em bruto, aos arquitetos do movimento moderno.

Em França foi o sector financeiro que desempenhou o papel de impulsionador da revolução, especialmente na área automóvel, garantindo uma estrutura económica estável para o investimento noutras atividades como a construção civil. O auge desta evolução terá sido durante a Exposição Universal de Paris que celebrava o centenário da revolução francesa e para a qual foi construída a Torre Eiffel.²⁵

Na Alemanha, o constante cenário de guerra não deixava espaço para a evolução da economia. Em 1834, com a criação da aliança “Deutscher Zollverein”,²⁶ acordou-se o livre comércio de mercadorias entre os estados alemães,²⁷ que finalmente viabilizou a partilha dos processos industrializados, de tal modo que no final do século XIX era uma grande potência mundial com capacidade para investir na exploração e implementação de novas soluções construtivas que se segue, naturalmente por um período de declínio face às produções artesanais.

24 “Standard” nº10. (1997). A+T Architecture Publishers (p.34)

25 Torre Eiffel, projetada por Gustave Eiffel, foi construída entre 1887 e 1889 e tornou-se um símbolo da tecnologia moderna devido à inovadora técnica de construção metálica que permitiu uma montagem rápida e resistente.

26 Deutscher Zollverein, é a “União do Uso Geral da Alemanha”, criada em 1834 para facilitar o comércio entre os estados alemães.

27 Deutsches Zollmuseum. *Deutscher Zollverein* [Consult. 11-12-2022] <https://www.zoll.de/DE/Der-Zoll/Zollmuseum/Ausstellung/Historische-Abteilung/Deutscher-Zollverein/deutscher-zollverein_node.html>

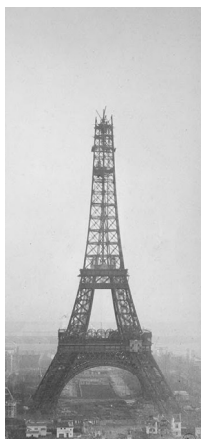
8 outubro 1887
10 novembro 1887
12 dezembro 1887
15 março 1888



14 junho 1888
10 julho 1888
14 outubro 1888
14 novembro 1888



26 dezembro 1888
20 janeiro 1889
12 fevereiro 1889
12 março 1889



F03. Fotografias da
Construção da Torre Eiffel

No entanto, tomou uma posição central no desenvolvimento e implementação das práticas industrializadas especialmente depois das Guerras Mundiais, devido à necessidade de solidez, segurança e rapidez na reconstrução das cidades,²⁸ obviamente suportada por apoios públicos como o “Wohnungsbauprogramm”²⁹ que encorajaram a investigação de soluções construtivas mais eficientes e com maior qualidade bem como na formação das gerações mais novas.

As práticas industrializadas só se implementaram, de facto, na Alemanha, depois dos anos 60, após tentarem, sem sucesso, reconstruir as suas cidades a partir de métodos de construção tradicionais,³⁰ como foi o caso da reconstrução de Dresden, após ser bombardeada em 1945. Segue-se um período dominado pela construção em massa, que só termina no início dos anos 80, com a intensificação da discussão da comunidade das artes que introduz princípios de preservação dos edifícios históricos e propõe de novas práticas construtivas.

28 Mayer-Bohe, W. (1967). *Prefabricación: manual de la construcción con piezas prefabricadas*. Editorial Blume (p.17-19)

29 “Programa de Construção Habitacional” criado pelo governo alemão depois da segunda guerra mundial, teve várias fases entre 1949 e 1990 e financiou a construção de milhões de novas casas, em toda a Alemanha, com foco em princípios de prefabricação e estandardização.

30 Wachsmann, K. (1971). *Towards the industrialization of building*. MIT Press.

31 “Standard” nº10. (1997). A+T Architecture Publishers (p.38)

Nos países de sul e este da Europa, a realidade política e económica não teve capacidade para se adaptar às rápidas alterações, forçando um processo mais lento, mas mesmo assim contribuindo, a uma escala mais pequena, com a criação de novas soluções industriais. Já nos Estados Unidos da América, as circunstâncias sociais proporcionaram uma rápida evolução tecnológica que se verificou logo no início do Séc. XIX e que a transformaram na maior potência mundial do século seguinte sobretudo através da imigração,³¹ por trazer mão de obra qualificada dos países industrializados, já familiarizados com as novas práticas construtivas inglesas.

Além disso, após a segunda-guerra mundial, desempenharam um papel essencial com o Plano Marshall,³² que promoveu a estabilidade política e financeira nos países europeus em assistência à reconstrução das suas cidades, proporcionando um grande aumento na produtividade europeia.

No contexto japonês, foi um processo mais demorado, que se iniciou com a Era *Meiji*³³, quando *Mitsuhito*³⁴ procura “ocidentalizar o Japão” através de um equilíbrio entre a tradição e a modernidade, suportados por uma monarquia forte e um Estado poderoso. Entre outras condicionantes, como o foco na educação, e a cultura de trabalho dedicado, foi assim que se desencadeou o que se chamou de “Milagre Japonês”, quando, após sair vencido e destruído da segunda guerra mundial, o Japão inicia um dos maiores crescimentos económicos da história até ao final do Séc. XX.

32 Plano Marshall – Programa de Recuperação da Europa implementado entre 1948 e 1952

33 “Período das Luzes” momento de renovação política, religiosa e social entre 1868 e 1912. Marca o início do Império Japonês

34 “Mitsuhito”, nome dado ao imperador Meiji Tenno, liderou a Era Meiji

da investigação internacional

“A nossa época rejeita o patetismo; não apreciamos os grandes impulsos, mas o razoável e as realidades. Devemos atender às exigências da nossa época em prol do objetivo e da prática”.³⁵ Mies van

der Rohe

As rápidas transformações industriais, associadas às mudanças políticas, económicas e sociais obrigaram à criação de espaços de discussão e organizações que coloquem os novos arquitetos atualizados e incentivem a reflexão da comunidade das artes. O movimento *Arts and Crafts* foi um dos primeiros a manifestar-se neste contexto. Estabelece-se em Inglaterra, principalmente durante a segunda metade do século XIX, e rapidamente se espalhou pela Europa e América do Norte. Foi acompanhada por personalidades como John Ruskin (1819-1900) e William Morris (1834-1896) e teve como objetivo a criação de uma comunidade capaz de gerar um “estilo na produção”.³⁶

³⁵ Mayer-Bohe, W. (1967) - Prefabricación: manual de la construcción con piezas prefabricadas. Editorial Blume. (p.21)

³⁶ Argan G. (1990). Walter Gropius e a Bauhaus / Giulio Carlo Argan; trad. Emílio Campos Lima [2ª Edição]. Presença (p.25)

³⁷ Anderson, S. (1968). Peter Behrens and the New Architecture of Germany, 1900-1917. Stanford University Press. (p.205)

Defendiam a reafirmação da tradição e do artesanato britânico, que perdeu importância para a industrialização, por isso, promoviam a sua educação sensibilizando a comunidade artística para a procura de métodos mais eficazes para a produção manual de produtos originais e “(...) administração da produção em massa com significado e espírito”.³⁷

38 Deutsche Werkbund (1907-1933) Associação de artistas, arquitetos e fabricantes fundada em Munique em 1907. Partilha ideologias com o movimento Jugendstil que se desenvolveu na Alemanha paralelamente à Arte Nouveau e foi essencial para a criação da Escola Bauhaus.

39 Argan G. (1990). Walter Gropius e a Bauhaus / Giulio Carlo Argan; trad. Emílio Campos Lima [2ª Edição]. Presença (p.37)

40 Discurso de abertura do primeiro Congresso anual da Werkbund por Theodor Fischer - Argan G. (1990). Walter Gropius e a Bauhaus / Giulio Carlo Argan; trad. Emílio Campos Lima [2ª Edição]. Presença (p.26)

41 Walter Gropius (1883 - 1969) Arquiteto alemão, fundador da escola de artes Bauhaus, foi uma figura chave do desenvolvimento da arquitetura moderna e do "Estilo Internacional".

42 Mies van der Rohe (1886-1969) Arquiteto alemão-americano, foi o último diretor da Bauhaus, destacou-se sobretudo pela exploração do minimalismo "less is more".

43 Joedicke J. (1989). Weissenhof Siedlung Stuttgart. Karl Krämer Verlag Stuttgart. (p.9)

44 "Qualitätsarbeit" – Trad. Qualidade no trabalho industrial.

45 Benevolo, L. (2002). Historia de la arquitectura moderna. Gustavo Gili. (p. 402)

Já início do Séc.XX, forma-se, na Alemanha, a organização *Deutsche Werkbund*,³⁸ como defensora do fabrico industrial, aparentemente em oposição às crenças do movimento *Arts and Crafts*, mas não recusando as produções artesanais. Esta discussão de ideias torna-se muito relevante na época por ser considerada o primeiro passo para a "reconciliação do mundo da produção com o mundo dos artistas criadores".³⁹

"(...) não é a máquina que faz um trabalho inferior, mas sim a nossa incapacidade de a usar eficazmente".⁴⁰ Theodor Fischer

É com esta mensagem de abertura do primeiro congresso anual do *Deutsche Werkbund*, que Walter Gropius⁴¹, Mies van der Rohe⁴² e Peter Behrens, iniciam o papel de mediadores entre as gerações anteriores e a atual geração de arquitetos, artistas, industriais e empresários alemães,⁴³ na renovação da cultura arquitetónica e combate ao atual desagrado internacional da qualidade geral dos produtos industrializados, idealizam "Qualitätsarbeit".⁴⁴

"A associação quer selecionar o melhor da arte, da indústria, do artesanato e das forças manuais ativas; quer reunir os esforços e as tendências para um trabalho de qualidade existente no mundo do trabalho"⁴⁵

No entanto, rapidamente surgem ideias opostas entre os intervenientes, e que se evidenciam, durante todo o percurso da organização, especialmente entre dois grupos, que ainda hoje, são identificáveis em diversos contextos. São eles, os defensores da padronização e os da liberdade produtiva, ou seja, os que defendem a arte e os que apoiam a economia.⁴⁶

Por um lado, os defensores da arte, acreditam que “os objetos mais perfeitos são aqueles que condensam uma maior soma de experiências, ainda que complexidade não signifique complicação”,⁴⁷ levantando questões sobre o processo de criação de produtos industrializados. No outro extremo, os adeptos da economia, apoiam uma produção de grande escala, por considerarem que só ela tornaria possível a redução dos preços dos produtos de qualidade. Apesar do choque ideológico, este confronto promove a constante exploração de métodos mais eficazes tanto na criação como na produção, em busca de unidade nas partes.

46 Benevolo, L. (2002). *Historia de la arquitectura moderna*. Gustavo Gili. (p. 402)

47 Argan G. (1990). *Walter Gropius e a Bauhaus* / Giulio Carlo Argan; trad. Emílio Campos Lima [2ª Edição]. Presença (p.37)

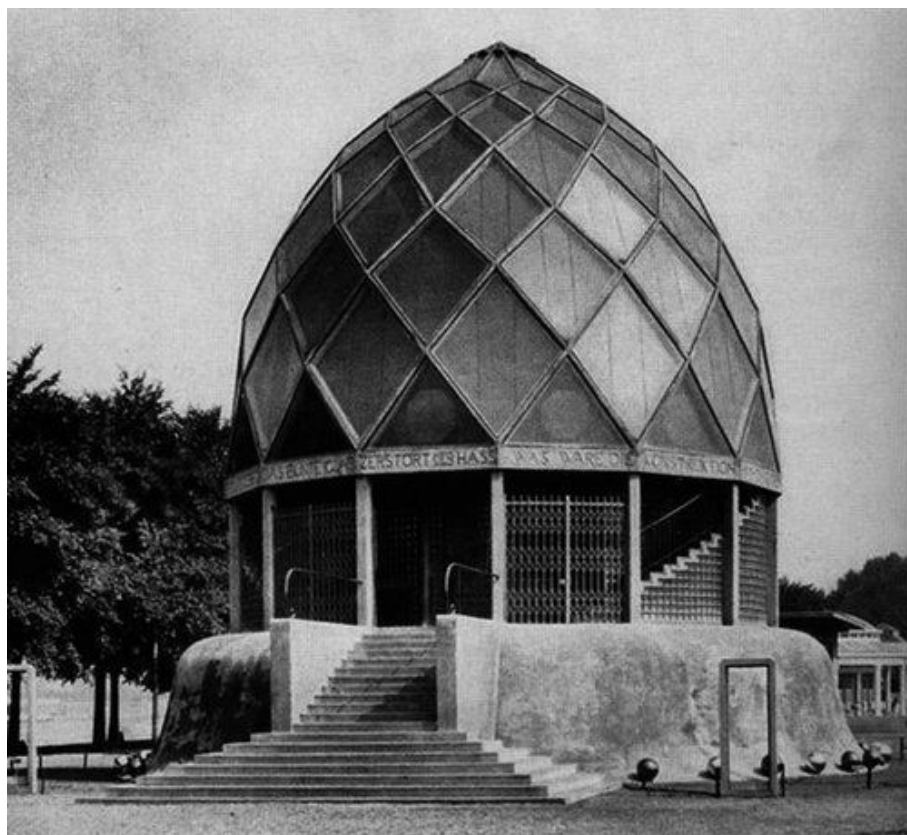
48 Argan G. (1990). *Walter Gropius e a Bauhaus* / Giulio Carlo Argan; trad. Emílio Campos Lima [2ª Edição]. Presença (p.10)

“(…) a arte deverá servir-se dos meios de produção da indústria, os únicos que podem introduzi-la no círculo da vida social moderna”.⁴⁸

F04. Model Factory
por Walter Gropius e Adolf
Meyer, exposição de Colônia do
Werkbund (1914)



F05. Palácio de Gelo /
Pavilhão de Vidro por Bruno
Taut, exposição de Colônia do
Werkbund (1914)



Os momentos mais relevantes do *Werkbund* foram as suas exposições, começando em 1914 pela Exposição de Colónia que divulgou projetos como a *Model Factory* de Walter Gropius e Adolf Meyer e o *Palácio de Gelo* de Bruno Taut por ambos explorarem, ainda que de forma embrionária, a introdução das novas materialidades e a sua relação com o desenvolvimento de espaços. No caso da *Model Factory*, ao usar betão armado, explorou-se a redução dos elementos estruturais, criando espaços amplos vãos maiores. Taut, por outro lado, explora uma estrutura metálica em cúpula e analisa os reflexos e cores dos painéis de vidro.

Em 1927, a segunda exposição foi mais ambiciosa, *Weißenhofsiedlung* – “*Die Wohnung*”, que se traduz para “A Casa”, desta vez em Stuttgart, foi uma das mais marcantes da época pela “riqueza das novas experiências, novos métodos, possibilidades de construção e habitações racionais”⁴⁹ que proponham respostas para as mais recentes inquietações do “Wie wohnen?”.⁵⁰ Por acontecer após a Alemanha sair vencida da Primeira Guerra Mundial, vive-se um momento de grande instabilidade social e económica que une os arquitetos na reconstrução das cidades, tendo em atenção as novas necessidades que decorrem das inovações tecnológicas, destacando-se a inclusão do carro.

⁴⁹ Joedicke J. (1989).
Weissenhof Siedlung Stuttgart.
Karl Krämer Verlag Stuttgart.
(p.11)

⁵⁰ “Wie wohnen?” Trad. Como
Viver?

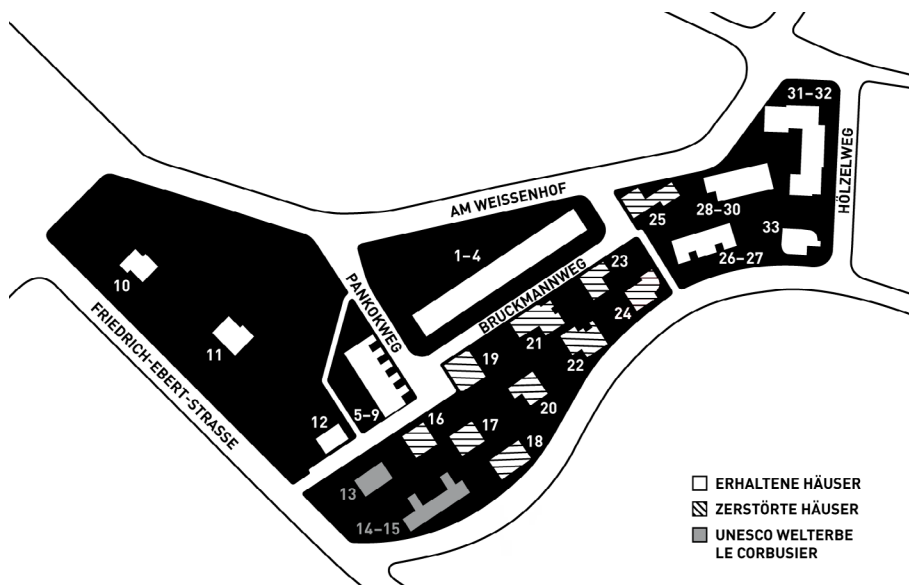
“Erhaltene Häuser”

Casas Preservadas

“Zerstörte Häuser”

Casas Destruidas

“Unesco Welterbe”
Património Mundial da
UNESCO - Le Corbusier



F06. Planta de
Weißenhofsiedlung
“Die Wohnung” (1927)

- 1-4: Mies van der Rohe
- 5-9: J.J.P. Oud
- 10: Victor Bourgeois
- 11+12: Adolf G. Schneek
- 13-15: Le Corbusier & Pierre Jeanneret
- 16+17: Walter Gropius
- 18: Ludwig Hilberseimer
- 19: Bruno Taut
- 20: Hans Poelzig
- 21+22: Richard Döcker
- 23+24: Max Taut
- 25: Adolf Rading
- 26+27: Josef Frank
- 28-30: Mart Stam
- 31+32: Peter Behrens
- 33: Hans Scharoun

F07. Fotografia Aérea
Weißenhofsiedlung
“Die Wohnung”



Sob direção de Mies van der Rohe, foram reunidos os arquitetos europeus mais influentes do Movimento Moderno para projetarem um conjunto de 33 casas para uma “classe média burguesa” em Killesberg. Para serem construídas no curto período de 4 meses, fizeram uso de novos métodos industrializados, materiais, e das ideologias modernas, procurando adotar soluções para vidas mais saudáveis, flexíveis e generosas, através de formas cúbicas e minimalistas, com coberturas planas e áreas multifuncionais.

A “Citrohan Haus”⁵¹ de Le Corbusier⁵² e Pierre Jeanneret, por ser a quinta versão desta série, revela-se uma construção mais refinada e flexível, com módulos industrializados de lajes, paredes e janelas. Tal como a casa geminada, dos mesmos arquitetos, em Rathenaustraße 1-3,⁵³ destacaram-se, desde logo, pela integração de *pilotis*, uma planta livre, fachada livre, janelas horizontais e terraço jardim,⁵⁴ conferindo-lhes o maior aproveitamento dos recursos, mas também mais rapidez na construção.

51 Casa “Citrohan” em referência à produção em série dos carros “Citroen”. A sua primeira versão foi projetada em 1920 ainda por métodos tradicionais, mas gradualmente aproximou-se de uma produção em série.

52 Charles-édouard Jeanneret (1887-1965) conhecido como Le Corbusier, foi um arquiteto e urbanista suíço-francês dos mais influentes do séc.XX pelos seus ilustres projetos, publicações e experiências tecnológicas.

53 “Weissenhofmuseum im Haus Le Corbusier” Construída em 1927, hoje reconhecida como património Mundial da UNESCO.

54 “les cinq points de l’architecture moderne” publicado por Le Corbusier em 1926 para a revista L’Esprit Nouveau.

55 Joedicke J. (1989). Weissenhofsiedlung Stuttgart. Karl Krämer Verlag Stuttgart. (p.59)

O bloco de apartamentos de Mies van der Rohe destacou-se ao optar por um esqueleto estrutural que segue o princípio da planta livre para o “máximo de liberdade”,⁵⁵ limitando apenas a localização da cozinha e casa de banho, devido aos equipamentos técnicos, e permitindo uma livre divisão espacial interna. Walter Gropius também explorou uma nova solução em que combina um módulo de 1.06m x 1.06m com elementos standardizados de portas e janelas nas suas duas casas “Einfamilienhaus”, para uma construção mais rápida, barata e flexível, contudo, a sua montagem e acabamentos fez essencialmente uso de métodos tradicionais.

F08. Fotografia de Otto Lossem
à "Citrohan Haus"
Le Corbusier &
Pierre Jeanneret (1927)



F09. Associação do carro
moderno à arquitetura moderna.

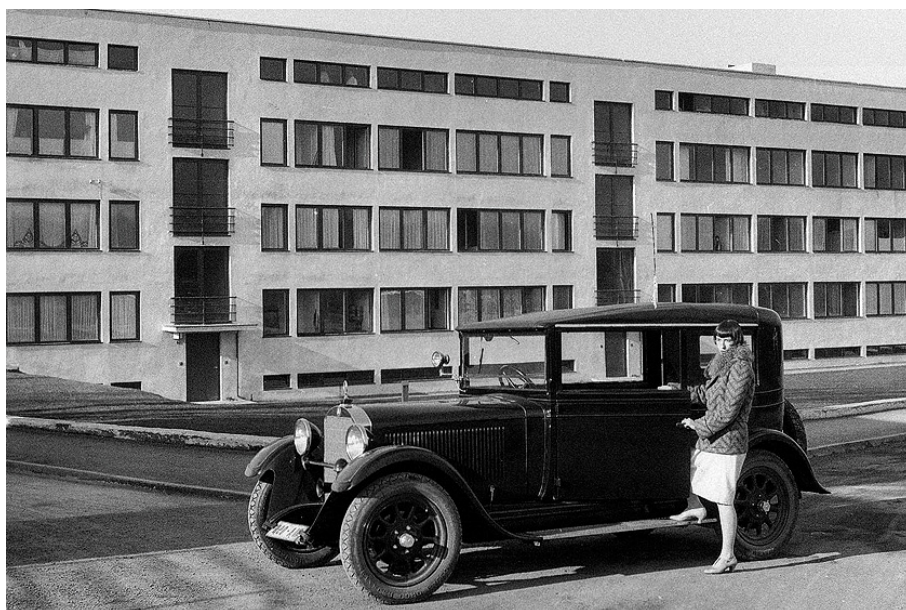
"Weissenhofmuseum
im Haus" - Le Corbusier &
Pierre Jeanneret



F10. Casas 1-4
Urbanização Weissenhof
por Mies van der Rohe
(1927)



F11. Associação do carro
moderno à arquitectura moderna
Casas 1-4 Weissenhof
Mies van der Rohe



Apesar de toda a urbanização ter sido declarada como “uma monstruosidade”,⁵⁶ sendo quase demolida em vários momentos, o conjunto é hoje reconhecido como uma enorme contribuição para o Movimento Moderno e um marco no desenvolvimento do que se chamou de Estilo Internacional, esclarecendo assim o notável impacto das ações do movimento *Deutscher Werkbund*.

Em 1937, uma terceira exposição estaria planeada, contudo, logo em 1933, a fundação foi tomada pelos nacional-socialistas e forçou o seu término.⁵⁷ Com o terminar da Segunda Guerra Mundial, enquadrado num momento de grande necessidade de reconstrução das cidades, aconteceu a desejada terceira exposição do *Werkbund*, novamente em Colónia e numa escala mais pequena, mas tendo em consideração inquietações semelhantes, neste caso a “Neues Wohnen”.⁵⁸

“Na construção de edifícios industriais, os aspetos artísticos são compatíveis com os práticos e económicos?”⁵⁹ Walter Gropius, 1911, Leipzig

É evidente o desagrado em relação à qualidade dos produtos industrializados, não apenas por culpa da máquina industrial, mais sim pela falta de comunicação e partilha de conhecimento entre as partes integrantes do processo construtivo, particularmente entre os artesãos, artistas, arquitetos, empresários. É então que, logo no final da Primeira Guerra Mundial, apenas uma década depois das primeiras reuniões da *Werkbund*, Walter Gropius é chamado para a direção de um novo espaço que promete apoiar a investigação e debate sobre sistemas industrializados nas artes e construção, a *BAUHAUS*.

⁵⁶ Architare. Die Weißenhofsiedlung in Stuttgart [Consult. 10 dez 2022] < <https://architare.de/de/magazin/die-weissenhofsiedlung-stuttgart> >

⁵⁷ Nerdinger, W. (2008). *Deutscher Werkbund: 100 anos de Architectura e Design na Alemanha 1907 | 2007*. Bild-Kunst V.G. (p.39)

⁵⁸ “Neues Wohnen” – Trad. Nova Vida. Título do Cartaz da Terceira Exposição do Deutsche Werkbund em 1949

⁵⁹ Gropius, W. (1912). *Sind beim Bau von Industriegebäuden künstlerische Gesichtspunkte mit praktischen und wirtschaftlichen vereinbar?*. Der Industriebau.

Esta escola de Arquitetura, *Design* e Arte Plásticas, partilha as suas ideologias com 3 das mais importantes organizações defensoras da construção industrial, de uma forma mais direta com as “Kunstgewerbeschule”⁶⁰ dos países de língua alemã, mas também com o movimento *Arts and Crafts*, e o *Deutsche Werkbund*.

Ao ver a rápida evolução dos sistemas prefabricados, estes métodos viam-se largamente negligenciados pelos arquitetos que denegriam a ignorância do cidadão tímido em matéria do projeto arquitetónico.⁶¹ Em busca de uma solução, Gropius estudou como colocar o arquiteto numa posição central do processo da construção industrial, para este ganhar, finalmente, controlo sobre os aspetos construtivos.⁶² Entre outras ações, reformulou as bases da disciplina de Educação Visual com princípios mais amplos e modernos, de forma a garantir uma formação mais abrangente para os novos arquitetos.

60 “Kunstgewerbeschule” – Trad. Escola de Artes Industriais

61 Gropius, W. (1969). Apollon dans la démocratie : la nouvelle architecture et le Bauhaus / Walter Gropius ; pref. Michel Ragon ; trad. E. Bille-De Mot. La Connaissance. (p.68)

62 Gropius, W. (1969). Apollon dans la démocratie : la nouvelle architecture et le Bauhaus / Walter Gropius ; pref. Michel Ragon ; trad. E. Bille-De Mot. La Connaissance. (p.68)

63 Dearstyne, H. (1986). Inside the Bauhaus. The Architectural Press. (p.45)

“(…) o plano da *Bauhaus* é exatamente este. É, portanto, um princípio fundamental do estado da *Bauhaus* de que o jovem que está a aprender seja influenciado simultaneamente de dois lados: primeiro, do lado do artesanato, por mestres tecnicamente notáveis do trabalho manual; e segundo, do ponto de vista formal, por personalidades artísticas”⁶³



F12. Construção da Urbanização
“Dessau-Törten” de 314 casas
unifamiliares sob orientação de
Hannes Meyer e Walter Gropius
(1926 - 1928)

Desta forma, a comunidade das artes ganhou um espaço de investigação de onde surgiram imensos projetos experimentais. Um dos mais relevantes o “Dessau-Törten Housing” que veio responder às necessidades de habitação social entre as duas guerras mundiais. Com orientação de Hannes Meyer e Walter Gropius, construíram-se 314 casas unifamiliares⁶⁴ entre 1926 e 1928 que partilhavam um objetivo comum, a redução dos custos a partir da racionalização dos processos construtivos. Para isso foram definidos princípios de padronização e produção em massa, associados à montagem de elementos prefabricados, mas permitindo a adaptação por parte dos moradores, que ao longo dos anos disfarçaram a uniformidade da urbanização.

Seguindo princípios de rejeição das regras pré impostas e adoção das mais recentes práticas construtivas, materiais e ideologias sociais, que, ainda nos anos 20, levaram ao nascimento da chamada Arquitetura Moderna, por vezes referido, na Europa, como a “Neue Sachlichkeit”⁶⁵ ou mesmo Funcionalismo,⁶⁶ e que garantia a união entre a forma arquitetónica e a reforma social.

⁶⁴ Architectuul. Törten Estate, Dessau Germany [Consult. 11 dez 2022] < <https://architectuul.com/architecture/torten-estate> > - pesquisa em 11.12.2022

⁶⁵ “Neue Sachlichkeit”- Nova Objetividade

⁶⁶ Conceito que defende a função como aspeto determinante da forma.

⁶⁷ Hitchcock, H.-R. (2001). *Le style international* / Henry-Russell Hitchcock, Philip Johnson ; trad. Claude Massu. Éd. Parenthèses (p.45)

Foi sobretudo este último conceito que originou, no mesmo período, a noção de Estilo Internacional, que, aliada ao funcionalismo, propunha numerosos pontos essenciais à boa reconstrução das cidades do pós-guerra. São eles, a noção de volume, regularidade, flexibilidade e a ausência de ornamento, por um lado por dificultar as produções, mas também por se considerar que “qualquer tipo de complicação diminui a clareza da impressão de volume”.⁶⁷

Arquitetos como Peter Behrens, na Alemanha, adotavam formas extremamente simplificadas e regulares, optando por volumes em substituição ao tradicional efeito de massa, “mas foi na América que a promessa de um novo estilo apareceu pela primeira vez e floresceu mais rapidamente até à guerra”.⁶⁸ Contudo, surgiram imediatamente reações negativas ao estilo internacional, especialmente pela característica de aplicação universal, que corta com as barreiras culturais trazendo indiferença para localizações, terrenos e climas, com perigo de resultar numa perda global de identidade.

“A internacionalidade, que na época de Gropius era uma orientação a ser promovida, hoje é uma realidade da cultura arquitetônica”⁶⁹

68 Hitchcock, H.-R. (2001). *Le style international / Henry-Russell Hitchcock, Philip Johnson ; trad. Claude Massu*. Éd. Parenthèses (p.32)

69 Benevolo, L. (2002). *Historia de la arquitectura moderna*. Gustavo Gili. (p.1159)

70 “Congrès Internationaux d'Architecture Moderne” – Trad. Congresso Internacional da Arquitetura Moderna. Organização fundada em 1928, por alguns dos arquitetos modernos mais influentes como Le Corbusier e Walter Gropius.

71 Manifesto resultante do IV Congresso dos CIAM em Atenas, 1933, com os aspetos essenciais a garantir no desenho de urbanismo moderno.

Em 1928, paralelamente a estas organizações, nasce o *CIAM*,⁷⁰ com coordenação de Le Corbusier e 28 dos mais influentes arquitetos europeus para, como instrumento político e económico, promover uma arquitetura como arte social, em busca de melhores condições de vida para a população. Com este propósito, apoiavam projetos e eventos da escola *Bauhaus* e de grupos como o *Deutsche Werkbund*, para além de organizarem congressos anualmente que promoviam espaços de discussão sobre soluções para o desenho da arquitetura e planeamento urbano. Destes debates surgem os princípios fundamentais da arquitetura e urbanismo modernos, sendo a Carta de Atenas⁷¹ uma das suas publicações mais marcantes.

“Muitos arquitetos no início da década de 1930, falharam em reconhecer que a indústria da construção estava a mudar da indústria tradicional, baseada nas habilidades artesanais, para uma indústria de base tecnológica. As formas tradicionais de construção foram baseadas em experiências empíricas acumuladas ao longo de centenas de anos; foram comprovados e o seu uso não exigia julgamentos analíticos. Os arquitetos da década de 1930 depararam-se com novas formas de construção e com clientes que esperavam um maior nível de conforto e controlo sobre os seus edifícios.”⁷²

No entanto, começaram a revelar-se ideologias distintas entre os vários grupos, gerações de arquitetos e países, “comprometidos por pesquisas cada vez mais heterógenas”,⁷³ o que provocou uma perda gradual de importância e influência pública do grupo.

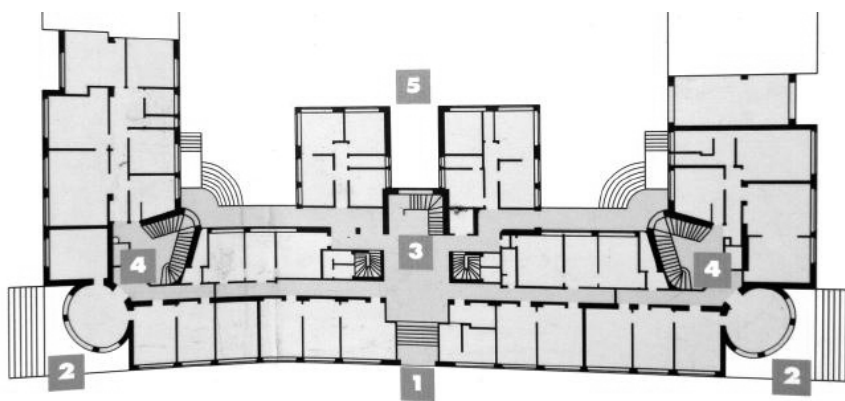
Entre 1926-1943, também em Itália e a uma escala mais pequena, se organizaram espaços de discussão para ajudar os arquitetos nesta fase de transição para o mundo moderno. Denominado *MIAR*, “Movimento Italiano Architettura Razionale”, procurava responder às transformações industriais, através da união entre a racionalização e a originalidade, sobretudo com referências corbusianas, evidentemente repudiadas pelos arquitetos mais conservadores. Os “Apartamentos Novocomum”⁷⁴ foi uma das primeiras experiências deste movimento e inspirou os arquitetos modernos italianos a adotar novas soluções estéticas e construtivas.

72 Strike, J. (1991). *Construction into design : the influence of new methods of construction on architectural design: 1690-1990* / James Strike. Butterworth Architecture. (p.186)

73 Benevolo, L. (2002). *Historia de la arquitectura moderna*. Gustavo Gili. (p.941)

74 Apartamentos “Novocomum”, projetados em 1928 pelo arquiteto italiano e líder do MIAR, Giuseppe Terragni.

F13. Planta Piso Térreo
Apartamento NovoComum,
Giuseppe Terragni (1928)



F14. Apartamento NovoComum,
Giuseppe Terragni (1928)



“Ocorre-nos que pode ser uma boa ideia ir direto aos casos e pelo menos começar a reunir aquela massa de material que deve eventualmente resultar no que conhecemos como “casa pós-guerra”.⁷⁵

Com o fim da Segunda Guerra Mundial, seguem-se 30 anos de paz e reconstrução dos países. Pela urgência em restaurar as cidades, nota-se um esforço global de investigação, e é neste contexto que são criados concursos à escala internacional em busca de novas soluções espaciais e alternativas construtivas. O “Case Study House”, nos EUA é um dos exemplos mais divulgados, patrocinado pela revista *Arts & Architecture*, aperceberam-se das ideias dos novos arquitetos sobre novas formas de habitar⁷⁶ e criaram, uma oportunidade para as exporem. Aqui, eram valorizados novos materiais e novas técnicas construtivas, que obrigatoriamente deveriam estar “preparados para uma reprodução em série e uma construção com a melhor das qualidades”.⁷⁷

75 The case study house program, Announcement. (1945). *Arts & Architecture*. (p.37)

76 *Arts & Architecture*. Case study house Program [Consult. 15 dez 2022] <<http://www.artsandarchitecture.com/case-houses/index.html>>

77 The case study house program, Announcement. (1945). *Arts & Architecture*. (p.38)

78 The case study house program, Announcement. (1945). *Arts & Architecture*. (p.39)

“Esperamos que seja entendido e aceite como uma tentativa sincera, não apenas de prever, mas de ajudar a dar alguma direção ao pensamento criativo sobre a habitação produzida por bons arquitetos e bons fabricantes cujo objetivo comum é uma boa habitação.”⁷⁸

F15. Planta desenhada da casa Eames de Charles e Ray Eames (1945 - 1949)



F16. Fotografias da construção original da Casa Eames para o programa "Case Study House"

Como incentivo à participação, foram convidados também oito arquitetos para projetar oito casas para famílias americanas, com as mesmas características do concurso. Destas propostas, destaca-se a obra nº8 “Casa Eames” de Charles e Ray Eames construída em 1949 com uma simples estrutura metálica prefabricada para a fachada que considerava uma montagem fácil, e um espaço interior em madeira que explora a indefinição entre os ambientes públicos e privados.

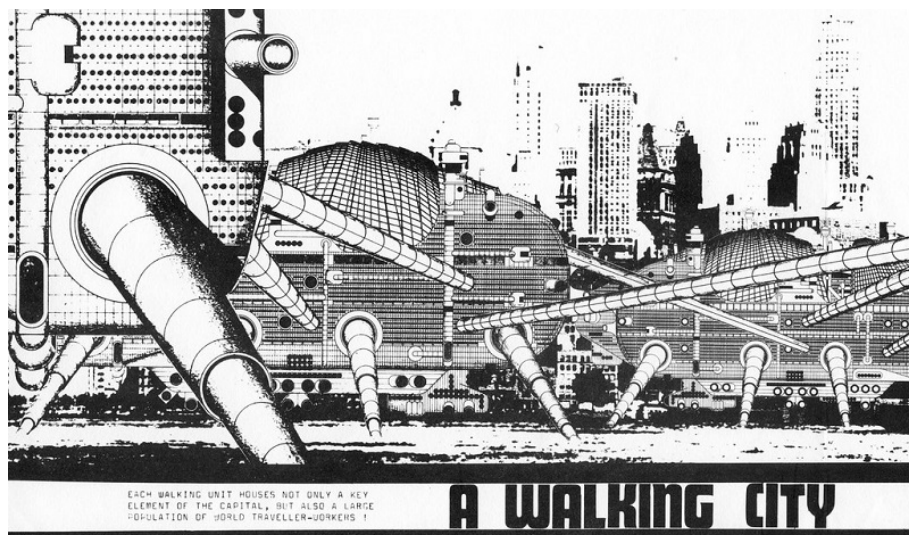
“No final de 1960, em vários apartamentos de Hampstead, um grupo vago de pessoas começou a encontrar-se: para criticar projetos, preparar cartas para a imprensa, para fazer projetos de competições e, em geral, apoiarem-se mutuamente contra o tédio de trabalhar nos escritórios de arquitetura de Londres.”⁷⁹

Em 1961, numa perspectiva de aliança às mudanças culturais da época e aceitação da sociedade de consumo e produção em massa, estabelece-se o grupo *Archigram* com 6 arquitetos⁸⁰ reconhecidos pelos seus projetos de vanguarda que acompanhavam a cultura popular e incorporavam novas tecnologias e materiais. Ao contrário das anteriores organizações, esta não procura exaltar a máquina nem a tecnologia, mas sim a experiência de viver no mundo moderno.

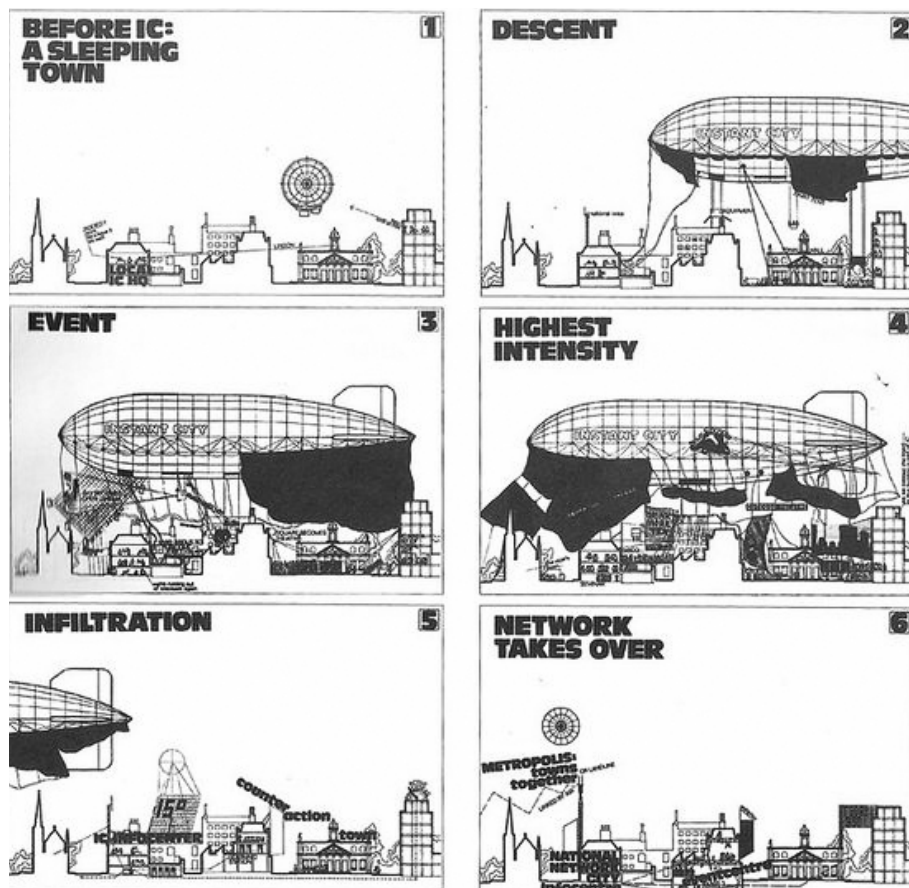
⁷⁹ Cook, P. (1999). *Archigram*. Princeton Architectural Press. (p.8)

⁸⁰ Peter Cook, Dennis Crompton, David Greene, Ron Herron, Warren Chalk e Michael Webb.

F17. "The Walking City"
A cidade andante
Archigram (1964)



F18. "The Instant City"
A cidade Instantânea
Archigram (1968)



81 “The Living City”, Utopia desenvolvida pelo Archigram em 1962 que sugere uma cidade mais dinâmica e adaptável às alterações das necessidades dos residentes.

82 “The Walking City”, Utopia proposta pelo Archigram em 1964 para uma cidade em constantes transformações a partir da integração de componentes modulares.

83 “The Instant City”, Utopia apresentada pelo Archigram em 1968 que propõe a construção de estruturas móveis com capacidade para ser implantadas instantaneamente caso a cidade necessite.

84 Entrevista a Peter Cook em 2020 - Dezeen. Archigram's Plug-In City shows that “pre-fabrication doesn't have to be boring” says Peter Cook. [Consult. 16 jan 2023] < <https://www.dezeen.com/2020/05/12/archigram-plug-in-city-peter-cook-dennis-crompton-video-interview-vdf/> >

85 Cook, P. (1999). Archigram. Princeton Architectural Press. (p.17)

86 “Action Architecture” Trad. Arquitetura de Acção. Criação de forma através da constante repetição e evolução de um conceito.

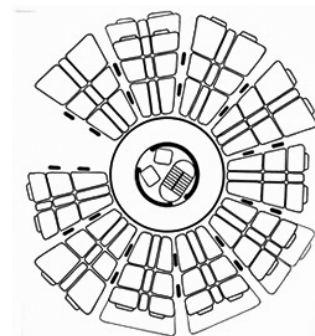
87 Torre Nakagin – Edifício Residencial construído em Tokyo, Japão entre 1970 e 1972 por Kisho Kurokawa. Destaca-se pelos 140 quartos prefabricados inseridos numa estrutura independente que permite a remoção individual dos módulos. Em 2023 foi aprovada a sua demolição associada a problemas de manutenção.

Produziram numerosas publicações e participaram em inúmeras exposições, a primeira em 1962 com o nome “The Living City”⁸¹, na qual apresentaram uma nova tipologia de ambiente urbano. Em 1964 desenvolveram a noção de casa móvel e cidade adaptável para a exposição “The Walking City”,⁸² no ano seguinte introduziram a cidade “Plug-in” que proponha a construção modular de grande escala nas cidades, que se aprofundou em 1968, com a “The Instant City”,⁸³ construção temporária a partir de estruturas insufláveis e modulares para rápida montagem e desmontagem.

“(…) de uma forma engraçada de olhar para a prefabricação digo: Vamos lá! Não precisa de ser chato, pode ser romântico e bem emocionante.”⁸⁴ Peter Cook 2020 - Entrevista Dezeen, sobre a “Archigram's Plug-In City”

Também na “Expo70 Japão” marcaram a sua presença com a “Transportable plug-in city”, que “tentativa de estabelecer novos padrões e encontrar uma imagem apropriada para um produto de linha de montagem”⁸⁵ conforme o conceito “Action Architecture”.⁸⁶ Apesar da dimensão utópica dos seus projetos que faziam uso das mais recentes tecnologias e meios de comunicação, as ideias foram bem recebidas pelos críticos interpretados como uma influência positiva para o pensamento e desenho para arquitetura do século, de uma forma mais direta nos projetos de construção em cápsulas, como a Torre Nakagin⁸⁷, de Kisho Kurokawa, que iniciou a sua construção logo em 1970.

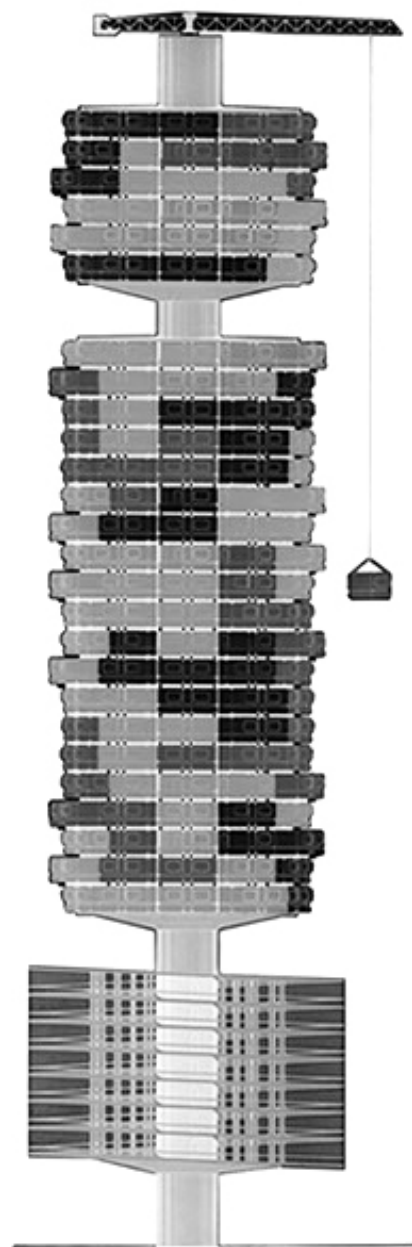
F19. Planta do Piso Tipo
"The Plug-in City"



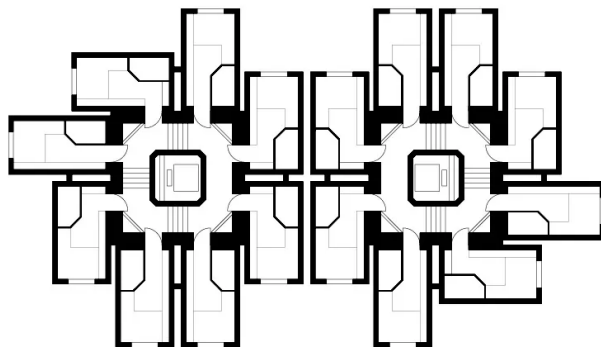
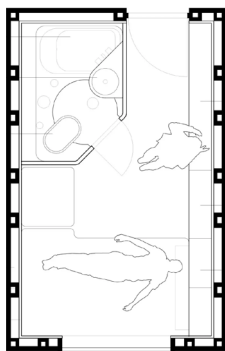
F20. Módulo do Quarto
"The Plug-in City"



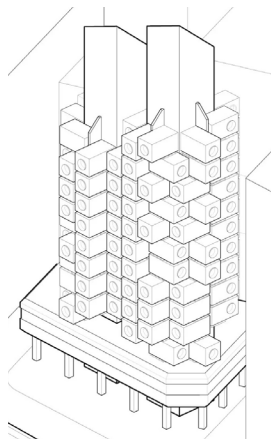
F21. Corte "The Plug-in City"
Archigram - Peter Cook
Los Angeles 1964



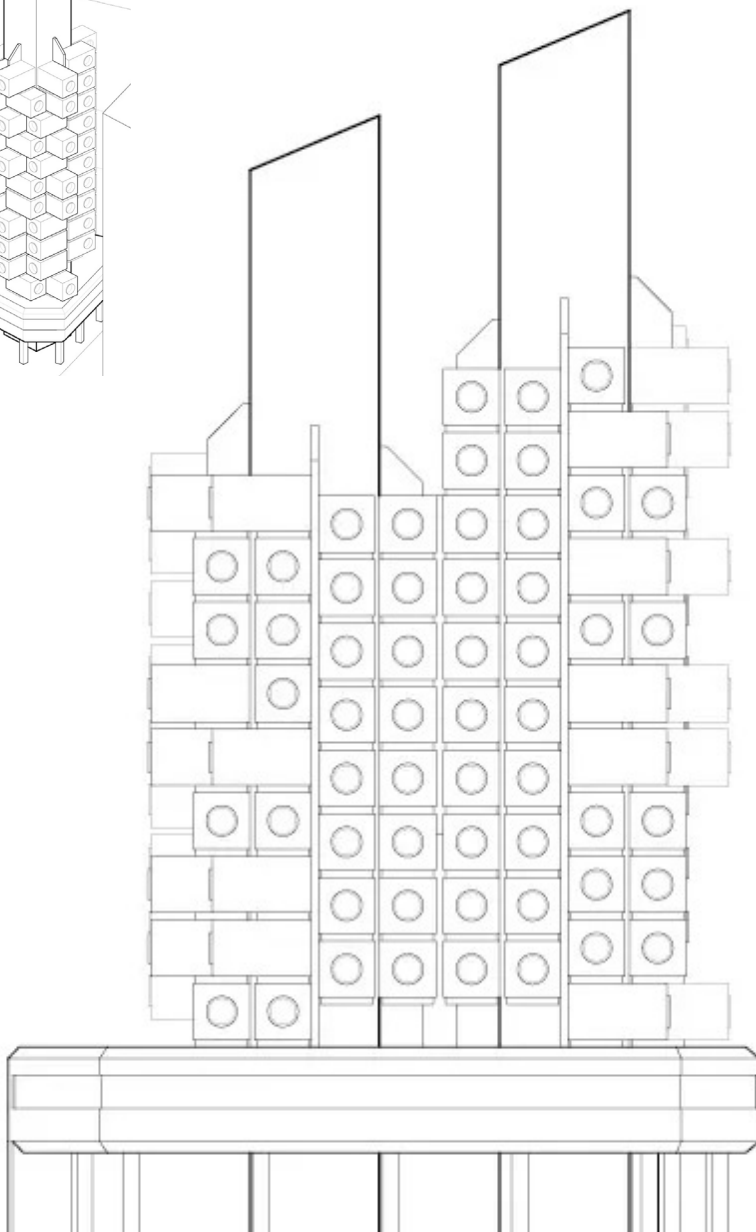
F22. Planta do Módulo
do Quarto Pré-fabricado
e Piso Tipo da
Torre Nakagin



F23. Axonometria
Torre Nakagin
Kisho Kurokawa



F24. Alçado Este da
Torre Nakagin
Kisho Kurokawa
(Construção em 1972)



a discussão teórica

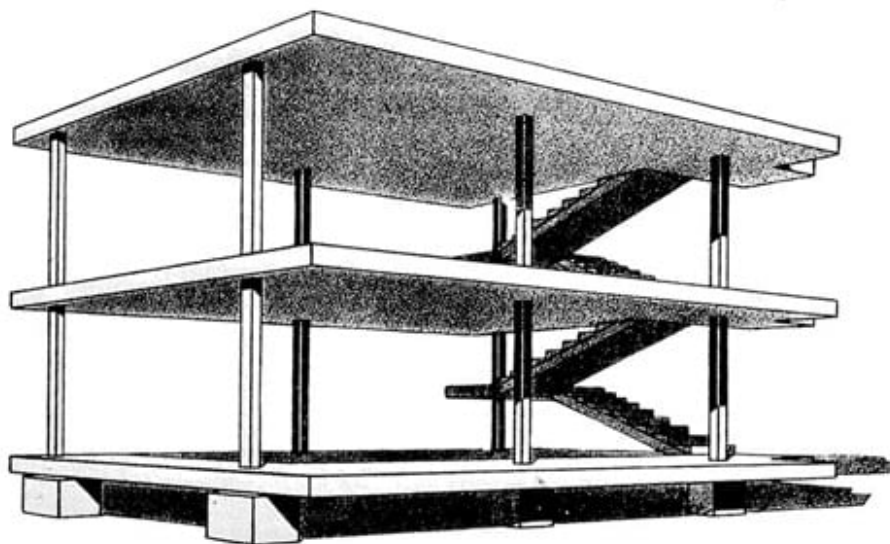
“Le Corbusier assume a racionalidade como sistema e traça grandes planos que deveriam eliminar qualquer problema. Gropius assume a racionalidade como método que permite localizar e resolver os problemas que a existência vem continuamente colocando”.⁸⁸

A industrialização da construção, e todas as suas variantes, foi entendida, pela maioria dos arquitetos, como um desenvolvimento positivo com potencial para melhorar significativamente a eficiência e acessibilidade das construções, contudo, surgem posições opostas quando se tenta esclarecer o método mais adequado para a introdução destas práticas.

Walter Gropius e Le Corbusier, foram as figuras centrais da renovação da arquitetura europeia no século XX, essenciais para o controlo do desenvolvimento da evolução tecnológica. Marcaram presença nos eventos mais determinantes, como no caso dos congressos *CIAM*, do desenvolvimento da *Bauhaus*⁸⁹ do Estilo Internacional e da reconstrução das cidades europeias no pós-guerra, ambos atentos às noções de funcionalismo e simplicidade do desenho.

⁸⁸ Argan G. (1990). Walter Gropius e a Bauhaus / Giulio Carlo Argan; trad. Emílio Campos Lima [2ª Edição]. Presença (p.10)

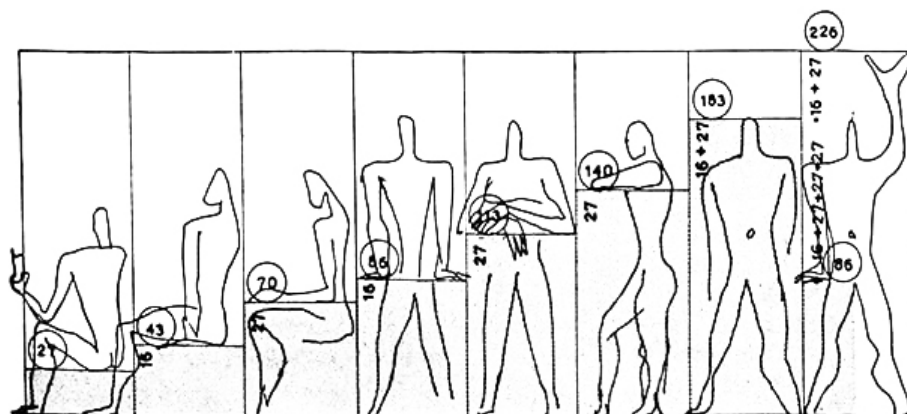
⁸⁹ Apesar de Le Corbusier não ter pertencido ao quadro de professores da Bauhaus, manteve uma próxima relação com a escola e as suas ideologias, tendo lá exposto o seu trabalho em 1923.



F25. Casa Dom-ino
Le Corbusier
(1914-1915)



F26. Maison Monol
Le Corbusier
(1938)



F27. Modulor
desenvolvido por
Le Corbusier em 1943
e publicado em 1950

“A uniformidade dos detalhes fornecidos pelas máquinas é a condição essencial para a beleza arquitetônica”⁹⁰ Le Corbusier

Em Le Corbusier, reconhece-se uma clara preferência por práticas de produção em massa e construção modular, ambas de uma perspectiva técnica e estética e em busca de “uniformidade nos detalhes e variedade no efeito geral”.⁹¹

Durante a sua carreira, explorou diversas soluções construtivas, que resultaram em projetos como a “Dom-ino House” um protótipo para uma “estrutura completamente independente das funções da planta casa”⁹² e realizável em série, a “Maison Mono” que também propõe uma estrutura em betão armado preparada para prefabricação, neste caso, para a cobertura das casas entre outros exemplos notáveis como a “Casa Citrohan”, as “Unité D’habitation”, as “Immeuble-villas” e os vários pavilhões, em especial o “Pavillon de L’Esprit Nouveau”.

“Le Corbusier, como Brunelleschi, está comprometido numa profunda transformação cultural”.⁹³ Adotou cedo as novas práticas e materiais industrializados perseguindo uma realidade com menos constrangimentos impostos pela construção tradicional, com maior qualidade, rapidez e acessibilidade a um maior número de pessoas.

Para facilitar o processo, usa várias fórmulas matemáticas para atingir os módulos mais adequados para cada situação, que deram origem ao sistema “Modulor”⁹⁴ e no contexto residencial, ao conceito de “Máquina de Habitar”,⁹⁵ mais uma vez associado ao funcionalismo e flexibilidade.

90 “Standard” nº10. (1997). A+T Architecture Publishers (p.23)

91 Le Corbusier, pseud. (1948). The Modulor: A Harmonious Measure to the Human Scale Universally Applicable to Architecture and Mechanics. The Penguin Group.

92 Boesiger, W., & Stonorov, O. (1999). Le Corbusier et Pierre Jeanneret: œuvre complete 1910-1929. Birkhauser. (p.23)

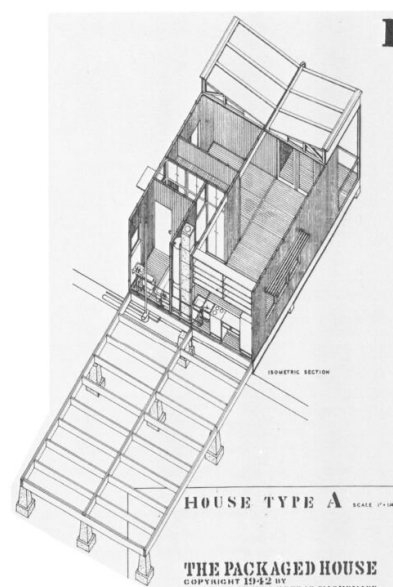
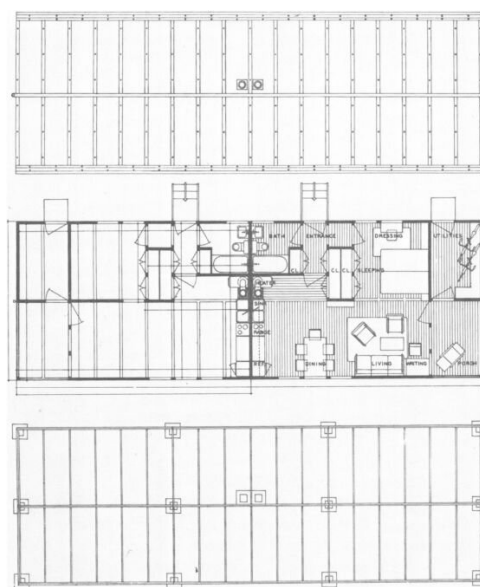
93 Benevolo, L. (2002). Historia de la arquitectura moderna. Gustavo Gili. (p.947)

94 “Le Modulor” Sistema de proporções que determina as dimensões mais harmoniosas com base no corpo humano, primeiro apresentado por Le Corbusier em 1948.

95 Le Corbusier. pseud. (1960). Précisions: sur un état present de l’architecture et de l’urbanisme. Vicente, F. (Ed). (p.86)

F28. Standard House Type A
“The Packaged House” (1942)
por Walter Gropius
e Konrad Wachsmann

Planta de Cobertura
Planta Piso Térreo
Fundação



F29. Componentes préfabricados
para a “The Packaged House”



“Uma casa deve ser uma máquina de morar, mas não deve parecer uma máquina”⁹⁶ Frank Lloyd Wright

96 Wright, F. L. (1939). *An Organic Architecture: The Architecture of Democracy*. Horizon Press.

97 Frank Lloyd Wright (1867-1959) Arquiteto americano pioneiro moderno da relação do desenho arquitetônico com a formas da natureza.

98 Gropius, W. (1969). *Apollon dans la démocratie : la nouvelle architecture et le Bauhaus* / Walter Gropius ; pref. Michel Ragon ; trad. E. Bille-De Mot. La Connaissance. (p.153)

99 Gropius, W. (1969). *Apollon dans la démocratie : la nouvelle architecture et le Bauhaus* / Walter Gropius ; pref. Michel Ragon ; trad. E. Bille-De Mot. La Connaissance. (p.111)

100 Fagus Factory, Fábrica de sapatos construída entre 1911-1913 em Alfeld, Alemanha, por Walter Gropius e Adolf Meyer, destaca-se pelo desenho funcionalista e construção em ferro e vidro.

101 Edifício da Escola Bauhaus em Dessau, construído entre 1925 e 1926 por Walter Gropius como exposição dos princípios da escola.

102 Harvard Graduate Center, construído por Walter Gropius entre 1948 e 1950 no campo universitário de Cambridge, Inglaterra, como exemplo do Estilo Internacional.

103 “Packaged House” Projetada em 1941 nos EUA, por Walter Gropius e Konrad Wachsmann para ser produzida em série, enviada em peças e rapidamente montada em obra.

Também Wright⁹⁷ e Mies faziam uso de módulos e fórmulas matemáticas nos seus projetos e partilhavam com Le Corbusier opiniões idênticas quanto ao futuro da industrialização sendo uma das mais valiosas, o aumento do tempo dos arquitetos para se focarem no desenho dos seus edifícios em vez de nos processos construtivos.

“Este processo disciplinado de Mies (...) Busca Deus na perfeição de proporção, detalhe e habilidade, mas nega um preconceito de forma”⁹⁸

Walter Gropius, já defendia em 1910 as práticas industrializadas em palestras e conferências por entender a industrialização como a solução para inúmeros problemas da construção tradicional, sendo um dos mais sérios a humidade,⁹⁹ que, quando associada a um trabalho imperfeito, por exemplo, em muros de alvenaria, causa fissuras e manchas mesmo depois de um longo processo de aplicação e secagem da argamassa.

Acredita que, a adoção de práticas prefabricadas, vem assegurar o bom encaixe entre as partes e garantir maior confiança na resistência do produto final, para além da rápida montagem em qualquer momento e independentemente das condições meteorológicas. Alguns exemplos da investigação de Gropius são a “Fagus Factory”,¹⁰⁰ o edifício da *Bauhaus* em Dessau¹⁰¹, o “Harvard Graduate Center”¹⁰² e o projeto “Packaged House”.¹⁰³

A produção em série não foi alcançada neste último projeto, no entanto, o projeto desenvolvido em parceria com Konrad Wachsmann revolucionaram a percepção global dos arquitetos em relação à construção modular industrializada e motivou inclusive o estabelecimento da GPC,¹⁰⁴ a “primeira empresa de produção em massa de elementos construtivos prefabricados”,¹⁰⁵ formada por ambos, sobretudo para o desenvolvimento de construções rápidas, eficientes e baratas.

104 GPC – General Panel Corporation, fundada em 1942 por Walter Gropius e Konrad Wachsmann.

105 Reuss, P. (1995) *Building the Wooden House: Technique and Design*. Birkhäuser. (p.14)

106 Konrad Wachsmann (1901-1980) arquiteto e engenheiro alemão-americano, aluno de Walter Gropius na Bauhaus, com quem trabalhou posteriormente na “Harvard Graduate School of Design”.

107 Wachsmann, K. (1995). *Building the wooden house - technique and design*. Birkhäuser

108 Albert Einstein (1879-1955) físico teórico alemão dos mais influentes cientistas do séc.XX, Premiado com o Nobel da Física em 1921 e que mantinha contato com os congressos CIAM, pensando-se que tenha tido influência no desenvolvimento dos princípios da “Máquina de Habitar” de Le Corbusier.

109 Pan Am Building, torre de escritórios, construída entre 1959 e 1963 em Nova York por Walter Gropius, Richard Roth e Pietro Belluschi.

Na sua investigação pessoal, também Wachsmann¹⁰⁶ desempenhou um papel essencial na implementação destas práticas em proximidade com arquitetos influentes¹⁰⁷ como Walter Gropius, Le Corbusier e Mies van der Rohe. Nos seus primeiros trabalhos, dedicou-se sobretudo a práticas prefabricadas, ganhando popularidade após projetar uma casa prefabricada em madeira para Albert Einstein,¹⁰⁸ e pelo desenvolvimento de métodos industriais, usados mais tarde para efeitos de produção em série.

Alguns exemplos são o sistema “Telescopic”, que sugere uma estrutura expansível através da interligação de componentes prefabricados, (usado por Gropius no “Pan Am Building”¹⁰⁹) e o “Total System” que demonstrava a importância do envolvimento do arquiteto em todas as fases de desenvolvimento dos projetos desde o desenho, produção, construção e aplicação para otimizar o processo de construção, minimizar o desperdício e assegurar a qualidade e flexibilidade do Design.

“Jean Prouvé representa de forma singularmente eloquente o tipo do “construtor”... Com isto quero dizer que é indissolúvelmente arquiteto e engenheiro, na verdade, arquiteto e construtor, porque tudo o que toca e projeta assume imediatamente uma elegante forma plástica ao mesmo tempo em que alcança soluções de força e fabricação de forma brilhante.”¹¹⁰ Le Corbusier sobre Prouvé

Jean Prouvé¹¹¹, para quem projetar e executar são a mesma coisa,¹¹² procurou transformar os elementos técnicos em elementos de arquitetura, mantendo uma atitude fundamentada pela experimentação, sobretudo através das suas oficinas, que lhe trouxeram bastante notoriedade no pós-guerra. Acompanhava as discussões dos arquitetos modernos, participando no *CIAM IX*,¹¹³ onde apresentou projetos para casas desmontáveis e a sua perspectiva em relação a uma arquitetura que ocorresse da indústria e não do artesanato, referindo-se sobretudo às grandes empresas.

No entanto, como refere Jean Prouvé no livro *Conversas com Jean Prouvé*, “foi apenas por necessidade que a construção civil se sensibilizou para a industrialização no pós-guerra” visto que eram muito poucos os que “tentavam provocar uma evolução arquitetónica baseada na produção industrial.”¹¹⁴ Afirma que a produção em massa de habitações temporárias foi “uma possibilidade de demonstrar a qualidade das casas prefabricadas”¹¹⁵ e dar-lhes mais credibilidade.

110 Coley, C. (1993). Jean Prouvé / par Catherine Coley. Centre Georges Pompidou (p.12)

111 Jean Prouvé (1901-1984) arquiteto e engenheiro francês, nascido numa família de artistas, iniciou a sua formação como ferreiro, que lhe deu a conhecer a importância dos metais na arquitetura moderna e cedo criou o seu “Atelier Jean Prouvé”

112 Lavalou A. (2001). Conversas com Jean Prouvé, Trad. Renato Aguiar. Gustavo Gili.

113 Ciam IX (1953) em Ax-en-Provence,

114 Lavalou A. (2005). Conversas com Jean Prouvé, Trad. Renato Aguiar. Gustavo Gili. (p.38)

115 Coley, C. (1993). Jean Prouvé / par Catherine Coley. Centre Georges Pompidou (p.28)

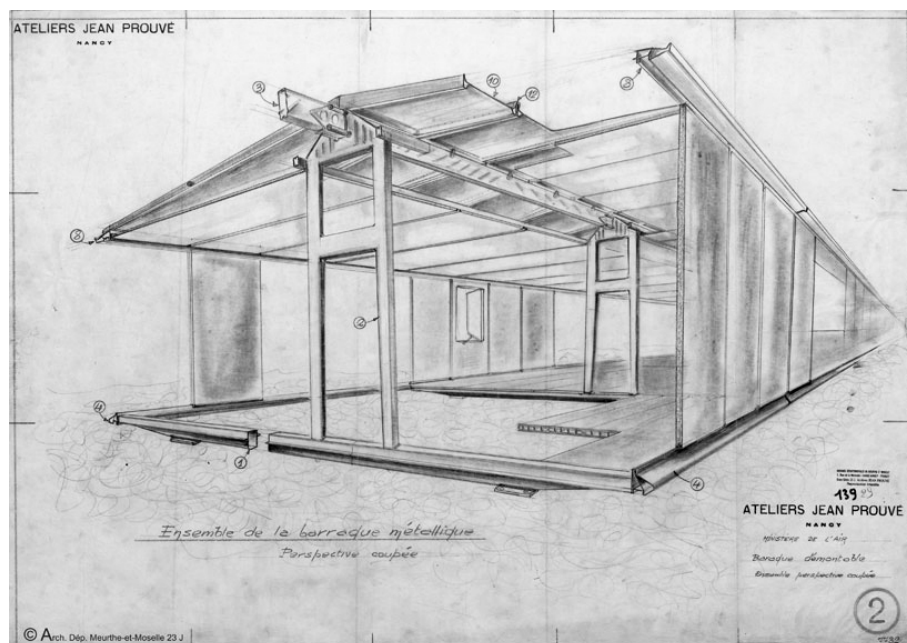
F30. Montagem de uma
“Demountable House” (1944)
dos Ateliers Jean Prouvé
na Galerie Patrick Seguin



F31. “Demountable Houses”
Casas Desmontáveis
Ateliers Jean Prouvé

“Perspective Coupée:
Ensemble de la
Barraque métallique”

Perspectiva de corte:
Montagem da Barraca metálica



Entre a suas presenças nas discussões internacionais e as explorações do seu atelier e oficinas, Jean Prouvé desenvolve opiniões mais concretas em relação às práticas industrializadas. Por um lado de que não será possível fazer arquitetura com peças avulsas, por não haver coerência entre as partes, sugere, em contrapartida, a entrega de elementos completos, assim como os fabricantes de eletrodomésticos ou automóveis.¹¹⁶

“Industrialização aberta? O que é? A combinação de painéis de fachadas, janelas, portas, etc.?... ninguém conseguiu utilizá-los. (...) Todo o arquiteto quer projetar o seu próprio método, quer os seus painéis para ele, a sua estrutura, a sua modulação, diferente dos outros”¹¹⁷ Jean Prouvé – Entrevista por Julián Salas

116 Lavalou A. (2005). Conversas com Jean Prouvé, Trad. Renato Aguiar. Gustavo Gili. (p.39)

117 Aguiló Alonso, M. (1974). Prefabricación: Teoría y Práctica, Seminario de Prefabricación [2ª Edição]. Técnicos Asociados.

118 Lavalou A. (2005). Conversas com Jean Prouvé, Trad. Renato Aguiar. Gustavo Gili. (p.40)

Da mesma forma, quando confrontado sobre a homogeneidade das cidades, Prouvé refuta imediatamente a problemática, por considerar que existe evolução em cada versão. Neste caso, compara a construção de casas à fabricação de aviões e acredita que, no ano seguinte, as casas serão diferentes e por esse motivo, “(...) não há que temer a uniformidade. A indústria deve permitir a renovação e, assim, a evolução arquitetónica.”¹¹⁸

119 Hugo Alvar Henrik Aalto (1898-1976) arquiteto filândes, reconhecido pelas suas experiências com a arquitetura funcionalista e na relação com a forma orgânica da natureza.

120 Norri, M-R. (1999). Alvar Aalto em sete edifícios = Alvar Aalto in seven buildings : interpretações do trabalho de um arquiteto = interpretations of an architect's work. Museu de Arquitetura Finlandesa. (p.131)

121 CIAM II - Segundo Congresso dos CIAM, organizado em Frankfurt em 1929, alvar aalto apresentou um total de 75 painéis sobre o seu contato com a industrialização.

122 "Arts and Crafts Filândes", exposição anual organizada em Kelsinki onde Alvar Aalto apresenta, em 1930, um projeto que propõe as dimensões mínimas para um apartamento estandardizado.

123 O Jornal "Turun Sanomat" abriu uma competição em 1932 para a criação de um protótipo para um edifício mais eficiente e moderno. Aalto saiu destacado com uma menção honrosa para o seu projeto "Team Building".

124 Pearson, P.D. (1989). Alvar Aalto and The International Style. Mitchel (p.72)

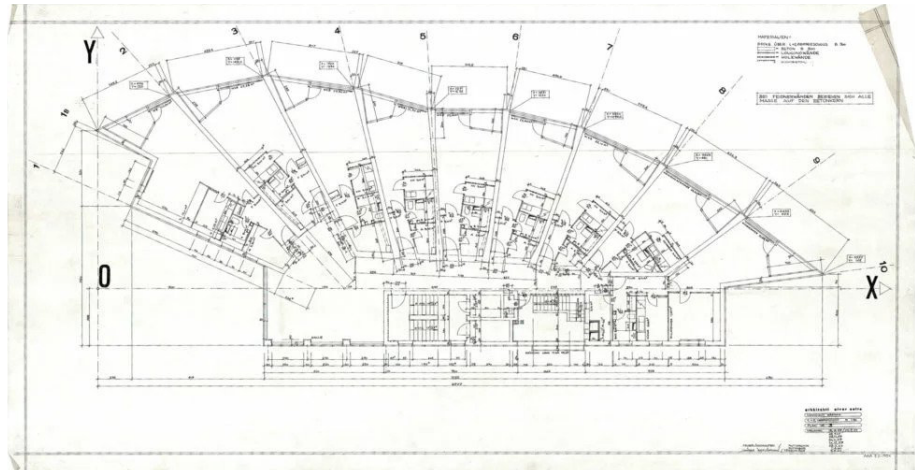
125 Paranandi, M. (1991). Observation on Daylight as demonstrated by the work of Alvar Aalto. Kent State University

Alvar Aalto,¹¹⁹ mesmo seguindo uma tradição nórdica que procura responder às condições sociais e naturais da sua prática,¹²⁰ também recebeu, obviamente, inspiração de diversas fontes, como todos os mestres modernos, marcando inclusivamente presença em eventos como o *CIAM II*¹²¹, a exposição anual do movimento *Arts and Crafts Filândes*¹²² e na competição do Jornal "Turun Sanomat"¹²³.

Aalto adota uma posição central nos debates internacionais. Por um lado, reconhece o potencial e faz uso de práticas industrializadas, por outro, incerto em relação à preservação dos valores e tradições da sua profissão ao serem introduzidas as inovações tecnológicas. Por isso, cedo explora fundamentos de customização no processo industrial.

"Já afirmei uma vez que o melhor comité de estandardização do mundo era a própria natureza; mas na natureza, a estandardização aparece, sobretudo e quase exclusivamente, em pequenas unidades, as células. Isso resulta em milhões de combinações elásticas nas quais não há nenhum traço de formalismo" Alvar Aalto ¹²⁴

Por não usar fórmulas matemáticas no desenho dos seus edifícios, tendo em consideração a evolução dos processos e sistemas construtivos, o seu processo criativo era comparável ao crescimento de uma vida orgânica.¹²⁵ Durante a sua carreira, que cresceu com o desenvolvimento da própria indústria, Aalto desenvolve um método que procura responder às necessidades e desejos dos clientes mais eficazmente, em vez de seguir as regras inalteráveis da estandardização, a "Elastic Standardization".



F32. Planta Neue Vahr
Alvar Aalto (1957-1962)



F33. Vista Exterior do Edifício
Residencial Neue Vahr
Alvar Aalto (1957-1962)

“Ele argumentou que a mecanização e a estandardização não resultariam na mesma qualidade de objetos, mas que o objetivo de igualdade, resultaria numa degradação dos padrões. Com o que ele chamou de “estandardização elástica”, ele abriu a monotonia de um “estilo internacional” global em direção à diferenciação geométrica específica do local e do usuário e aparente divergência visual”.¹²⁶

Esta noção é frequentemente mencionada como o direto oposto do “International Style” e respectivos princípios de normalização dos espaços e formas, considerados monótonos por Alvar Aalto.¹²⁷ Deriva dos mesmos elementos estandardizados, porém, incorpora flexibilidade no processo, em busca de adaptabilidade para atender aos requisitos individuais de cada projeto, ambos de uma perspectiva funcional, mas também estética.

Alguns exemplos estão presentes nos edifícios residenciais em “Neue Vahr”¹²⁸ e em “Schönbühl”¹²⁹ onde cada piso, ou no extremo, cada apartamento, tem uma planta diferente. Para a sua construção fazem também uso de práticas como o “Preton-Verfahren”¹³⁰ que propõe a pré moldagem de paredes de alvenaria de tijolo, posteriormente transportadas e aplicadas em obra.

126 Hoffmann, H. (2017). Alvar Aalto's associative geometries. Alvar Aalto researchers' network – why Aalto [Consult. 18 jan 2022]. <<https://www.alvaraalto.fi/content/uploads/2017/12/HolgerHoffmann.pdf>>

127 Paranandi, M. (1991). Observation on Daylight as demonstrated by the work of Alvar Aalto. Kent State University

128 Edifício de Apartamentos de 22 pisos projetado por Alvar Aalto em Neue Vahr – Brémen, Alemanha e construído entre 1957 e 1962

129 Centro Comercial e Edifício Residencial com 16 pisos, em Schönbühl – Luzern, Suíça em entre 1964 e 1967

130 “Preton-Verfahren” Trad. “Processo Preton”.

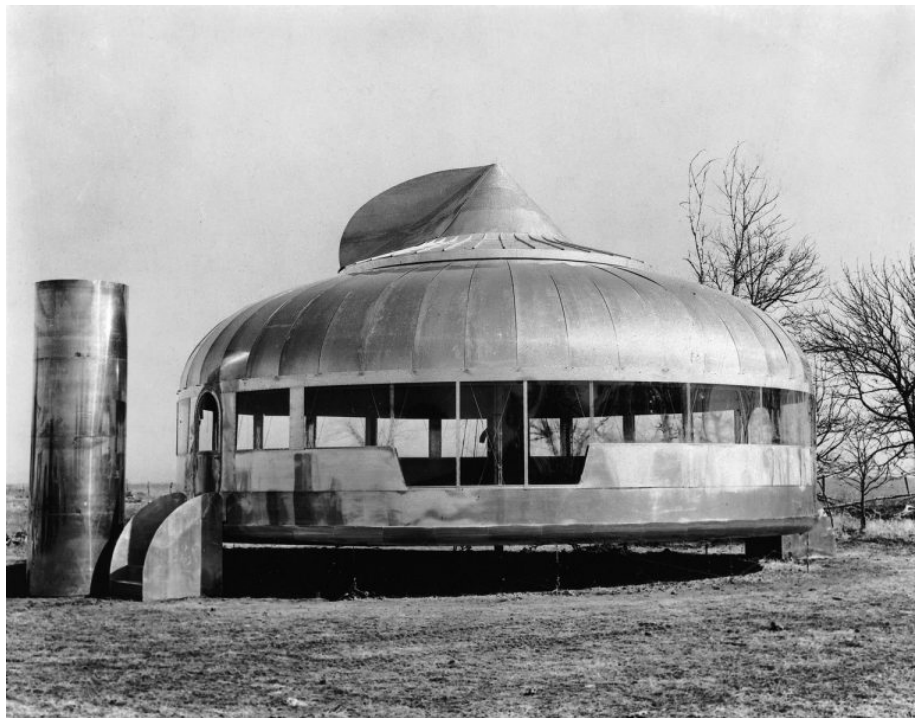
131 “Tapani System”, desenvolvido por Alvar Aalto e Juho Tapani nos anos 1910, foi muito usado ao longo de todo o século XX, apesar de não ter sido implementado fora da Finlândia.

132 Pearson, P.D. (1989). Alvar Aalto and The International Style. Mitchel (p.222)

133 Alvar Aalto começou a desenhar mobiliário ainda nos anos 1920 destacando-se pela suas formas escultóricas e inovação nos materiais. Criou a empresa “Artek” em 1935 com a sua mulher e amigos e desenvolveu peças como a Paimio Chair (1930-1932), o Banco E60 (1933), e a Lamp 90 (1932).

134 Pearson, P.D. (1989). Alvar Aalto and The International Style. Mitchel (p.224)

Da mesma maneira, e tendo em conta o clima na Finlândia, a construção modular deu origem ao “Tapani System”¹³¹ que tinha como objetivo a produção integral de casas prefabricada de fácil transporte, montagem no local e, por vezes, preparada para produções em série. As implementações técnicas, que começaram nos anos 30, continuaram a fazer parte dos seus projetos¹³² não só na criação de edifícios, mas também, por exemplo, no desenho de mobiliário,¹³³ foi uma parte importante da sua carreira. Contudo, depois das suas experiências identifica-se que “gradualmente regressou aos princípios fundamentais do “International Style”.¹³⁴



F34. "Dymaxion House"
Buckminster Fuller
(1929)



F35. Dymaxion Car
Buckminster Fuller
(1933-1934)

135 Ernst May (1886-1970), arquiteto e urbanista alemão nascido em Frankfurt, co-fundador da Deutscher Werkbund e pioneiro da construção prefabricada em betão.

136 - 1937
"Reichsforschungsgesellschaft" traduz-se para "Sociedade de Pesquisa Reich" e foi uma organização alemã estabelecida durante o período Nazi, para controlar a evolução científica e tecnológica.

137 Buckminster Fuller (1895-1983) também conhecido como Bucky foi um arquiteto e engenheiro americano que se focou no estudo de sistemas e estruturas futuristas e com atenção às mais recentes inovações tecnológicas, como a introdução do carro.

138 "Dymaxion" termo criado por Buckminster Fuller nos anos 30, que une as palavras: dinâmica, máximo e tensão, usado para descrever algumas das suas soluções futuristas: "Dymaxion Car" e "Dymaxion House".

139 Cedric Price (1934-2003) Arquiteto Inglês que se destacou pelos suas explorações de flexibilidade e adaptabilidade nos projetos.

140 "Fun Palace" (1961) conceito original desenvolvido pelo diretor de teatro Joan Littlewood e por Cedric Price, consiste na criação de uma "máquina de lazer" para a comunidade, através de uma grande estrutura metálica.

141 "Generator" (1964) estrutura personalizável que se adapta às necessidades dos utilizadores, como uma "máquina de mudanças"

Ernst May¹³⁵ iniciou os seus primeiros testes de prefabricação de painéis de betão que fizeram sucesso nas exposições da "Reichsforschungsgesellschaft";¹³⁶ Buckminster Fuller¹³⁷ que criou a complexa estrutura da Cúpula Geodésica e os projetos "Dymaxion"¹³⁸ em associação à produção em massa de estruturas metálicas e construção modular. Cedric Price¹³⁹ e as suas máquinas de produção "Fun Palace"¹⁴⁰ e "Generator"¹⁴¹ que propõem uma abordagem mais flexível e personalizável para as estruturas industriais.

Na sua generalidade, as propriedades técnicas das práticas industrializadas são consideradas, como avanços positivos em relação às práticas tradicionais, sobretudo pela rapidez e qualidade das produções. As estratégias de uniformização e produção em massa, por outro lado, preocupam os arquitetos no que toca à homogeneidade das cidades. Como afirma Ernst May, é necessário encontrar o equilíbrio entre repetição e individualidade.



da Prática



rundzwei architekten

Desde o final do Séc. XIX, a Alemanha procurou acompanhar as últimas novidades tecnológicas, movida pela constante necessidade de soluções mais eficientes que respondam às urgências climáticas, sociais e económicas, bem como à escassez de mão de obra qualificada.

Nos últimos anos, esta rotina refletiu-se especialmente através do aumento da consciência ecológica generalizada, do uso de construções modulares e de práticas prefabricadas, que, em relação com a influência global e qualidade académica da Alemanha, atraíram alguns dos mais experientes arquitetos e engenheiros internacionais que traziam soluções inovadoras para os maiores desafios da construção. Deste modo o país torna-se líder do investimento em investigação, bem como na implementação de novos métodos construtivos e tecnologias emergentes.

Por estes motivos, quando aparece a possibilidade de fazer parte do programa Erasmus pela *Universität der Künste*¹⁴², em Berlim, logo se manifestou também uma vontade própria de adquirir conhecimento empírico em relação à cultura das artes alemã e às práticas industrializadas, inicialmente de um ponto de vista académico e posteriormente através de um estágio profissional.

142 *Universität der Künste*, Trad. Universidade das Artes. Foi fundada em 1975 em Berlim, é a maior escola de artes da Europa, reconhecida sobretudo pela ampla variedade de disciplinas.

143 RUNDZWEI =

“Research” + “UND” + “Design” + “ZWEI” - Fundado em 2012 na cidade de Berlin, Rundzwei Architekten BDA é um estúdio de arquitetura alemão que promove a sustentabilidade ecológica e energética no desenvolvimento de projetos realistas e coerentes que resultam de uma extensa investigação dos contextos históricos, do local e de novas soluções materiais.

144 Os Arquitetos Andreas Reeg e Marc Dufour-Feronce desempenharam posições de liderança em escritórios internacionais como os “Herzog & de Meuron”, “LAB architecture” e “ACME”, na Suíça, Inglaterra e Emirados Árabes Unidos.

145 Rundzwei Architekten [Consult. 16 março 2022] <<https://www.rundzwei.de/de>>

146 Foram definidas pela “HOAI - Honorarordnung für Architekten und Ingenieure” (trad: Tabela de Honorários para Arquitetos e Engenheiros), 9 fases de serviço: “Grundlagenermittlung, Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung, Ausführungsplanung, Vorbereitung der Vergabe, Mitwirkung bei der Vergabe, Objektüberwachung, Objektbetreuung und Dokumentation” (trad: Determinação básica, Estudo Prévio, Anteprojeto, Projeto Aprovação, Projeto de Execução, Preparação de custos, Participação dos custos, Acompanhamento de Obra, Controle de Documentação).

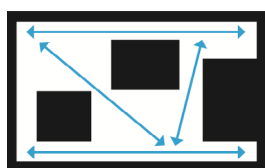
147 Baunetz Ranking. Wohnungsbau, Janeiro / Fevereiro 2022. [Consult. 13 março 2022]. <<https://www.baunetz.de/ranking/?area=ranking&type=typen&sub=1&-date=1640991600>>

A oportunidade de trabalho surge no gabinete *Rundzwei Architekten BDA*,¹⁴³ dos arquitetos Andreas Reeg e Marc Dufour-Feronce,¹⁴⁴ que tem como objetivo promover a dita arquitetura sustentável, considerando que “começa no conceito e não nas soluções técnicas dos serviços de construção modernizados.”¹⁴⁵

Com a sua equipa de arquitetos e engenheiros, os *Rundzwei Architekten* desenvolveram um conjunto de obras diversificado de tipologias com escalas que variam entre o planeamento urbano e o desenho de produto e pormenor e por responderem às 9 fases do processo de construção legal alemão,¹⁴⁶ têm maior controlo sobre as produções, conseguindo assim alcançar soluções de grande qualidade técnica, publicações em revistas e convites para conferências e competições internacionais. Foram inclusivamente distinguidos no TOP 3 do ranking nacional da categoria “Wohnunsbau”,¹⁴⁷ que se traduz para “Construção Residencial”.

Entre abril e setembro de 2022, o estágio profissional permitiu um olhar atento sobre as várias práticas construtivas, os respetivos processos de desenvolvimento e sobretudo os desafios que cada sistema introduzia. De modo a tornar a investigação mais assertiva, o contato direto com os arquitetos responsáveis foi essencial e também proporcionou a realização de uma entrevista a Marc Dufour-Feronce, em fevereiro de 2023 que se apresenta agora como base para a exposição dos seus projetos e que compõe parte dos anexos desta investigação.

De maneira a incluir alguns dos sistemas construtivos industrializados, a seleção de 3 projetos para análise, teve como justificção os requisitos técnicos e contextos únicos que ofereciam estes exemplos face ao contexto de obra do atelier. Assim, expõe-se a “Sowade SystemHaus” para uma reflexão sobre a realidade das casas produzidas em série; a “Seestraße” no âmbito da construção modular e a “Wedellstraße” para uma exploração mais generalizada dos sistemas prefabricados.



F01. Diagrama de estudo da organização espacial interna

A **Sowade Systemhaus (TIMBR.HAUS)** foi um projeto desenvolvido em 2021 para uma nova empresa¹⁴⁸ que planeia vender “Ready-made Houses”¹⁴⁹ no norte da Alemanha. Por falta de experiência neste mercado, iniciou-se o projeto por uma análise das soluções estandardizadas mais vendidas em cada um dos 16 estados federados alemães, seguido de uma reflexão geral sobre o impacto desta prática.

Nesta pesquisa, de um ponto de vista técnico, procuraram-se esclarecer questões espaciais, de organização, de áreas, número de divisões e formas de responder aos encargos legais, mas também se manifestou preocupação em relação à percentagem de elementos customizáveis, que, por sua vez, se revelou ser o ponto mais diferenciador entre as propostas existentes.

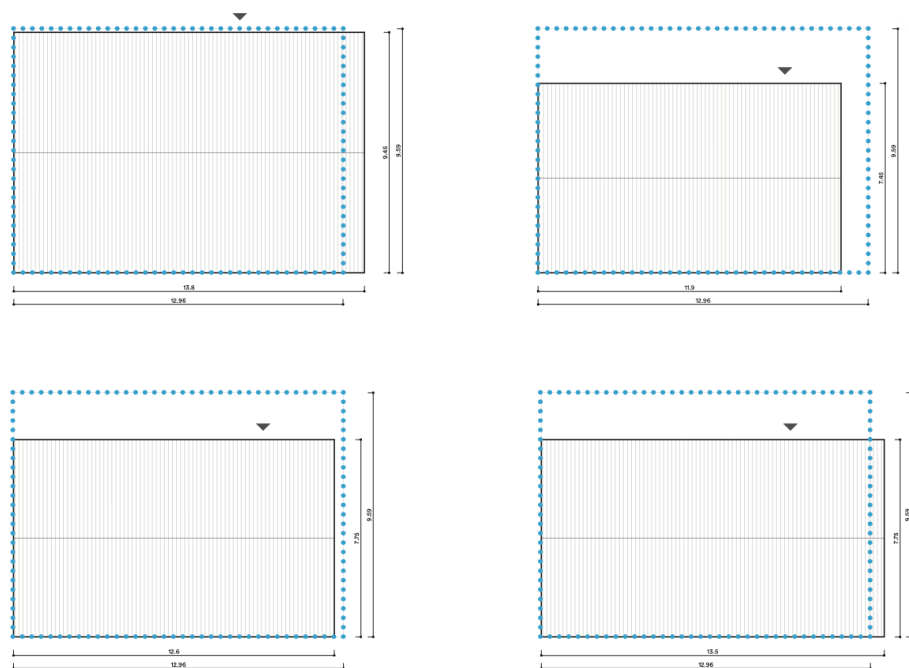
Com base neste levantamento, desenvolveu-se logo de seguida uma “lista dos aspetos necessários para garantir um bom projeto, mas também competitivo”. Definiram-se quatro dimensões de casas, classificadas por “S, M, L, XL”, que foram a base para responder aos requisitos de altura legal de diversos terrenos, e as quais se agregam varandas ou terraços e só posteriormente se “começou o desenho; cortar corredores e optar por divisões que se interlacem para economizar espaço e porque pequenos espaços parecem maiores quando é possível observar toda a planta (...)”.

148 TIMBRE.werk – Empresa estabelecida em Cuxhaven com máquinas industriais de alta tecnologia para uma construção prefabricada sobretudo através do métodos de pré montagem de painéis.

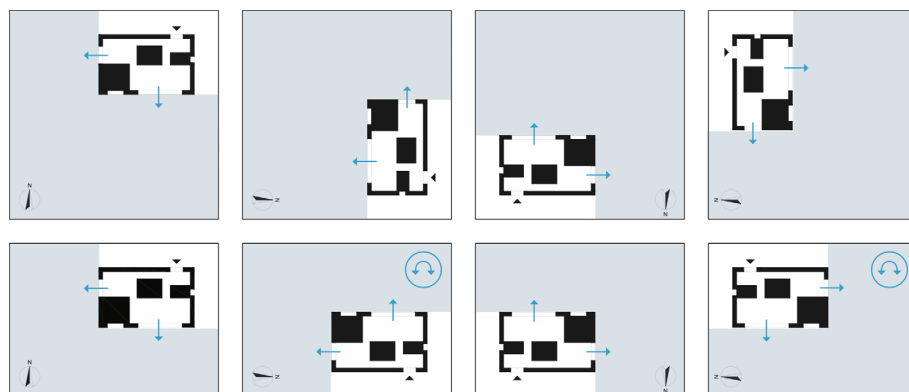
149 “Ready-made Houses” Trad. Casas Prontas

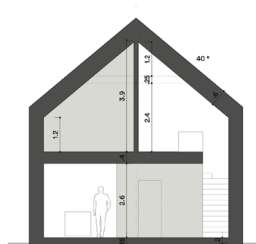
F02. Esquema de dimensões
predefinidas das casas
estandardizadas

Sup. Esq: Haus S, 102 m²
Sup. Dir: Haus M 113 m² - 128 m²
Inf. Esq: Haus L, 131 m² - 144 m²
Inf. Dir: Haus XL, 141 m² - 154 m²

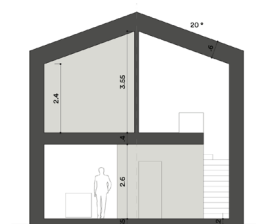


F03. Esquema de implantação
das casas conforme a orientação
solar e dimensão do terreno





F04. Corte Transversal do modelo de telhado de 40°



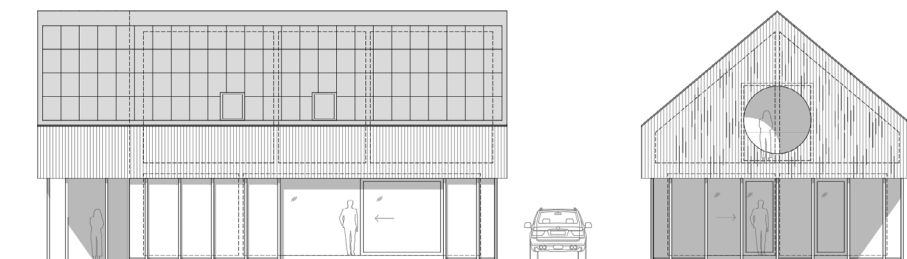
F05. Corte Transversal do modelo de telhado de 20°

“Construir rápido e envolver um número reduzido de empresas” é a ambição de uma produção em série, para isso, há elementos que se repetem, nomeadamente o módulo das instalações sanitárias “que são modelos estandardizados por outra empresa”. O planeamento para a realização do conjunto inclui uma produção em fábrica para a generalidade das operações com exceção às fundações e das articulações entre componentes que terão obrigatoriamente de ser realizadas em obra.

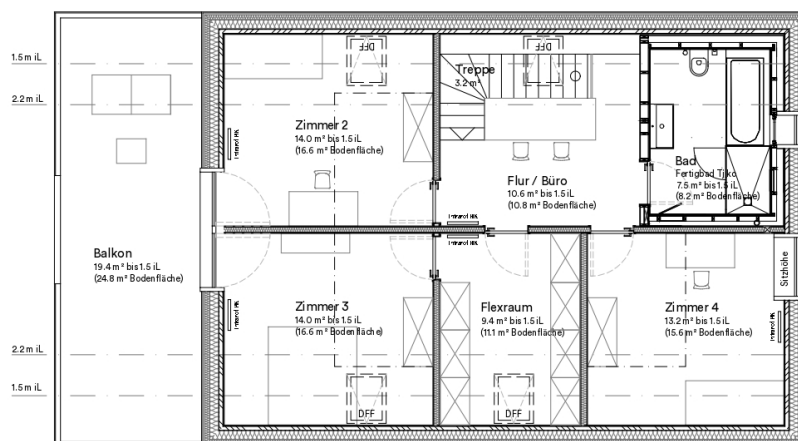
Uma vez que o local da construção ainda é desconhecido, “foi necessário mostrar que a mesma organização dos edifícios pode ser inserida em qualquer terreno e, de alguma forma, ainda fazer sentido” para isso analisaram-se as possibilidades de implantação de acordo com a orientação solar e identificaram a necessidade de incluir duas versões espelhadas.

“O trabalho do arquiteto termina com o desenho de todos os detalhes construtivos” e mesmo tentando prever todas as circunstâncias através da implementação de componentes e materiais customizáveis, raramente se alcança uma solução universal. Sendo assim, levantam-se questões relativamente à falsa sensação de liberdade que esta prática provoca no cliente. Para resolver esta problemática, procura-se, cada vez mais, reintroduzir o arquiteto no processo criativo.

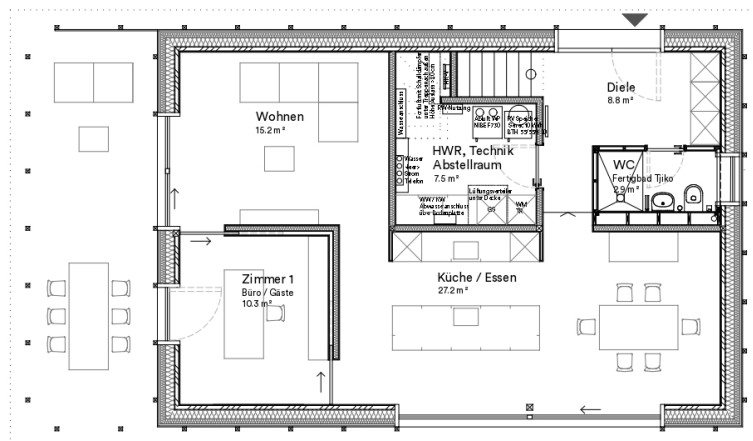
F06. Alçado Sul
Alçado Este



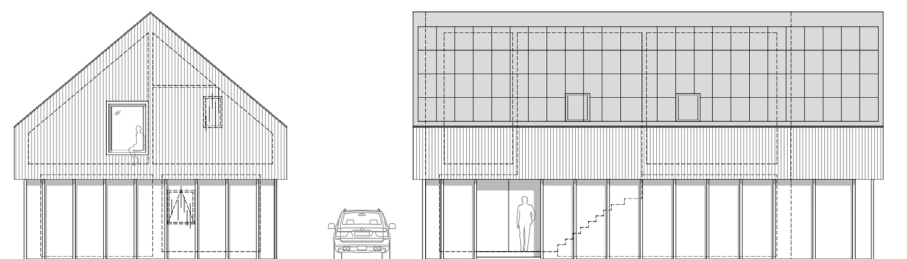
F07. Planta
Piso Superior



F08. Planta
Piso Térreo



F09. Alçado Oeste
Alçado Norte

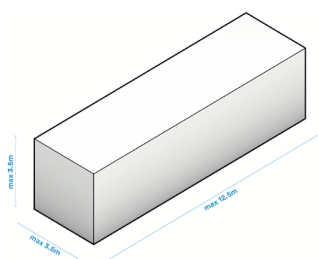




F10. Renders Exteriores de exploração

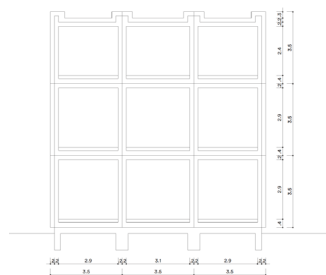


F11. Renders interiores de Exploração.



F12. Dimensões máximas para os módulos, tendo em conta a dimensão do camião.

(3,5m x 3,5m x 12,5m)



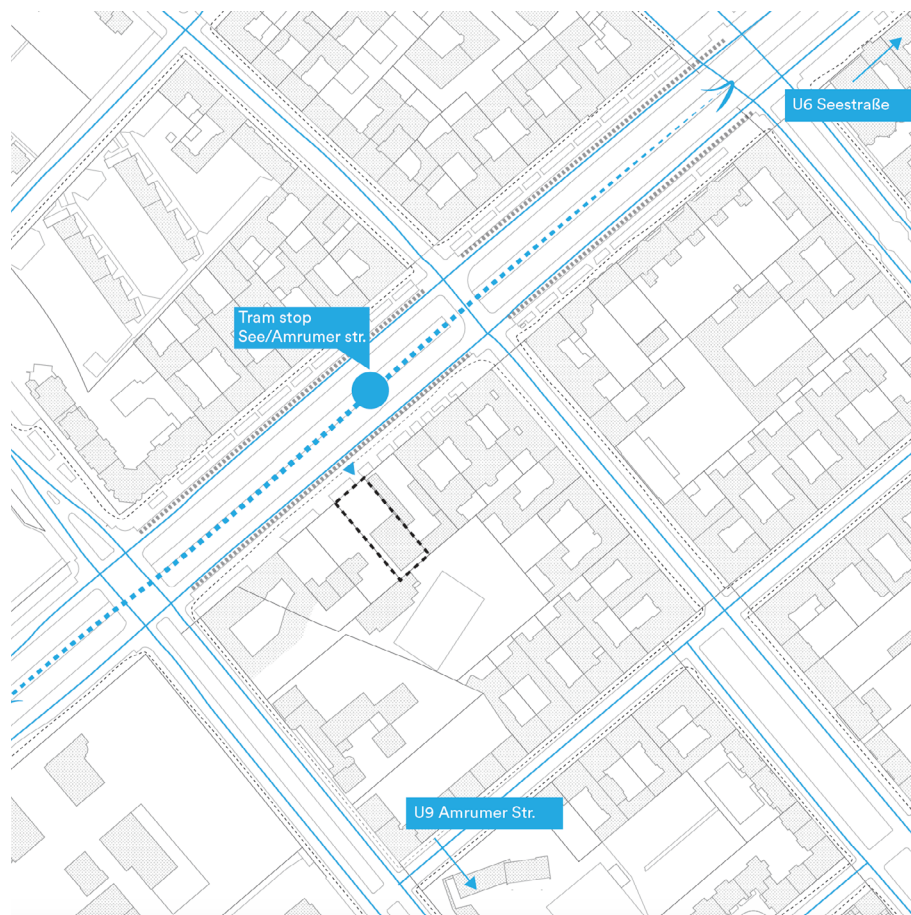
F13. Esquema de empilhamento dos módulos de apartamentos

150 “(...) visto que é para estudantes, deve ser um desenho repetitivo de pequenos espaços, todos iguais e bastante densos para compensar o investimento”

Em **Seestraße (HOCHSEE)** propôs-se uma solução construtiva modular, desenvolvida num curto período entre março e abril de 2022. Foi encomendado por um cliente particular que vê neste lote uma boa oportunidade de investimento em “mini apartamentos para estudantes” tendo em conta a dinâmica da rua, a quantidade de estabelecimentos comerciais e a proximidade ao Campus Ackerstraße, da *Technische Universität Berlin*.

A escolha do sistema foi quase imediata,¹⁵⁰ surge a construção modular “porque uma das vantagens é a sua rapidez em obra. Tudo é feito em fábrica com boa qualidade por terem condições excelentes para a construção”. Propunham até que todas as janelas, acabamentos interiores, exteriores e mobiliários fixos fossem já transportados para a obra montados.

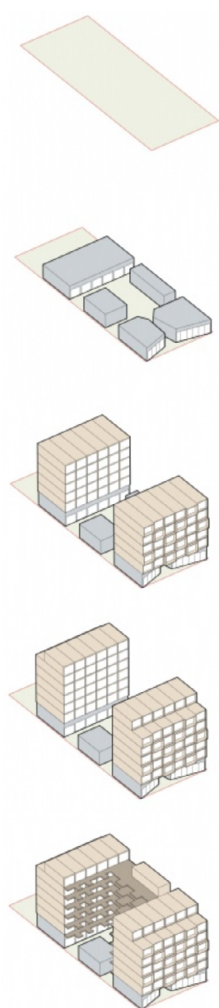
O edifício foi dividido em duas partes: o piso térreo composto por elementos prefabricados de betão onde se organizam espaços comerciais na frente de rua, áreas técnicas e apartamentos no interior do lote, e os pisos superiores surgem do empilhamento dos módulos prefabricados em toda a altura com exceção do último que, por razões regulamentadas, deve “recuar relativamente à fachada”.



F14. Análise dos transportes públicos existentes em Seestraße



F15. Análise do Local de Implantação



F16. Diagrama de planeamento das fases da construção

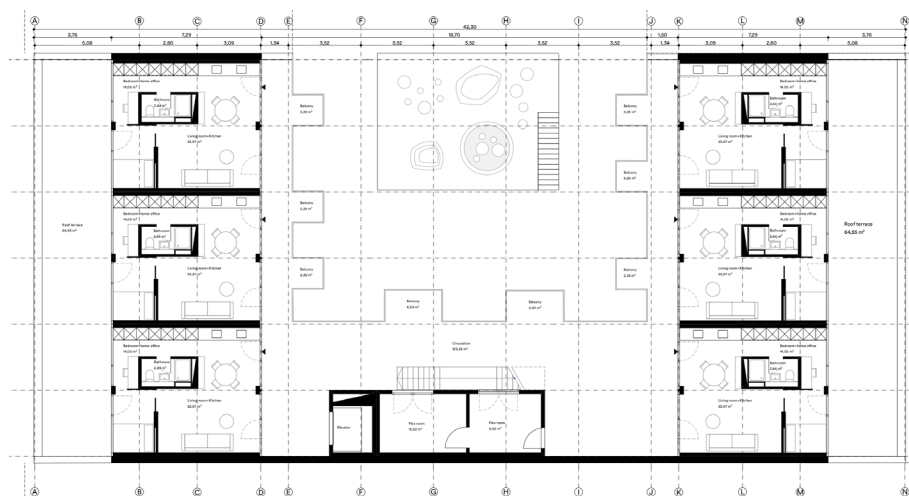
A rapidez no desenvolvimento do projeto, por procurar a repetição “é um processo restritivo (...) e tem de seguir as dimensões máximas definidas pelo camião.” Por outro lado, “existe espaço para criatividade, ter de tornar os apartamentos atrativos, mas também flexíveis ao ponto de transformar a cozinha num quarto se necessário”.

Tendo em consideração a sua experiência profissional no Dubai, o arquiteto compara os amplos terrenos sem pré-existência nem limite monetário às limitações formais da construção modular e partilha que, num contexto sem restrições, o procedimento é mais complexo e trabalhoso. Em relação a este sistema conclui partilhando: “(...) não acho que seja restritivo, não em termos de criatividade”.

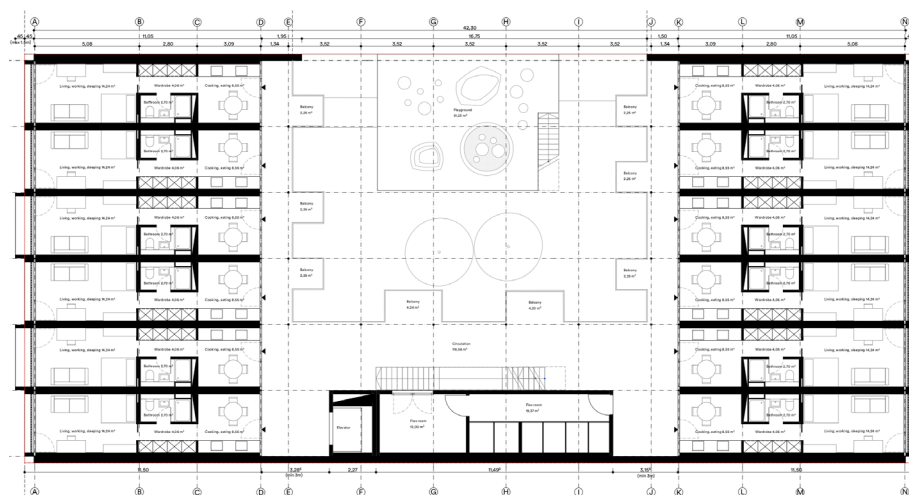
Realizam-se apenas os primeiros estudos prévios, por impossibilidade legal de construir naquele período, mas já se revelava uma proposta bastante detalhada que previa a inserção de varandas com diferentes dimensões para quebrar a monotonia criada pelos módulos, várias possibilidades de customização dos espaços interiores e desde logo, planeavam também estratégias de fabricação e montagem com empresas especializadas que alertavam para questões como as juntas entre os blocos, as ligações elétricas e canalizações, que deveriam ser resolvidas antes da produção dos módulos, para facilitar a montagem em obra.



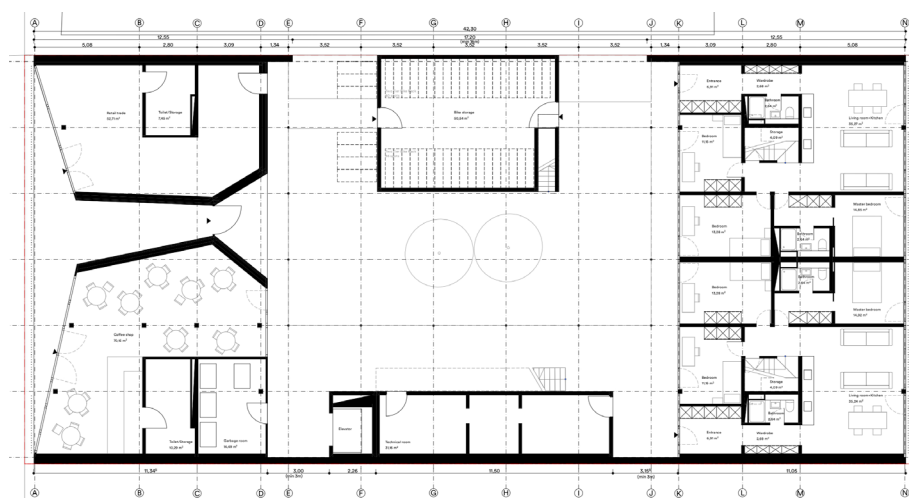
F17. Planta
Piso Superior
recuado em
relação à fachada.



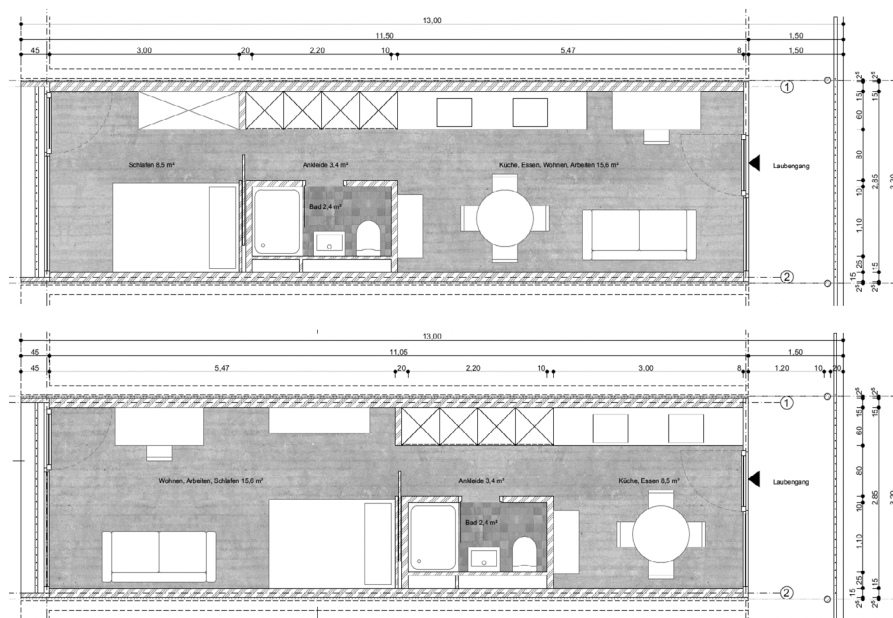
F18. Planta
Piso Tipo



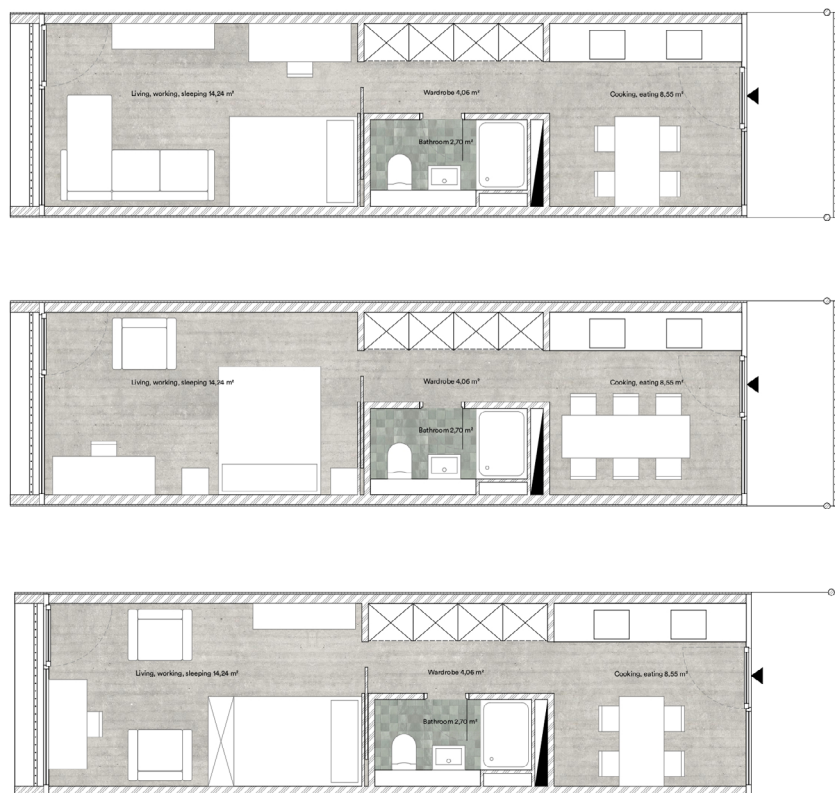
F19. Planta
Piso Térreo



F20. Opções de Organização do Módulo Singular de Habitação



F21. Estudo da Organização interior dos móveis do Módulo Singular de Habitação



F22. Render do
Pátio Interior



F23. Render exterior,
da Rua Seestraße

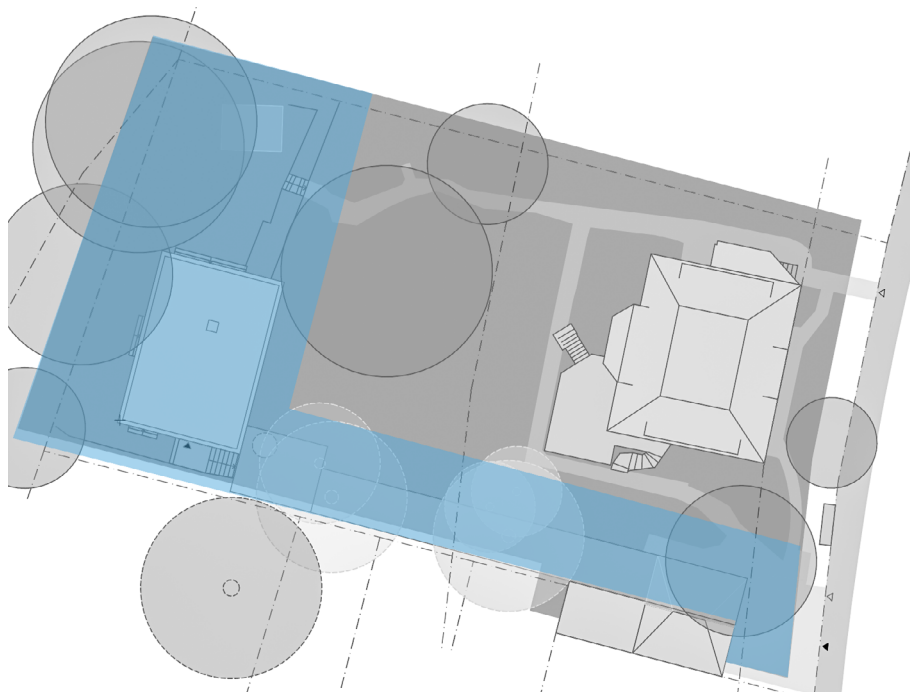


Para **Wedellstraße 16 (Verstecktes Gartenhaus)**, o cliente pretende construir “uma casa de baixo custo no jardim da sua moradia, para que os seus parentes pudessem lá viver.” Realizou-se num processo longo, com as suas fases de desenvolvimento intervaladas entre janeiro de 2018 e de 2023 e que resultou numa construção industrializada de prefabricação.

O baixo custo da operação era uma condição, assim foi adotada uma “forma quadrada, sem recorrer a grandes sofisticacões”, contudo, para ir de acordo com a consciência de sustentabilidade ecológica do Estúdio, optou-se por uma estrutura de madeira prefabricada no lugar dos sistemas alemães mais convencionais, que “fazem uso de Betão Armado e Kalksandstein¹⁵¹”. A organização interior é bastante clara, no piso térreo distribuem-se os espaços de convívio, as áreas técnica de serviço, e um quarto complementar multi funcional. No piso superior apenas dois quartos, uma casa de banho e um pequeno espaço de estudo no pé direito duplo da zona de refeições.

Considera-se que o desenvolvimento do projeto não sofre alterações relativamente às práticas tradicionais, “tudo se planeia da mesma maneira, teve-se a ideia de construir por práticas prefabricadas (...) mas, tecnicamente, podem-se enviar os mesmos detalhes construtivos para outra empresa e será tudo construído em obra”. A preferência surge sobretudo “pela rapidez em obra”, visto que a construção é rapidamente impermeabilizada, trazendo segurança às superfícies interiores, permitindo a entrada imediata das especialidades construtivas como eletricitistas, canalizadores e carpinteiros.

151 “Kalksandstein” Trad.
- Tijolo de Cal e Areia / Tijolo de Arenito. É uma das soluções construtivas mais utilizadas na Alemanha sobretudo pelo baixo custo de produção.

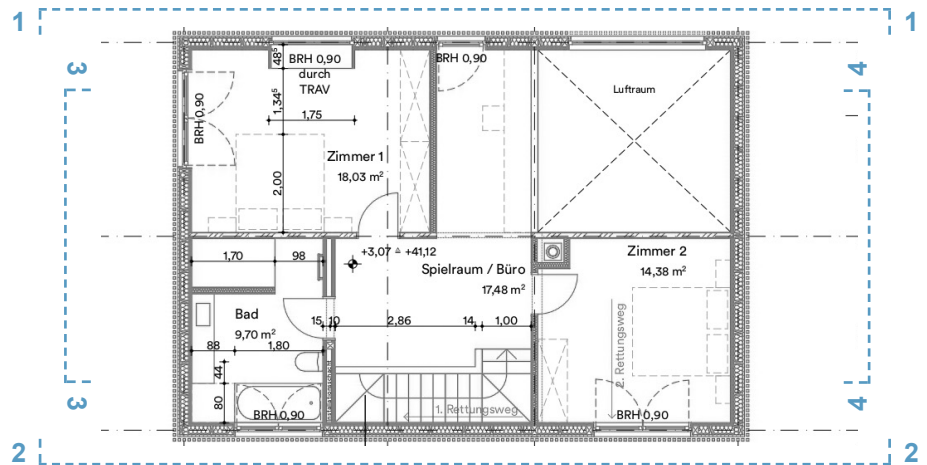


F24. Área de Intervenção

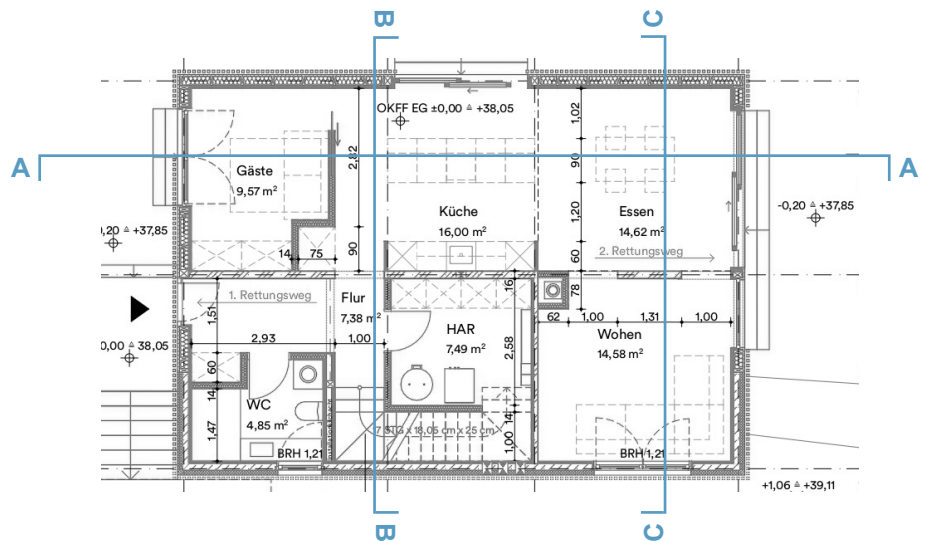


F25. Local da Implantação

F26. Planta
Piso Superior



F27. Planta
Piso Térreo

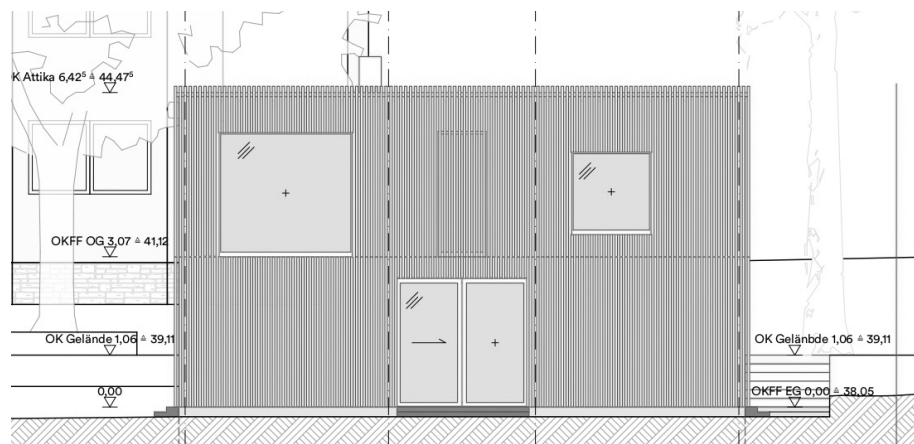


Após a entrega do projeto de execução à empresa construtora, esta terá a preparação dos desenhos de preparação de obra, designada por “Werkstattzeichnungen”,¹⁵² que “devem ser analisados rigorosamente para se ter a certeza de que o projeto foi bem interpretado”, confirmando também que “a qualidade do projeto ainda se mantém, dado que muitas empresas tentam fazer cortes de custos através da simplificação dos detalhes (...) é uma luta constante (...)”. Segue-se, evidentemente, uma fase para reunir todos os documentos e efetuar as alterações necessárias, mas “neste caso, por se usar madeira como material estrutural, é fácil fazer alterações de última hora”.

Durante a construção, as fundações “foram exigentes devido à irregularidade do terreno, mas o resto foi bastante simples”, a montagem de todas as paredes exteriores, escadas e elementos estruturais foi feita em apenas 2 semanas, e os seguintes trabalhos (paredes de gesso cartonado, canalizações, eletricidades, pintura e mobiliário fixo) fizeram uso de práticas tradicionais para assegurar a boa união entre as partes e uniformidade nos acabamentos interiores e exteriores, processo que foi acompanhado com reuniões todas as semanas para esclarecer dúvidas e garantir o cumprimento de prazos.

152 “Werkstattzeichnungen”
Trad. - “Shop-Drawings” ou
“Desenhos de Oficina” é o
nome dado às adaptações
construtivas, feitas pela empresa
de construção, de acordo com
as ferramentas industriais que
possuem.

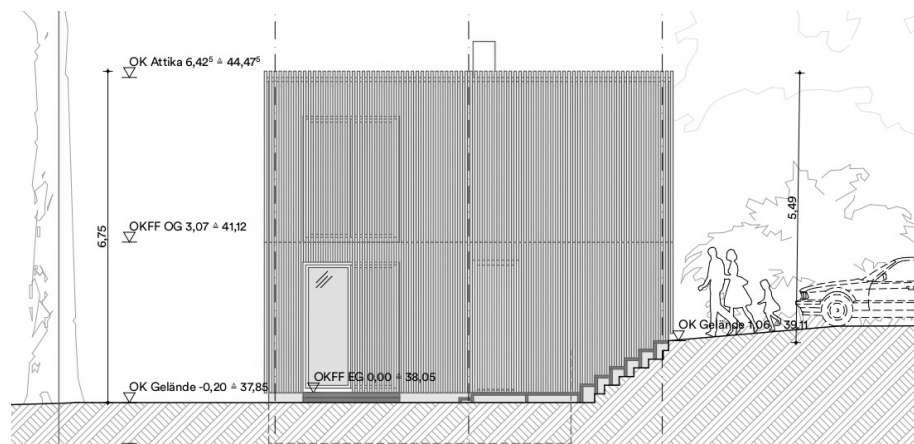
F28. Alçado 1 - Oeste



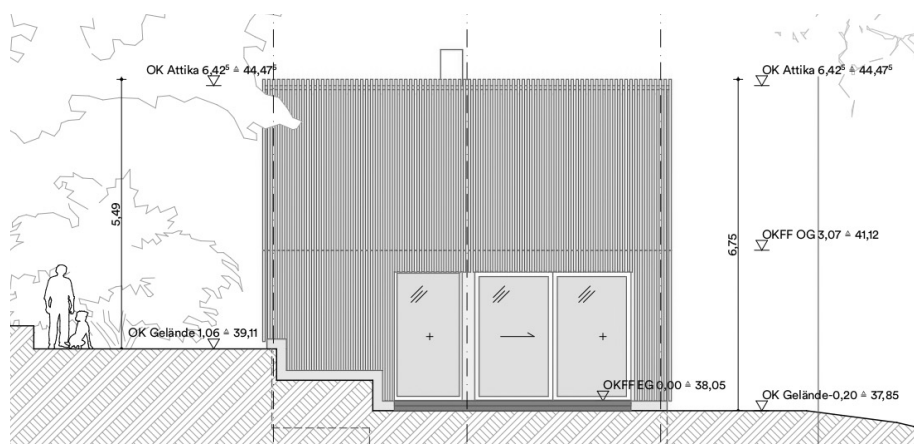
F29. Alçado 2 - Este



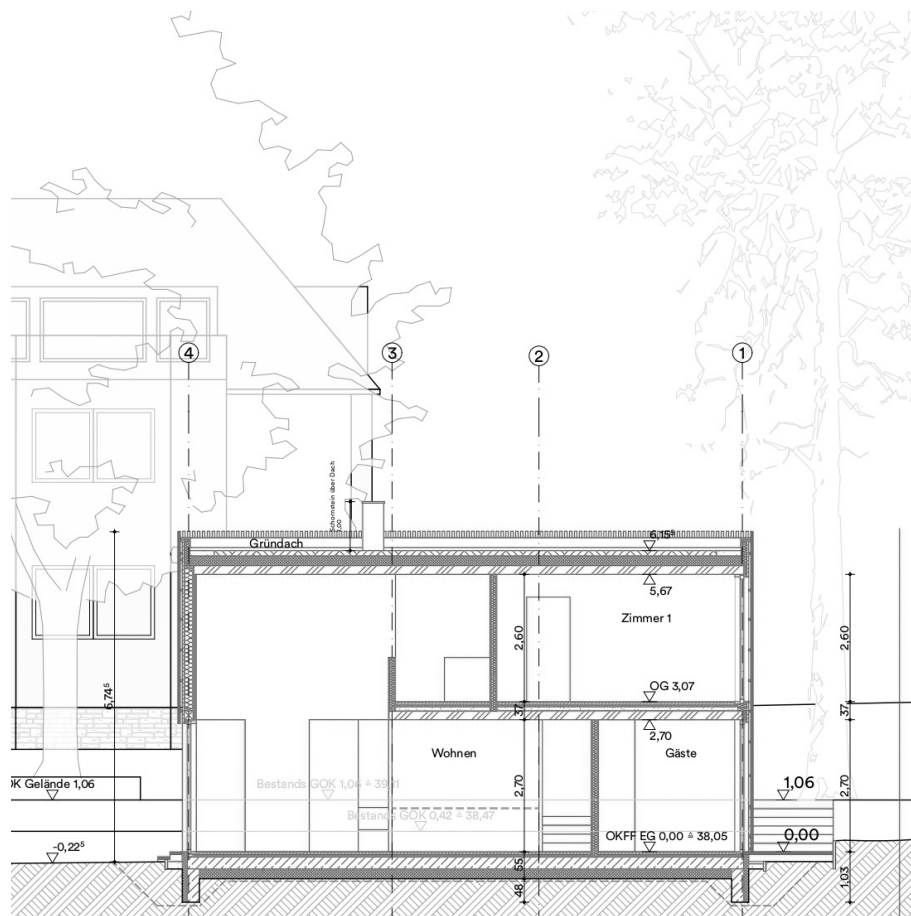
F30. Alçado 3 - Norte



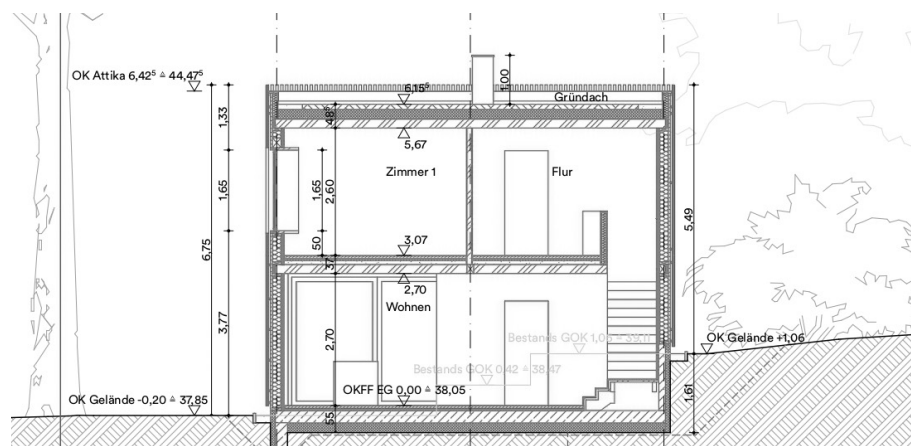
F31. Alçado 4 - Sul



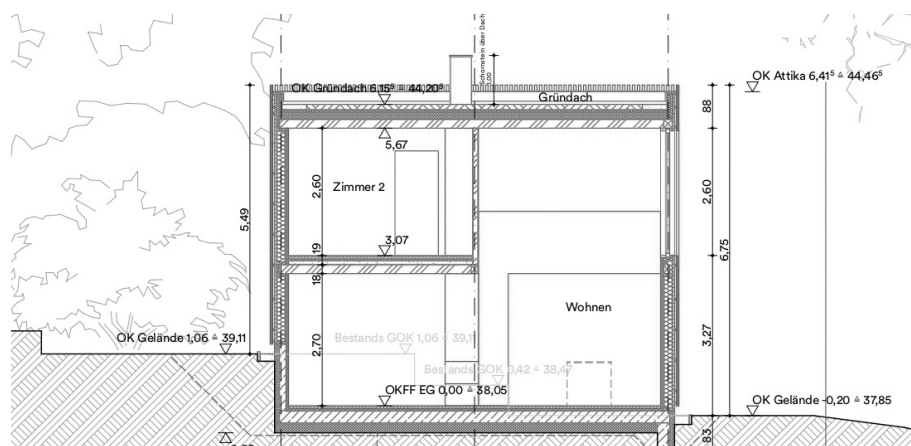
F32. Corte A
Transversal pelo
duplo pé direito



F33. Corte B - Cozinha



F34. Corte C - Sala



05 abril 2022

Finalização do Processo de Cura
da Laje de Betão Armado.



17 maio 2022

Chegada dos primeiros
elementos prefabricados



F35. Fotografias do Processo
de Construção:

17 maio 2022

Montagem dos primeiros
elementos Prefabricados



18 maio 2022

Início da montagem
dos elementos prefabricados
do segundo piso



F36. Fotografias do Processo
de Construção

18 maio 2022

Vista Exterior do Início
da Montagem dos elementos
prefabricados do segundo piso



31 maio 2022

Conclusão da Montagem
dos elementos prefabricados



F37. Fotografias do Processo
de Construção

8 junho 2022
Impermeabilização da casa e
início dos trabalhos do interior



28 junho 2022
Execução da fachada
e dos acabamentos interiores



F38. Fotografias do Processo
de Construção

sobre o futuro

Os sistemas, derivado da sua complexidade, apresentam qualidades e limitações únicas que influenciam o desenvolvimento dos projetos de arquitetura e construção tanto de um ponto de vista criativo como no contexto de produção.

No que diz respeito ao processo criativo, contudo, não se reconhecem alterações significativas em relação aos processos convencionais. Geralmente é o arquiteto a sugerir a prática construtiva que melhor responde às necessidades do cliente, que por vezes, já têm alguma ideia de materialidade, mas raramente impõe um sistema construtivo. Então, assim como no desenvolvimento de qualquer projeto, “propõe-se falar primeiro sobre o que se procura e para que se espera utilizar, só mais tarde se perceberá qual é a prática mais adequada.”

É no desenvolvimento dos projetos de execução e no acompanhamento de obra que surgem as maiores desigualdades, causadas principalmente pela introdução de um novo grupo de pessoas que se propõe fabricar o projeto, em condições mais favoráveis e só depois transportar e montar no local final. “A indústria da construção gosta [deste sistema], porque lhes dá mais controlo sobre o edifício e menos ao arquiteto, mas o interessante é trabalhar conjuntamente, que é possível, especialmente com o BIM”.

O uso de práticas industriais pode, por vezes, excluir o arquiteto do processo de construção. No entanto, se o arquiteto estiver disposto a aumentar o seu envolvimento para melhorar o planeamento das obras, estará sempre incluído. Para isso, assim como quando se opta pelo uso de um material que se desconhece, é fundamental que o arquiteto se informe sobre os aspetos técnicos, especialmente “perceber quais são as limitações” e que fale “com os fabricantes para aprender e começar a falar a mesma língua”.

O arquiteto partilha a opinião de que “está na natureza das pessoas tentar ser únicos e fazerem-se diferenciar”. Mesmo quando “há sistemas standardizados que tentam tirar o arquiteto do processo”, quando se “procura um desenho particular” recorrem novamente ao arquiteto. “Haverá obviamente a necessidade de edifícios com melhor custo-benefício”, mas, para essas situações, é aceitável que se optem por soluções standardizadas onde o arquiteto consiga estar presente no processo.

Do futuro destas práticas industrializadas, reconhece-se um caminho positivo, uma vez que “tudo o que é construído no terreno é caro e tudo o que se faz antes não, especialmente quando se constrói em madeira” e se procuram soluções ecológica e energeticamente sustentáveis. Assim sendo, o arquiteto prevê um futuro caracterizado sobretudo por uma crescente industrialização de componentes e materiais que possam incluir opções customizáveis e com incorporação contínua das inovações tecnológicas.



da Tecnologia

a revolução digital

À semelhança dos séc. XVIII e XIX, que estabeleceram inovações industriais, no período desta investigação afirma-se outra revolução que tem provocado um grande impacto, especialmente na forma como se trabalha, se comunica e se tem acesso à informação, é a Revolução Digital. Espera-se que o arquiteto acompanhe ativamente estas inovações tecnológicas e que adapte os seus projetos às necessidades e técnicas de cada época.

“Devemos aprender a construir como se constrói no mundo industrial moderno e a nossa arquitetura deve ser adaptada aos métodos do mundo moderno”.¹⁵³ Le Corbusier

Igualmente referida como a Era da Informação ou do Computador, o início desta revolução é regularmente atribuído às últimas décadas do Séc. XX,¹⁵⁴ que coincide com o período de introdução da Internet, mas é evidente a existência de um momento de consolidação dos fundamentos tecnológicos, ainda no séc. XIX, e muito sustentados pelas práticas industriais.

153 Le Corbusier, pseud. (1923). *Towards a New Architecture*. The Architectural Press

154 Dunn, N. (2012). *Digital Fabrication in Architecture*. Laurence King Publishing Ltd. (p.14)

F01. John Runyon
a controlar a CNC
do Laboratório do MIT
em 1950



F02. Ivan Sutherland a usar
o programa "Sketchpad" no
Primeiro Computador CAD
(MIT Lincoln Labs' TX-2), (1963)



155 Kolarevic, B. & Klinger, K. [eds.] (2008) *Manufacturing Material Effects: Rethinking Design and Making in Architecture*. Routledge p.7

156 CNC - Computer Numerical Control, é uma tecnologia de controlo computadorizado de maquinas industriais. As primeiras máquinas foram concluídas em 1950 por John Runyon do MIT

157 Carpo, M. (2012). *The digital turn in architecture 1992-2012*. John Wiley & Sons. (p.91)

158 CAD – Computer-Aided Design, Liguagem de Desenho Digital. Os dois primeiros programas terão sido o “PRONTO” desenvolvido por Patrick Hanratty e o “Sketchpad” por Ivan Sutherland, ambos no início dos anos 1960

159 Dunn, N. (2012). *Digital Fabrication in Architecture*. Laurence King Publishing Ltd. (p.34-35)

160 CAM - Computer-Aided Manufacturing desenvolvido nos anos 1970, é uma ferramenta que automatiza a criação dos Códigos de Coordenadas que as máquinas industriais necessitam para o seu funcionamento.

Foi sobretudo através das práticas de fabricação de componentes em grande quantidade que se deu a produção e distribuição de computadores em larga escala. No entanto, foram também as próprias transformações tecnológicas, da era digital, que levaram “a uma muito maior integração dos processos e técnicas da era ‘mecânica’ na conceção dos projetos de construção.”¹⁵⁵ Desta forma, são encarados como complementares, de tal modo que os países que mais rapidamente evoluíram industrialmente são novamente os protagonistas na digitalização dos seus métodos, em busca de maior precisão, flexibilidade e eficiência.

A máquina CNC¹⁵⁶ foi um dos sistemas pioneiros, desenvolvido logo em 1940, tem capacidade para, através da leitura de coordenadas “G-Code”, fazer maquinações extremamente rigorosas, automatizadas e possíveis de repetir. Acredita-se ter sido o primeiro passo para a introdução do computador na indústria da construção.¹⁵⁷

O passo seguinte terá sido a implementação da ferramenta CAD¹⁵⁸, que veio permitir o desenho e manipulação digital de formas bidimensionais, surge em substituição do desenho rigoroso manual,¹⁵⁹ e nos anos 1970 já era frequentemente utilizada em todo o mundo. Na década seguinte, quando se associa ao CAM,¹⁶⁰ torna-se ainda mais relevante, por automatizar a criação dos programas de coordenadas que as máquinas industriais exigem para o seu funcionamento.

Ainda nos anos 1980 começam a ser comercializadas outras tecnologias de corte como máquinas de *laser* que vêm introduzir mais precisão na produção e a possibilidade de cortar uma maior diversidade de materiais, no entanto, ainda não se verificam alterações significativas na forma como se projetam os edifícios.

“(...) por muitos anos, enquanto o processo de fazer desenhos mudava constantemente de analógico para digital, o desenho dos edifícios realmente não refletia a mudança. O CAD substituiu os desenhos com uma régua paralela e um ponteiro de chumbo, mas os edifícios pareciam praticamente os mesmos.”¹⁶¹

Tendo em conta o aumento dos requisitos técnicos e sociais, as ferramentas CAD rapidamente se revelaram pouco automatizadas, assim sendo, já se começavam a explorar alternativas que facilitassem a colaboração entre as várias especialidades ou mesmo com os clientes. O conceito BIM¹⁶² é uma das soluções mais relevantes, explorado a partir dos anos 70 mas apenas implementado no início dos anos 2000, propõe a criação de modelos digitais tridimensional que contenham as informações detalhadas de todos os componentes e equipamentos utilizados nos projetos, bem como estimativas de custos e planeamentos de construções.

161 Iwamoto, L. (2009). *Digital Fabrications: Architectural and Material Techniques*. Princeton Architectural Press. (p.5)

162 BIM - Building Information Modeling, ferramenta digital utilizada maioritariamente por arquitetos, engenheiros e indústrias da construção por facilitar a colaboração entre eles. Autodesk Revit e ArchiCAD são atualmente os mais conhecidos

163 Ideia de Neil Katz – Sócio Diretor do estúdio SOM a partir de 1985 que ajudou na digitalização dos processos

164 IBS - Integrated Building System

165 SOM - Skidmore, Owings & Merrill, fundado em 1936. São reconhecidos pelo uso das mais recentes tecnologias sobretudo na construção de arranha-céus.

166 John Hancock Center, Chicago, EUA, concluiu a sua construção em 1970, sendo neste período, o segundo edifício mais alto do mundo.

167 Burj Khalifa, EAU é o edifício mais alto do mundo, no presente, com 828m. concluiu a sua construção em 2010.

168 One World Trade Center, New York, construído depois do atentado de 2001 como memorial, no local das torres gémeas. A construção foi concluída em 2013

169 “Digital Project” – Sistema BIM, desenvolvido no início dos anos 1990, é um programa de desenho paramétrico que cria estruturas complexas de forma otimizada e a partir de simulações.

170 Guggenheim Museum Bilbao, museu de arte contemporânea, icónica pelas suas formas curvas revestidas em chapas de titânio. Terminou a sua construção em 1997.

171 Walt Disney Concert Hall, Sala de concertos em Los Angeles, California, com painéis de aço inoxidável curvos, terminou a sua construção em 2003

172 Fundação Louis Vuitton, centro cultural em Paris, França, conhecido pela complexa estrutura curva revestida de vidro. Terminou a sua construção em 2014

“Quando começamos a usar computadores como parte de nosso processo de design, não havia nenhum software CAD disponível (...) Tivemos que o inventar, criar as regras e criar o processo.”¹⁶³

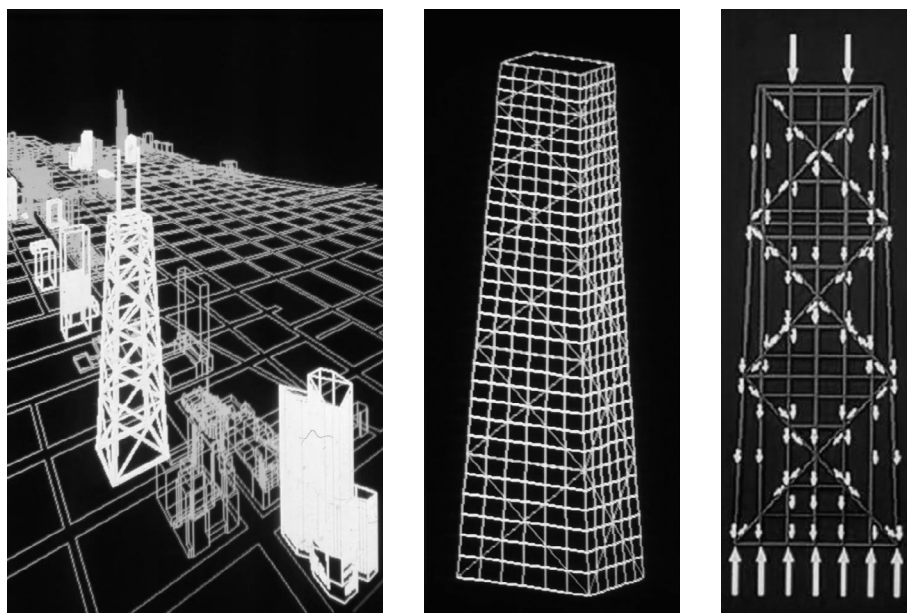
Os primeiros programas BIM foram desenvolvidos pelos próprios ateliers de arquitetura e IBS¹⁶⁴ foi o primeiro, desenvolvido pelo estúdio SOM¹⁶⁵ logo no final dos anos 1970, que o usou no desenvolvimento de projetos como *John Hancock Center*¹⁶⁶, o *Burj Khalifa*¹⁶⁷ e mais recentemente o *One World Trade Center*.¹⁶⁸

Frank Gehry, arquiteto americano (1929 -), cedo se apercebeu da dificuldade de criar estruturas e edifícios irregulares e que por isso desenvolveu o “Digital Project”¹⁶⁹, em parceria com engenheiros de software. Algumas das obras mais notáveis que fizeram uso desta tecnologia foram o Museu Guggenheim Bilbao,¹⁷⁰ o Walt Disney Concert Hall¹⁷¹ e a Fundação Louis Vuitton,¹⁷² entre os projetos foram feitas adaptações do software para responder às necessidades técnicas de cada um deles.

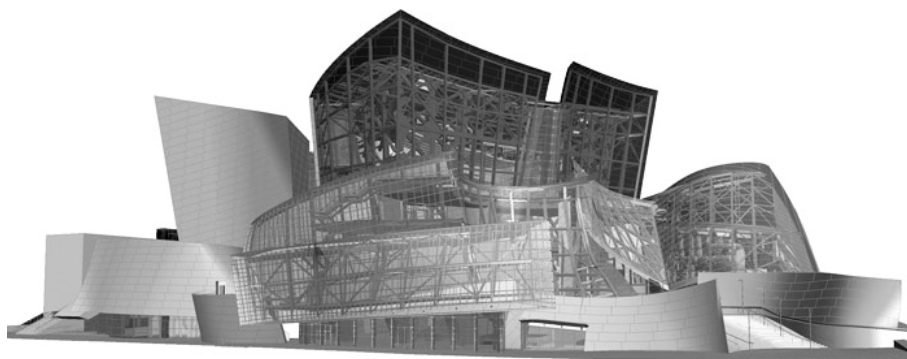
F03. Software IBS
Atelier SOM



F04. Modelo BIM do projecto
John Hancock Center
Atelier SOM



F05. Modelo Digital
do Walt Disney Concert Hall
Frank Gehry



a nova era

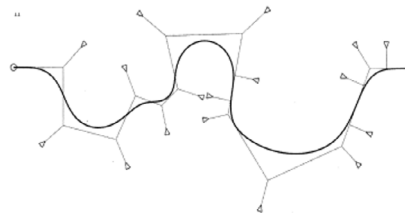
“Numa era digital, em que a questão já não é se um projeto é construível ou não, as áreas de crescimento de interesse dizem respeito à melhor forma de envolver e responder ao potencial da fabricação digital. Possivelmente, o desenvolvimento mais importante, nesse sentido é a produção de componentes “não estandardizados” através de um processo de “customização em massa”.¹⁷³

No tempo de escrita desta investigação já se observa um maior investimento em alternativas às primeiras máquinas industriais, sobretudo em busca da referida “customização em massa”. Conforme evoluem as ferramentas digitais, também os projetos tendem a complexificar-se e por consequência, a exigir produções industriais mais avançadas, com capacidade para reintroduzir alguns dos princípios que se perderam para a revolução industrial, como no caso da ornamentação e de qualidades escultóricas da forma arquitetónica.¹⁷⁴

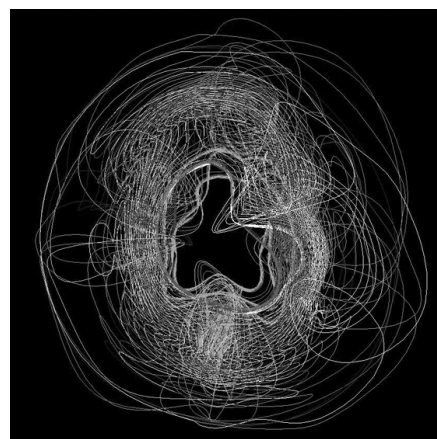
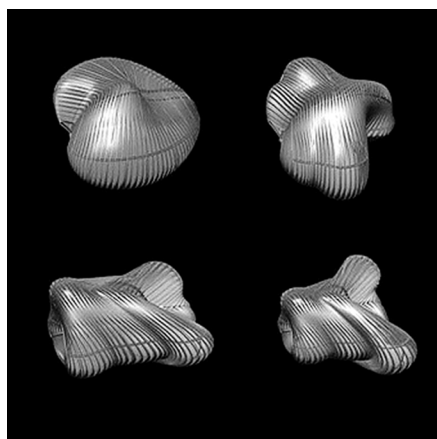
173 Dunn, N. (2012). *Digital Fabrication in Architecture*. Laurence King Publishing Ltd. (p.77)

174 Addis, B. (2007). *Building : 3000 years of design engineering and construction* / Bill Addis. Phaidon (p.602)

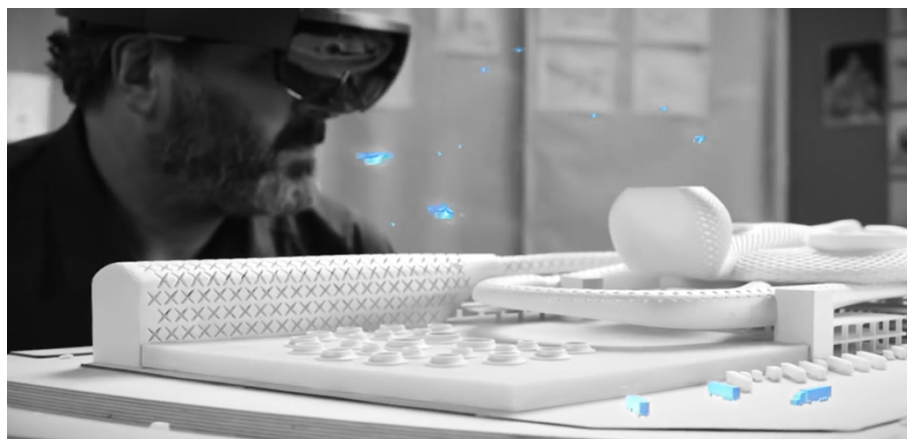
F06. AnimateForm
Dois exemplos para
criação de linhas curvas.
Greg Lynn (1997)



F07. Embryological House
Greg Lynn (1998)



F08. Center for Fulfilment
Greg Lynn (2016)



175 Greg Lynn (1964 -) arquiteto, professor e escritor americano, é reconhecido pelo seu envolvimento na criação de softwares de arquitetura, pelas suas investigações e livros sobre o desenho digital.

176 Folding Method – Manipulação de Superfícies planas em formas tridimensionais.

177 Contouring Method – Uso da intersecção entre curvas e planos na criação formas complexas

178 Tiling / Sectioning Method – Fragmentação do projeto partes menores e repetíveis para facilitar a produção.

179 Forming Method – Sistemas de desenho de padrões e geometrias irregulares em superfícies complexas

180 Blobitecture – Termo popularizado por Greg Lynn no final dos anos 90, é um movimento que faz uso das práticas digitais para a criação de formas orgânicas complexas, como bolhas.

181 Animate Form – Conceito introduzido por Greg Lynn e título do seu livro, publicado em 1998, que expressa a necessidade do desenvolvimento de novas formas e espaços na arquitetura.

182 Embryological House – Projetado em 1998-99 por Greg Lynn, explora uma arquitetura modular flexível, que se define pela forma e crescimento de um embrião.

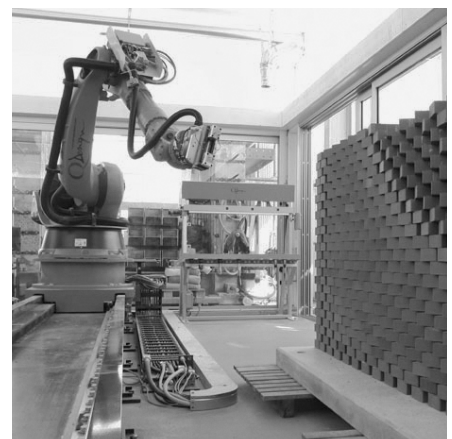
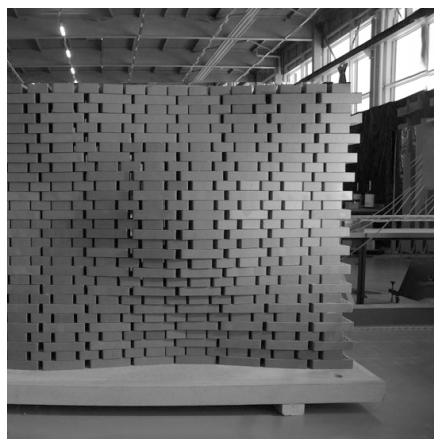
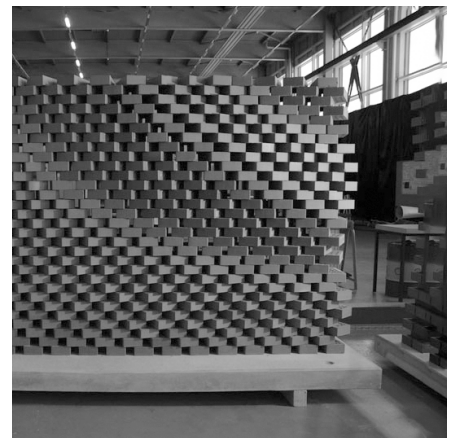
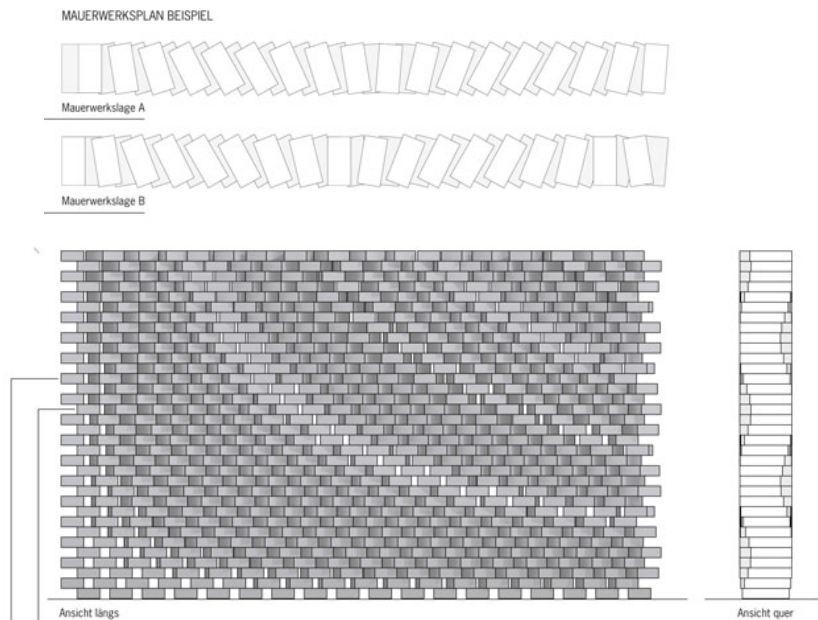
183 Robótica, vem do termo tcheco “Robot”, que se traduz para “trabalho forçado” e nasce da ideia de automatizar os movimentos humanos. O primeiro robot “Unimate” foi criado por George Devol e Joseph Engelberger em 1950.

Surgem novas técnicas de avaliação dos materiais e estruturas que visam aumentar a qualidade e segurança das produções, sobretudo a partir de sensores, scanners e programas de simulação. Greg Lynn,¹⁷⁵ cedo se apercebeu do potencial destas tecnologias e procurou contribuir para esta evolução a partir da clarificação das metodologias de produção digitais, para que os arquitetos as conseguissem utilizar da forma mais eficaz.

Entre muitos outros, destacam-se os métodos de “Folding”¹⁷⁶, “Contouring”,¹⁷⁷ “Tiling”¹⁷⁸ e “Forming”¹⁷⁹ que são sistemas de simplificação da modelação digital e da produção. Com base nestas técnicas, surgem movimentos como o “Blobitecture”¹⁸⁰ que, associado ao conceito “Animate Form”,¹⁸¹ contradiz as formas estáticas tradicionais e sugere a inclusão de mais movimento nos projetos e afirmação da curva. Alguns exemplos que Lynn desenvolveu para ilustrar o potencial destas ferramentas digitais foram a “Embryological House”,¹⁸² e a “Curvilinear Building”.

Igualmente, a robótica,¹⁸³ ciência que investiga o desenho, a construção e o uso de máquinas para a realização de tarefas nomeadamente na Indústria, tem sido responsável pela modernização da construção, trazendo rapidez, programação e precisão dos trabalhos. O primeiro robô industrial foi concebido ainda em meados do Séx XX. e foi incluído numa linha de montagem de produção automóvel, mas rapidamente evoluiu para responder às necessidades de outras indústrias.

F09. Planos de montagem
“The Programmed Wall”
ETH Zurich (2006)



F10. Execução do empilhamentos
de tijolos pelo Robô
“The Programmed Wall”
ETH Zurich (2006)

Entre os anos 60 e 70, esta tecnologia ainda não estava consolidada, por esse motivo só começaram a ser implementados mais recentemente e em ambientes controlados para a execução de tarefas simples, como o empilhamento de blocos. Uma experiência do uso desta ferramenta foi o projeto “The Programmed Wall” desenvolvido por estudantes da *ETH Zurich* em 2006 e que, por sua vez, se baseia nos testes feitos por Nicholas Negroponte¹⁸⁴ ainda nos anos 70 “para a primeira máquina que pode apreciar o gesto”.¹⁸⁵

184 Nicholas Negroponte (1943 -) arquiteto americano fundador do grupo “MIT Media Lab” em 1968 - Local central de teste das interações entre o humano e o computador.

185 Negroponte, N. (2021). *The architecture machine*. PubPub.

186 Impressão 3D, ou Manufatura Aditiva, inventado em 1984 pelo Eng. Chuck Hull, é um processo de fabricação industrial que cria objetos através da sobreposição de camadas de um material predefinido.

187 House Zero – Casa Exposição fabricada no Texas. com elementos impressos em 3D. Projetada pelo atelier “Lake Flato” em parceria com a empresa americana ICON, que a produziu em 2022

188 Lake Flato. House Zero, Austin Texas [Consult. 10 abril 2023] <<https://www.lakeflato.com/houses/house-zero>>

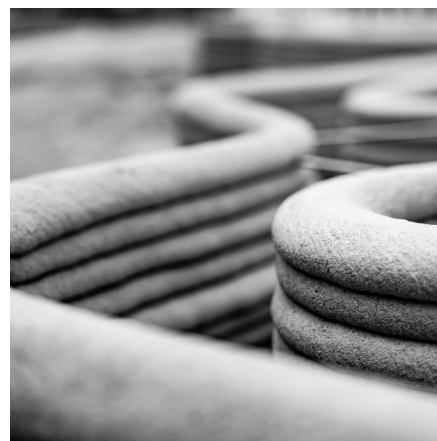
Também a Impressão 3D,¹⁸⁶ modernizou a produção industrial. Apesar de surgir como um segmento de mercado para peças de pequena dimensão, uma vez que a manufatura aditiva ainda não era competitiva, já tem transformado a indústria da construção, através da criação de formas extremamente complexas ou mesmo impossíveis de fabricar por processos tradicionais.

Assim como no exemplo anterior, apesar das primeiras máquinas datarem de 1984, só mais recentemente é que se tornaram financeiramente acessíveis, mesmo assim, já se encontram algumas obras construídas, como a “House Zero”¹⁸⁷ desenvolvida como casa exposição para ilustrar a expressão que estes componentes podem adquirir, e assim inspirar “os arquitetos, construtores e clientes a sonhar (...) com o futuro emocionante e de esperança que a construção robótica e especificamente a impressão 3D, torna possível”.¹⁸⁸

F11. Fotografia Exterior da
“House Zero” concluída



F12. Construção da
“House Zero”
Estúdio Lake Flato
e Empresa ICON (2022)



189 Slessor, C. (1997). *Designing and Manufacturing Architecture in the Digital Age*. Images Publishing. (p.122)

190 IoT – Internet of Things – Termo utilizado pela primeira vez em 1999 pelo empresário Kevin Ashton para descrever a conectividade entre objetos de uso diários e a internet, “machine to machine communication”.

191 VR – Virtual Reality, a máquina “Sensorama” foi um dos primeiros testes, desenvolvida por Morton Heilig ainda nos anos 50. O sistema baseia-se no desenvolvimento de uma ambiente virtual realista que cria uma experiência imersiva para o utilizador.

192 AR - Augmented Reality, Sistema que sobrepõe objetos digitais ao mundo real de modo a criar uma visualização conjunta das duas partes, começou a ser comercializado em 2001 com o nome “ARToolKit”.

193 AI – Artificial Intelligence, sistema que se refere ao uso de computadores para executar tarefas que exigem inteligência humana. O seu desenvolvimento começou em meados do séc. XX por Alan Turing, mas só se conseguiu estabelecer com o aparecimento do computador moderno.

“(…) a noção de que a singularidade é agora tão económica e fácil de alcançar quanto a repetição, desafia as suposições simplificadoras do Modernismo e sugere o potencial de um novo paradigma pós-industrial baseado no aprimoramento das capacidades criativas da eletrónica em vez da mecânica.”¹⁸⁹ Jason Ballard (Co-fundador e CEO da /CON)

Consolidadas as noções básicas da fabricação digital, muitas outras tecnologias surgem. De grosso modo, as mais promissoras são a IoT¹⁹⁰ que propõe a conexão dos objetos do quotidiano à Internet, para permitir o controlo e monitorização de edifícios e dos seus equipamentos energéticos em tempo real. As realidades, virtual ¹⁹¹ e aumentada¹⁹² que proporcionam uma visualização digital realista dos objetos de estudo, de modo a facilitar a comunicação entre as várias especialidades técnicas e clientes.

A Inteligência Artificial,¹⁹³ também se tem afirmado na tecnologia com uma rápida evolução em busca de um sistema que realize as tarefas que até agora exigiriam uma inteligência humana para executar. Promete ser uma ferramenta de uso diário para facilitar a criação de projetos eficientes e produções mais otimizadas.

a nova discussão teórica

“É inconcebível hoje, imaginar projetar edifícios sem o uso de computadores. Eles são usados em todas as etapas do processo arquitetônico, desde o desenho conceitual até a construção”¹⁹⁴

Enquanto as alterações tecnológicas ganham lugar na indústria da arquitetura e construção, levantam-se novamente dúvidas em relação ao papel do arquiteto neste cenário de mudança. Dos primeiros debates, distinguem-se essencialmente 3 correntes.¹⁹⁵ Um primeiro grupo defende que o computador não altera o modelo mecânico moderno e deve ser interpretado apenas como um instrumento que facilite o desenvolvimento dos projetos em termos de rapidez, rigor e gestão de grandes quantidades de informação.

A segunda corrente considera o surgimento de uma nova figura do arquiteto associado a um processo totalmente novo em que “o meio afeta de tal forma o processo projetual que inclusivamente coloca em causa a sua própria autoria”. Uma terceira opinião, mais sensata, é a de que o arquiteto se vai aproximar gradualmente dos processos digitais conforme as suas necessidades. Acreditam que as ideologias modernas não serão rejeitadas, assim como não se recusará a evolução digital das suas práticas. Contudo, tendo em conta que “os sistemas produzidos pelas tecnologias mecânicas são muito mais estáveis do que aqueles produzidos pelas tecnologias digitais”,¹⁹⁶ o arquiteto necessitará de se tornar mais ativo nas discussões culturais e políticas para acompanhar as transformações.

194 Iwamoto, L. (2009). *Digital Fabrications: Architectural and Material Techniques*. Princeton Architectural Press. (p.5)

195 Ortega, L. (2017). *El diseñador total : autoría en la arquitectura de la época posdigital* / Lluís Ortega. Puente editores. (p.50)

196 Ortega, L. (2017). *El diseñador total : autoría en la arquitectura de la época posdigital* / Lluís Ortega. Puente editores. (p.35)

197 Sousa, J.P. (2013). *Future traditions : Rethinking traditions and envisioning the future in architecture through the use of digital technologies*. Faup Publicações. (p.11)

198 Sousa, J.P. (2013). *Future traditions : Rethinking traditions and envisioning the future in architecture through the use of digital technologies*. Faup Publicações. (p.32)

199 Garcia, A.A. (1988). *Las tecnologías de la industrialización de los edificios de vivienda / Alfonso del Aguila Garcia*. C.O.A.M. (p.13)

200 Greg Lynn (1964 -) arquiteto, professor e autor americano, é reconhecido pelo seu envolvimento na criação de softwares de arquitetura, pelas suas investigações e livros sobre o desenho digital.

201 Sykes, A. K. (2010). *Constructing a New Agenda: Architectural Theory 1993-2009*. Princeton Architectural Press (p.30)

202 Sykes, A. K. (2010). *Constructing a New Agenda: Architectural Theory 1993-2009*. Princeton Architectural Press (p.30)

203 Ortega, L. (2017). *El diseñador total : autoría en la arquitectura de la época posdigital / Lluís Ortega*. Puente editores. (p.58-59)

204 Carpo, M. (2012). *The digital turn in architecture 1992-2012*. John Wiley & Sons. (p.28)

“O debate em torno do impacto das tecnologias digitais na arquitetura costuma estar centrado na descoberta de novas possibilidades para a disciplina. No entanto, o passado e as tradições também podem desempenhar um papel importante no futuro da arquitetura. Após 50 anos de assimilação tecnológica, os arquitetos têm hoje o distanciamento necessário para abraçar uma reflexão crítica sobre como os computadores suportam a dinâmica de continuidade ou a rutura da disciplina.”¹⁹⁷

No que diz respeito à indústria da construção, certamente se verifica “uma permanente tensão entre a tradição e processos inovadores”,¹⁹⁸ no entanto, pode rapidamente revelar-se uma barreira à evolução da construção, que por sua vez, “talvez seja a indústria que menos investe em investigação”.¹⁹⁹

Através das suas práticas digitais de fabricação, Greg Lynn,²⁰⁰ tem desempenhado um papel essencial na pesquisa por uma alternativa à teoria e prática da arquitetura atual, constatando que “desde os anos 60 a arquitetura tem sido guiada pela noção de contradição”²⁰¹ e por isso propõe uma “arquitetura flexível” que explore as conexões entre os elementos, em vez de enfatizar as contradições.²⁰² Apesar de mostrar, logo em 1990, entusiasmo relativamente às simulações, após ganhar mais alguma experiência, redireciona a sua atenção para a produção e respetivas implicações técnicas.²⁰³ O arquiteto acredita que as maiores transformações só serão permitidas através da “informatização dos processos de construção e fabricação do projeto”.²⁰⁴

“As ferramentas digitais como computadores, funcionam como ferramentas de desenho, mas não podem substituir um projetista nos seus procedimentos. Aqui o projetista tem que projetar a sequência de etapas individuais de todo o processo (...) Não tem mais a ver com o projetar da forma que será produzida, mas o próprio processo de produção”.²⁰⁵

205 Sousa, J.P. (2013).

Future traditions : Rethinking traditions and envisioning the future in architecture through the use of digital technologies. Faup Publicações. (p.209)

206 Bernard Cache

(1948 - 2017) arquiteto, escritor e filósofo francês, ajudou no desenvolvimento de programas de desenho e produção digital, bem como na análise do papel do arquiteto na sociedade digital. É também co-fundador da empresa “Objectile” que se destacou pela inovação digital.

207 Ortega, L. (2017).

El diseñador total: autoría en la arquitectura de la época posdigital / Lluís Ortega. Puente editores. (p.58-59)

208 Addis, B. (2007)

Building : 3000 years of design engineering and construction / Bill Addis. Phaidon (p.606)

209 Graafland, A.D. (2012).

At+D Architecture, Technology & Design. Digital Studio for Research in Design, Visualization and Communication. (p.82)

210 Sousa, J.P. (2013).

Future traditions : Rethinking traditions and envisioning the future in architecture through the use of digital technologies. Faup Publicações. (p.209)

211 Kaizen, expressão

japonesa, regularmente utilizado em contextos de fabricação industrial e que se traduz para “melhoria contínua” ou “mudar para melhor”.

Bernard Cache,²⁰⁶ também compreende a importância da digitalização das produções, mas não partilha da mesma opinião que Lynn, acredita que o foco deve estar sobretudo na programação de soluções que sustentem uma relação mais forte entre o criador e o projeto.²⁰⁷ De um ponto de vista profissional, complementa com a crença de que o arquiteto desempenhará a função de “maestro” do processo e por isso deve procurar acompanhar os desenvolvimentos de todas as indústrias associadas.

“No futuro, à medida que os arquitetos, construtores, políticos e a sociedade em geral exigem edifícios com requisitos de desempenho cada vez mais desafiadores, as contribuições dos engenheiros de construção tornar-se-ão ainda mais influentes(...) engenheiros e arquitetos terão, por necessidade, de colaborar cada vez mais proximamente na conceção de novas formas de construção e métodos de construir para atender a estes novos desafios”²⁰⁸

Visto que os projetos são cada vez mais exigentes, a arquitetura ficará progressivamente mais dependente dos instrumentos digitais²⁰⁹ e por isso, é importante que o arquiteto “escolha os seus meios de construção conscientemente e que domine as suas ferramentas”²¹⁰ numa lógica de crescimento contínuo como propõe o conceito “Kaizen”.²¹¹



Notas Finais

○○●∧

notas finais

A partir da investigação desenvolvida, é possível distinguir sobretudo dois momentos que influenciaram, de forma efetiva, a produção arquitetónica, os seus processos e sistemas construtivos. Em primeiro lugar, a introdução das práticas industriais que se analisaram no primeiro capítulo, e posteriormente, a implementação das ferramentas digitais.

Reconhece-se desde logo que o desenvolvimento das práticas industrializadas se manifesta como resultado das revoluções políticas e industriais anteriores e surge como uma resposta dos Estados para melhorar o bem-estar dos seus cidadãos, sobretudo nos momentos de pós-guerra. Por estar, evidentemente, associada ao contexto económico e social de cada região, países, como a Alemanha ou os Estados Unidos, foram decisivos nas práticas de investigação com base nas atividades industriais, com divulgação em concursos, exposições e formação de novos arquitetos tiveram um impacto substancial.

As práticas construtivas têm-se alterado há medida que aumenta a incorporação da digitalização dos processos que envolvem a produção arquitetónica. As ferramentas digitais de partilha e, sobretudo, de comunicação entre os diferentes intervenientes têm acelerado a efetividade e melhorado a assertividade das opções. Verificam-se transformações muito rápidas nos desenvolvimentos industriais e por consequência, mais instáveis. Ainda assim, são períodos que se complementam mutuamente no seu processo de evolução.

A dicotomia entre tradição e inovação é um tema de discussão recorrente quando as mudanças que ocorrem podem colocar em causa a preservação dos valores vigentes da profissão. Percebe-se, no entanto, que há uma certa continuidade das práticas que, paulatinamente, vão incluindo processos diferenciados numa lógica de otimização das produções de acordo com os requisitos e objetivos de cada projeto e respetivo contexto.

A obtenção de informação mais detalhada sobre os três projetos de arquitetura, desenvolvidos com base em processos construtivos com forte incorporação industrial, mostra a importância do domínio das técnicas e a necessidade de proximidade relativamente às equipas envolvidas. Assim, com este esforço de adequação às inovações construtivas e tecnológicas, à medida que se enfrentam desafios como o atual contexto de emergência climática, surgem também ferramentas com capacidade para os minimizar.

Em suma, numa reflexão sobre as inquietações que motivaram esta investigação, compreender o papel do arquiteto neste cenário de constante transformação, é perceber que deve ser um elemento ativo na exploração e implementação das novas práticas construtivas e tecnológicas, mas também consciente do impacto de cada solução, colocando-se numa posição central da discussão teórica e procurando seguir uma lógica de continuidade relativamente às inovações anteriores.



Corpo de Referências

Referências Bibliográficas

Addis, B. (2007). *Building : 3000 years of design engineering and construction / Bill Addis*. Phaidon

Aguiló Alonso, M. (1974). *Prefabricación: Teoría y Práctica, Seminario de Prefabricación [2ª Edição]*. Técnicos Asociados.

Anderson, S. (1968). *Peter Behrens and the New Architecture of Germany, 1900-1917*. Stanford University Press.

Argan G. (1990). *Walter Gropius e a Bauhaus / Giulio Carlo Argan; trad. Emílio Campos Lima [2ª Edição]*. Presença

Bender, R. (2001). *Una Vision de La Construcccion Industrializada*. Editorial Gustavo Gili.

Benevolo, L. (2002). *Historia de la arquitectura moderna*. Gustavo Gili.

Berlyn, P., Fowler, C. (2014). *The Crystal Palace: It's architectural history and constructive marvels*. The Echo Library.

Boesiger, W., & Stonorov, O. (1999). *Le Corbusier et Pierre Jeanneret: œuvre complete 1910-1929*. Birkhauser

Carpo, M. (2012). *The digital turn in architecture 1992-2012*. John Wiley & Sons.

Carr, A. L. (1947). *A practical guide to prefabricated houses*. Harper & Brothers

Coley, C. (1993). *Jean Prouvé / par Catherine Coley*. Centre Georges Pompidou

Cook, P. (1999). *Archigram*. Princeton Architectural Press.

Costa, J.A., & Melo, A.S. (1982). *Dicionário da Língua Portuguesa [5ª Edição]*. Porto Editora.

Dunn, N. (2012). *Digital Fabrication in Architecture*. Laurence King Publishing Ltd.

Garcia, A.A. (1988). *Las tecnologías de la industrialización de los edificios de vivienda / Alfonso del Aguila Garcia*. C.O.A.M.

Graafland, A.D. (2012). *At+D, Architecture, Technology & Design*. Digital Studio for Research in Design, Visualization and Communication.

Gropius, W. (1912). *Sind beim Bau von Industriegebäuden künstlerische Gesichtspunkte mit praktischen und wirtschaftlichen vereinbar?*. Der Industriebau.

Gropius, W. (1924). *Wohnungswirtschaft*. Heft 19 (Ed).

Gropius, W. (1969). *Apollon dans la démocratie : la nouvelle architecture et le Bauhaus / Walter Gropius ; pref. Michel Ragon; trad. E. Bille-De Mot*. La Connaissance.

Hitchcock, H.-R. (2001). *Le style international / Henry-Russell Hitchcock, Philip Johnson ; trad. Claude Massu*. Éd. Parenthèses

Hoffmann, H. (2017). *Alvar Aalto's associative geometries*. Alvar Aalto researchers' network—why Aalto.

Iwamoto, L. (2009). *Digital Fabrications: Architectural and Material Techniques*. Princeton Architectural Press.

Joedicke J. (1989). *Weissenhofsiedlung Stuttgart*. Karl Krämer Verlag Stuttgart

Lavalou A. (2005). *Conversas com Jean Prouvé, Trad. Renato Aguiar*. Gustavo Gili.

Le Corbusier, pseud. (1923). *Towards a New Architecture*. The Architectural Press

Le Corbusier, pseud. (1948). *The Modulor: A Harmonious Measure to the Human Scale Universally Applicable to Architecture and Mechanics*. The Penguin Group.

Le Corbusier. pseud. (1960). *Précisions: sur un état present de l'architecture et de l'urbanisme*. Vicente, F. (Ed).

Mayer-Bohe, W. (1967) - *Prefabricación: manual de la construcción con piezas prefabricadas*. Editorial Blume.

Negroponte, N. (2021). *The architecture machine*. PubPub.

Nerdinger, W. (2008). *Deutscher Werkbund: 100 anos de Arquitectura e Design na Alemanha 1907 | 2007*. Bild-Kunst V.G.

Norri, M-R. (1999). *Alvar Aalto em sete edifícios = Alvar Aalto in seven buildings : interpretações do trabalho de um arquitecto = interpretations of an architect's work*. Museu de Arquitectura Finlandesa.

Ortega, L. (2017). *El diseñador total: autoría en la arquitectura de la época posdigital / Lluís Ortega*. Puente editores.

Paranandi, M. (1991). *Observation on Daylight as demonstrated by the work of Alvar Aalto*. Kent State University

Pearson, P.D. (1989). *Alvar Aalto and The International Style*. Mitchel

Reuss, P. (1995) *Building the Wooden House: Technique and Design*. Birkhäuser

Silva, J.H. (2005). *Dicionário de termos de arte e arquitectura / Jorge Henrique Pais da Silva, Margarida Calado*. Presença.

Slessor, C. (1997). *Designing and Manufacturing Architecture in the Digital Age*. Images Publishing.

Sousa, J.P. (2013). *Future traditions : Rethinking traditions and envisioning the future in architecture through the use of digital technologies*. Faup Publicações.

"Standard" nº10. (1997). A+T Architecture Publishers

Strike, J. (1991). *Construction into design : the influence of new methods of construction on architectural design : 1690-1990 / James Strike*. Butterworth Architecture.

Sykes, A. K. (2010). *Constructing a New Agenda: Architectural Theory 1993-2009*. Princeton Architectural Press

The case study house program, Announcement. (1945). Arts & Architecture.

Wachsmann, K. (1995). *Building the wooden house - technique and design*. Birkhäuser

Wachsmann, K. (1971). *Towards the industrialization of building*. MIT Press.

Wright, F. L. (1939). *An Organic Architecture: The Architecture of Democracy*. Horizon Press.

Referências Digitais

Alvar Aalto Museo. Hoffmann, H. (2017). Alvar Aalto's associative geometries. Alvar Aalto researchers' network—why Aalto [Consult. 18 jan 2022]. <<https://www.alvaraalto.fi/content/uploads/2017/12/HolgerHoffmann.pdf>>

Architare. *Die Weißenhofsiedlung in Stuttgart* [Consult. 10 dez 2022] <<https://architare.de/de/magazin/die-weissenhofsiedlung-stuttgart>>

Architectuul. *Torten Estate, Dessau Germany* [Consult. 11 dez 2022] <<https://architectuul.com/architecture/torten-estate>>

Arts & Architecture. *Announcement, The case study house Program* [PDF. Consult. 8 jan 2023] <http://www.artsandarchitecture.com/case.houses/pdf01/csh_announcement.pdf>

Arts & Architecture. *Case study house Program* [Consult. 8 Jan 2023] <<http://www.artsandarchitecture.com/case.houses/index.html>>

Bauhaus Kooperation. *Weissenhof-Siedlung, Stuttgart* [Consult. 11 dez 2022] <<https://www.bauhauskooperation.de/wissen/das-bauhaus/werke/architektur/weissenhof-siedlung-stuttgart/>>

Baunetz Ranking. *Wohnungsbau, Janeiro / Fevereiro 2022*. [Consult. 16 março 2022]. <<https://www.baunetz.de/ranking/?area=ranking&type=typen&sub=1&date=1640991600>>

Derdichtebau. *Die Stuttgarter Weißenhofsiedlung - Manifest der Moderne* [Consult. 10 dez 2022] <<https://www.derdichtebau.de/objektberichte/die-stuttgarter-weissenhofsiedlung/>>

Deutsches Zollmuseum. *Deutscher Zollverein* [Consult. 11 dez 2022] <https://www.zoll.de/DE/Der-Zoll/Zollmuseum/Ausstellung/Historische-Abteilung/Deutscher-Zollverein/deutscher-zollverein_node.html>

Dezeen, VDF. *Archigram's Plug-In City shows that "pre-fabrication doesn't have to be boring" says Peter Cook* [Consult. 16 jan 2023] <<https://www.dezeen.com/2020/05/12/archigram-plug-in-city-peter-cook-dennis-crompton-video-interview-vdf/>>

Encyclopedia. *Action Architecture* [Consult. 16 jan 2023] <<https://www.encyclopedia.com/education/dictionaries-thesauruses-pictures-and-press-releases/action-architecture>>

La Prairie. *Arte e Arquitetura, O Legado do Movimento Bauhaus* [Consult. 11 dez 2022] <<https://www.laprairie.com/pt-pt/editorials-article?cid=legacy-of-bauhaus&nogeoip=true>>

Lake Flato. *House Zero, Austin Texas* [Consult. 10 abril 2023] <<https://www.lakeflato.com/houses/house-zero>>

MIT Press. *The Packaged House: A Wartime Proposal, by Walter Gropius and Konrad Wachsmann*. [Consult. 15 nov 2022] <<https://mitp-arch.mitpress.mit.edu/pub/039mb6ku/release/1>>

Rundzwei [Consult. 16 março 2022] <<https://www.rundzwei.de/de>>

Territorios. *Movimento Archigram* [Consult. 12 jan 2023] <https://www.territorios.org/teoria/H_C_archigram.html>

Origem das Imagens

do Conceito

F01. Desenho de Representação dos métodos de Pré-fabricação. Produzidos pelo autor

F02. Desenho da Montagem do Palácio de Cristal. Disponível em: Berlyn, P., Fowler, C. (2014). *The Crystal Palace: It's architectural history and constructive marvels*. The Echo Library.

F03. Fotografias da Construção da Torre Eiffel. Disponível em: <https://rarehistoricalphotos.com/eiffel-tower-construction/>

F04. Fotografia da Model Factory de Gropius. Disponível em: <https://alchetron.com/Werkbund-Exhibition-%281914%29>

F05. Fotografia do Palácio do Gelo de Bruno Taut. Disponível em: <https://alchetron.com/Werkbund-Exhibition-%281914%29>

F06. e F07. Planta Weißenhofsiedlung; Fotografia Aérea de Weißenhofsiedlung. Disponível em: <https://www.gzt.com/arkitekt/modern-mimarinin-manifestosu-weissenhofsiedlung-3685155>

F08. Fotografia Citrohan Haus. Disponível em: <https://www.gzt.com/arkitekt/modern-mimarinin-manifestosu-weissenhofsiedlung-3685155>

F09. Carro Moderno na Weissenhofmuseum im Haus. Disponível em: <https://pt.wikiarquitectura.com/constru%C3%A7%C3%A3o/casa-dupla-em-weissenhofsiedlung/>

F10. e F11. Casas 1-4 Weissenhof, Mies van der Rohe. Disponível em: <https://pt.wikiarquitectura.com/constru%C3%A7%C3%A3o/urbanizacao-weissenhof/>

F12. Construção da Urbanização “Dessau-Törten”. Disponível em: <https://www.bauhaus-dessau.de/en/architecture/bauhaus-buildings-in-dessau/dessau-toerten-housing-estate.html>

F13. e F14. Planta Apartamento NovoComum;. Disponível em: <https://divisare.com/projects/340156-giuseppe-terragni-burcin-yildirim-novocomum-apartment>

F15. Planta Casa Eames, Case Study House. Disponível em: <https://eamesfoundation.org/house/eames-house/structures/>

F16. Construção Casa Eames, Case Study House. Disponível em: <https://pt.wikiarquitectura.com/constru%C3%A7%C3%A3o/casa-eames-case-study-house-no8-2/>

F17. The Walking City, Archigram. Disponível em: Cook, P. (1999). *Archigram*. Princeton Architectural Press. (p.48)

F18. The instant City, Archigram. Disponível em: Cook, P. (1999). *Archigram*. Princeton Architectural Press. (p.98)

F19, F20. e F21. Planta “The Plug-in City”. Disponível em: Cook, P. (1999). *Archigram*. Princeton Architectural Press. (p.44-45)

F22, F23. e F24. Torre Nakagin. Disponível em: <https://agontarz.com/portfolio/case-study-nakagin-capsule-tower/>

F25. Casa Dom-ino. Disponível em: <https://www.dezeen.com/2014/03/20/opinion-justin-mcguirk-le-corbusier-symbol-for-era-obsessed-with-customisation/>

F26. Maison Monol. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-28-Croqui-interno-da-casa-Oswald-1938-Figura-29-Maison-Monol-1920_fig23_313707778

F27. Modulor Le Corbusier. Disponível em: Le Corbusier, pseud. (1948). *The Modulor: A Harmonious Measure to the Human Scale Universally Applicable to Architecture and Mechanics*. The Penguin Group.

F28. “The Packaged House” Type A. Disponível em: <https://mitp-arch.mitpress.mit.edu/pub/039mb6ku/release/1>

F29. Componentes “The Packaged House”. Disponível em: <https://mitp-arch.mitpress.mit.edu/pub/039mb6ku/release/1>

F30. Montagem da “Demountable House”, Jean Prouvé. Disponível em: <https://www.metalocus.es/en/news/jean-prouve-demountable-house-6x6m-1944>

F31. Desenhos “Demountable House”. Disponível em: <https://teturaarqui.wordpress.com/2011/09/08/jean-prouve-beleza-industrial/>

F32. e F33. Planta e Fotografia “Neue Vahr” Alvar Aalto. Disponível em: <https://www.alvaraalto.fi/en/architecture/neue-vahr-highrise-residential-building/>

F34. Dymaxion House. Disponível em: <https://blogs.uoregon.edu/dymaxionhouse/a-house-is-a-machine-for-living-in/>

F35. Dymaxion Car. Disponível em: <https://www.mdig.com.br/index.php?itemid=47639>

da Prática

F01. Diagramas da organização Interior. Produzido pelos Rundzwei Architekten

F02. Esquema de Dimensões. Produzido pelos Rundzwei Architekten

F03. Esquemas de Implantação. Produzido pelos Rundzwei Architekten

F04. e F05. Esquema das Inclinações do Telhado. Produzido pelos Rundzwei Architekten

F06, F07, F08 e F09. Plantas e Alçados Sowade Systemhaus. Produzido pelos Rundzwei Architekten

F10. e F11. Renders Sowade Systemhaus. Produzido pelos Rundzwei Architekten

F12. e F13. Diagramas dos Módulos de Seestraße. Produzido pelos Rundzwei Architekten

F14. e F15. Análises da rua Seestraße. Produzido pelos Rundzwei Architekten

F16. Diagrama das Fases de Construção. Disponível em: <https://www.rundzwei.de/de/content/106hochsee>

F17, F18 e F19. Plantas Seestraße. Produzido pelos Rundzwei Architekten

F20. e F21. Estudos interiores de Seestraße. Produzido pelos Rundzwei Architekten

F22. Render do Pátio Interior de Seestraße. Disponível em: <https://www.rundzwei.de/de/content/106hochsee>

F23. Renders da rua Seestraße. Produzido pelos Rundzwei Architekten

F24 e F25. Plantas de Implantação Wedellstraße. Produzido pelo autor.

F26 e F27. Plantas Wedellstraße. Produzido pelos Rundzwei Architekten e pelo autor.

F28, F29, F30 e F31. Alçados de Wedelstraße. Produzido pelos Rundzwei Architekten

F32, F33 e F34. Cortes de Wedelstraße. Produzido pelos Rundzwei Architekten

F36, F35 e F37. Fotografias do processo de Construção de Wedelstraße. Produzidas pelos Rundzwei Architekten

F38. Fotografias do processo de Construção de Wedelstraße. Produzidas pelo autor

da Tecnologia

F01. CNC do Laboratório do MIT. Disponível em: <https://www.scan2cad.com/blog/cad/history-of-cad/>

F02. Sketchpad. Disponível em: <https://www.designworldonline.com/50-years-of-cad/>

F03. e F04. Software IBS, Modelo BIM do Atelier SOM. Disponível em: <https://som.medium.com/a-brief-history-of-technology-at-som-4858c339d9ed>

F05. Modelo Digital Frank Gehry. Disponível em: <http://www.gehrytechnologies.com/en/main/about/>

F06. AnimateForm Greg Lynn. Disponível em: Lynn, G. (1999). Animate Form. Princeton Architectural Press

F07. Embryological House, Greg Lynn. Disponível em: <http://www.gehrytechnologies.com/en/main/about/>

F08. Centre for Fulfillment. Disponível em: <https://worldarchitecture.org/architecture-news/cemch/greg-lynn-transforms-detroit-car-factory-with-microsoft-hololens-at-venice-biennale.html>

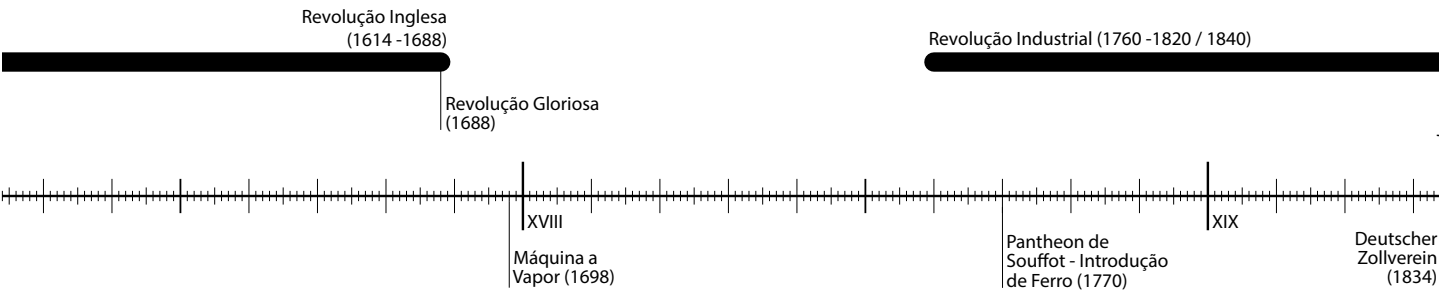
F09. e F10. “The Programmed Wall”. Disponível em: <https://gramaziokohler.arch.ethz.ch/web/e/lehre/81.html>

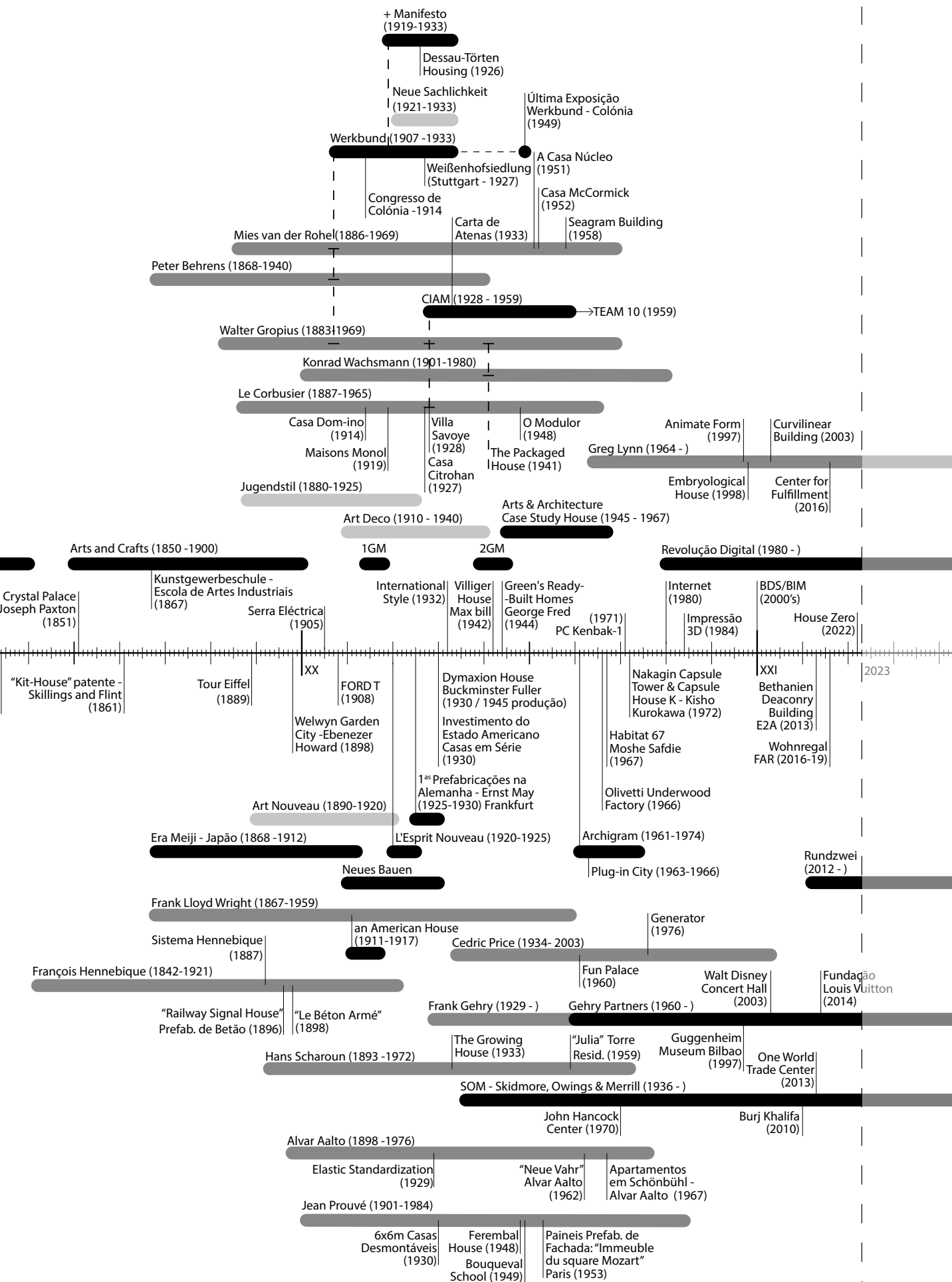
F11. e F12. Sketchpad. Disponível em: <https://www.dezeen.com/2022/03/04/icon-lake-flato-3d-printed-house-zero-austin/>



Corpo de Anexos

cronologia da evolução
da arquitetura e construção





entrevista *Rundzwei*

Arq. Marc Dufour-Feronce

DG: What is the context behind the development of “Sowade System House”? Can it be compared to more general prefabricated systems like the ones used in Wedellstraße?

“The principles I think are more advanced because the factory is more advanced. (...) We did an extensive viability study, because the client is a completely new company, they didn’t know what size they wanted and what kind of customers they will have at the end, so they asked us to do first a market study (...) They claimed they want to be a ready-made house seller in the northern part of Germany, and the most important issue for them was the use of massive wall constructions, which the house didn’t, but it’s what they wanted to do. (...) The client was not bold enough to go catch the entire market, they said: I’ll just go with a product that is probably small for a lot of people but ok for some part.”

“For the “Sowade SystemHaus”, we did a large study of what do other standardized housing companies do on the market (...) We started with the percentage of ready-made structures of all the housing in Germany, by federal districts. How many rooms they had (...) and here you can see that the most common is 4 rooms, a Kitchen, and a bathroom, in terms of the floor plan itself. (...) This is how the floorplans are normally put out, and you can already see that for these standardized houses it’s always the same set up, a stair attached to the side in the middle and the rooms are slightly shifted to the side, so you are creating bigger rooms.”

“We also analyzed the square meters, and we noticed that the large spaces are only with the more expensive provider of ready-made houses, while the others are much smaller (...) And this is how much you can adapt them, in this super standardized ones, you cannot change the size of the building, the shape of the roof, the size of the windows, but you can slightly change the floorplans, you can add an underground, you can add cables to the roof, you can change the façade, things that are super easy to change...”

“This is how they build it, the foundations and round plate is always done on site (...) we can have different sustainable solutions for heating (...) Then we made a toolbox, and said this is our recommendation, if you want to hit the market you want to do something good but within the competition, you should go for this...”

“This is what it means for them, these are the options you should be able to select on your webpage. People should select the house type: S, M, L, XL; the degrees of the roof (20 or 40, according to the legal requirements), different materials for each part, etc. (...) This is when we started designing, we said, ok, we’ll cut corridors, we want the rooms to touch because that saves space, also because a smaller space looks bigger when you are looking across the whole floorplan and not have tiny rooms.”

“Initially we got asked to design 4 buildings, but it built to be a lot, we needed to have restrictions otherwise the company would also need a lot of money and no elements would be the same. So, we said, this element and this set up will be always the same, for examples the bathrooms are standardizes built by another company (...) that is used a lot in hotels.”

“The idea is to build as quick as possible, and to not have a large amount of local firm, you just have a couple of guys who are assembling, they stay for one or two days and then move on to the next location (...) Because obviously, you don’t know the site yet, so designing the building (...) so we showed that the same arrangement of buildings can be built anywhere on the site and still, somehow, make sense, sometimes not ideal, but it always works somehow. (...) In two versions we had to also includes a fully mirrored version to make sense, which for use architects is easy (...) but for the company is harder, but they said it can be done. We showed that, with these two mirrored versions, whatever the plot is (...) We showed that any plot can be suitable with these buildings, so you don’t have to now design other buildings to different plots, that would make standardization difficult...”

“The research was actually quite fun, because we really had to get information really not knowing how to fit it out, and we also did the planning of all details and inbuild furniture, so it was quite detailed.”

DG: How are these ready-made houses delivered to the clients? Does this create a false feeling of freedom to the Client? And where does the architect's role end? Do they have any contact with the clients?

"There are some companies that work with an architect then they can basically change everything, but it's also more expensive. (...) You have the possibility to choose a little bit, you can say that you don't want the window in grey, I want it in white or whatever, there are a couple of options, but in general, everything is a complete fit out."

"The company usually have some other company make the foundation, but they usually have the calculations already done. (...) But the houses, they build the shell and then they have local companies to apply the plaster, paint, ... but it's also similar construction, prefabricated walls, which are set up in absolutely no time and then comes another "Hausbau", companies who then put the insulations, the render, the paint, the carpet, flooring, parquet, etc."

"Those guys, they work with architects, so you and an architect would designing something and they build the house by the plans of the architect, there are a couple of design criteria that you can select, they have a catalog of details for the windows and so on, so there is an amount of pre-fabrication and standardization but not as much as the other companies, also then the price is almost similar to what an architect does when he designs the whole thing."

"They hire an architect at the end, because they need to provide a planning application, so he puts together all the documents and plans, because that's requires for each and every costumer who wants to buy a house at the end, even though you have a standardized house, you'll need it anyway, but it might be easy to get it, it will only be check if it fits the site conditions, they won't check for the floorplans of facades".

"For us it ended by designing all the details, so we commissioned for all the detailing, joints and everything, which we handed to them... and usually the company develops it into constructions, sometimes slightly changing the details to match the materials and gadgets they use."

DG: What about the development of Seestraße? How to work with modular systems?

“Unfortunately, the tenant had a special agreement that lets them expand their stay there and so the project had to stay on hold for unlimited time.”

“It’s a client that own a lot of the supermarkets/ the properties where the supermarkets are. It’s family office, families that invests in companies and grow their money for a long time. (...) They own this plot with a one store building for a supermarket – EDEKA, and they were planning to demolish that structure and build some housing or offices. (...) They came to us and said, look we don’t really know what to build (...) the idea they had was to build a student housing, because it’s close to the “Forschungsbrauerei der TU Berlin” and the on a very busy road, so it’s probably where students would like to live.”

“We thought, since it’s for students it’s going to be a repetitive design of small spaces, all the same, quite dense, it gives you good value for the money at the end, and therefore we suggested: you should look into modular construction, because one of the advantages is it’s very short on site, it’s all made in a factory to very good quality because you have excellent conditions of construction (...) even the interior surfaces can already be done in the factory. (...) Build in a factory with windows and everything, transported by a lorry, stacked on each other and then you can also put the façade separately and seal the joins on site. The joins are easier to deal with on site.”

“The sizes, they are based on what fits on a lorry. In length you can make them as long as you want, to a certain length. But when you make them longer or wider, then you need a special permit for the lorry, and it makes the construction very expensive. 3.50 x 12, is the ideal size, but it’s just about the lorry (...) The base is made out of prefabricated concrete elements and the rest is made from these modules, even the balconies, and then stack up, all the floors are the same except the last floor, because we need to have a step back to answer the legal requirements”.

DG: Was the creative process blocked in anyway because of the method used?

“Obviously it was a lot more restrictive because it had to be repetitive, and you have these maximum sizes you have to follow, but on the other hand, there’s a lot of space for creativity, while planning an apartment you have to look up how to make it appealing, but we are also looking for flexibility so that a kitchen can turn into a room if necessary (...) But, from my experience when worked in Dubai, where money was not an issue, the plot was super big, there was no surroundings and you can do anything, it was way harder to design. When you have context, it cuts out a lot of options. So, I don’t think is very restrictive, it is in a way, but not in terms of creativity.”

“You must find what are the limitations, every time you look at a different way of construction, when we did the cork house, we had to look at the capabilities and the restrictions, how do I have to protect it, how can I cut it, how do I get it? Every time you change you must ask yourself all this questions again.”

“But if change the construction methods you have to look at this thing again, and because we don’t like to copy each other over again we had to do that quite regularly, while you were working here at the office, we were exploring the hempcrete for example, which has a very particular way of being used.”

DG: How is the production development?

“It’s very similar with all the pre-fabricated methods, you are still controlling the execution, and you are still making sure the quality of your design is there, but what the construction companies are trying to do is cut the cost, by simplifying details for example, they don’t care that it looks architectural appealing, they just want for it to be built as quick as possible with as little money as possible but charge the same amount they estimated for the more complicated construction principal (...) So you fight into cost cutting all the time”.

“If you are more daring in terms of the design then you probably would still have to try to convince them that it is a good idea.”

“It’s not a linear process, you design something, you figure out what hold on, the parts that you didn’t really like, but you don’t have enough time to find a better solutions, let’s keep it for the moment and then figure it out when we have more time and money, I want to be happy about the design in the end, But this has nothing to do with it being a standardized option, it’s like this in all the other methods.”

DG: What about the meetings with the clients? Who suggested this method?

“Most people come to us and say, I have this site and I want a building of such type, an office building or housing, story housing, etc. and they don’t have a principle in mind already. Some say I’ve seen wood construction and I quite like, but we say I think we shouldn’t talk about the construction principle for the moment, let’s talk about what you want and how you want to use it and then we look at what is the best suitable construction for what we design.”

“Then during the design process, sometimes it comes to our mind, that for example modular construction makes the most sense here, sometimes when they come and have the first talk with us, it already is clear that modular construction is best way forward, because when they explain it to us, it’s what immediately comes to mind. But we say let’s pause and look how you want to house, if it’s hempcrete or other method, we need to know a little bit more about what we need to design. I only had one client that said it in the beginning.”

DG: Do architects lose control over their project when using these industrialized methods?

“I don’t think we do, because what we do, is before we go and use it, we study it extensively and we talk to the manufactures and learn a lot, so in the end we talk the same language, and they know exactly how our details are made for the constructions, so I think we never lose control. And the construction company calls you and ask what the initial idea was, can we do it like this... so you never lose control, hopefully, you never lose control.”

“But it obviously also depends, a little bit, of your involvement. There are a few architects who only design and then hand over to architect who execute. Our company does both, so we never lose control.”

DG: What if the architects provide all the construction details? Do they still lose control if they don't follow the construction?

"They can change it, we had this project where we did only the detail design and then we handed it over to the general contractor, and he then looked into how he could save money, and I was always fighting. Luckily the client trusted in me and asked the constructor about it and kept it the same way as the project."

"Of course, we also hear the constructors and we then you make a recommendation to the client based on it being based on the same design and if it will harm the design, or will it be something that might not be as good in its quality but it's probably something that they can take in account. Sometimes they say it's something that can't be done, and we must convince them it can, something we lose that battle, and the project has to be changed."

DG: What about Wedellstraße, is it a more common construction process in Germany? What was the context of the project?

"Wedellstraße is also made with prefabricated elements, erected on site, it's not so conventional. (...) It depends on the construction material, if it's timber it makes sense, unfortunately there is a large market that is build using concrete structure, wood for the roof and Kalksandstein in the façade, because it's the cheapest method, but not sustainable."

"In Wedellstraße, it's a family own plot, and they want to create a house in the garden of an existing house for their parents to live, it's a very low-cost alternative, that's why the shape is squarish and doesn't have a lot of fancy features in it. (...) Built in 2022 with 178 m², slightly bigger than the standard houses."

"The walls are prefabricated, they were made in a factory, and they came with most of the windows already installed, the foundation was made on site and the fit outs, the dry wall, painting, etc. was done in the site as well. (...) The site works were a bit complicated because of the sloppy ground instability to it, the rest was pretty straight forward." It turns out in the end that the budget was not that tight, and they made the details with a bit more expensive solution."

DG: How was the relationship with the construction team? Did you have to provide all the constructions details early on? Was there room for changes during the construction process?

“It depends a lot on the degree of prefabrication, you can consider this a prefabrication of its skin and structure. All the rest is done later (...) Because the material of choice was exposed timber and it’s easy to work with it, all the pipes run over the slab and then they drill through for the cables to led out.”

“This allows for changes because this skin is done in no time, because the windows are already in you get the house already waterproof, and then comes all the other companies for the drywall, electrician, the painters, the floor layers, and these one take a some more time but it also allows you to show the client the skin and ask if they really want the sockets in those places.”

“We do the same as if they would build it on site, makes no difference in terms of detailing, we give it to them, and then they make a very detailed set of shop-drawings, which is what the company does in order to build it themselves, bases on their tools. They take our details and adapt it to their methods.”

“With prefabrication, this thing you do, the shop-drawings are a lot more details and take longer than the other systems, but it depends on the company. Here it was a BIM Model, you provide the BIM Model and then the company creates a solution based on it. So, they need to know exactly where the beams are, and all the structural details...”

“There is then a time where you fix it, we can still make changes until that moment, after that we must fix it and make sure that the pipes and other infrastructures stay in the same location, because then they cut it in their CNC (...) We must check them very sorely, that they are understood the right way and they fit together. They will then split in parts considering the max dimensions of the Lori.”

“But because we build with timber structure, it’s very easy to make last minute changes, all you need is a saw, if you are building with steal it might be a lot more complicated, everyone can drill a whole or glue something to it, but obviously, when you have it covered with another material, obviously when you have exposed timber structures you have to be very precise.”

“When we worked with some large factories, there was always a problem when the companies who were engaged for the MEP or electric services, they were the schedule producing their shop-drawings, so the construction company had to do a freeze on all the opening in the timber elements. But we took a risk that it might be in the wrong stop, and we’ll tell the companies to now adapt their plan to the holes created, and it did work at the end.”

DG: Why did you choose this method? Did it affect your creative process in any way?

“No, we plan it the same way, we have the idea to make it prefabricated, already knowing what the limitation are like of you want to exposed the timber or not, but technically you can give the same details to another company and say to build it on site. We must do the same thing. It’s just the structural engineers that have to do different calculations sometimes.”

“We prefer pre-fabrications, so we try to push for pre-fabrication because it is quicker on site and the quality of the building in the end is better. If you build this on site and put timber surface like this, and it rains, and then you build the roof on top, on conventional methods, you are risking that you’ll have water spot everywhere. While with this methods you can put everything together in two days”

DG: About Im Dol, What was the context that led to the use of a traditional method?

“We have done a couple of buildings where the construction was made on site, completely made on site, it was also a timber frame house, but made on site, for example the “Im Dol project.” Where we built this extension to an existing house, they cut long timber to size on site and then build it in very conventional methods.”

“This is a project of an existing building where we attached half on the side and built a completely new roof structure because the structure was degraded.(...) In general, if we work on an existing building, a new roof structure, most of the times it’s also made on site, because it will not fit if you pre manufacture it because the measurement are slightly off, and so that’s something which is better for new builds. (...) Because you never know if the measurements you took for making the

cut drawing are precise or not, that's unfortunately what you find on site, and that's why it's easier, and that's why they prefer not to have done it pre-manufacture it. Like this you are able to measure yourself and adjust it to the existing conditions."

"In Im Dol and roof and the extension is slightly differently built, the structure of the floor is wooden beams that are covered, so there is no problem if it gets some marks. (...) It was an old building, It's a house, that got split in half and the roof had to be rebuilt. (...) The windows are always made to fit, we never use pre-made because it's never precise"

DG: Taking in consideration your experience in the use of industrializes systems in various projects, What do you believe will be the future of industrialization? Would it be any of the one we talked about?

"Yes, it makes sense, because everything you make on site is expensive and everything you do prior to it isn't so it makes sense. It is the future, especially if you build in timber, but concrete also makes sense as a way to cut cost."

"It needs more planning so the architect must be involved, there are systems that try to take out the architects but then they look all the same, if you want to have something unique, you need an architect to design, in terms of constructions it definitely makes sense. The construction industry likes it a lot because it gives them more control over the building, and less to the architect, but I think the interesting thing is to work alongside with architects to build something beautiful. It's definitely possible, especially with BIM."

DG: Should the Architect be afraid to lose their place in the construction industry when these systems are introduced?

"They always need a designer, in order to make it pretty. There will be some building that need to be so cost effective that is no architect involved, but that is ok, but then, on the buildings where people actually want a special design, they cannot do it without an architect. Otherwise if they choose Standardized buildings they will always look the same when fully standardize.(...) It's in the nature of people to try to be unique and set themselves apart."

**O arquiteto e a industrialização da construção,
entre continuidade e atualização**

Duarte Paulo Pereira Gonçalves

FACULDADE DE ARQUITECTURA

