

A Arquitetura Industrializada e a pré-fabricação em concreto

Paulo Eduardo Fonseca de Campos
Professor Associado FAU-USP



**NOSSAS HABILIDADES SÃO
INSUBSTITUÍVEIS**

ng...

■ Hey Chat GPT,
finish this building...

able.

Your skills are irreplaceable.

IMPACT

Satisfying jobs in construction and technical

Apply on [Impact.be](https://www.impact.be)

Quik is open

7/6

1. ARQUITETURA INDUSTRIALIZADA

- A “primeira geração” da Pré-fabricação
- Arquitetura industrializada hoje

2. Novos paradigmas: componentes com maior valor agregado

- **P&D:** aumento da “densidade tecnológica” dos produtos
- **HPC e UHPC:** A substituição da quantidade pela qualidade
- **Materiais compostos:** o uso das fibras

3. Produção Digital da Arquitetura Modular: Da linha de montagem à fábrica digital

4. CONCLUSÕES

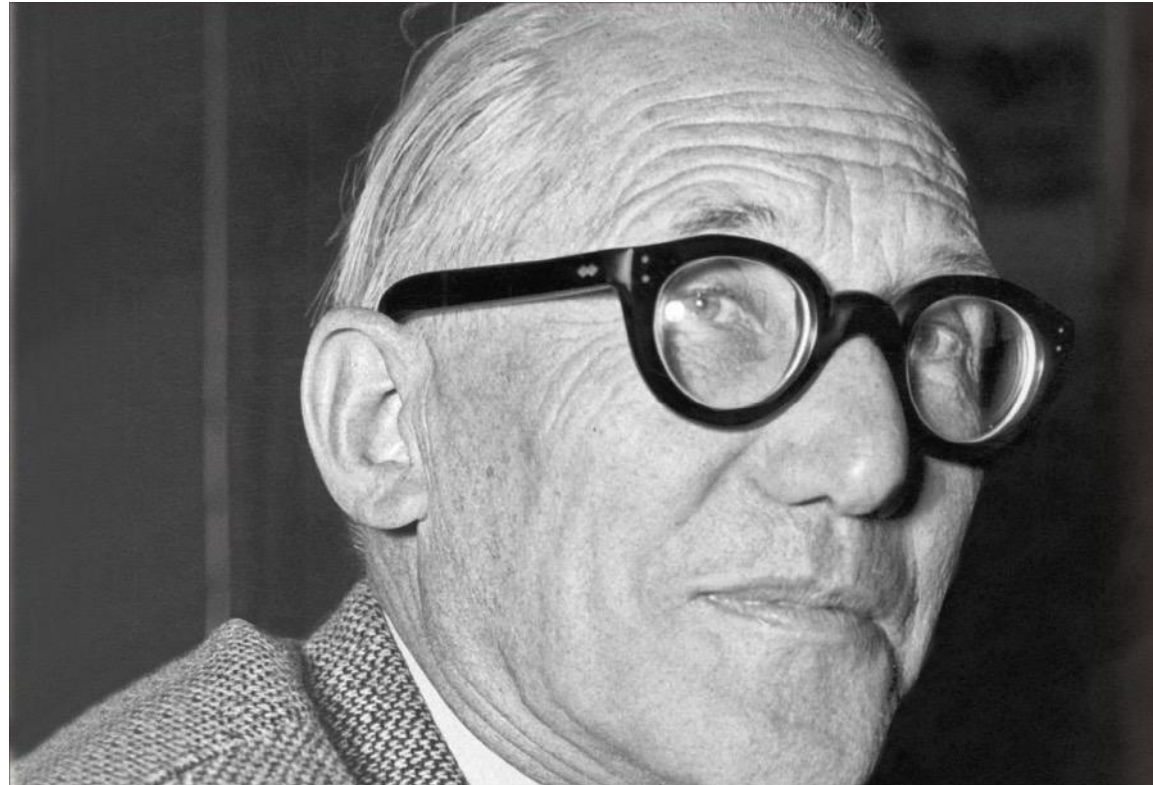
A arquitetura moderna resulta da ocorrência de múltiplas circunstâncias relacionadas com o **desenvolvimento progressivo da pesquisa científica e tecnológica**, além da radicalização da investigação artística e do confronto de modelos de controle do desenvolvimento urbano.

O último capítulo da arquitetura moderna (1985)
Leonardo Benevolo



Palácio de Cristal (Hyde Park, Londres, 1851) - 1ª aplicação da CM

A “primeira geração” da industrialização na Europa (1950 a 1970)

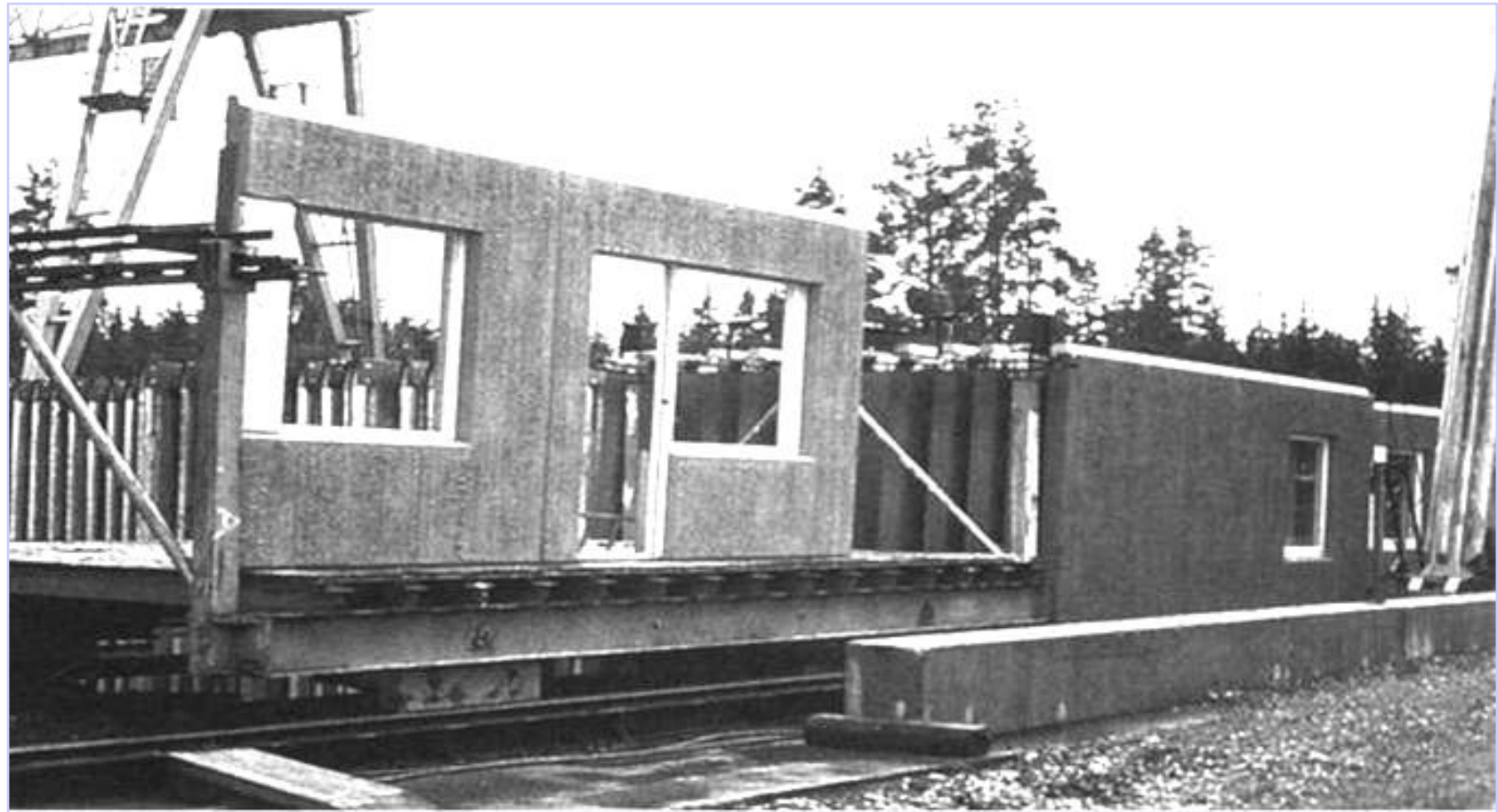


“Todos os homens têm o mesmo organismo, as mesmas funções. **Todos os homens têm as mesmas necessidades.** Proponho um único edifício para todas as nações e todos os climas.”

Le Corbusier, 1923



A “primeira geração” da industrialização na Europa (1950 a 1970)



II Pós-Guerra: O "grande painel" de concreto — solução técnica e econômica

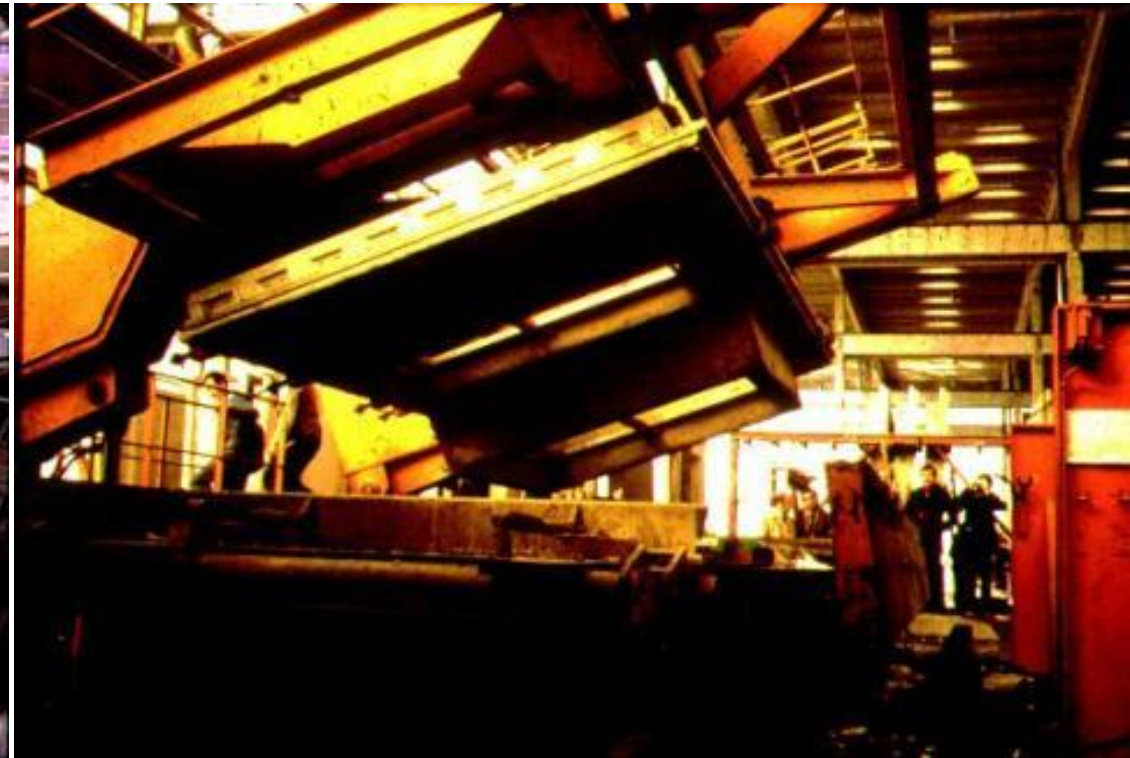
A “primeira geração” da industrialização na Europa (1950 a 1970)

- **As realizações massivas na área de habitação**
- **Uniformidade e rigidez na arquitetura e no urbanismo**
- **Condição sine qua non: milhares de unidades agrupadas**
- **Diminuição do número de elementos distintos**
- **Flexibilidade “zero”**

A “primeira geração” da industrialização na Europa (1950 a 1970)



A “primeira geração” da industrialização na Europa (1950 a 1970)



Questionamento do modelo (1970 a 1980)

- O acidente no **Edifício "Ronan Point"** (1968)
- A **crise do petróleo** (1973) —
revisão nos sistemas à base de
grandes painéis de concreto —
pontes térmicas
- **Não às cidades-dormitório** — o
fator humano



“the day Modern architecture died” - Charles Jencks

Pruitt-Igoe (1954 – 1972) - Minoru Yamasaki

Built 1954

St Louis, Missouri, USA

33 eleven storey blocks

2,870 apartments

36 million dollars

Demolished 1972



Arquitetura industrializada hoje

- **Economia globalizada > busca de maior qualidade, produtividade e redução de desperdícios > construção sustentável**
- **Adequação da pré-fabricação à maior parte possível do edifício**
- **Conversão do canteiro de obras em local de montagem de partes pré-fabricadas > controle do cronograma e da produtividade**
- **Máxima racionalização da montagem (interfaces)**
- **Sistemas construtivos mais seguros > NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**
- **Aumento da “densidade tecnológica” dos produtos**



11° Prêmio 
ABCIC
OBRA DO ANO
2022



12° Prêmio 
Abcic
OBRA DO ANO
2023



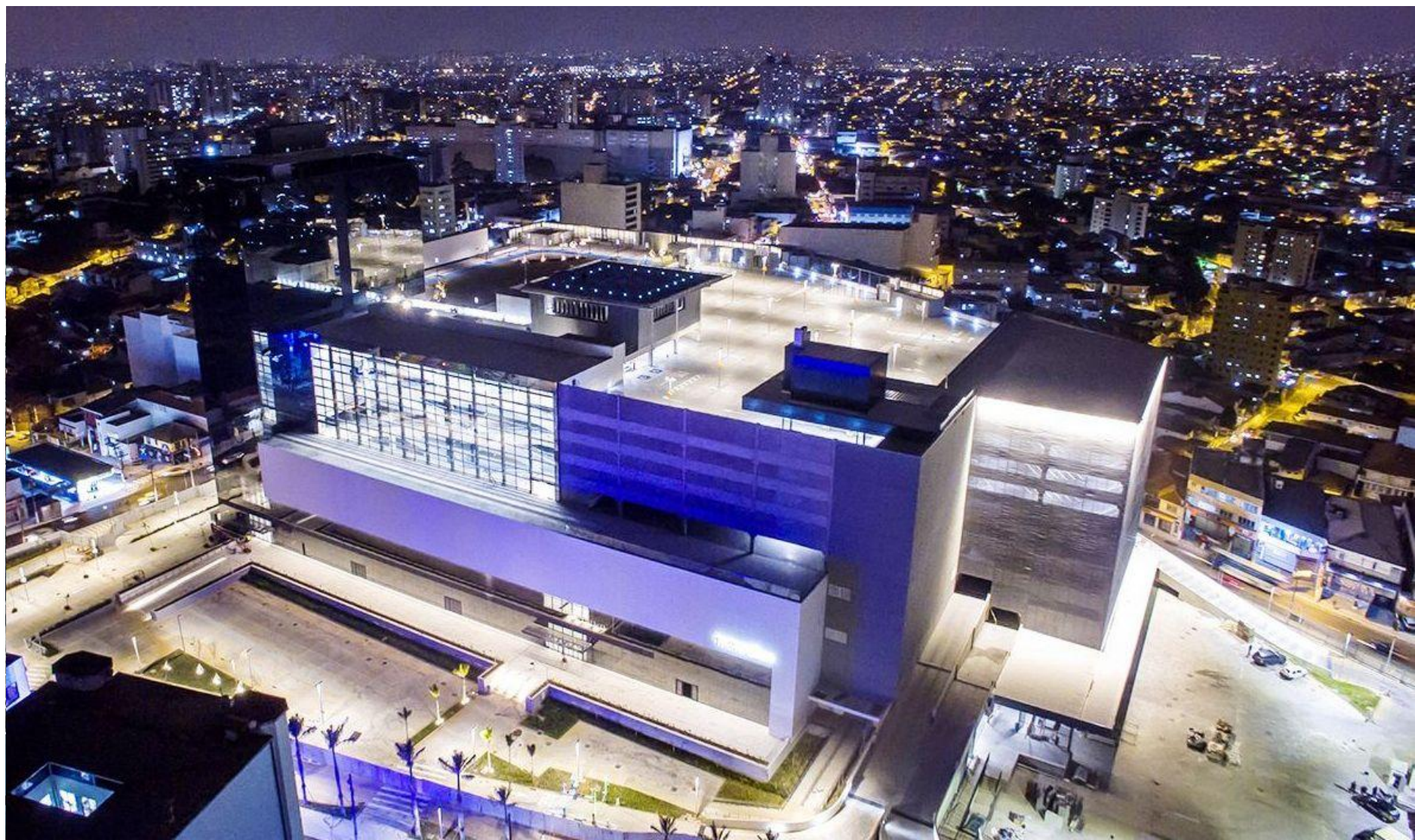
13° Prêmio 
Abcic
OBRA DO ANO
2024



Arquitetura industrializada hoje

Empresa: LEONARDI
PROJETO ARQUITETÔNICO:
Jayme Lago Mestieri
PROJETO ESTRUTURAL:
Marcelo Cuadrado Marin
Local Obra: São Paulo, SP

<https://abcic.org.br/premio2022>





**Módulos pré-fabricados “H” — estrutura de contraventamento —
8 pavimentos — concreto fck de 60 a 90 MPa**

Arquitetura industrializada hoje

SCALA DATA CENTERS, 2023

Empresa: PROTENDIT

PROJETO ARQUITETÔNICO:

Panagiotis Lazaridis

PROJETO ESTRUTURAL:

Sander David Cardoso Júnior

Local Obra: Barueri, SP

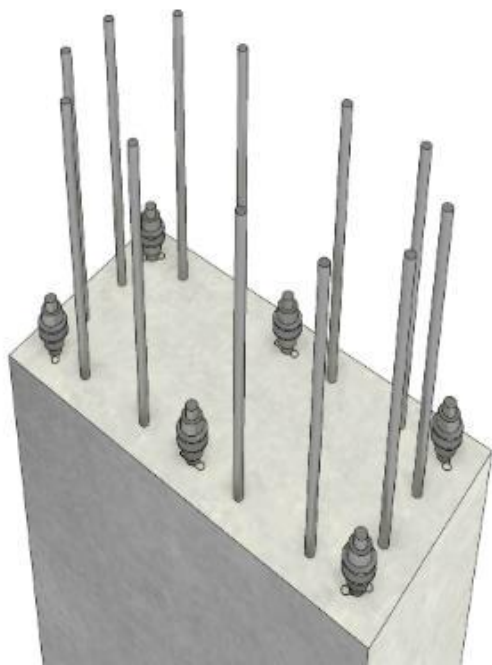
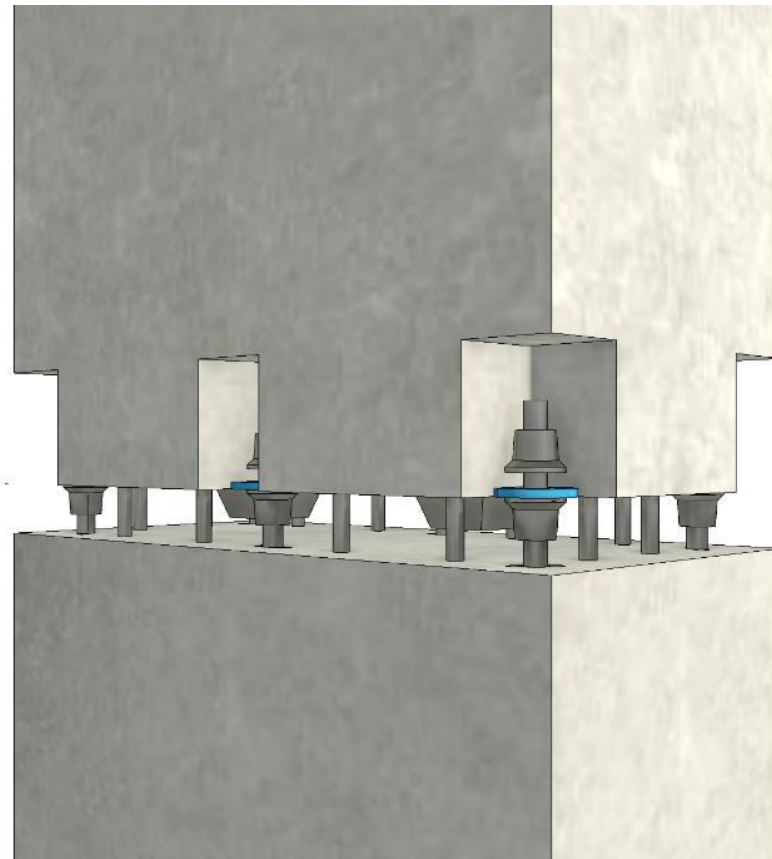
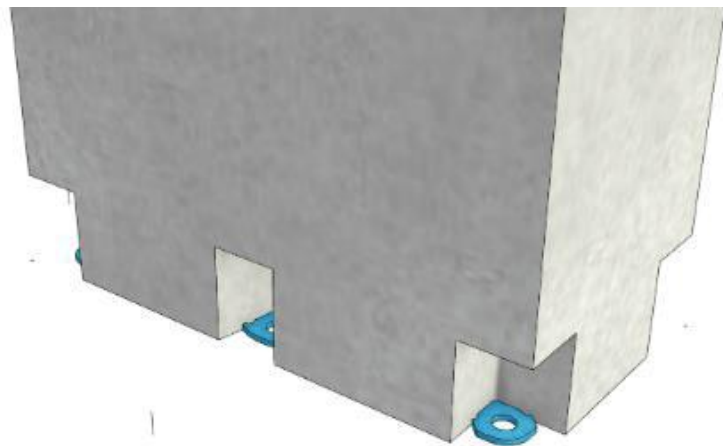
<https://abcic.org.br/premio2023>



**Grandes demandas
estruturais**

**Pilares emendados com
seções variáveis 0,8x0,8m /
0,6x0,6m e 0,5x0,6m**

**Lajes com sobrecarga de
3000 kg/m²**



Arquitetura industrializada hoje

Empresa: CASSOL
PROJETO ARQUITETÔNICO:
Gustavo Utrabo
PROJETO ESTRUTURAL:
Carlos Eduardo Melo
Local Obra: São Paulo

<https://abcic.org.br/premio2024>



Painéis arquitetônicos

Concreto lavado texturizado

**Fachadas sem juntas
verticais — projeto
estrutural das empenas
exigiu painéis de 12 e 18m**





HENKEL LATAM INSPIRATION CENTER, 2025

Empresas: LEONARDI/CROSSLAM

PROJETO ARQUITETÔNICO: Sergio

Athié

PROJETO ESTRUTURAL: Carlos

Eduardo Emrich Melo

Local Obra: Jundiaí, SP

<https://abcic.org.br/premio2025/>







1

Contato com
nosso time
comercial
especializado.



2

Desenvolvimento do
design estrutural baseado
na Interação entre os
stakeholders com o
protagonismo da
arquitetura.



3

Fabricação de
componentes
off-site.



4

Logística e
Montagem.



Atividades paralelas no canteiro de obras — local de montagem



Novos paradigmas: componentes com maior valor agregado

P&D: aumento da “densidade tecnológica” dos produtos

CORES – TEXTURAS - FORMAS



Pigmentos e agregados > novas misturas de concreto



Cores e texturas > concreto lavado, concreto jateado

P&D: aumento da “densidade tecnológica” dos produtos

FORMAS



Moldes mais sofisticados



Formas mais complexas

P&D: aumento da “densidade tecnológica” dos produtos

PAINÉIS DE FECHAMENTO

- Aceleraram o **fechamento dos edifícios**, particularmente quando já vêm com os caixilhos incorporados
- Condições de **ocupação dos edifícios** em um tempo menor que os fechamentos convencionais
- Possibilitam uma ampla combinação de **cores, texturas e formas**
- Sistema **mais seguro** que os convencionais > NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção

P&D: aumento da “densidade tecnológica” dos produtos

CONCRETO COM REVESTIMENTO CERÂMICO



P&D: aumento da “densidade tecnológica” dos produtos

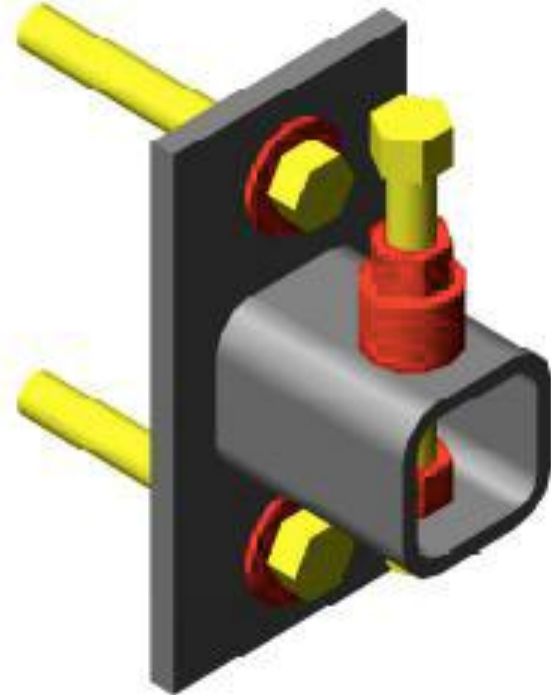
PAINÉIS DE CONCRETO: cores, formas, texturas



Edifício administrativo em Londres

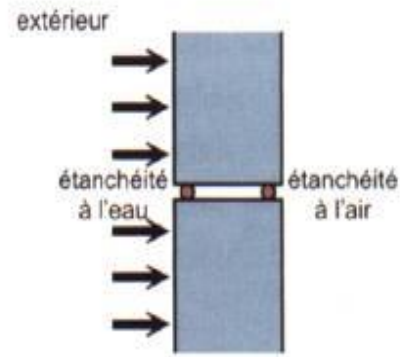
P&D: aumento da “densidade tecnológica” dos produtos

Dispositivo para fixação de painéis pré-fabricados — patente INPI (Precast, 2004)

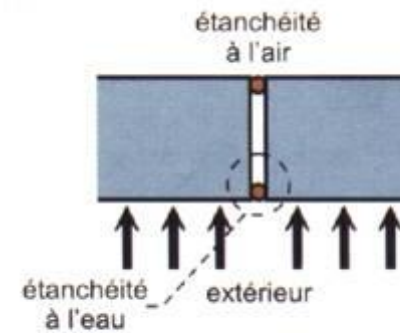


P&D: aumento da “densidade tecnológica” dos produtos

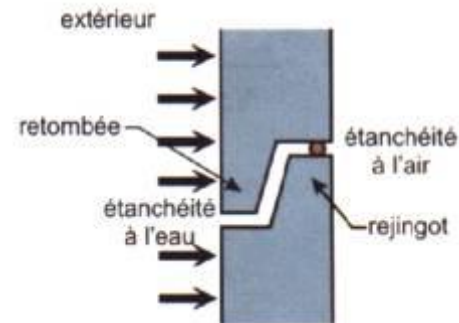
Juntas de vedação entre painéis pré-fabricados — uma fase / duas fases



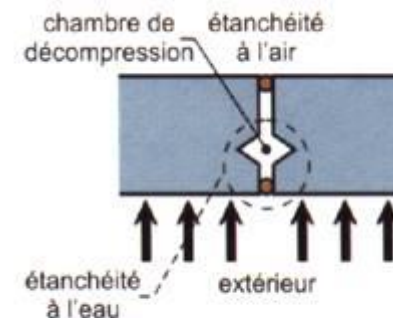
Joint horizontal à un étage



Joint vertical à un étage

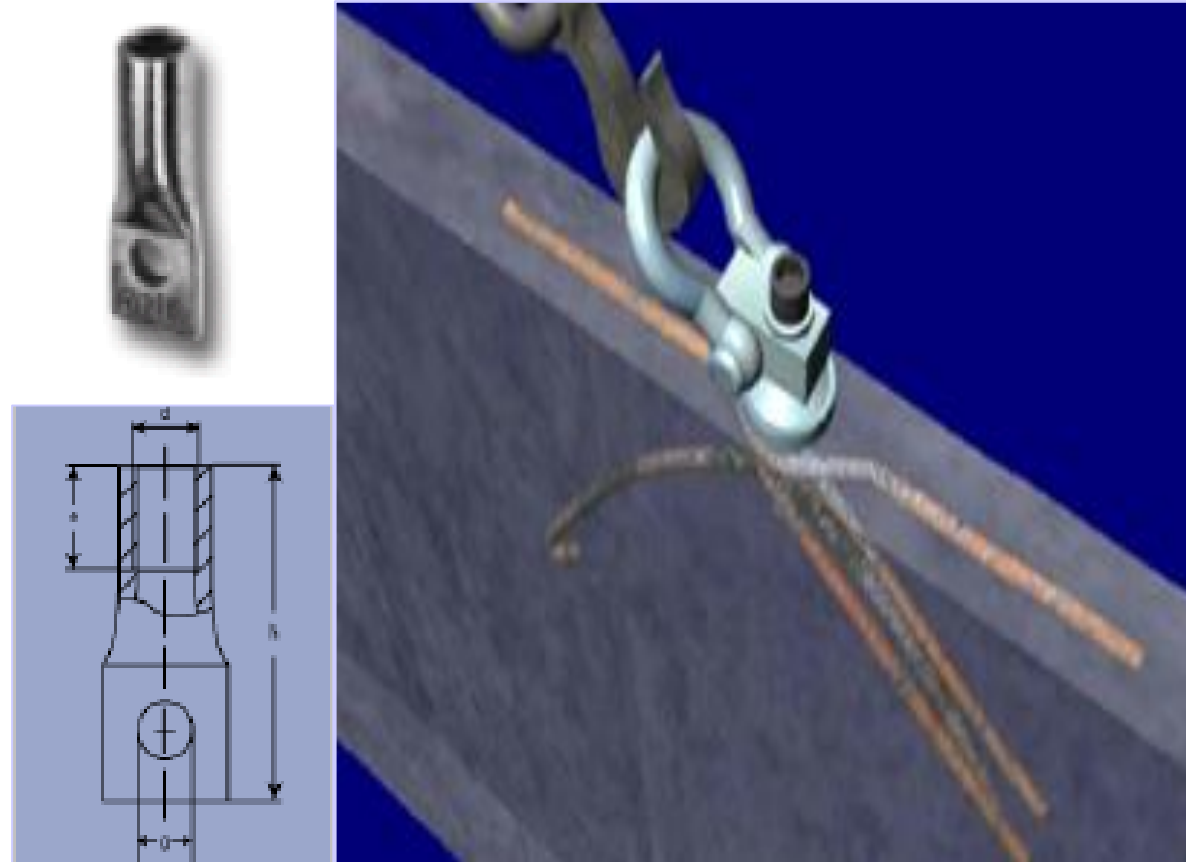


Joint horizontal à deux étages



Joint vertical à deux étages

P&D: aumento da “densidade tecnológica” dos produtos SISTEMAS DE IÇAMENTO



HPC e UHPC: A substituição da quantidade pela qualidade

- **Matrizes de alto desempenho**
- **A substituição da quantidade pela qualidade > a protensão de Freyssinet e as estruturas laminares (anos 1930)**
- **O uso intensivo de aditivos redutores de água**
- **O emprego de materiais cimentícios suplementares (sílica ativa, cinza volante, metacaulin, pós reativos etc.)**
- **Elementos delgados de materiais compostos reforçados com fibras — componentes construtivos mais leves > transporte, incidência de custos com equipamentos, diminuição no consumo de materiais e alívio de cargas**

A Novos paradigmas: componentes com valor agregado



1ª OBRA EM RPC Reactive Powder Concrete

- Vão de 60 metros, deck com 3,30 m de largura e 30mm de espessura
- Resistência acima de 200 MPa
- RPC confinado acima de 350 MPa

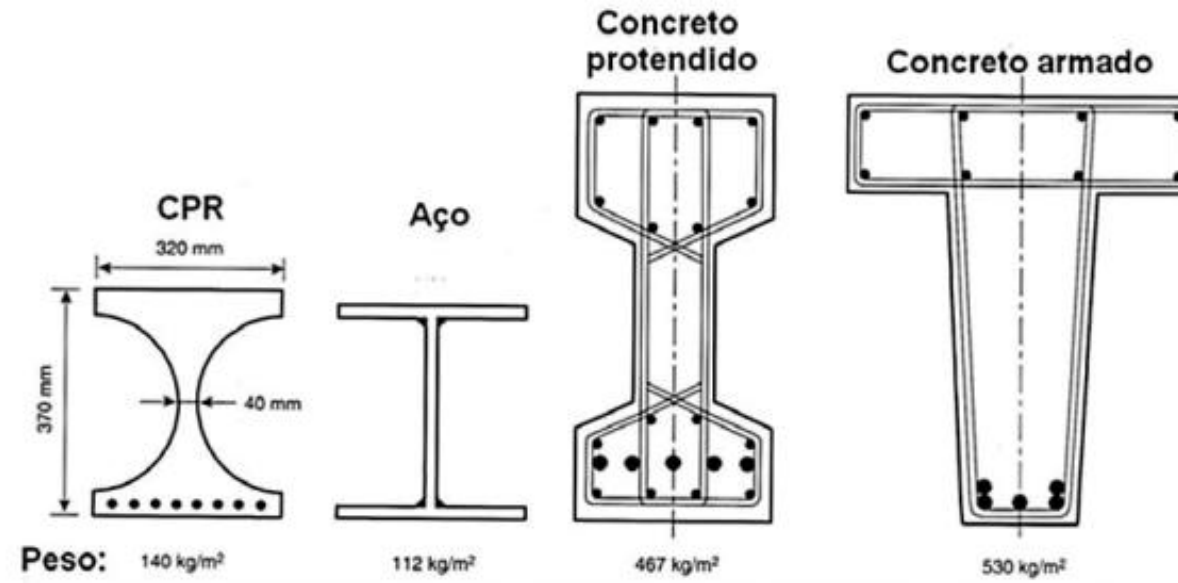
Passarela de Sherbrooke (1997, Sherbrooke, Canadá — 1º ENPPP/2005)

A Novos paradigmas: componentes com valor agregado



Passarela de Sherbrooke (Sherbrooke, Canadá)

A Novos paradigmas: componentes com valor agregado



(Fonte: WALRAVEN, 2000 *apud* HELENE; ISAIA; TUTIKIAN, 2011)

- CPR - Concreto de Pós Reativos
- AÇO
- Concreto protendido
- Concreto armado

Linha de produção: Banheiros Prontos de GRC



Linha de produção: Banheiros Prontos de GRC



Embalagem de Banheiros Prontos de GRC



Equipamentos e dispositivos de montagem

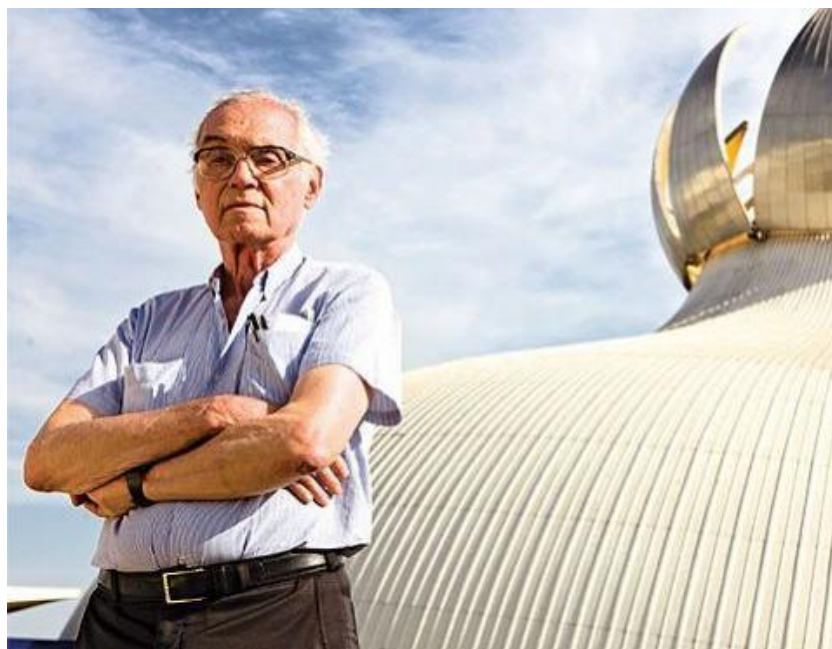


Interfaces com subsistemas prediais





*“Ninguém pode desenhar aquilo que não sabe como se faz”
João Filgueiras Lima, Lelé (2012)*





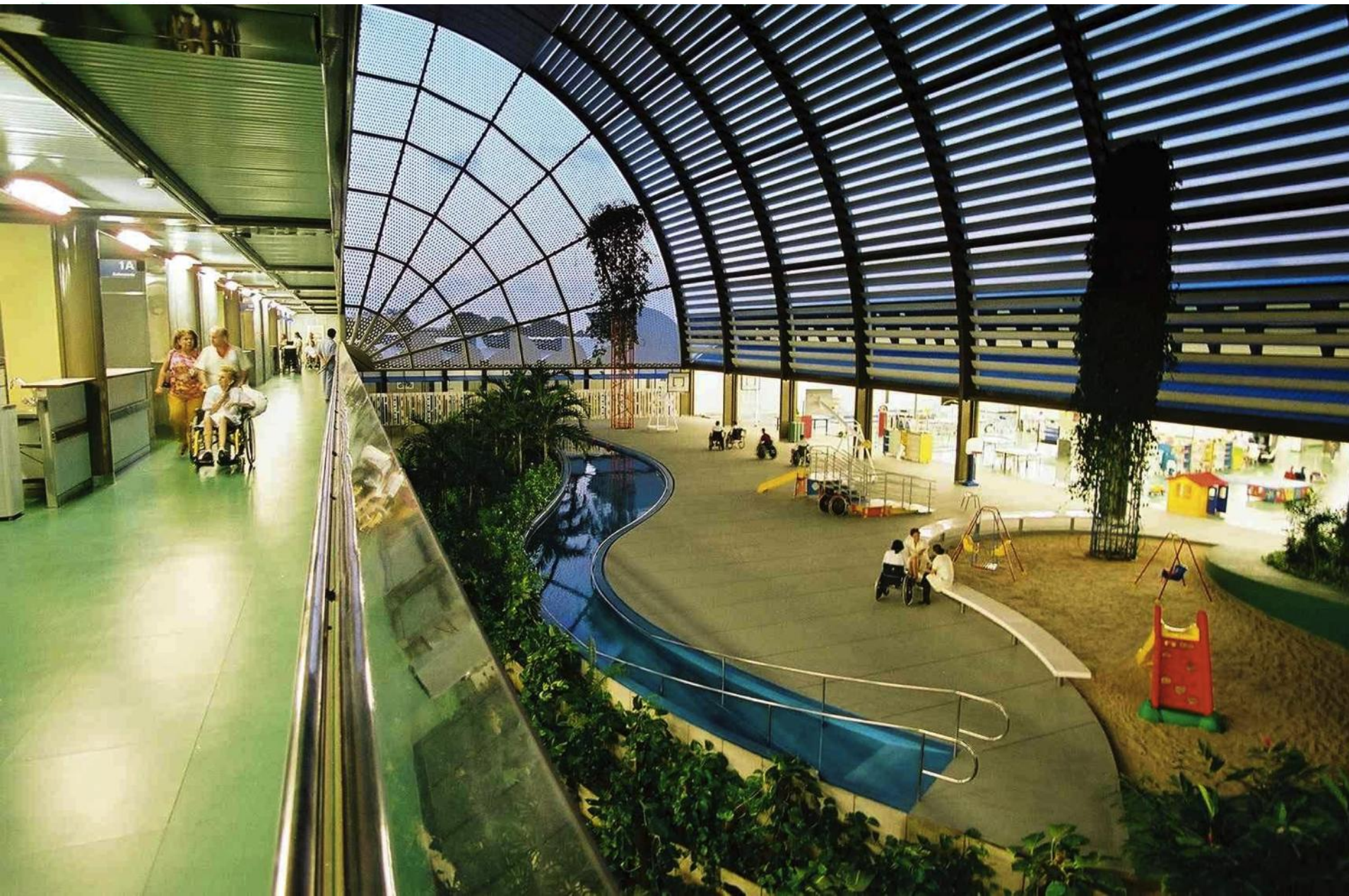
Hospital Rede Sarah, Macapá (2005)



Hospital Rede Sarah, Rio de Janeiro (2008)



Hospital Rede Sarah, Rio de Janeiro (2008)



Centro de Neuroreabilitação SARAH Fortaleza (2001)



Centro de Neuroreabilitação SARAH Fortaleza (2001)





Centros Culturais Comunitários – Venezuela
Arq. Juan Pedro Posani/Eng. José Adolfo Peña



Projeto de João Walter Toscano



Guto Indio da Costa premiado no iF Design Award 2015

Produção Digital da Arquitetura Modular: Da linha de montagem à fábrica digital

Produção Digital da Arquitetura Modular

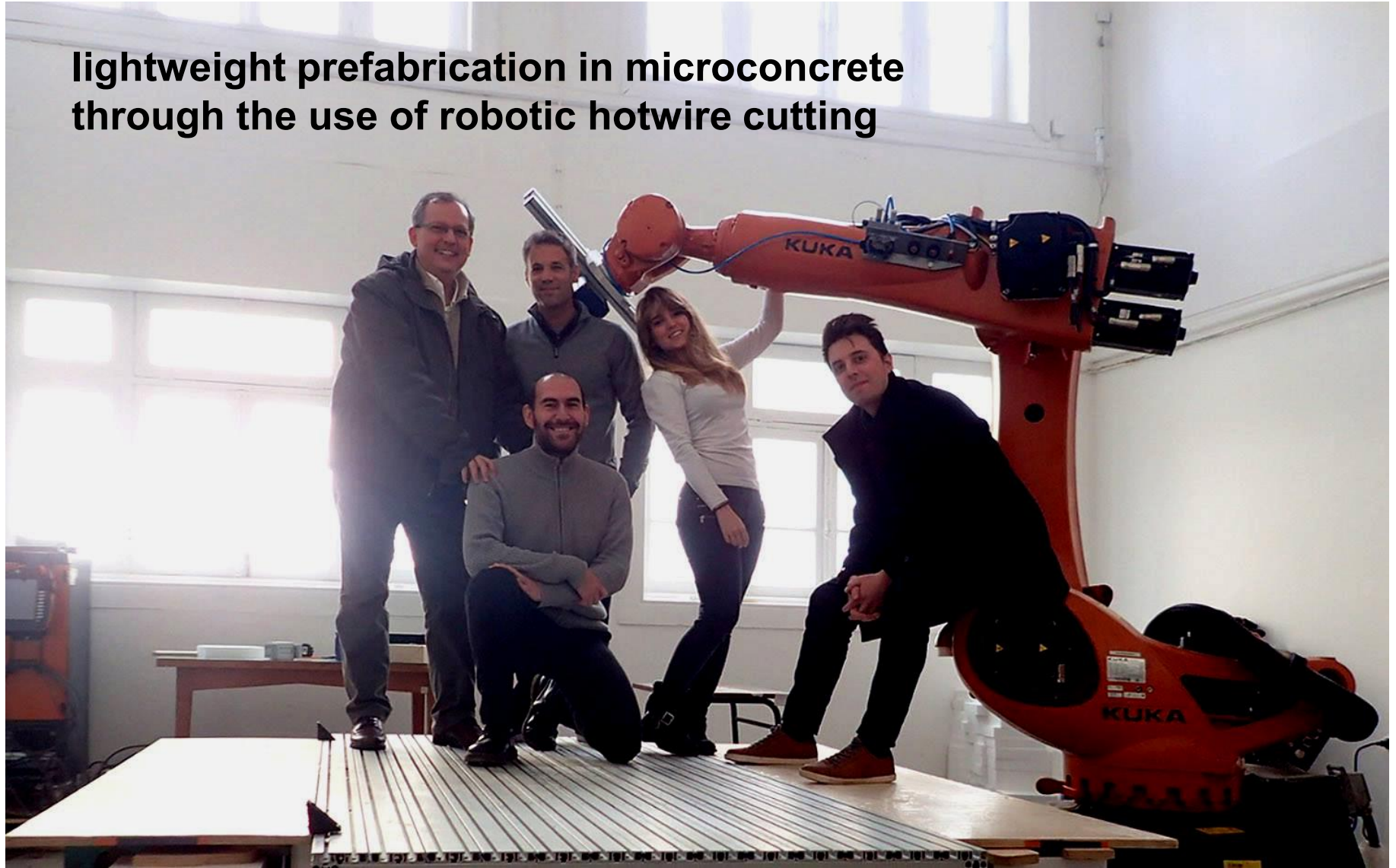


Museu Guggenheim (Bilbao, 1997)

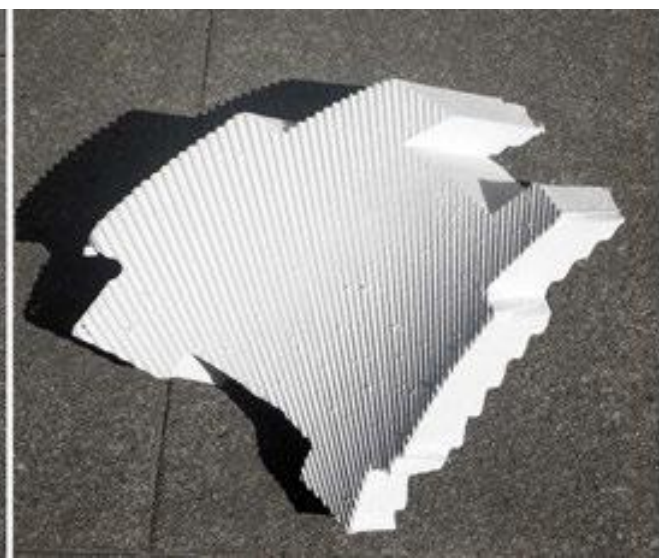
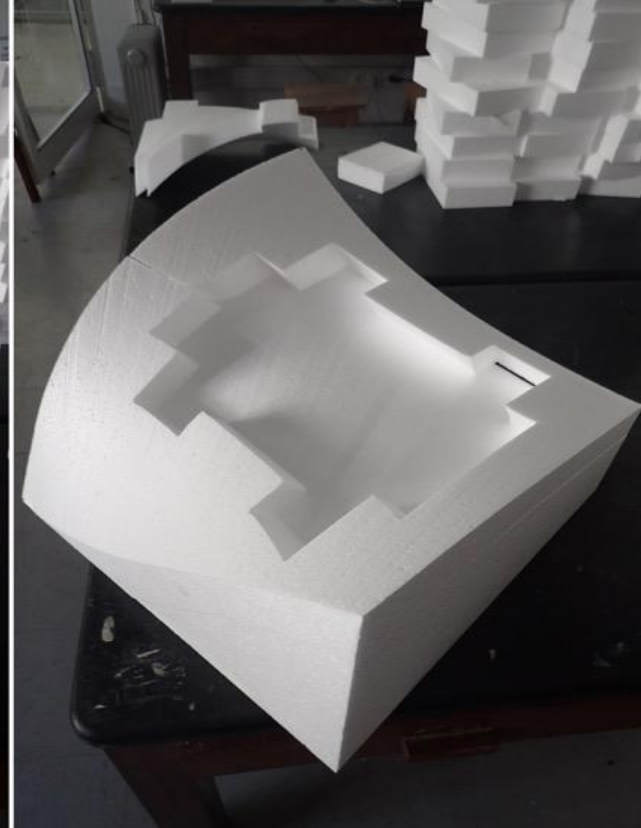
- meios digitais desde a concepção até a execução
- captura o *zeitgeist* (*espírito do tempo*) da revolução digital?
- impacto sobre a indústria da construção civil comparável à dos edifícios da revolução industrial?
- mudanças no modo de projetar, fabricar e construir o edifício?



**lightweight prefabrication in microconcrete
through the use of robotic hotwire cutting**









Centro cultural da juventude de Nanjing (Zaha Hadid Architects, 2018)

Nanjing Youth Olympic Centre, Zaha Hadid (2014)



Centro cultural da juventude de Nanjing (Zaha Hadid Architects, 2018)





A



微信号: TTgoodmorning





CONCLUSÕES

- **A relevância atual da construção industrializada ou *off-site construction* como uma forma de agregar valor ao produto e reduzir o desperdício, princípios estes também alinhados com o conceito de construção enxuta ou *lean construction* — coordenação modular**
- **A construção industrializada como um meio para se buscar aumentar a produtividade, a eficiência e a qualidade do produto entregue**
- **Redução de desperdícios, otimização de custos e diminuição do tempo de obra**
- **Países europeus e asiáticos: estratégias/políticas públicas**
- **Brasil: Projeto Construa Brasil (MDIC) — esforços coordenados no sentido do desenvolvimento da construção industrializada no país**

- Revisão da **norma de coordenação modular**
- Projeto de norma para **produção industrializada de kits** para construção de componentes de construção, (padrão MCMV), com **diretrizes de modelagem BIM**
- **Planejamento Estratégico para a Difusão** da Construção Industrializada no Brasil
- Novos Modelos de **Financiamento**
- **Processos licitatórios** para viabilizar participação da construção industrializada
- **Reforma tributária**



CONSTRUA BRASIL

CONSTRUÇÃO 4.0
A CONSTRUÇÃO
DO FUTURO BRASILEIRO

Execução



MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA
COMÉRCIO E SERVIÇOS



OBRIGADO!