4º ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA-PROJETO-PRODUÇÃO
ENPPPCPM
EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO
4 e 5 de junho de 2025

A Arquitetura Industrializada e a pré-fabricação em concreto

Paulo Eduardo Fonseca de Campos
Professor Associado FAU-USP

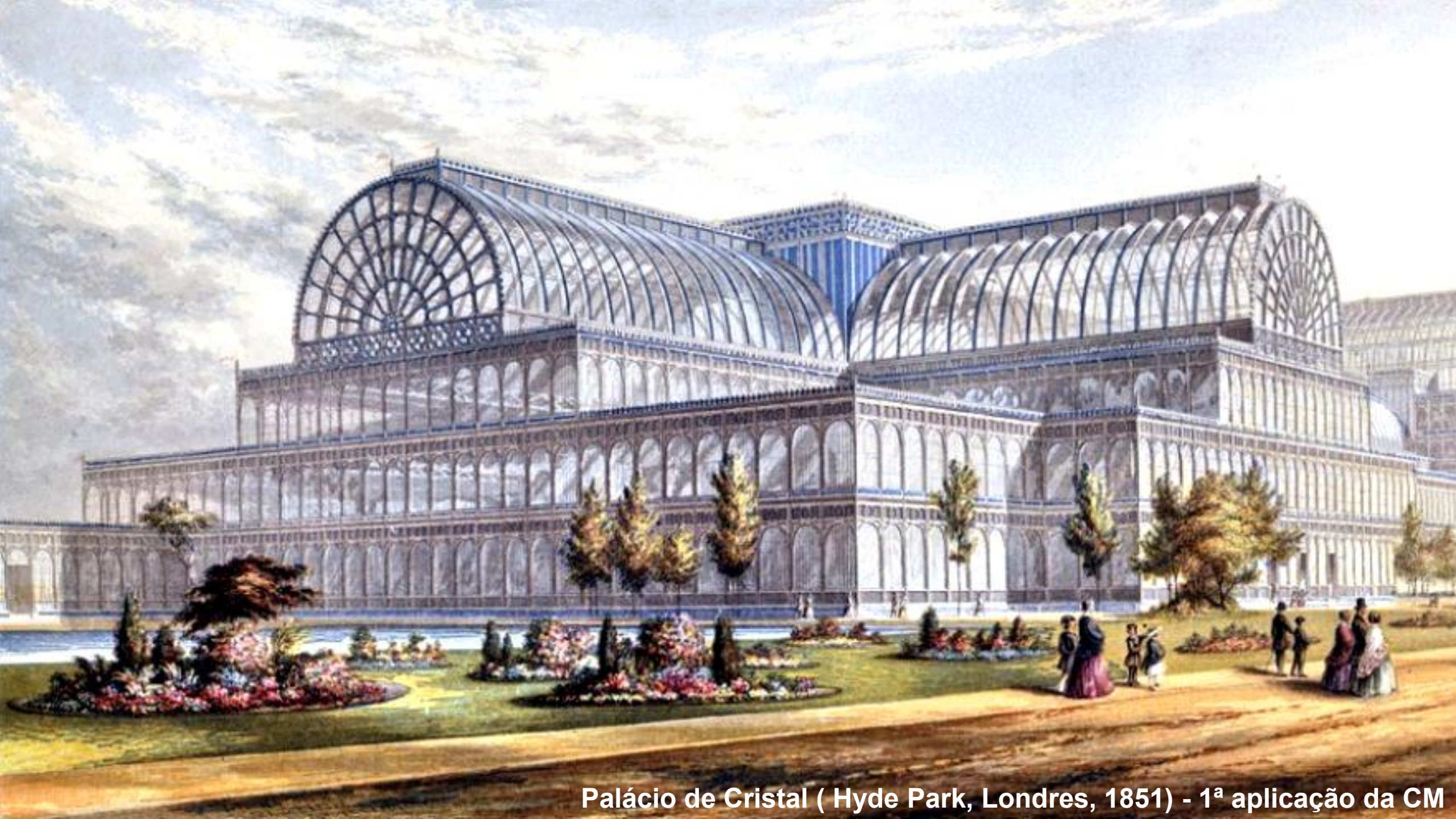
ORGANIZAÇÃO
Abcic
Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto

NOSSAS HABILIDADES SÃO INSUBSTITUÍVEIS

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**

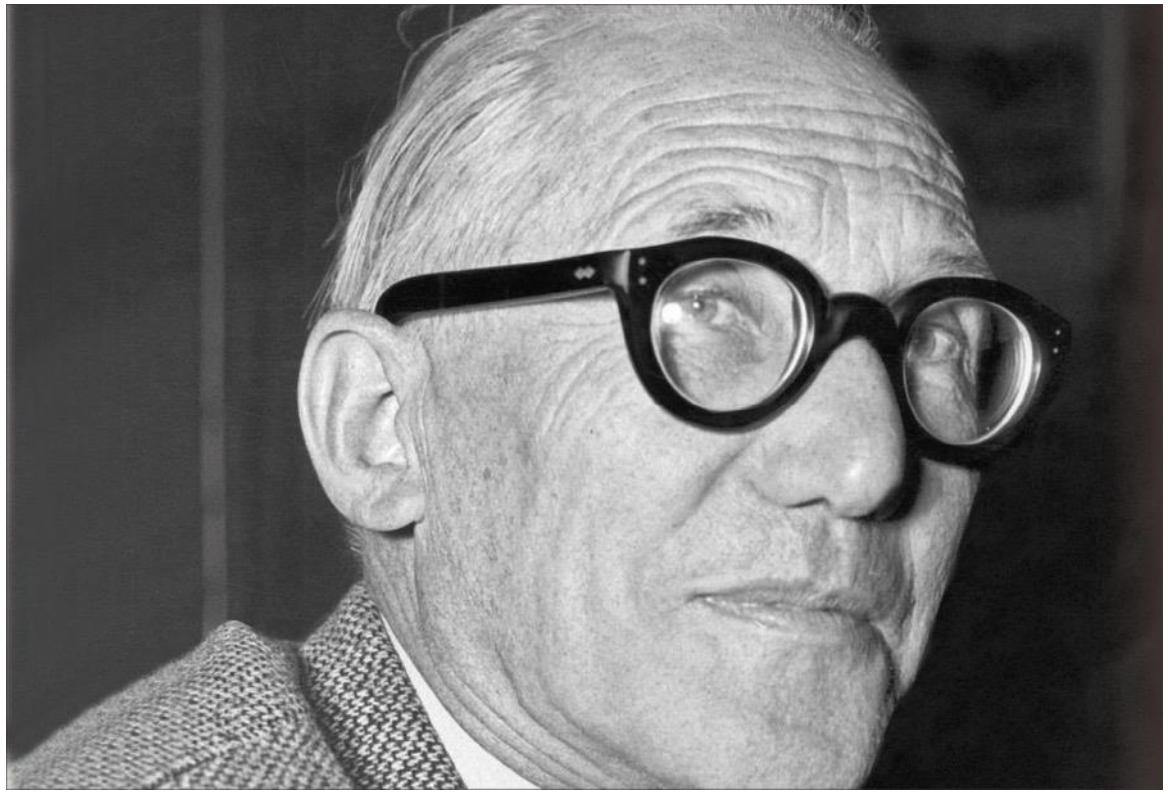
A arquitetura moderna resulta da ocorrência de múltiplas circunstâncias relacionadas com o **desenvolvimento progressivo da pesquisa científica e tecnológica**, além da radicalização da investigação artística e do confronto de modelos de controle do desenvolvimento urbano.

O último capítulo da arquitetura moderna (1985)
Leonardo Benevolo



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

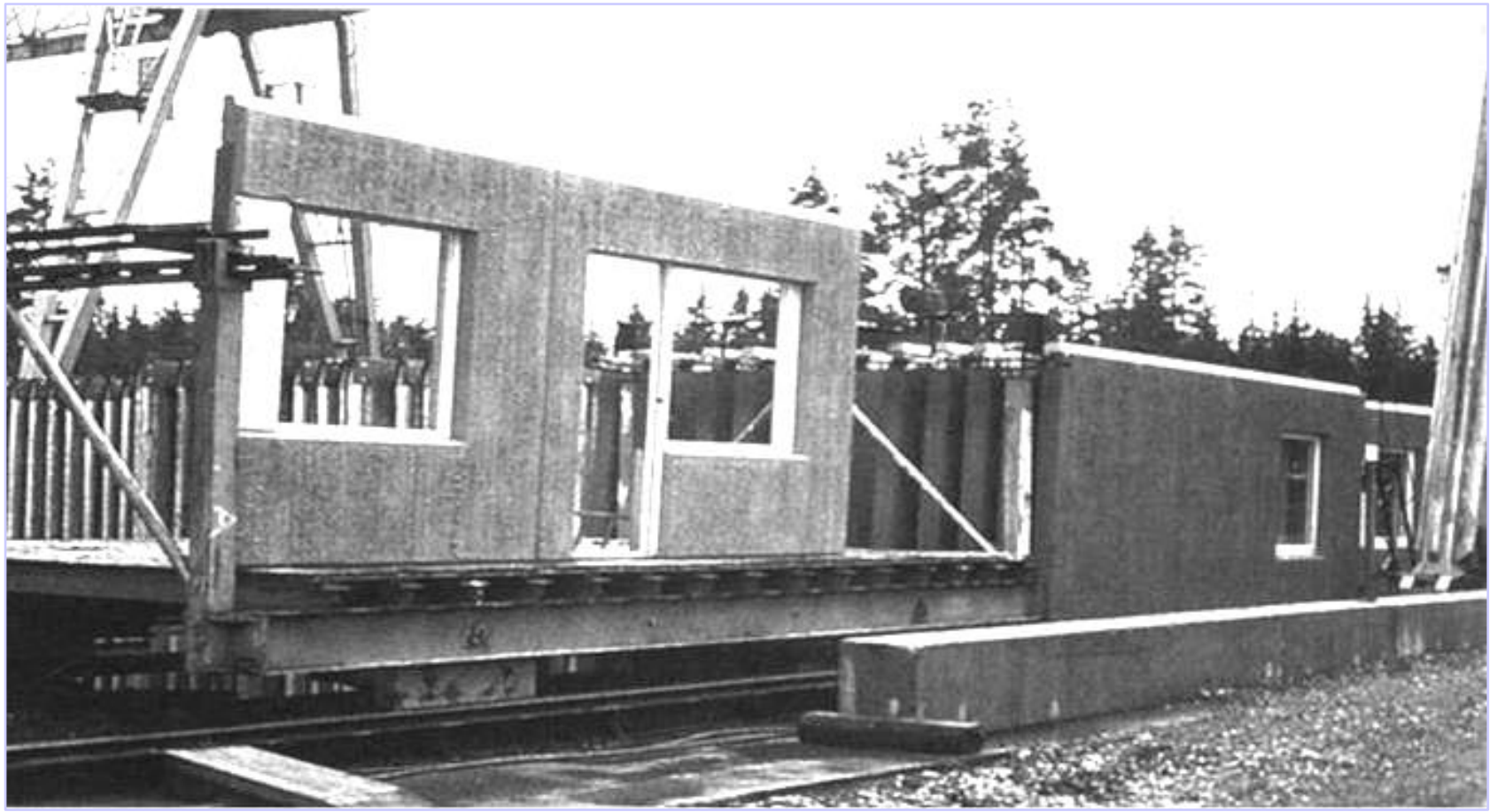
A “primeira geração” da industrialização na Europa (1950 a 1970)



“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

SHOPPING TRIMAIS PLACES, 2022

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

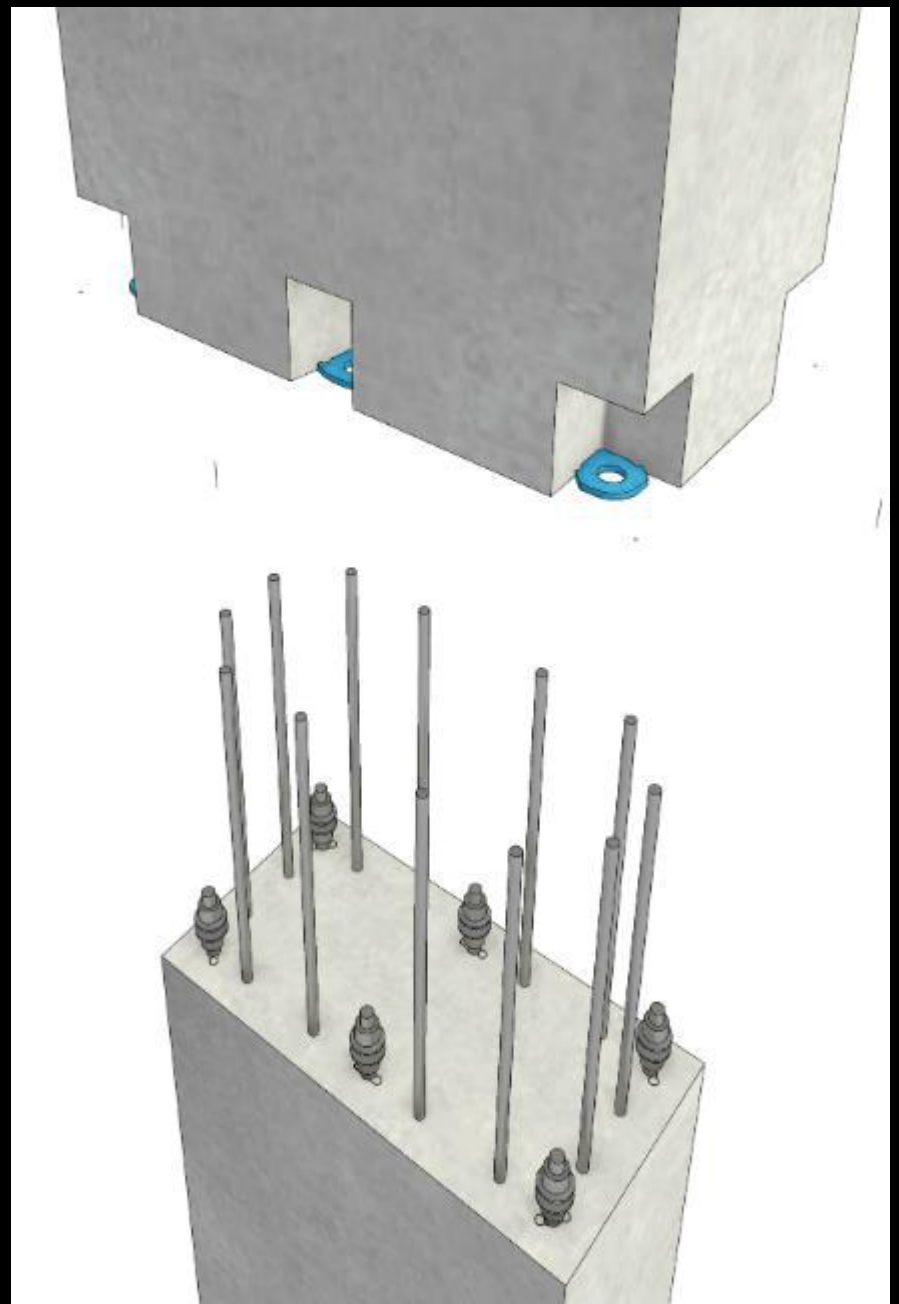
Empresa: PROTENDIT
PROJETO ARQUITETÔNICO:
Panagiotis Lazaridis
PROJETO ESTRUTURAL:
Sander David Cardoso Júnior
Local Obra: Barueri, SP

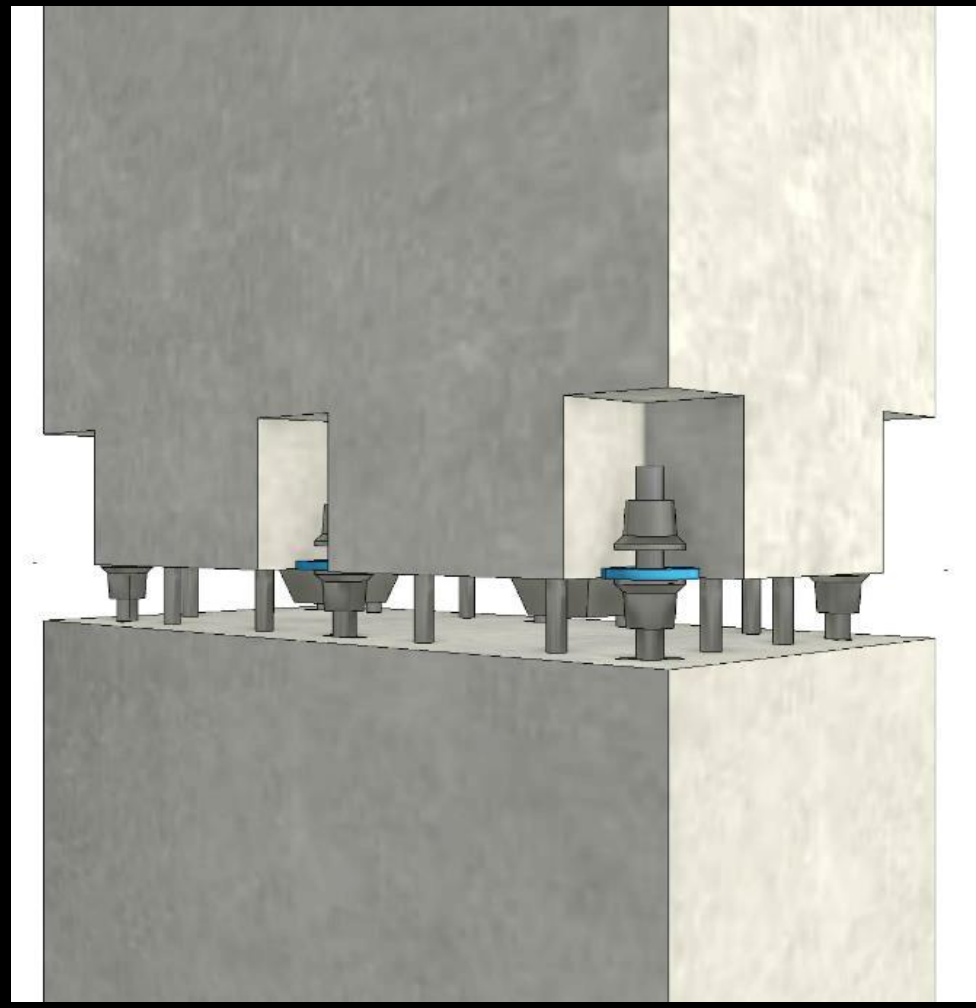
https://abcic.org.br/premio2023

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

ARQUIPEO, 2024

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 paineis de 12 e 18m

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

4º ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA-PROJETO-PRODUÇÃO
ENPPPCPM
EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO
4 e 5 de junho de 2025

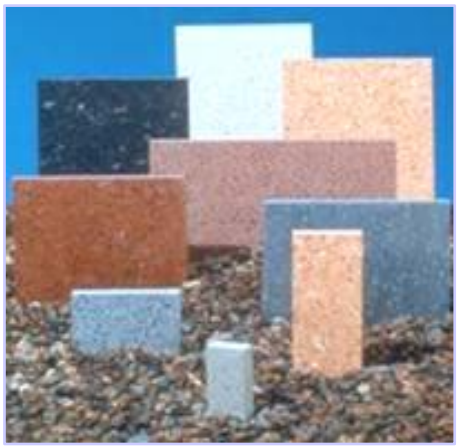
Novos paradigmas: componentes com maior valor agregado

ORGANIZAÇÃO
Abcic
Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto

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

CORES – TEXTURAS - FORMAS

Pigmentos e agregados > novas misturas de concreto

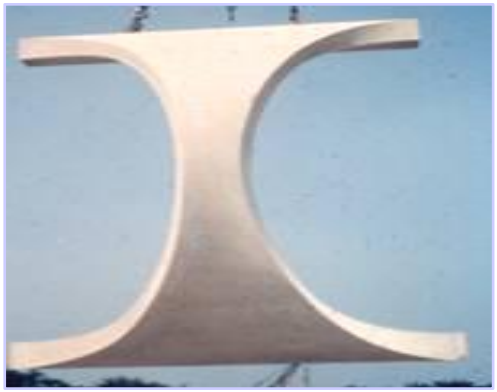


Cores e texturas > concreto lavado, concreto jateado

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

- Aceleram 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

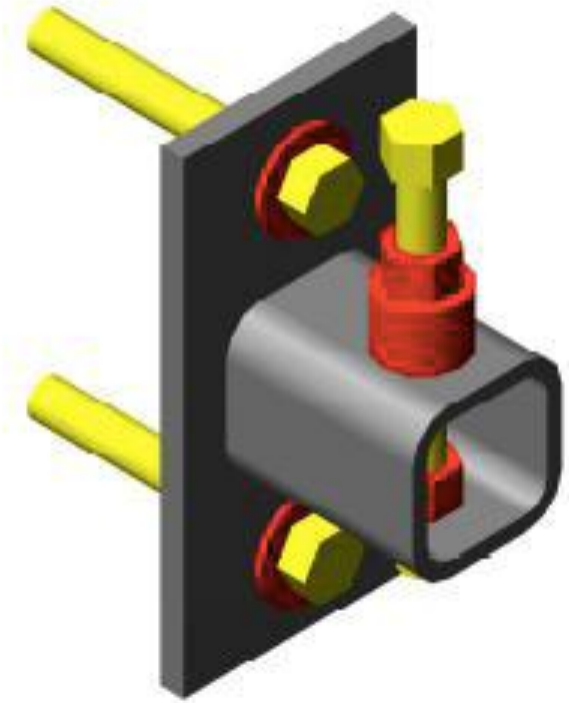
P&D: aumento da “densidade tecnológica” dos produtos

PAINÉIS DE CONCRETO: cores, formas, texturas

Edifício administrativo em Londres

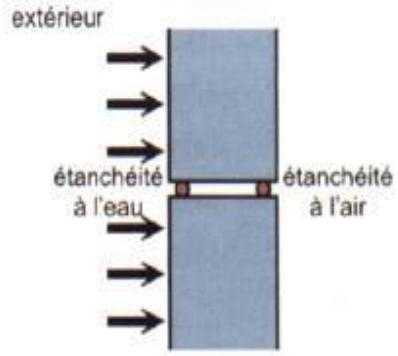
P&D: aumento da “densidade tecnológica” dos produtos

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

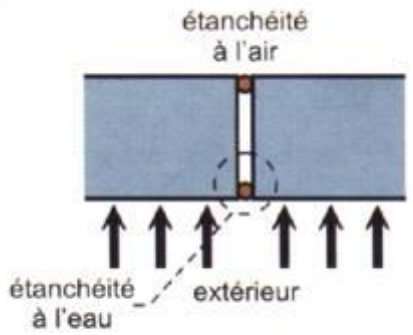


P&D: aumento da “densidade tecnológica” dos produtos

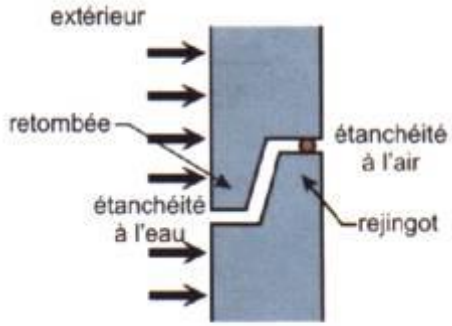
Juntas de vedação entre painéis pré-fabricados — uma fase / duas fases



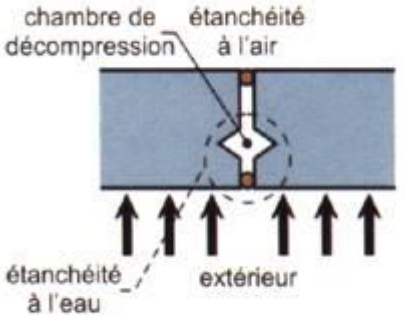
Joint horizontal à un étage



Joint vertical à un étage



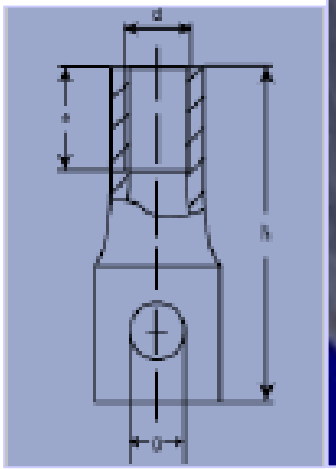
Joint horizontal à deux étages

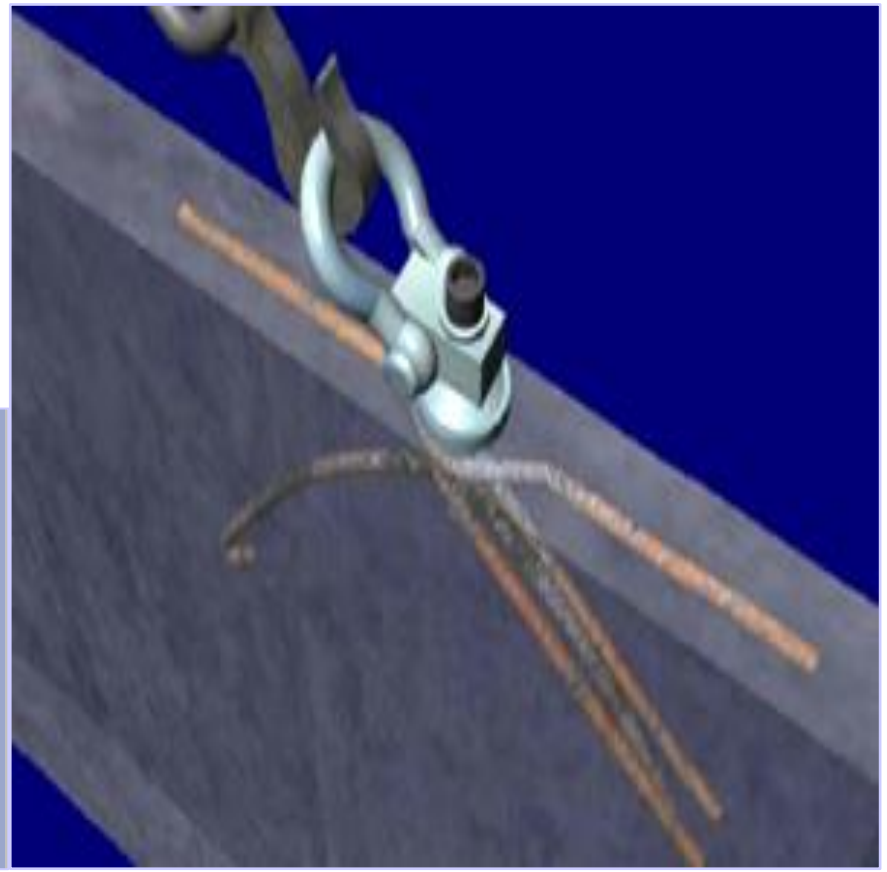


Joint vertical à deux étages

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 a larga distância, menor incidência de custos com equipamentos, diminuição no consumo de materiais e alívio de cargas nas estruturas dos edifícios

A Novos paradigmas: componentes com valor agregado

1ª OBRA EM RPC Reactive Powder Concrete

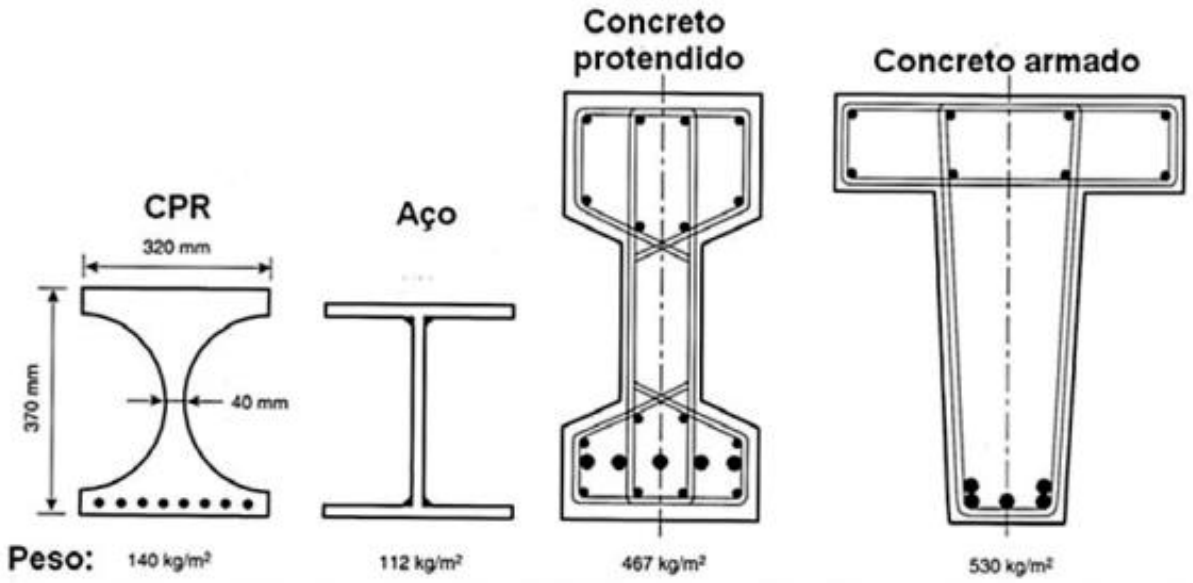
- Vão de 60 metros, deck com 3,30 m de largura e 30mm de espessura
- Resistência acima de 200 MPa
- RPC confinado acima de 350 MPa

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

A Novos paradigmas: componentes com valor agregado

Passarela de Sherbrooke (Sherbrooke, Canadá)

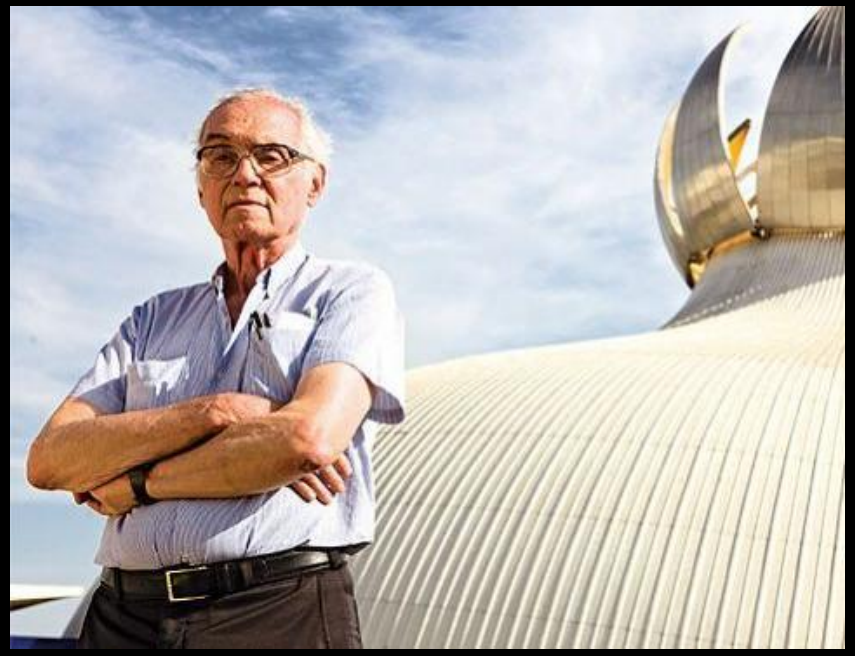
A Novos paradigmas: componentes com valor agregado



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

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

“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 Neurorreabilitação SARAH Fortaleza (2001)

Centro de Neurorreabilitação SARAH Fortaleza (2001)

CTRS-Centro Tecnológico da Rede Sarah (Salvador, Bahia)

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

Brise-soleil – Metrô de São Paulo (2008)

Projeto de João Walter Toscano

Abrigo de ônibus em MicroCAD (São Paulo,2015)

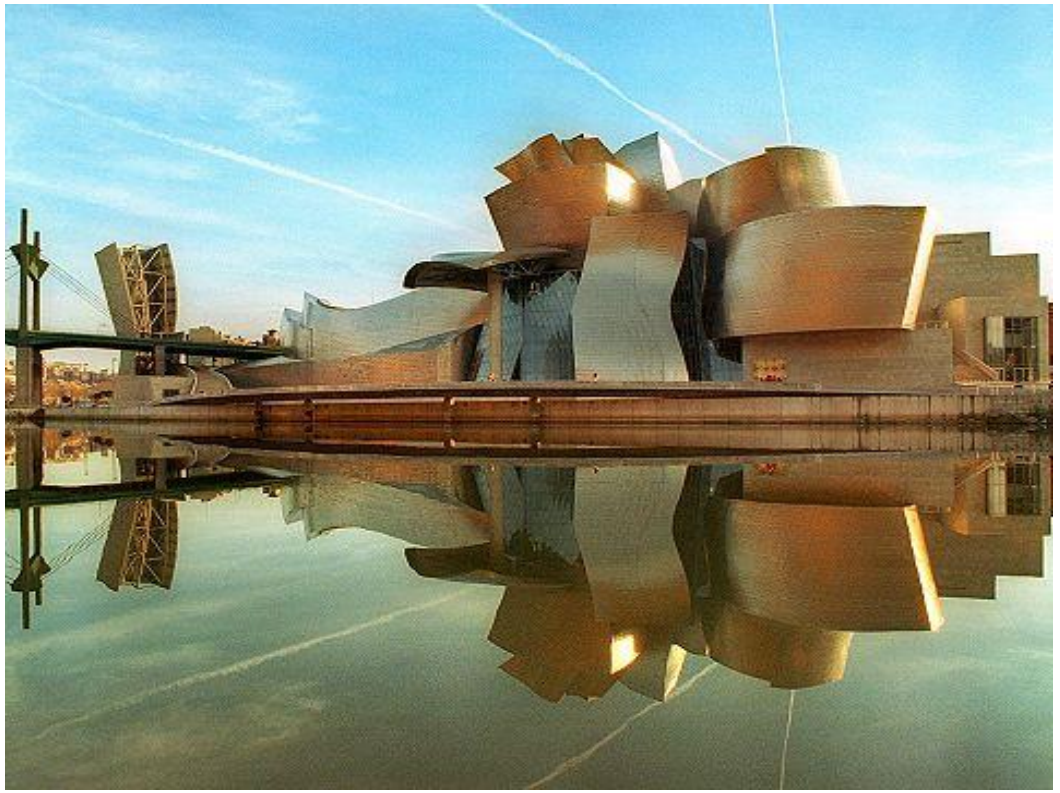
Guto Indio da Costa premiado no iF Design Award 2015

4º ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA-PROJETO-PRODUÇÃO
ENPPPCPM
EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO
4 e 5 de junho de 2025

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

ORGANIZAÇÃO
Abcic
Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto

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?

Contour Crafting - Prof. Behrokh Khoshnevis
University of Southern California (2015)

4º ENPPPCPM
ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA-PROJETO-PRODUÇÃO
EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO
4 e 5 de junho de 2025

U.PORTO UNIVERSIDADE DO PORTO FACULDADE DE ARQUITECTURA
CENTRO DE ESTUDOS DE ARQUITECTURA E URBANISMO CEAU
DIGITAL FABRICATION LAB DFL
FAUUSP

lightweight prefabrication in microconcrete through the use of robotic hotwire cutting

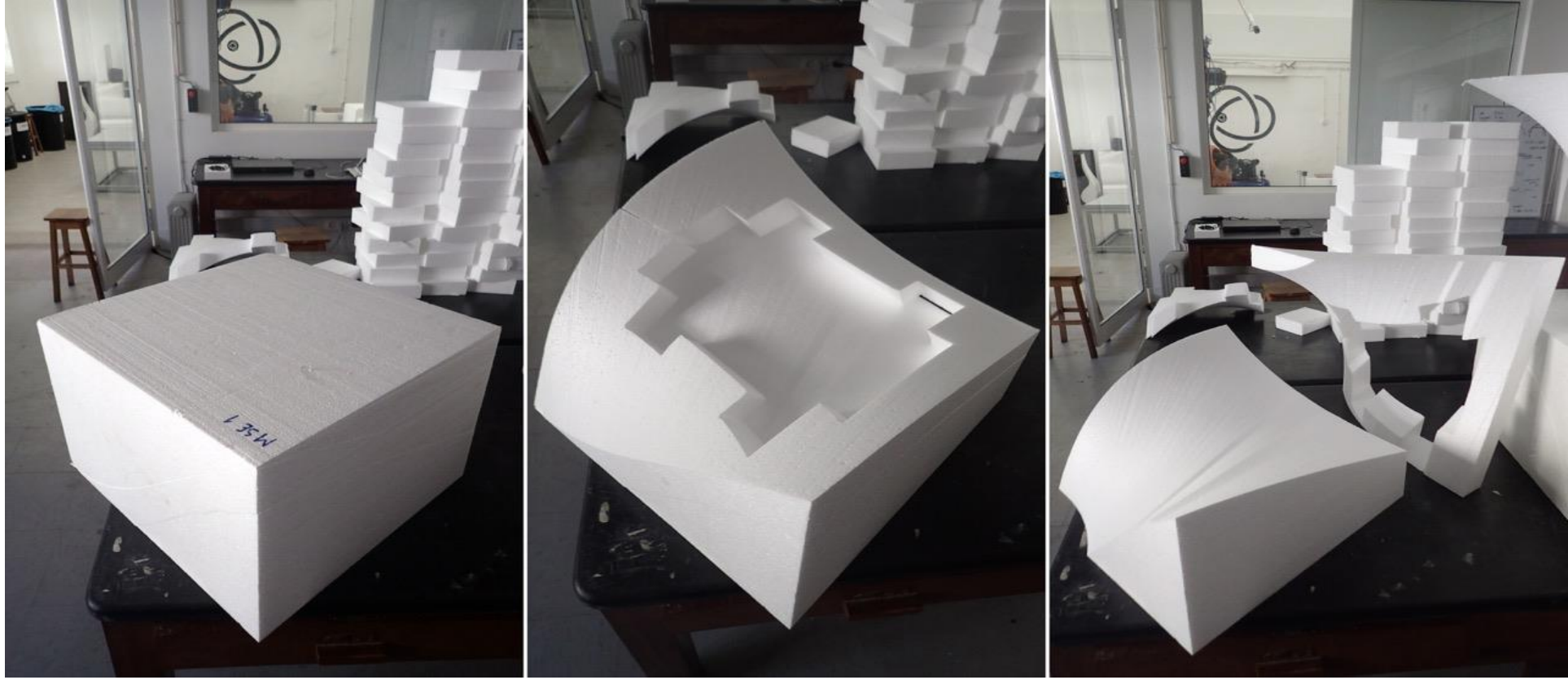
ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA-PROJETO-PRODUÇÃO

4º ENPPPCPM

EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO

4 e 5 de junho de 2025

4º ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA-PROJETO-PRODUÇÃO
ENPPPCPM
EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO
4 e 5 de junho de 2025



WinSun's 3D-printed building in Suzhou industrial park

ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA-PROJETO-PRODUÇÃO

4º ENPPPCPM EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO

4 e 5 de junho de 2025

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)

微信号:TTgoodmorning

Render © Zaha Hadid Architects

CONCLUSÕES

- **A relevância atual da construção industrializada** ou ***offsite 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:** reflexões para entender o porquê

CONCLUSÕES

- **FATO 1**: há um **parque produtor** já instalado no país na área da construção industrializada
- **FATO 2**: esse parque já é **fornecedor habitual** de componentes para a construção de edifícios industriais, comerciais e habitacionais há várias décadas
- **FATO 3**: **as premissas para o desenvolvimento da construção industrializada estão colocadas** — a real capacidade já instalada nas diversas regiões do país
- **FATO 4**: já existem **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

recepeti

CONSTRUA BRASIL CONSTRUÇÃO 4.0 A CONSTRUÇÃO DO FUTURO BRASILEIRO

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA COMÉRCIO E SERVIÇOS

GOVERNO FEDERAL BRASIL UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

OBRIGADO!