

“Sustentabilidade das Estruturas de Concreto Contribuição à Habitação de Interesse Social”



“do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras”

REALIZAÇÃO:

INSTITUTO FEDERAL
Mato Grosso
Campus Cuiabá
Cel. Osvaldo Jato de Silva



Paulo Helene

Vice-Presidente e Conselheiro IBRACON
Diretor PhD Engenharia

Miembro Red PREVENIR CYTED

Prof. Titular da Universidade de São Paulo USP

fib (CEB-FIP) Member of Model Code for Service Life Design

Fundador, Ex Presidente e Gestor Asociación Latino Americana de Control
de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción ALCONPAT Int.

Conselheiro da CNTU, SEESP, PMSP e ABNT

1

INSTITUTO FEDERAL
Mato Grosso

SHIS 20125
10º Seminário Mato-grossense de Habitação de Interesse Social

“Sustentabilidade das Estruturas de Concreto Contribuição à Habitação de Interesse Social”

PhD Engenharia
“do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras”

Paulo Helene
Vice-Presidente e Conselheiro IBRACON
Diretor PhD Engenharia
Miembro Red PREVENIR CYTED
Prof. Titular da Universidade de São Paulo USP
fib (CEB-FIP) Member of Model Code for Service Life Design
Fundador, Ex Presidente e Gestor Asociación Latino Americana de Control
de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción ALCONPAT Int.
Conselheiro da CNTU, SEESP, PMSP e ABNT

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, IFMT 16 de outubro de 2025 Cuiabá/ Mato Grosso

2

**...ser Arquiteto,
Tecnólogo e Engenheiro
é muito bom... mas
cuidado com os riscos!**

3

**Condomínio Champlain
Towers South
SurfSide Miami/FL**

24/06/2021

Idade: 40 anos

12 andares + 1 subsolo

+ *de 100 mortos*

4

Antes....



5

**mais de
100 mortes**



6



7



8



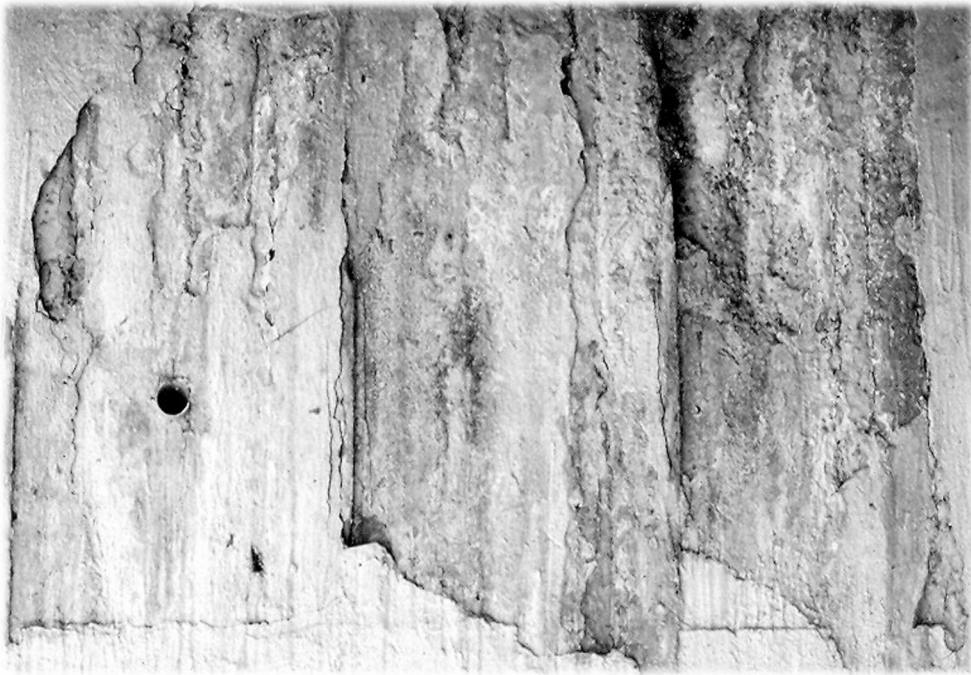
9

Processo Construtivo Cimento + Gesso → 1981



acervo de Paulo Helene

10



acervo de Paulo Helene

11



12

**...ser Engenheiro é
muito bom... mas
cuidado com a imagem!**

13

05/04/2008, do Estado de S. Paulo

**Expresso Tiradentes: TCU aponta sobrepreço e
superfaturamento nas obras do Fura-Fila em São Paulo**

25/12/2008, da Folha Online

**TCU vê superfaturamento de R\$ 5,58 milhões em obra feita
pelo Exército no Mato Grosso pelo 9º Batalhão de Engenharia
de Construção do Exército**

14



MPCE
Ministério Público
do Estado do Ceará

[Início](#) [Institucional](#) [Áreas de Atuação](#) [Serviços](#) [Comunicação](#)

[Início](#) / [MP do Ceará](#) /

MP do Ceará cobra na Justiça ressarcimento de valores pagos pela Prefeitura de Morada Nova por obras superfaturadas em escolas

MP do Ceará cobra na Justiça ressarcimento de valores pagos pela Prefeitura de Morada Nova por obras superfaturadas em escolas

10 de julho de 2024

15

MENU | g1

FANTÁSTICO

Q BUSCAR



Farra das emendas parlamentares: como organização fraudou licitações e superfaturou em obras públicas

Segundo a Polícia Federal, a organização ajustava editais, eliminava concorrentes e negociava pagamentos de propina. O dinheiro da corrupção era transportado em jatinhos.

Por Fantástico
15/12/2024 20h54 · Atualizado há 8 meses

16

***A profissão do Engenheiro
Civil é uma profissão de***
“confiança pública”

***...e confiança não se
impõem, deve ser
conquistada...***

17

- ✓ **O Concreto está presente em todas as obras do planeta.**
- ✓ **É o material de construção por excelência.**
- ✓ **Na habitação de interesse social não poderia ser diferente....**

18



19



20



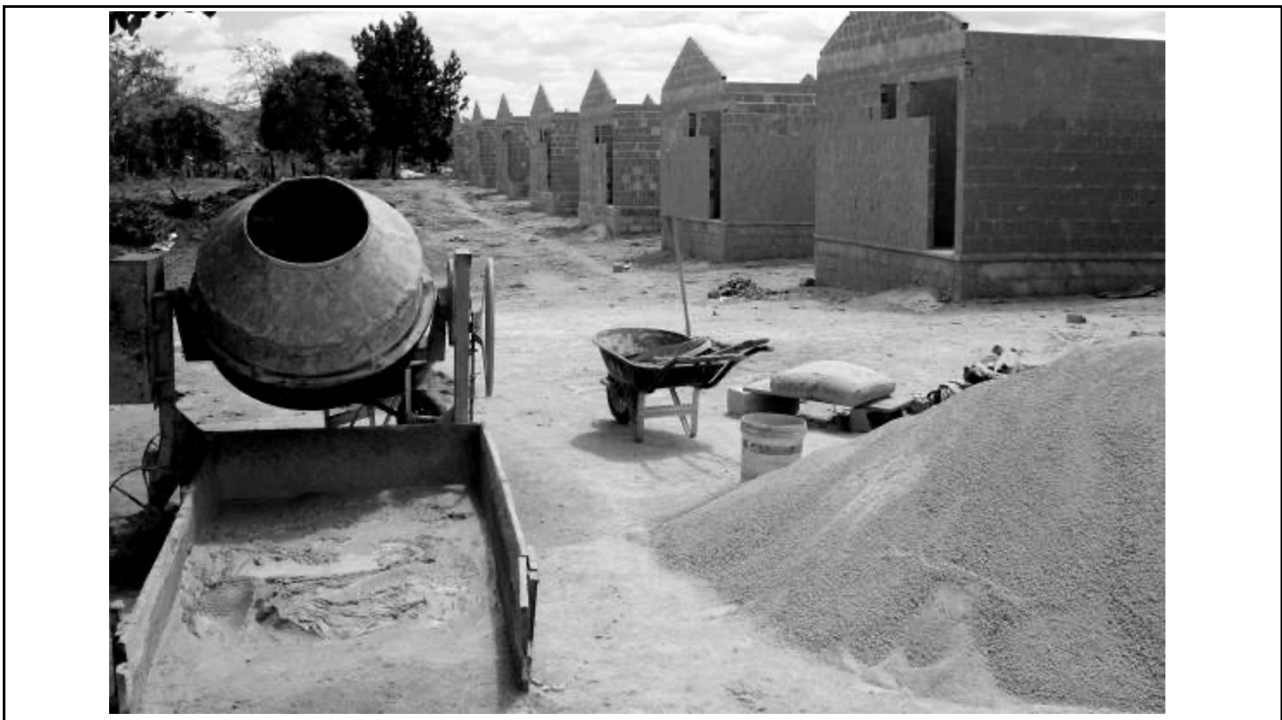
21



22



23



24

Qual o papel do tecnólogo e engenheiro?... não podemos esquecer de nossa missão e juramento...

“dominar as forças da natureza a serviço do bem estar da humanidade”

25



26



27



28



Turquia 2023
44.000 mortes
800.000 desabrigados

29

g1

RIO GRANDE DO SUL 

Relatório aponta que 10 mil imóveis foram afetados por enchentes no RS; em Muçum, um terço dos prédios foram atingidos

Houve edificações que ficaram sob mais de 6 metros de água. Documento produzido pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da UFRGS, em parceria com a Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (Sema) do Rio Grande do Sul, usou imagens de satélite para monitorar cidades afetadas.

Por g1 RS

20/09/2023 10h24 · Atualizado há uma semana



30

Consulta ao Chat GPT:

Como construir para reduzir o impacto de enchentes nas construções do Rio Grande do Sul ?

Resposta:

A reconstrução de áreas afetadas por enchentes no Rio Grande do Sul, incluem a adoção de medidas de engenharia para tornar as construções mais resistentes a futuras enchentes.

31

Apesar do concreto ter uma participação decisória na qualidade de vida da humanidade, hoje é acusado, tanto o alumínio, os plásticos, os derivados de petróleo, quanto o cimento e o aço das armaduras, como grandes emissores de gases de efeito estufa, contribuindo para o aquecimento global.!

... é verdade... mas tão cedo não vai haver um novo material de construção tão fantástico e tão barato como o concreto!... e não podemos parar de construir!..

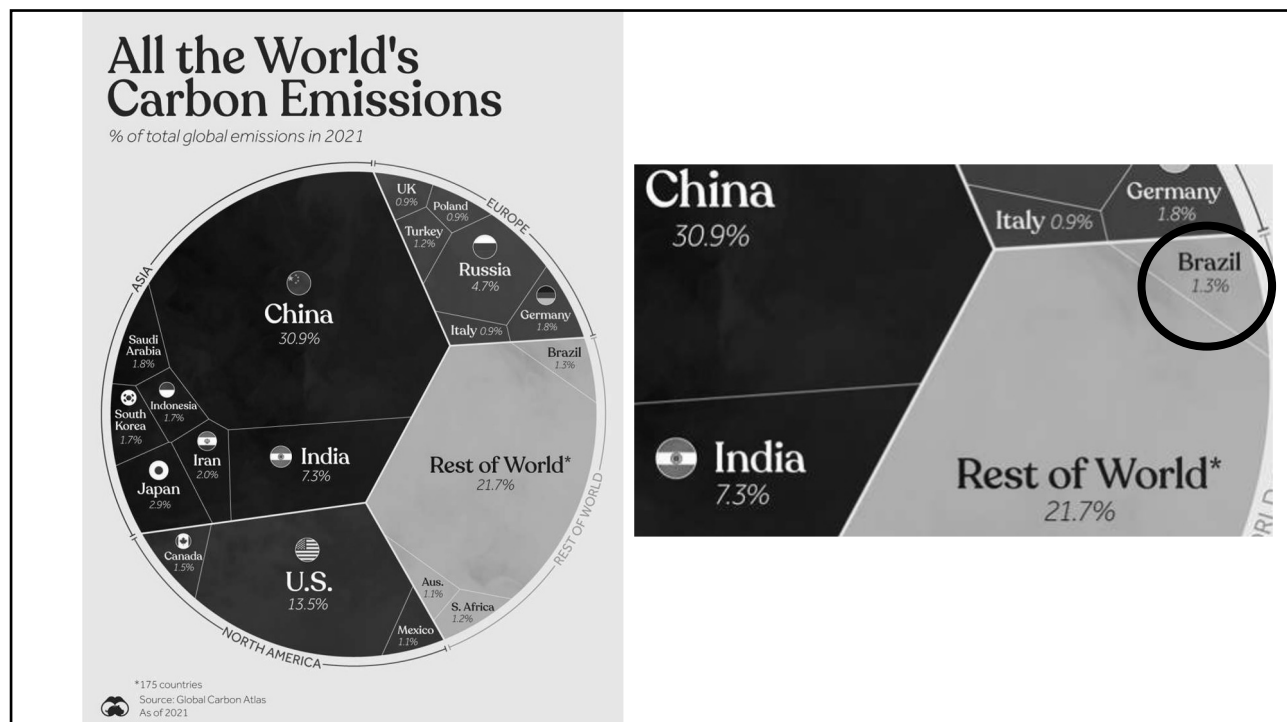
...então como podemos contribuir à redução da emissão de gases estufa das estruturas de concreto armado?

32

- preço 1 litro concreto (posto obra) = R\$ 0,59
- preço 1 kg concreto C30 (posto obra) = R\$ 0,28
- preço de 1 kg de habitação popular = R\$ 5,50
- preço 1 kg de aço CA 50 (posto obra) = R\$ 7,80
- preço 1 kg de apto de luxo zona nobre = R\$ 20,00
- preço 1 kg de FERRARI Roma Spider = R\$ 2.216,00
- preço de 1 kg de Botox (10ml.R\$900,00) = R\$ 90.000,00

**... concreto é o produto industrializado
mais barato do mercado!...**

33



34

Declaração **IBRACON** sobre a Sustentabilidade do Concreto

A sustentabilidade é um valor fundamental para a sociedade atual e também para o IBRACON.

O IBRACON tem visão holística e foco na necessidade de desenvolvimento de informações, documentos e ferramentas a serem utilizados pela cadeia produtiva do concreto e pela sociedade em geral para alcançar metas de sustentabilidade.

O IBRACON é uma associação sem fins lucrativos, declarada de Interesse Público Estadual e Federal, cuja missão é criar, divulgar e defender o correto conhecimento sobre materiais, projeto, construção, uso e ma-

deve investir na defesa e orientação de atividades que promovam o desempenho social, econômico e ambiental da cadeia produtiva do concreto, visando a neutralização do carbono, alinhada com os conceitos atuais e consagrados identificados pelas siglas ODS e ESG.

O conhecimento desenvolvido e compartilhado pelo IBRACON (livros, congressos, FEIBRACON, cursos, concursos, seminários, práticas recomendadas, revista científica e revista técnica) é inteiramente resultado do trabalho de voluntários dedicados à inovação e desenvolvimento das estruturas de concreto.

Este CT, inicialmente, atuou disseminando conhecimento, tecnologia e as melhores práticas para a reciclagem e usos de resíduos de construção e demolição, em face da implementação da Resolução CONAMA 307, que requeria que os geradores dessem uma destinação adequada aos resíduos de seus processos industriais. Neste período, foram realizadas nove edições do Seminário "Desenvolvimento Sustentável e Reciclagem na Construção Civil", que trouxeram ao Brasil um legado importante de práticas realizadas na Europa e nos Estados Unidos no campo das pesquisas, normalizações e po-



história da arte de projetar e construir estruturas

**...quando a profissão de
arquiteto (tecnólogo e
engenheiro) foi reconhecida
pela primeira vez na história
da humanidade?**

37

**político, alquimista, papiro,
primeiro “Arquiteto” → Imhotep**



64m

2.790 A C

Pirâmide escalonada de Sakkara (Faraó Djeser)

38

Pirâmides da planície de Gizé



39

Quando o concreto (estrutural)
APARECEU PELA PRIMEIRA
VEZ NA HISTÓRIA?

40



41



42



43

Cúpula do Panteão de Roma **Século II dC → Diâmetro de 44m**



44



45

Catedral de Notre Dame



1163-1330

Abóbada da nave central → 35 m de altura

46

**Primeira Ponte Metálica → 1.779 d.C.
Coalbrookdale Bridge em Telford, Inglaterra**

Ainda hoje em uso suportando tráfego leve e de pedestres



47



**Ponte do Brooklyn, New York, USA → 1.883
John Augustus Roebling**

ponte suspensa com cabos de aço galvanizados

48

Fundação em rocha e alvenaria de blocos de rocha



49



Ponte Golden Gate, São Francisco, USA → 1.933

Joseph Strauss

ponte suspensa com cabos de aço galvanizados

50



51



52



53

- **1.888 → Leroy Buffington
USA, esqueleto reticular**
- **1.853 → Otis, elevador
seguro, 1889 → 1º elevador
elétrico em NY**
- *(no Brasil, 1873 Elevador Lacerda,
hidráulico, 1906 Palácio das Laranjeiras RJ,
1910 Light SP)*

54



O início dos arranha-céus foi em 1.890-1.891 com a construção do edifício Wainwright com 42m St. Louis, USA.

Conhecido Escola de Chicago

Projetista
Arquiteto Louis Henry
Sullivan

55

**Século “XX”
1892**

**aparece um
novo material**

Concreto Armado

56

Primeiras Normas sobre Estruturas de Concreto

1903	Suiça
1903	Alemanha
1906	França
1907	Inglaterra

57



58



**Systeme
Hennebique**
Paris, Rue Danton1

7 andares
França 1.901
30m

$f_{ck} = ?$
122 anos !

*edifício em concreto
armado mais antigo do
mundo*

59



Palácio Salvo
Montevideu

27 andares

Uruguai 1925

103m

$f_{ck} = ?$
98 anos !
world record

60



Edifício Martinelli

1929

106m

94 anos

world record

São Paulo, Brasil

61

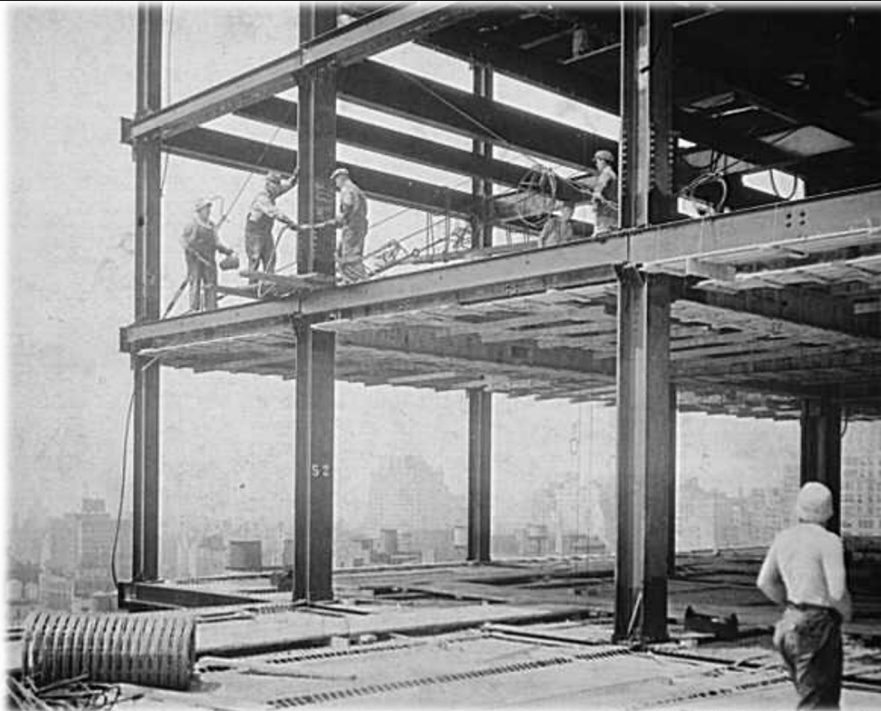


62

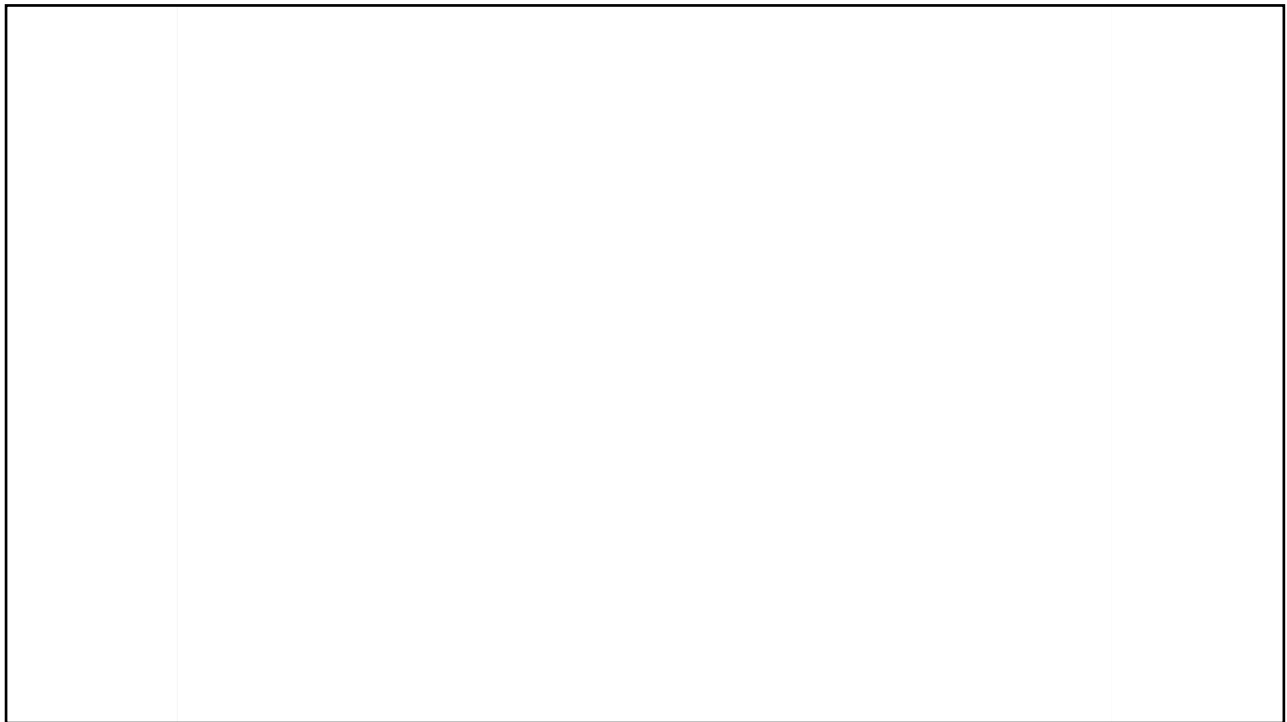


**Empire State Building
381m , New York, 1.931**

63



64



65



66

Século XX
1.928

“novo material estrutural”

Concreto Protendido

Eugene Freyssinet

67



68



69



70

PONTE SOBRE o RIO GUAMÁ
“O COLOSSO DO PARÁ”



71



Ponte Rio Guamá
Belém Pará 320m de vão 2003

72

Arte e Ciência da Construção

Marcus Vitruvius Pollio (*Engenheiro / Arquiteto Romano*)

40 anos aC → “De Architectura”

10 volumes → 800 anos como best - seller

Utilitas
Firmitas
Venustas

(funcional)
(estável e durável)
(bonita)

Até hoje pode-se considerar como os grandes marcos da pesquisa,
da inovação e do desenvolvimento em construção civil

73

Venustas
Bonita !

74

***Oscar Niemeyer
Bruno Contarini***



Museu de Arte, Niterói / RJ

75

Firmitas
estável e durável

76



Centro Empresarial Nações Unidas

Torre Norte

São Paulo
1997

Altura 179 m

$f_{ck} = 50\text{MPa}$

77



250 anos de garantia.

Qual promessa de qualidade e tecnologia constrói a Torre Norte? A resposta é: a tecnologia de concreto da Engenharia Concreto. A Torre Norte é a maior obra de concreto armado do Brasil, com 179 metros de altura e 100 mil metros quadrados de área construída. A Engenharia Concreto é a líder nacional em tecnologia de concreto, com mais de 250 anos de experiência e mais de 100 mil projetos concluídos.



**CONCRETO
ENGENMIX**

Qual promessa de qualidade e tecnologia constrói a Torre Norte? A resposta é: a tecnologia de concreto da Engenharia Concreto. A Torre Norte é a maior obra de concreto armado do Brasil, com 179 metros de altura e 100 mil metros quadrados de área construída. A Engenharia Concreto é a líder nacional em tecnologia de concreto, com mais de 250 anos de experiência e mais de 100 mil projetos concluídos.

O resultado é que, hoje, a Torre Norte é a maior obra de concreto armado do Brasil, com 179 metros de altura e 100 mil metros quadrados de área construída. A Engenharia Concreto é a líder nacional em tecnologia de concreto, com mais de 250 anos de experiência e mais de 100 mil projetos concluídos.



Qual promessa de qualidade e tecnologia constrói a Torre Norte? A resposta é: a tecnologia de concreto da Engenharia Concreto. A Torre Norte é a maior obra de concreto armado do Brasil, com 179 metros de altura e 100 mil metros quadrados de área construída. A Engenharia Concreto é a líder nacional em tecnologia de concreto, com mais de 250 anos de experiência e mais de 100 mil projetos concluídos.

Qual promessa de qualidade e tecnologia constrói a Torre Norte? A resposta é: a tecnologia de concreto da Engenharia Concreto. A Torre Norte é a maior obra de concreto armado do Brasil, com 179 metros de altura e 100 mil metros quadrados de área construída. A Engenharia Concreto é a líder nacional em tecnologia de concreto, com mais de 250 anos de experiência e mais de 100 mil projetos concluídos.



78

Arte e Ciência da Construção

Marcus Vitruvius Pollio (*Engenheiro / Arquiteto Romano*)

40 anos aC → “De Architectura”

10 volumes → 800 anos como best - seller

Utilitas
Firmitas
Venustas

(funcional)
(estável e durável)
(bonita)

Até hoje pode-se considerar como os grandes marcos da pesquisa,
da inovação e do desenvolvimento em construção civil

79

Arte e Ciência da Construção

Marcus Vitruvius Pollio (*Engenheiro / Arquiteto Romano*)

40 anos aC → “De Architectura”

10 volumes → 800 anos como best - seller

Utilitas
Firmitas
Venustas

(funcional)
(estável e durável)
(bonita)

Até hoje pode-se considerar como os grandes marcos da pesquisa,
da inovação e do desenvolvimento em construção civil

80

Sustentável



81

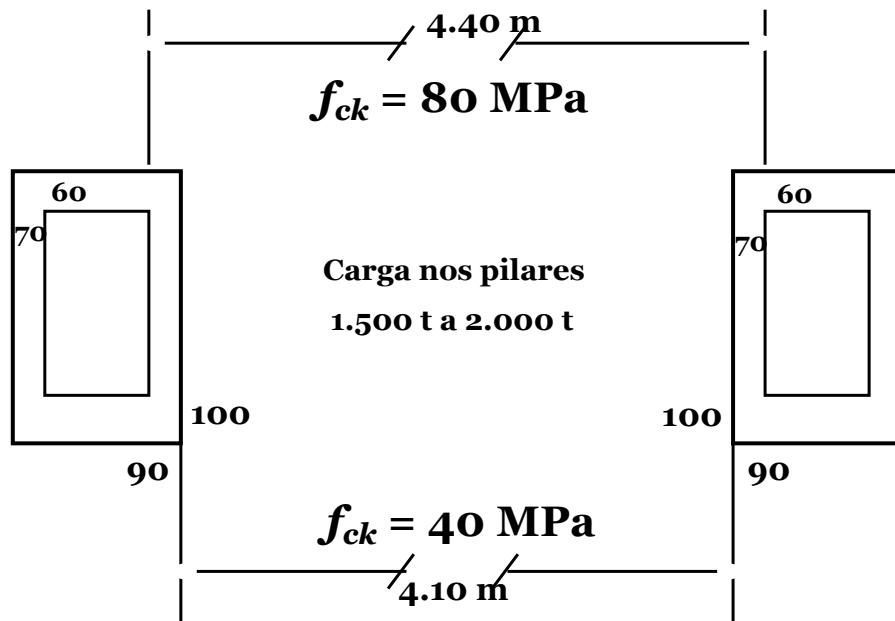


- Edifício e-Tower SP
- 46 (42 + 4) pavimentos
- Heliponto
- Piscina semi-olímpica
- Academia de ginástica
- 2 restaurantes
- Concreto colorido
- f_{ck} pilares = 80 MPa
- f_{ck} geral = 40 MPa



82

Projeto estrutural (*e-Tower*)



83



84

CONTROLE



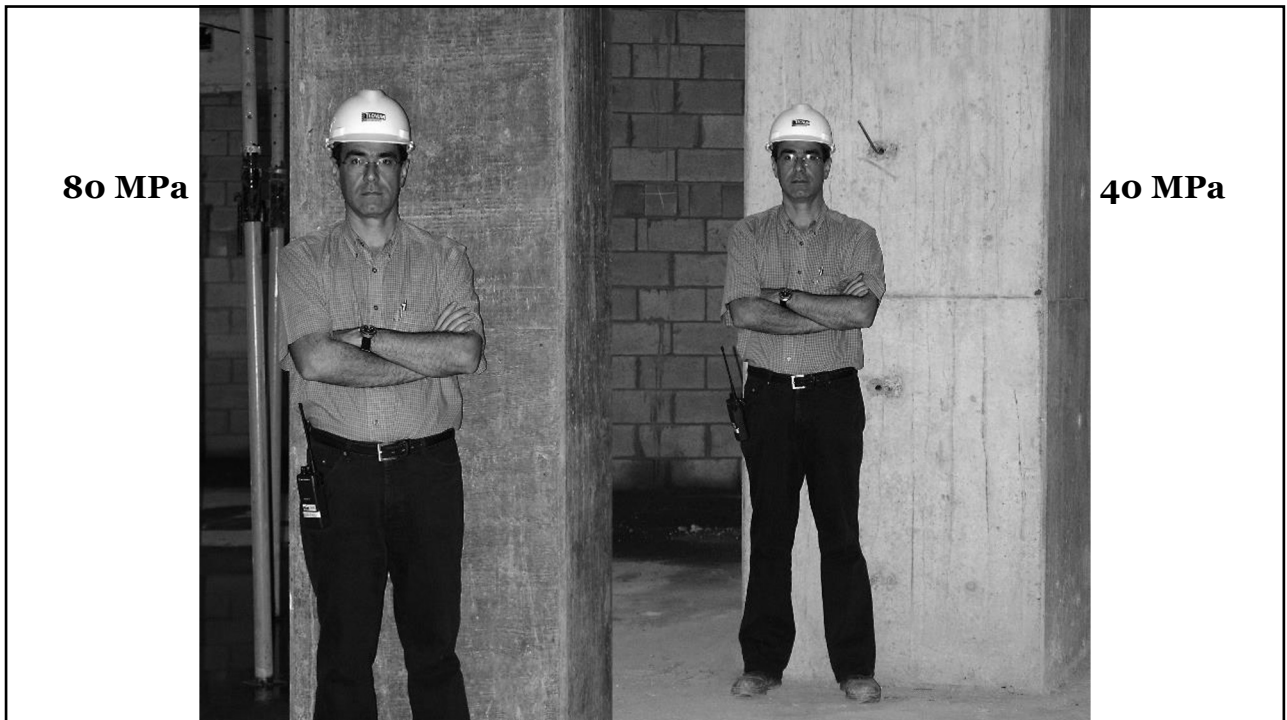
85



86



87



88



Módulo de elasticidade

- $f_{cm} = 120 \text{ MPa}$
- **aferido a 30 % de**
 $f_{ck} = 80 \text{ MPa}$
- **portanto aferido a**
 $\sigma_{30\%} = 24 \text{ MPa}$

- $E_{ci} = 56 \text{ GPa}$ a 63 dias

89

Economia de Recursos Naturais

Original:

$$f_{ck} = 40 \text{ MPa}$$

seção transversal → 90cm x 100cm

$$0,90 \text{ m}^2$$

HPC / HSC:

$$f_{ck} = 80 \text{ MPa}$$

seção transversal → 60cm x 70cm

$$\mathbf{0,42 \text{ m}^2}$$

90

Sustentabilidade



- **70% menos areia**
- **70% menos brita**
- **53% menos concreto**
- **53% menos água**
- **20% menos cimento**
- **31% menos área de forma**

91

Sustentabilidade



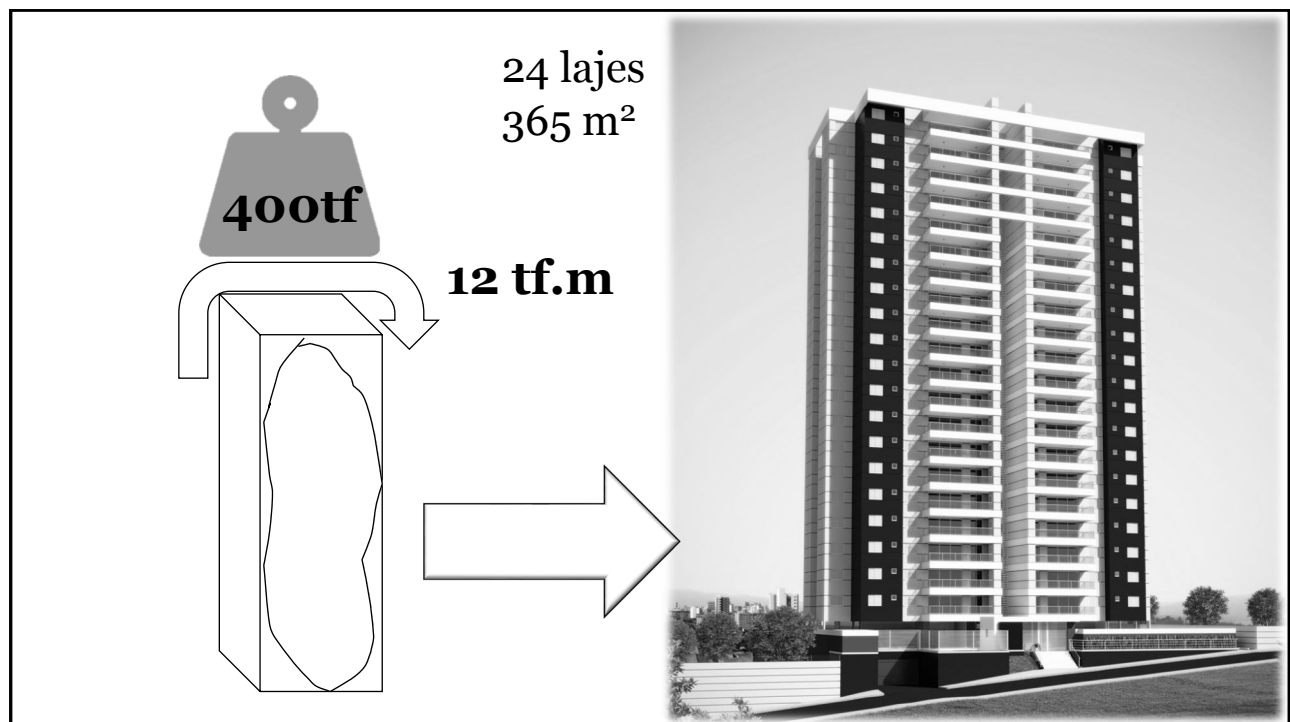
- **43% menos aço**
- **16 carros a mais**
- **3 x vida útil**

92

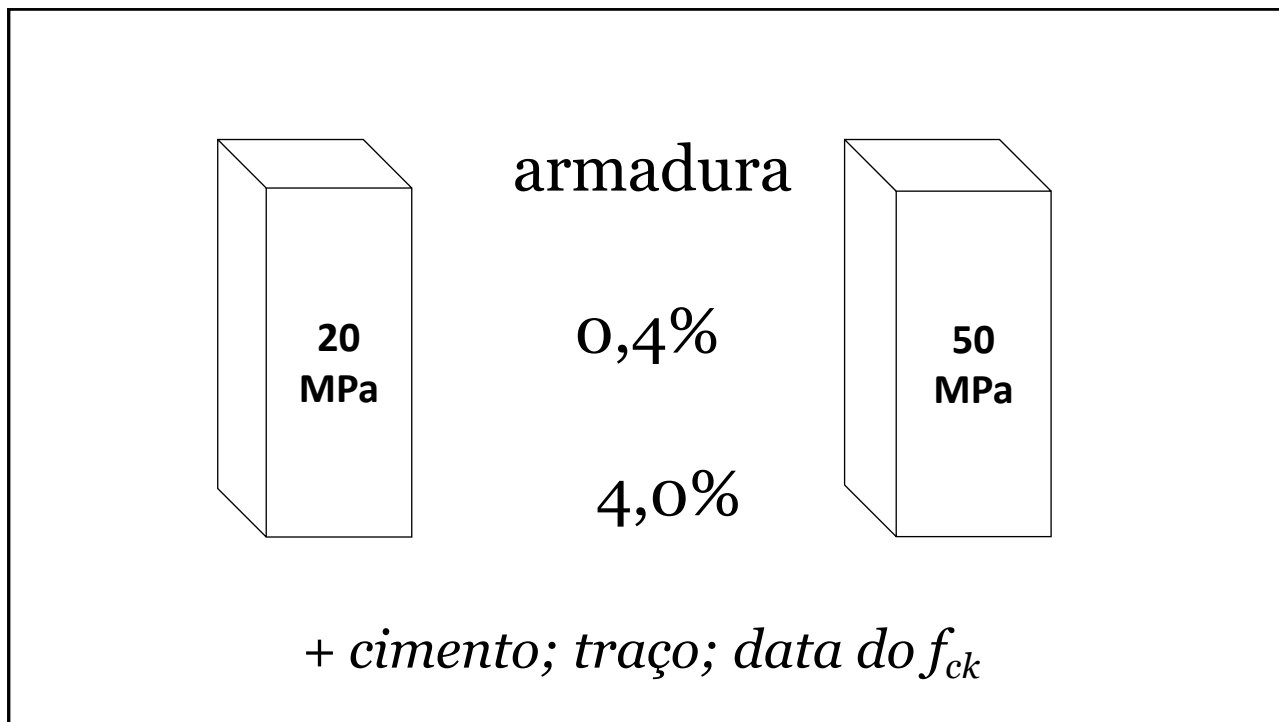
Indicadores de Impacto ambiental

- **Emissão de CO₂ (GWP)?**
- **Energia? Água?**
- **Recursos naturais?**
- **Vida útil?**

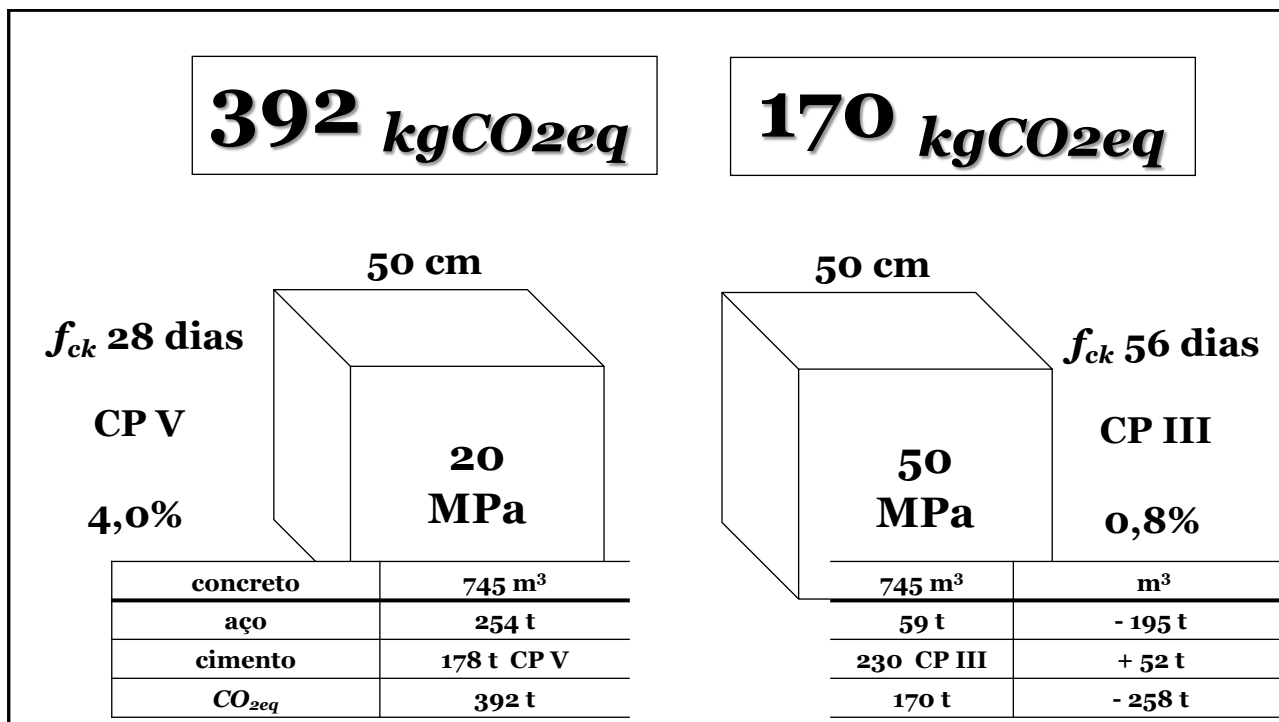
93



94



95



96

Indicadores de Eficiência

Considerando:

- ✓ Emissão CP V → 852 kg CO_{2eq}/t
- ✓ Emissão CP III → 384 kg CO_{2eq}/t
- ✓ CP V → 90% clínquer
- ✓ CP III → 30% clínquer
- ✓ Aço → 1.070 kg CO_{2eq}/t

97

CONCLUSÃO - COMO TORNAR O CONCRETO MAIS SUSTENTÁVEL

1. Aumentar resistência do concreto para desmaterializar e reduzir aço, ou seja, usar concretos acima de 40 MPa;
2. Mudar a data de controle do $f_{ck,est}$, por exemplo passar de 28 dias para 56d, 63d ou 91 dias;
3. Usar taxas de armadura mais baixas, sempre inferiores a 2%;
4. Realizar estudo de dosagem, levando em conta a distribuição granulométrica e o grau de compactação;
5. Usar cimentos com menores fatores de clínquer e mais adições ativas;
6. Usar UHPC pode conduzir a novas formas de projetar tais como pilares tubulares e vigas tipo I ou H, com enorme redução de material sem perda de rigidez nem de segurança.

98

